

DOI:10.3724/SP.J.1008.2013.01147

• 短篇论著 •

## 基于 MedModel 的援潜救生医疗队救治流程仿真应用

王世锋<sup>1</sup>, 范维<sup>1</sup>, 王慧玲<sup>2</sup>, 方以群<sup>1</sup>, 江雷<sup>3</sup>, 吕传禄<sup>1</sup>, 辜建祥<sup>1</sup>, 孟森<sup>1</sup>, 张建<sup>1\*</sup>

1. 海军医学研究所, 上海 200433

2. 北京大学遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871

3. 第二军医大学卫生勤务学系卫生勤务学教研室, 上海 200433

**[摘要]** **目的** 对救援流程和医学保障组人员分配进行优化, 为卫勤保障能力的评估提供新的手段和方法。**方法** 采用 MedModel 软件, 针对援潜救生医疗队人员组成和工作流程建立救治流程仿真模型, 根据 5 种不同的伤员出水方式进行建模, 分别仿真计算出各种出水方式下的平均等待时间。**结果** 根据所建的伤员出水模型, 计算各种出水方式进行平均等待时间并优化医疗资源布局, 使伤员的总体等待时间均符合援潜救生医疗队的要求。**结论** 本模型通过对援潜救生医疗队救治流程和人员配备的优化, 节省了医疗资源, 缩短了伤员的总体等待时间, 为卫勤保障能力的评估提供新的手段和方法。

**[关键词]** 援潜救生; 仿真; 救治流程

**[中图分类号]** R 84 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2013)10-1147-04

### Process of submarine medical rescue based on MedModel: a simulation application research

WANG Shi-feng<sup>1</sup>, FAN Wei<sup>1</sup>, WANG Hui-ling<sup>2</sup>, FANG Yi-qun<sup>1</sup>, JIANG Lei<sup>3</sup>, LÜ Chuan-lu<sup>1</sup>, GU Jian-xiang<sup>1</sup>, MENG Miao<sup>1</sup>, ZHANG Jian<sup>1\*</sup>

1. Naval Medical Research Institute, Shanghai 200433, China

2. Institute of Remote Sensing and Geographic Information System, Peking University, Beijing 100871, China

3. Department of Medical Service, Faculty of Medical Services, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

**[Abstract]** **Objective** To optimize the constitutions of the rescue process and medical support teams for submarine rescue, so as to provide new method for evaluating the medical service performance. **Methods** Using the MedModel software, we established the simulation model of rescue process according to the constitution and work flow for submarine rescue and five ways of getting out of the water. The mean waiting time of 5 ways was calculated. **Results** According to the ways of getting out of water, the mean waiting time of each way were calculated and the allocation of medical resources were optimized, making the total waiting time meeting the need of medical rescue team. **Conclusion** This paper optimizes the rescue process and constitution of the rescue team, saving the medical resources, reducing the total waiting time of the wounded, and providing a new method for evaluating medical serves.

**[Key words]** submarine salvage and rescue; simulation; cure process

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2013, 34(10):1147-1150]

援潜救生医疗队担负海上对潜艇救援任务, 主要职责为对潜艇失事人员及潜水作业人员进行医疗保障, 为其提供常规疾病救治和潜水疾病救治。与现有其他医疗队相比, 在海上援潜救生时需要的医疗队人员组成和数量方面, 因为没有足够的数据可供分析参考, 故现有援潜救生医疗队的组成多为参照其他医疗队的构成进行设置<sup>[1]</sup>。对于其能否完成一定条件

下的医疗救治任务尚无评估指标和判断依据<sup>[2]</sup>。

本研究拟采用模拟仿真技术 (MedModel 软件), 考虑医疗队人员组成, 通过对救治流程进行分析, 建立援潜救生医疗救治工作流程仿真模型, 根据一定条件下的伤员通过量设定伤员流参数, 计算医疗资源利用率, 优化救援流程, 对医疗救治力量保障能力进行分析和评估。

**[收稿日期]** 2013-03-15 **[接受日期]** 2013-06-21

**[作者简介]** 王世锋, 副研究员. E-mail: wangsf23@hotmail.com

\* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-81883003, E-mail: ywjzk@163.com

## 1 模型的建立

1.1 援潜救生医疗队诊室设置及医务人员分布  
根据海上救援实际,确定医疗队各组位置信息。详见表1。

通过 MedModel 软件,参考文献[3-5]将援潜救

生医疗队诊室及医务人员分配情况做出可视化模型,如图1所示。各治疗组人员配备如下:再加压治疗组6人、手术组6人、急救组4人、医护组3人、检查组4人、分类组(结束后到手术组的、图1中显示的白色医护人员2人;结束后到急救组的、图1中显示的紫色医护人员3人)。

表1 援潜救生医疗队诊室设置情况

诊室名称	人员安排	床位安排	收治病情
指挥组 2人	指挥人员 2人	—	指挥医疗队运行工作
分类组 5人	内科医生 1人,外科医生 1人,护士 3人	—	全部患者
手术组 6人	外科医生 2人,麻醉医生 1人,护士 3人	2张手术床	导尿/膀胱穿刺、夹板再固定、抗感染、 烧伤/补液、开放性气胸包扎封闭、 张力性气胸穿刺、气管切开等
急救组 4人	内科医生 2人,护士 2人	3张急救床	溺水、昏迷、缺氧、体温过低、热损伤、 休克、海水浸泡伤、氧中毒等
再加压治疗组 6人	潜水医生 3人,护士 3人	2个加压舱	减压病、肺气压伤、CO <sub>2</sub> 中毒等
检查组 4人	放射科医生 2人,检验师 2人	—	B超/心电图、X线摄片、生化检验、 三大常规检查
医护组 3人	五官科医生 1人,护士 2人	—	病情观察、伤员护理

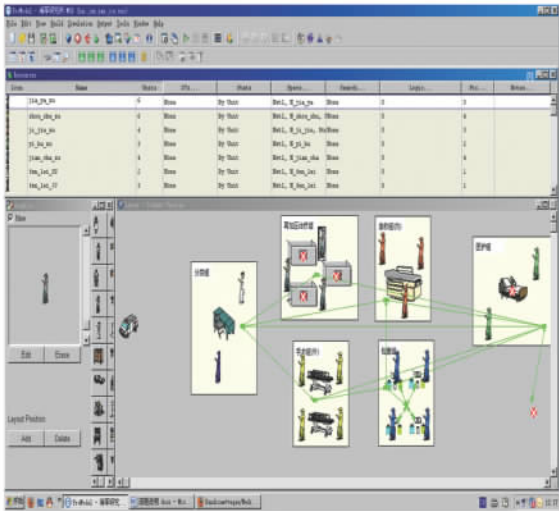


图1 医务人员分配情况可视化模型图

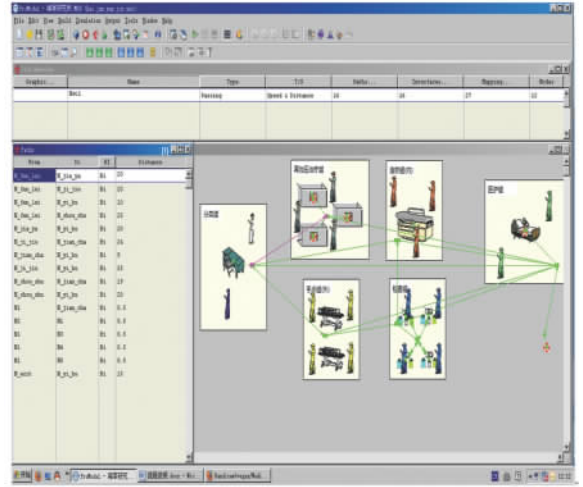


图2 救援路径

1.2 救援路径 图2显示整个救治流程中各治疗组之间的距离,严格按照流程图之间的距离设置,其中24m、9m、19m为检查组4个科室之间的距离折算,所以实际距离为:急救→检查=24+0.5+0.5=25(m);检查→医护=9+0.5+0.5=10(m);手术→检查=19+0.5+0.5=20(m)。

1.3 伤病员分布情况 根据伤类分析,按照180人失事情况,根据前期研究结果[6-7],潜艇艇员脱险后完全正常的比例约为25%(135/180),各治疗组救治的伤员比例及数量见表2。

表2 135名潜艇艇员伤病分布情况

组别	伤病员人数	比例(%)
再加压治疗组	22	16.3
急救组	21	15.5
手术组	29	21.5
医护组	63	46.7
合计	135	100.0

1.4 伤员救治流程 出水伤员共计135人,经分类组后,其中有22人到再加压治疗组,21人到急救组,29人到手术组,其余63人未出现症状,先由医

护组组织休息。由于医护组接待人员较多,需利用各居住舱进行观察,医护组医护人员定时巡视。

再加压治疗组的 22 名伤员中,需要进舱的人员进入 1 号加压舱,不需要的人员则进行舱外治疗,结束后直接后送。

在直接到医护组休息的 63 名伤员中,经过 1 h 后有少部分人员出现潜水疾病症状,则送到再加压治疗组,部分人员进入 2 号加压舱加压治疗,部分人员则进行舱外治疗,其余无症状的人员直接后送。

急救组 21 名伤员进行内科急救处理,处理完后一部分人员到检查组进行检查,然后到医护组,最后后送;其余不需要检查的人员直接送到医护组,然后后送。

分类组的 5 名医护人员在伤员分类工作完成后,内科医生 1 人及护士 2 人流动到急救组,外科医生 1 人及护士 1 人流动到手术组,布局见图 1。

手术组有 29 名伤员,手术完成后需要检查的人员到检查组,再到医护组,不需要的人员直接到医护组,然后从医护组后送。见图 3。

## 2 模型仿真

2.1 135 名伤员同时出水的流程 医务人员分配:分类组 5 人(其中 3 人在分类结束后到其他岗位帮忙),加压组 6 人,手术组 6 人,急救组 6 人,检查组 2

人,医护组 3 人,共 28 人。

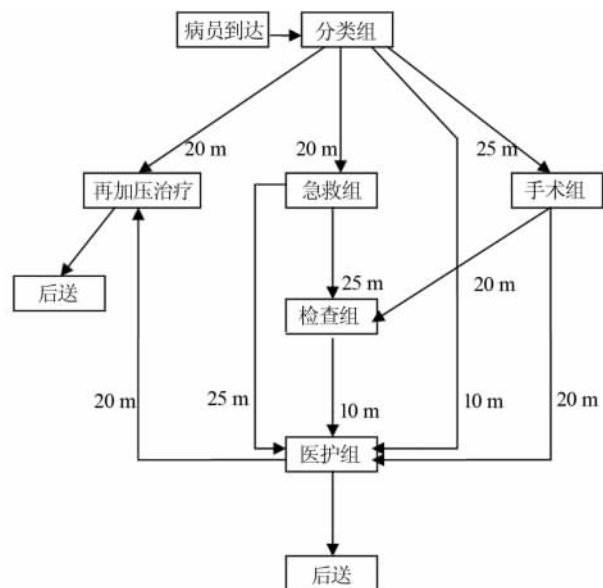


图 3 救治流程简图

仿真运行结果见表 3。此方案将分类组医生这一职务取消,在模型刚开始时,将全医疗队(共 28 人)全部用于分类,分类结束后各自回到岗位,分类组只留下 2 名医生备用。在此方案中潜水疾病伤员与未发病伤员都能保证其等待时间 0.5 h 之内的要求,而内科伤员等待时间为 35.16 min,外科伤员等待时间为 70.36 min,均超过了 0.5 h 的要求时间。

表 3 135 名伤员同时出水流程运行结果

名称	人数	平均每个伤员在系统中的时间	平均每个伤员的移动时间	每个伤员的平均等待时间	每个伤员的平均堵塞时间	每个伤员的平均总等待时间
内科伤员	21	88.84	1.28	32.43	1.42	35.16
潜水疾病伤员	22	269.57	1.1	0.40	2.18	3.68
未发病伤员	63	174.17	0.65	3.50	4.74	8.91
外科伤员	29	115.60	1.31	3.26	65.77	70.36

2.2 每批 18 名伤员,间隔 90 min 的流程 医务人员分配:分类组 2 人,加压组 6 人,急救组 6 人,手术组 6 人,检查组 2 人,医护组 3 人,共计 25 人。

仿真运行结果:在本方案中,伤员的平均总等待时间为 27.64 min,所需医务人员减少到 25 人。

2.3 3 min 出水 1 名伤员的流程 分类组 1 人,加压组 6 人,急救组 6 人,手术组 6 人,检查组 2 人,医护组 3 人,共计 24 人。

仿真运行结果:在本方案中,伤员的平均总等待时间 10.70 min,所需医务人员减少到 24 人。

2.4 每批 8 名伤员,间隔 10 min 的流程 医务人员分配:分类组 2 人,加压组 4 人,手术组 6 人,急救组 6 人,检查组 1 人,医护组 3 人,共 22 人。

仿真运行结果:在本方案中,伤员的平均总等待时间为 24.20 min,所需医务人员减少到 22 人。

2.5 每批 8 名伤员,间隔 3 h 的流程 医务人员分配:分类组 2 人,加压组 6 人,手术组 6 人,急救组 6 人,检查组 1 人,医护组 3 人,共 24 人。

仿真运行结果:在本方案中,伤员的平均总等待时间为 13.19 min,所需医务人员减少到 24 人。

通过以上5种方案计算结果可知,由于加压组与医护组治疗伤员时间较长,所以在各种工况下这两组的利用率都比较高。急救组、手术组、检查组的利用率与伤员到达的频率、数量有密切关系。因而,在伤员到达间隔长、人数少的工况下,可以将这3组的人数在保证伤员平均等待时间的基础上相应减少,以提高医疗资源利用率。

### 3 讨论

援潜救生医疗队作为一支在特殊平台上执行医疗救治任务的医疗队,其人员组成除了与救治范围相关外,还要考虑船上实际的展开空间。如果人员组成过大,导致船上不必要的保障资源浪费<sup>[8]</sup>。但是,一直以来,对于医疗队的组成是否合理没有合适的方法进行评估和优化。通过仿真软件对医疗流程进行优化在大型医院医疗系统中有过相应的研究,解决了医院由于患者多导致人员无法得到及时救治的问题<sup>[6]</sup>,因而仿真软件在援潜救生医疗队中的应用也得到了重视。

本研究运用仿真理论和方法,结合其医疗救治需求,对救治过程中医疗队的救治流程进行了以下两方面的优化:

(1)针对援潜救生医疗队的救治流程进行了优化。在不影响后续治疗的情况下,调动闲置的医护力量,加强到容易产生伤员排队的站位,缩短了伤员在整个流程中的总体等待时间,为伤员的救治赢得时间。

(2)针对医护人员数量进行了优化。以各组的医疗资源利用率为依据,在伤员等待时间合理的情况下减少了救治流程所需的人员数量,从而使节

省的医护资源可以投入到下一步的医疗救治中去,为优化和确定医疗队的人员组成起到技术支持作用。

应该指出,虽然本研究在该医疗队人员组成评估手段和方法上进行了尝试,但是受限于医疗队救治模型毕竟不能代替实际,而且模型本身还需进一步完善,所以其判断的信度和效度还需要进一步深入研究。

### 4 利益冲突

所有作者声明本文不涉及任何利益冲突。

### [参考文献]

- [1] 吴锡军,袁永根.系统思考与决策试验[M].南京:江苏科学技术出版社,2001:82-88.
- [2] 龚国川.潜艇脱险/救生技术与装备发展现状、重点及对策[J].海军防险救生杂志,2012,56:23-25.
- [3] 苏强,姚晓耘,施京华.基于MedModel的医院挂号流程仿真与优化[J].工业工程与管理,2006,6:59-63.
- [4] 何建敏,于跃海.诊断问题的类模型研究[J].系统工程理论与实践,2001,21:12.
- [5] 戴奋音.综合医院优化门诊流程的思路[J].中华医院管理杂志,2002,18:285.
- [6] 鲁翔,许年珍,袁永根.大型医院医疗流程和资源配置的仿真决策系统研究[J].理论与方法,2011,23:29.
- [7] 杨曼,杜晓冬,何庆.随机排队论对大型医院急诊观察室工作流程的优化[J].医疗管理,2012,18:60-63.
- [8] 秦超,李瑞兴,吴小松.卫勤系统仿真导论[M].上海:第二军医大学出版社,2007:164-166.

[本文编辑] 尹茶