

· 部队卫生 ·

美军及我军战场伤员救治模拟研究现状分析及启示

刘小龙¹, 冯少鹏¹, 章伟睿², 鱼 敏¹

[摘要] 近年来在战伤救治领域的模拟仿真研究发展迅速,美军在战伤救治模拟仿真领域起步较早,经过探索发展形成了一系列成果。我军战伤救治模拟仿真起步较晚,发展过程中存在着各自为战、不成体系等问题,分析美军的战伤救治模拟发展过程对我军具有重要借鉴意义。

[关键词] 战伤救治;模拟仿真;现状分析;启示

[中图分类号] R149 [文献标志码] A [文章编号] 1672-271X(2017)06-0663-04

[DOI] 10.3969/j.issn.1672-271X.2017.06.027

模拟仿真(analog simulation)是指以计算机为工具,运用模拟模型对真实或设想的系统进行动态模型实验,是计算机仿真的一种^[1]。战伤救治模拟仿真是指用模拟仿真的手段对战场伤员救治过程和效果进行的模拟实现^[2]。近年来,模拟仿真技术逐渐应用于战场伤员救治的模拟评估中,对提高战场伤员救治的效率以及合理配备卫生资源效果显著。涉及的领域主要包括战场伤员救治中卫勤组织指挥,伤员后送,战伤救治卫生装备、车辆、人员配备,药品种类数量,各级卫勤分队救治效率模拟仿真评估等。

1 战伤救治模拟仿真研究进展

1.1 美军研究进展 美军一直将作战模拟仿真技术作为重点发展技术,建立了比较完善的模拟仿真体系。战场伤员救治模拟仿真作为作战模拟仿真的一部分,通过探索发展也形成了以联合卫勤规划工具、预计消耗程序等一系列模拟系统为代表的战伤救治模拟仿真体系。

1.1.1 发展阶段 第一阶段,初步探索阶段。20 世纪 70 年代,美军运用计算机模拟了伤病员的医疗后送,进行了战伤救治模拟的初步探索。1978 年,海军医学研究中心成功研制了海军陆战队两栖作

战医疗后送模拟模型 NAMES II^[3]。通过该模型的研究,建立了美军战伤救治模拟仿真的伤员库、伤员通用救治序列以及模拟系统总体架构,为后期进一步模拟研究打下了基础。第二阶段,发展完善阶段。20 世纪 80-90 年代,美军基于历次作战经验和数据,开发出战伤减员预计软件,主要有地面伤员预测系统、伤病员后送工具优化配置系统、卫勤计划和执行系统、后勤处理程序医疗模块等^[4]。第三阶段,统筹建设阶段。为避免前期发展过程中战伤救治模拟系统的重复开发造成的资源浪费和系统之间不兼容的问题,美国国防部建立了一个国防模拟仿真的综合技术框架—高层体系结构^[5]。基于此研发出一系列战伤救治模拟软件,主要是海军卫生研究中心开发的预计消耗程序和用于联合作战环境下的卫勤计划工具—医疗分析工具等^[6-7]。

1.1.2 主要成果 美军战伤救治模拟仿真系统主要包括卫勤组织指挥和医疗救治模拟训练两类。卫勤组织指挥模拟仿真系统主要包括战术卫勤规划工具(TML+)、物资供应评估工具、伤情评估工具、战伤救治数据库(EMED)等^[2]。医疗救治模拟训练系统主要是指战伤救治模拟训练系统,能够模拟各种战伤供医务人员进行救治操作,达到模拟训练的目的。

基于战伤救治模拟系统,美军对各个层次的卫勤分队进行了战伤救治模拟评估。1995 年,美海军研究生院基于 MedModel 模拟软件系统,构建了前沿手术队(FST)战伤救治模拟系统模型,以此分析 FST 的人员编成和组织形式等能否有效完成其担负的战伤救治任务^[8]。采取增加伤员通过量的方法,记录每种伤情伤员的手术时长,预测出 FST 救治伤员的平均时间为 120~540 min;研究了伤员到达时间间隔和数量对 FST 伤员救治效率的影响;比较了

基金项目:军队后勤科研重大项目(AWS14L012)

作者单位:1. 710032 西安,第四军医大学卫生勤务学教研室;2. 710032 西安,第四军医大学学员一旅二营五连

通信作者:鱼 敏, E-mail: yumin@bmi.ac.cn

引用格式:刘小龙,冯少鹏,章伟睿,等.美军及我军战场伤员救治模拟研究现状分析及启示[J].东南国防医药,2017,19(6):663-666.

FST 五种不同的医务人员和手术床编制方式的救治效率。通过模拟研究,基本确定了 FST 在未来战争中运用时机、编制人数、装备配备种类和救治能力指标。2005 年,美国海军研究生院开发了医疗救治和伤员后送优化模型,对海军陆战队的伤员后送和救治进行了模拟分析和优化^[9]。2006 年,美国海军医学研究中心基于其建立的医疗需求评估模型,对海军陆战队员步兵医疗背包中的卫生装备器材进行重新整合,解决了背包重量大和卫生器材利用率低的问题^[10]。Daly 等^[11]基于 ESP 程序,对基于伤员时效救治的医疗耗材补充方案进行了研究。2007 年,美国海军医学研究中心建立了特殊任务部队(反恐、特种部队等)医疗需求的预测模型。运用该模型预测分析了特殊任务部队执行任务时的药品需要量,所需救治技术,医疗装备等;同时对比分析了常规任务部队和特殊任务部队伤员发生的不同以及医疗需求的差别^[12]。2010 年, Sherman 等^[13]研发了适用于模拟研究前沿外科手术队、空中移动医疗队等的伤员发生软件。

1.2 我军研究进展 我军战伤救治计算机模拟仿真研究起步较晚,大致分为两个阶段。第一阶段,初步探索阶段。主要是对战术机构卫勤救治能力进行模拟。在这一阶段,第四军医大学对团救护所的组织与工作进行了计算机模拟研究。该校还通过为模拟系统设置伤员救治优先规则等方法,对战术区伤员后送进行了模拟研究。第二阶段,快速发展阶段。主要是对整个伤员救治与后送系统的模拟研究。1994 年,沈培新等^[14]对机动卫勤机构手术保障进行了计算机模拟,为合理确定该机构的手术台数量和手术率提供了参考。2005 年,程洪海等^[15]采用计算机模拟及统计学方法分析了重伤员早期治疗时间与死亡率之间的关系;第二军医大学等单位对海上伤员后送进行了计算机模拟研究,研发了简易的模拟仿真系统^[16]。2006 年,武汉总医院对批量伤员救治排队系统进行了建模和仿真,建立了伤员在医院接受救治的排队模型,以汉口遭袭为例进行了仿真,结果表明批量伤员到达医院后进入排队系统,进行分级救治,是降低伤死率、提高救治效果的重要措施^[17]。2007 年,军事医学科学院开展了基于 GIS 的医疗后送模拟及后送工具配置研究,采用模拟技术,研究了救治机构的地域选取和伤员后送路线的选优,探讨了战时伤员后送工具的配置方法^[18]。后又开展了卫生装备配备仿真研究,利用 Simio 仿真平台,针对战伤救治卫生装备配置开发了可视化的三维仿真系统,并根据决策支持系

统理论,采用三库结构(数据库、模型库、方法库及其管理子系统)对军队卫生装备进行了优化编配决策评估。2008 年,扈长茂等^[19]综合运用军事、卫勤、计算机模拟等技术方法,研制了用于卫勤力量部署的卫勤作业系统模块。2009 年,海军总医院开展了海上医院船医疗救治的模拟仿真研究,为医院船的(技)术指标的确定和使用、医院船的医疗资源配置提供依据。总后科研所针对军队卫生装备优化编配问题,运用线性规划、排队论等方法,构建军队卫生救治装备与后送装备优化编配模型。第二军医大学安伟等构建了卫勤优化决策模拟训练平台,为卫勤指挥人员的模拟训练提供了有力支持^[20]。2012 年,张凯等^[21]构建了基于救治机构类型和任意救治开始时间的伤病员生存模型,实现对伤病员生存情况的模拟。同时还进行了战时伤病员医疗后送及卫生装备配置的仿真研究^[22]。张卫等^[23]设计研发了基于仿真实验的卫勤决策支持系统,初步验证了利用卫勤决策支持系统提升卫勤保障能力的可行性。孙海安等^[24]开发了海战伤模拟伤员发生器并在演习中进行了应用。2014 年,军事医学科学院基于 Simio 仿真平台,开发了野外救治机构伤病员救治的三维动态可视化仿真模型,并对野外救治机构内部卫生资源的优化配置进行了研究^[25]。第二军医大学研究的基于伤情编码理论的实兵交战战伤训练模型,在朱日和进行的“卫勤使命-2014”演习中得到了实际应用和检验,很好的解决了实兵对抗训练系统与电子伤票系统融合的问题^[26]。陈荣剑等^[27]构建了卫勤伤员虚拟仿真模型,设计了虚拟伤员发生器。2016 年,海军总医院张斌等构建了军队医院合理用药的系统动力学模型,并利用计算机模拟仿真的方法对军队合理用药政策的历次修改进行了量化模拟分析^[28]。

1.3 我军研究存在问题 我军对战场伤员救治模拟仿真的研究虽然取得了一定的成果,尤其是对野战条件下伤员后送、救治机构卫生装备配备、海上伤员救治的模拟等方面研究比较深入,但是和美军在研究初期一样存在一些问题。①基于实战数据的模拟系统开发较少。我军目前的模拟仿真系统开发主要是对某一救治机构战伤救治的模拟,是对伤员救治过程的简单模拟,在系统中未设定战斗背景,如野外救治机构伤员后送和装备配备模拟系统、海上医院船伤员救治模拟系统等,而对于将救治机构置于作战环境下的战伤救治模拟系统较少。②对模拟软件开发的管理不够。我军对战伤救治模拟仿真系统的开发尚未进行统一管理,无统一

研发规划、政策、规定和技术标准。同时对于软件的后续更新和改进还不完善,系统不能及时进行更新发展。③还未建立标准化的模拟仿真框架体系。我军的战伤救治模拟系统研发处于各自为战的状态,无统一软件平台和技术框架作为规范,采用的模拟软件平台也不同。同时大部分卫勤模拟仿真系统不能融入到作战模拟仿真系统中,系统之间兼容性较差,阻碍了系统的转化推广应用。

2 美军战场伤员救治模拟研究对我军的借鉴意义

通过研究美军战场伤员救治模拟研究的过程,分析其存在的问题和不足,对我军的研究过程具有借鉴意义。

2.1 建立标准化的模拟仿真平台体系 美军在模拟仿真发展初期,运用多种不同的仿真体系进行仿真研究,导致各体系之间不能有效兼容,无法进行有效的系统和平台整合。通过建立 HLA,美军开发出 TML+、ESP 等一批卫勤模拟仿真系统。我军应该借鉴美军经验,在研究初期就应建立标准化的仿真模拟框架体系,提高我军战伤救治模拟仿真系统的兼容性和适用性。

2.2 开发以卫勤组织指挥和战伤救治模拟训练为核心的仿真模拟系统 美军通过统一规划整合,开发了联合卫勤规划工具等卫勤组织指挥系统。通过收集历次战争的数据,建立了战伤伤员伤情库,基于此开发了战伤救治模拟训练系统。为此,我军应该注重顶层规划,是我军模拟仿真系统研究发展更具体系化,同时应该注重收集历次演习和非战争军事行动等的伤员数据,建立符合我军实际的伤员库,并以此为基础开发体系化的模拟仿真软件系统。

2.3 运用模拟评估系统,开展仿真模拟的实证研究 美军运用开发的模拟仿真系统,对伊拉克、阿富汗战争中前沿手术队等卫勤分队战时的医疗物资消耗、卫勤人员编制、装备配备和组室设置进行预测。在战后通过收集的数据,运用模拟评估系统,对人员、装备、药品配备等进行分析,提高了卫勤分队编成的实战化和科学化水平。我军也应借鉴美军经验,运用卫勤模拟仿真系统进行实证研究,提高我军卫勤分队编成的实战化和科学化水平。

3 结 语

美军战场伤员救治作为美军作战模拟仿真的一部分,经过三个阶段的发展,形成了较为完善的战伤救治模拟仿真系统体系,在卫勤分队的组织指挥、编成、模拟训练等方面发挥了重要作用。我军

近年来也非常重视战伤救治模拟仿真的研究,对多种野战医疗机构的伤员救治进行了模拟仿真研究,取得了一定成果。模拟仿真作为战伤救治研究的新方法,必将成为未来我军卫勤研究的重要方向。

【参考文献】

- [1] 黄柯棣,邱晓刚.建模与仿真技术[M].长沙:国防科技大学出版社,2010.
- [2] 张 音,刁天喜,孟海滨,等.美军卫勤模拟仿真发展与启示[J].武警医学,2012,23(3):193-195.
- [3] Richards PB, Fletcher JR. NAMES II (Navy Amphibious Medical Evacuation Simulation) USER'S MANUAL[EB/OL]. San Diego:Naval Health Research Center,1977 [2017-09-28]. https://www.researchgate.net/publication/235210358_NAMES_II_Navy_Amphibious_Medical_Evacuation_Simulation_User%27s_Manual.
- [4] 吕奕鹏,薛 晨,葛 阳,等.基于美军 TML 的海军海上卫勤保障模拟仿真研究现状分析[J].第二军医大学学报,2016,37(7):890-894.
- [5] 张国强,邱晓刚.基于 HLA 的作战仿真导调系统的设计实现[J].计算机仿真,2005,22(10):35-39.
- [6] Tropeano A. Estimating Supplies Program (ESP), Version 1.00, User's Guide[EB/OL]. San Diego:Naval Health Research Center,2000 [2017-09-29]. <http://www.dtic.mil/get-tr-doc/pdf?Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf&AD=ADA385961>.
- [7] 李丽娟,刁天喜.美军联合医疗分析工具介绍及分析[J].解放军医院管理杂志,2014,21(9):898-900.
- [8] Syvertson RL. A Computer Simulation and Analysis of the Forward Surgical Team[EB/OL]. Monterey: Naval Postgraduate School,1995 [2017-09-29]. <https://core.ac.uk/download/pdf/36724254.pdf>.
- [9] Bouma MF. Medical Evacuation and Treatment Capabilities Optimization Model (METCOM) [EB/OL]. San Diego:Naval Health Research Center,2005 [2017-09-28]. https://www.researchgate.net/publication/277757530_Medical_Evacuation_and_Treatment_Capabilities_Optimization_Model_METCOM.
- [10] Hill M, Galarneau M, Pang G. Marine Corps CASEVAC: Determining Medical Supply Needs for Long-and Short-Range Airborne Casualty Evacuation [EB/OL]. San Diego: Naval Health Research Center,2004 [2017-09-29]. https://www.researchgate.net/publication/228746677_Marine_Corps_CASEVAC_Determining_Medical_Supply_Needs_for_Long-and_Short-Range_Airborne_Casualty_Evacuation.
- [11] Daly T, Onofrio K, Konoske P. Using Time-Phased Casualty Estimates to Determine Medical Resupply [EB/OL]. San Diego: Naval Health Research Center,2006 [2017-09-28]. <http://www.dtic.mil/get-tr-doc/pdf?AD=ADA462159&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>.
- [12] Hill M, Nix R, Hopkins C, et al. Using Modeling to Predict Medical Requirements For Special Operations Missions [EB/OL]. San Diego: Naval Health Research Center,2007 [2017-09-29]. <http://www.jsomonline.org/Publications/>

- 2008438Hill. pdf
- [13] Sherman W, Pang G. Small Patient Condition Stream Generator (SPCSG): Version 2.0[EB/OL]. San Diego:Naval Health Research Center, 2010[2017-09-29]. <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a562858.pdf>
- [14] 沈培新, 杨学军. 机动野战医疗机构伤员手术情况计算机模拟[J]. 系统工程理论与实践, 1994(9):1-4.
- [15] 程洪海, 李淑梅, 解宏伟. 重伤员早期治疗最佳实施时间段计算机模拟研究[J]. 武警医学院学报, 2005, 14(5): 337-339.
- [16] 范晨芳, 田 峰, 陈国良, 等. 海上伤病员后送通道系统的计算机仿真[J]. 计算机仿真, 2005, 22(1):6-8.
- [17] 谢 峻. 批量伤病员救治排队系统的建模与仿真[J]. 医疗设备信息, 2006, 21(10):8-10.
- [18] 杜海舰. 基于 GIS 的医疗后送模拟及后送工具配置研究[D]. 北京:军事医学科学院, 2007.
- [19] 扈长茂, 张鹭鹭, 马开城, 等. 面向卫勤力量部署的卫勤作业系统功能模块分析[J]. 第二军医大学学报, 2008, 29(8): 882-884.
- [20] 安 伟, 张鹭鹭, 张 义, 等. 卫勤优化决策模拟训练平台应用[J]. 医学研究生学报, 2009, 22(2):191-194.
- [21] 张 凯, 伍瑞昌, 陶学强. 战时伤病员生存模拟研究[J]. 医疗卫生装备, 2012, 33(2):31-38.
- [22] 张 凯. 战时伤病员医疗后送及卫生资源配置仿真研究[D]. 北京:军事医学科学院, 2012.
- [23] 张 卫, 赵建军, 张 义, 等. 基于仿真实验的卫勤决策支持系统研发[J]. 解放军医院管理杂志, 2012, 19(10): 936-937.
- [24] 孙海安, 刘晓荣, 刘宏鸣. 一体化卫勤训练模拟伤员发生系统的研究与应用[J]. 医疗卫生装备, 2012, 33(8):11-12.
- [25] 张 凯, 伍瑞昌, 王运斗, 等. 野外救治机构伤病员救治建模与仿真研究[J]. 系统仿真学报, 2014, 26(4):936-941.
- [26] 周 俊, 连 平, 龚红伟, 等. 基于伤情编码理论的实兵交战战伤训练模型[J]. 解放军医院管理杂志, 2015, 22(2): 120-123.
- [27] 陈荣剑, 陈立富, 余维涛, 等. 卫勤伤员虚拟仿真模型研究与描述[J]. 医疗卫生装备, 2014, 35(1):34-36.
- [28] 孙 斌, 蒯丽萍, 徐 雷. 基于 SD 建模的军队合理医疗用药政策效果研究[J]. 东南国防医药, 2016, 18(1):6-9.

(收稿日期:2017-07-05; 修回日期:2017-08-21)

(本文编辑:刘玉巧)