

DOI: 10.16781/j.0258-879x.2021.03.0324

• 海洋军事医学 •

## 数字医疗在舰船外科的应用展望

侯晓翔, 张丹枫, 侯立军\*

海军军医大学(第二军医大学)长征医院神经外科, 上海 200003

**[摘要]** 信息技术和通信技术的发展推动着医疗信息技术蓬勃发展及数字化技术和应用软件的使用, 促进了医疗的精准化、移动化、远程化。数字医疗在舰船外科的应用充满着巨大的潜能。本文主要分析了舰船外科及其目前面临的困难, 并提出了运用数字医疗技术来解决舰船外科所面临的问题, 提供一个促进我国舰船外科领域更加科学、快速发展的思考方向。

**[关键词]** 数字医疗; 舰船外科; 远程医学; 超声检查; 便携式监测

**[中图分类号]** R 835.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2021)03-0324-05

### Digital medicine in naval surgery: the prospect

HOU Xiao-xiang, ZHANG Dan-feng, HOU Li-jun\*

Department of Neurosurgery, Changzheng Hospital, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200003, China

**[Abstract]** The development of information technology and communication technology promotes the vigorous development of medical information technology, which promotes the accuracy, mobility and remoteness of medical treatment. The application of digital medicine in naval surgery reveals a great potential. This paper mainly analyzes the current difficulties of naval surgery, and proposes to use digital medical technology to solve those problems, hoping to provide a direction for promoting scientific and rapid development of naval surgery in China.

**[Key words]** digital medicine; naval surgery; telemedicine; ultrasonography; ambulatory monitoring

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2021, 42(3): 324-328]

我国海洋辽阔, 领海线长, 这样的地理环境决定了我国面临的海洋威胁是国家安全的主要威胁之一。在现代海战中, 精确制导的高能量武器应用居多, 导致的伤情复杂, 海战伤致死致残率高; 舰船航行时间和距离远, 海战伤的及时后送十分困难<sup>[1-3]</sup>。海战伤的这些特点对海军卫勤保障尤其是在舰船外科方面提出了更高的要求。近年来, 信息技术和通信技术的爆发式发展, 特别是 5G 通信技术的实现, 推动了医疗信息技术蓬勃发展。数字化技术和应用软件的使用促进了医疗的精准化、移动化、远程化<sup>[4]</sup>。数字医疗在舰船外科的应用充满着巨大的潜能。本文主要就数字医疗在舰船外科中的应用进行展望。

### 1 数字医疗

数字医疗是把现代计算机技术、信息技术和通信技术应用于整个医疗过程的一种新型的现代化医疗方式。数字医疗的发展与数字医疗设备是分不开的, 常见的 CT、MRI 等医学影像设备就是结合计算机和信息技术出现的数字化医疗设备, 这些设备为医生更准确地诊断疾病提供了方便<sup>[5]</sup>。在 5G 通信技术的推动下, 远程医疗、精准医疗、移动医疗得到了巨大的发展, 这进一步提高了诊疗的实时性。

**[收稿日期]** 2020-12-03 **[接受日期]** 2021-02-25

**[基金项目]** 军队后勤科研重大项目(AWS17J003), 全军医学科技青年培育计划孵化项目(20QNPY038), 海军军医大学(第二军医大学)医学防护技术研发专项(19WLMS-04)。Supported by Major Project for Logistical Scientific Research of PLA (AWS17J003), Incubation Program of Youth Training Program for Military Medical Science and Technology (20QNPY038), and Special Project for Medical Protection Technology Research and Development of the Naval Medical University (Second Military Medical University) (19WLMS-04).

**[作者简介]** 侯晓翔, 硕士生. E-mail: 1097692677@qq.com

\*通信作者( Corresponding author ). Tel: 021-81885671, E-mail: ljhsmmu@163.com

当前我军医疗保障正处于数字化转型的过程中,医疗卫勤保障逐渐向高质量、高精度、高效益的方向转变。数字化的医疗卫勤保障体系将会覆盖到伤员定位、伤情评估、伤员治疗、伤员康复等各个阶段。后方军医可以通过快捷的信息通信技术实时掌握伤员的病情变化,实现信息共享,利用远程医疗技术可以让复杂伤情的伤病员得到更加恰当的救治。未来的数字化医疗卫勤保障体系将极大地降低伤病员的死亡率<sup>[6]</sup>。

## 2 舰船外科及其面临的问题

从狭义来讲,舰船外科指在舰船上特别是医院船中开展外科手术是海上作战(特别是远海作战)战创伤救治链条的重要环节,主要包括舰船外科远程技术、舰船外科机器人技术和其他现代外科技术转化后的舰船外科适宜技术。它是外科学在舰船上的体现,是航海医学尤其是海军卫勤保障的重要组成部分<sup>[7]</sup>。在医院船尚未得到高度发展的时期,后送至岸基医院是外科救治的首要原则。随着医院船设备的不断完善,舰船外科作为外科救治链条的重要环节在伤员救治过程中发挥了不可替代的作用。现代海战情况下,由于中、重型伤员占比不断增加,以及“白金十分钟,黄金一小时”和损伤控制性手术救治理念的兴起,伤员的早期救治工作常常在医院船之前的编队救护所中进行,这使舰船外科得到进一步的发展。然而,随着武器技术的不断革新,战争的破坏性和残酷性也在不断增加,舰船外科依然面临着许多问题。

**2.1 战时医疗资源分配存在不合理现象** 复杂作战环境中开展舰船外科是战时卫勤保障的重大挑战之一。相比于其他环境条件下的作战,海战的破坏性、残酷性更大,救治时间有限,救治条件恶劣,伤员往往呈现出大批量、集中涌现等特点,且受伤种类多、伤势复杂<sup>[8-10]</sup>。尤其是在执行远海作战任务期间,几乎没有机会定期更换医务人员或补给医疗资源,因此医疗资源数量是极为有限的。而医务人员在处理一些伤员时,由于自身的经验不足或现有医疗设备功能不足等原因无法有效地判断伤情,导致伤员治疗过度或不足,从而出现医疗资源分配不合理、不平衡的问题。如何合理使用医疗资源、平衡医疗资源的分布使舰船外科发挥最大的救援效益,是舰船外科今后着重解决的问题之一<sup>[7]</sup>。

**2.2 救护人员配合欠佳及全面型人才缺乏** 战时情况下,从不同医院、不同科室抽调的多名医务人员组成临时救援小组,这些救援小组成员往往因为工作经验、协调应变能力有所不同而存在交流不畅、配合默契程度较差等问题<sup>[11]</sup>。在复杂的工作环境中,尤其是在进行紧急手术时,这些救援小组协调默契的程度将直接影响伤员的救治效率和成功率。除此之外,海战伤大多伤情较为复杂,而全面型的救治人才较少,很难全面把握伤员的病情变化从而给予较为恰当的治疗。

**2.3 复杂的海上环境严重影响手术安全性** 当前,我军医院船的救治装备已经较为齐全,实施紧急手术条件也十分成熟。但是受到海上风浪甚至武器冲击的影响,船体摇摆、颠簸和振动,各种医疗设备随船体晃动及医务人员随着船体晃动等都使手术的精确性、安全性存在严重问题<sup>[12-13]</sup>。同时,由于个体自身素质不同,船体晃动也会造成医务人员不同程度的晕船,严重影响手术的安全性,解决这些问题将有利于提高海战伤员的手术成功率。

## 3 数字医疗在舰船外科的应用前景

将舰船外科广泛应用于战时任重道远。如何提高医疗资源分配的效益、解决手术和围手术期安全性问题、提高战时救治能力和救治水平是促进舰船外科发展的关键问题。随着数字医疗技术的成熟及患者需求的增加,其普及范围不断扩大。数字医疗在舰船外科救治体系中的应用有巨大潜能。

**3.1 机器人舰船外科** 达芬奇手术系统是美国FDA批准用于普通和泌尿外科腹腔镜手术的第一个机器人系统。与传统腹腔镜相比,其优点包括优越的人体工程学、手术视野的光学放大及高度的灵巧性、稳定性、精确度<sup>[14-16]</sup>。但达芬奇、ROSA等手术机器人系统价格昂贵、安装条件苛刻,在舰船上较难普及。而舰船外科实施的神经外科、胸心外科等精细的、必要性的手术又离不开稳定设备的支撑,这使得迫切需要一种既适用于舰船环境又能保证手术稳定性的手术系统。考虑到舰船外科的主要职能是提供战时的救援保障,不需要使用到现有机器人手术系统如此多的功能,因此我军可以自主研发适用于大型舰船及医院船的手术机器人或机械臂,这既能确保机器人手术系统在编队救护所及医院船中普及应用,又能够保证舰船外科手术在复杂



海上环境中精准、稳定、安全地进行。

### 3.2 远程舰船外科

3.2.1 远程可视化诊治系统 可视化诊治系统可以通过某些手段直观地呈现肉眼无法看到的体内病变,从而使医师可以在此基础上进行疾病的诊断和治疗。神经内镜、腹腔镜、消化内镜等内镜诊治系统便是可视化诊治系统的一部分,就神经内镜而言,它与其他内镜类似,具有手术视角大、照明强度高、直视性强、手术创伤小、术中出血少、术后反应轻、住院时间短、预后好等特点<sup>[17-18]</sup>。舰船外科医师通过可视化诊治系统可以更好地处理海战伤,提高救治率。当现代通信技术赋能于可视化诊治系统中,远程可视化诊治系统便诞生了。远程可视化诊治系统获取的可视化信息通过5G通信技术实时传输到远端的后方医院,后方医院经验丰富的专家对医院船或编队救护所的外科医师进行实时技术指导,从而解决早期救治过程中遇到的技术难题。这既能提高救治成功率,又可以让有限的医疗资源被充分利用,在一定程度上可以解决资源分配不合理和全面型人才缺乏的问题。

3.2.2 远程超声技术 海战伤的早期处理对于提高救治率和预防并发症有着重要的意义。超声监测可使医务人员有效了解伤员的伤情,是一种不可或缺的工具<sup>[19]</sup>。随着超声仪器变得越来越小且价格越来越便宜,具备良好经验的超声检查师和超声仪器之间可能会脱节。这种情况不仅发生在海战时期,在航空领域也很常见<sup>[20]</sup>,这促使美国国家航空航天和航空管理局的调查人员开创了远程超声技术,即由国际空间站的1名新手护理人员操作超声仪,地面专家可获得有意义的超声图像以指导诊断和治疗<sup>[21]</sup>。这种远程医疗模式可以有效提高前沿外科手术队(forward surgical team, FST)对棘手问题的诊断准确性。此外,在伤员早期救治过程中,FST完全可以在后方专家指导下进行必要的、操作难度较高的治疗,以提高救治的时效性和救治成功率,这完全符合战场救治“白金十分钟,黄金一小时”的救治理念。

3.2.3 增强现实(augmented reality, AR)远程指导系统 AR技术是一种通过将计算机绘制的虚拟信息叠加在真实场景中的技术,能够提升用户对真实世界的感知和指导体验<sup>[22]</sup>。AR远程指导系统可以采集被指导端获得的视频图像信息发送到远程指

导端的屏幕上,指导端的专家在实况图像上标注指导方案,这些指导方案又可以被同步发送回被指导端,被指导者在看到真实场景的同时也能看到指导方案<sup>[23]</sup>。AR远程指导系统能够很好地用于舰船外科尤其是在FST救治体系中。例如,当FST需要执行某个关键性但罕见、棘手的紧急救援任务时,可能会由于缺乏处理经验而造成决策失误、浪费医疗资源,甚至造成更大的损失,此时可通过AR远程指导系统让更有经验的专家协同执行任务,从而减少此类状况导致的不良后果。AR远程指导系统不仅可以应用于伤员的救治过程中,也可以运用于伤员后送等卫勤保障任务中,这对于优化医疗资源配置、提高救治效率有着重要意义。

### 3.3 现代舰船外科适宜技术

3.3.1 无线监护系统 创伤伤员的初步评估、复苏和稳定是一项非常重要和具有挑战性的任务。紧急医疗服务提供者是创伤受害者的第一个照顾点,负责提供伤员的转运和恰当的医疗支持。这种医疗支持的质量对于提高患者的存活率非常重要<sup>[24]</sup>,因此训练有素的人员和较为高效的装备是必不可少的。目前监护系统大多都是有线的、非便携式的,并且大多无法直接传递到后方救治医师手上,在遇到特殊状况时前线的救援队可能难以处理得当。无线监护系统由于其便携性,可以在前线救护的第一时间给予生命体征的监护,并且可将数据实时传送到后方基地,这样既可节省一部分检伤分类的时间又可指导FST进行伤员的早期救治<sup>[25]</sup>。这对于高效处理突发的大批量伤员有重要意义,且可有效减少战时医疗资源分配不合理的现象。

3.3.2 电子伤票 伤票是战时救治伤员最主要的医疗后送文书,在历次战争中发挥了重要的作用<sup>[26]</sup>。但是在进行海战时,纸质的伤票容易出现破损、信息描述不完整、信息不统一的情况,从而导致各救治阶梯重复验伤,严重影响医疗资源的分配和救治的连续性。在现代信息技术的支持下,电子伤票系统应运而生。电子伤票可以使得战场伤员伤情、救治等信息的采集、处理、储存、传输、利用更加快捷、准确和有效,极大提升战救作业能力,提升舰船外科的运行效率<sup>[27]</sup>。除此之外,电子伤票记录的信息可以作为战场救治资料得到保存和利用。因此,电子伤票在舰船外科的应用将会产生巨大的军事效益。

3.3.3 电子抗晕腕带 晕动病是一种常见的航海疾病,表现为头晕、上腹部不适、恶心、呕吐等一系列自主神经反应的体征和症状。调查研究表明,初次出海者晕动病的发生率超过50%<sup>[28-30]</sup>。战时情况下,可能很多舰船救援小组人员是初次出海,因此必须加强此类人员的抗晕防治工作。电子抗晕腕带结合中医手法在防治晕动病方面具有良好的效果。抗晕腕带通过细微电流刺激心包经的内关穴位来预防晕动病,研究表明给予该穴位持续强烈的刺激可以产生显著的抗晕动病效果<sup>[31-32]</sup>。当医务人员佩戴电子抗晕腕带时,可以有效地减少晕船带来的生理上的不适,使其能较好地适应海上不良环境。同时,电子抗晕腕带还可监测医务人员的生命体征,数据可以传输至后方的数据库平台,这些数据可以为日后制订医务人员的舰船训练计划提供支撑。

#### 4 思考与展望

随着信息化、数字化逐渐渗透各个领域,把握好信息化、数字化潮流是引领世界的关键所在。在这一潮流中,数字医疗是未来医疗行业发展的必然趋势,更是军队卫勤信息化建设的必然要求。但是,在现代战争中,信息技术和通信技术的应用会受到一定限制,这会导致卫勤保障的各项功能也受到限制,只有不断地改进数字医疗推动其发展以适应战场环境,才能够提高救治效率。此外,在推动现代化医疗仪器设备研发和改造进程以促进舰船外科数字化的同时,也应注重推动现代化战场通信技术的发展和提升医务人员素质,使舰船外科体系的数字化建设和应用更加安全、有效,以适应远海作战的需求,这样才能更好地履行走向深蓝的使命。

#### [参考文献]

- [1] 陈吉钢,张丹枫,王春晖,李振兴,董艳,侯立军.水下冲击波致比格犬肺和颅脑损伤特点[J].第二军医大学学报,2019,40:763-768.  
CHEN J G, ZHANG D F, WANG C H, LI Z X, DONG Y, HOU L J. Underwater shock wave induced lung and brain injuries in canines[J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2019, 40: 763-768.
- [2] 杨志焕,朱佩芳,蒋建新,王正国,尹志勇,周继红,等.水下冲击伤损伤特点的初步探讨[J].中华创伤杂志,2003,19:111-114.
- [3] 金海,侯立军.我国舰船外科面临的问题与未来发展[J].中华创伤杂志,2020,36:293-295.
- [4] 罗伯特·瓦赫特.数字医疗:信息化时代医疗改革的机遇与挑战[M].郑杰,译.北京:中国人民大学出版社,2018:280-291.
- [5] 数字医疗设备助推新一轮健康经济发展[J].中国医疗器械信息,2018,24:166.
- [6] 李华才.数字医疗应用技术的产生与发展探究[J].中国数字医学,2009,4:49-53.
- [7] 张腾飞,侯立军.舰船外科研究进展[J].中华航海医学与高气压医学杂志,2018,25:127-128,封三.
- [8] 夏照帆,马兵.现代战争条件下海战创伤救治的几点思考[J].解放军医学杂志,2016,41:973-976.
- [9] 夏照帆,伍国胜.创伤性脑损伤的临床研究进展[J].第二军医大学学报,2021,42:117-121.  
XIA Z F, WU G S. Traumatic brain injury: a clinical research progress[J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2021, 42: 117-121.
- [10] 杨玲玲,时慧琦,邵壮超,胡家庆,黄天慧,满真真,等.美军战术战伤救治对海上自救互救的启示[J].中华航海医学与高气压医学杂志,2017,24:268-270.
- [11] 徐正文.军队医疗救援保障能力分析与评价研究[D].长沙:国防科学技术大学,2016.
- [12] D'SOUZA E, WING V, ZOURIS J, VICKERS R, LAWNICK M, GALARNEAU M. Multi-injury casualty stream simulation in a shipboard combat environment[J]. Mil Med, 2016, 181: 70-75.
- [13] 王申浩,侯立军.损伤控制性手术在舰船外科中的应用进展[J].中华航海医学与高气压医学杂志,2018,25:332-334.
- [14] 李爱民,李进华,李建民,张涛,杨瑞林,邢元,等.国产机器人妙手S系统远程手术实验研究[J].腹部外科,2016,29:473-477.
- [15] SEIDENSTEIN A, BIRMINGHAM M, FORAN J, OGDEN S. Better accuracy and reproducibility of a new robotically-assisted system for total knee arthroplasty compared to conventional instrumentation: a cadaveric study[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2021, 29: 859-866.
- [16] AUTORINO R, KAOUK J H, STOLZENBURG J U, GILL I S, MOTTRIE A, TEWARI A, et al. Current status and future directions of robotic single-site surgery: a systematic review[J]. Eur Urol, 2013, 63: 266-280.
- [17] 师蔚,王睿智.神经内镜技术在神经外科应用的过去、现在和将来[J].中华神经医学杂志,2009,8:425-427.
- [18] 缪星宇,王芳茹,师蔚.神经内镜手术技术与临床应用[J].世界核心医学期刊文摘(神经病学分册),2005(5):1-3.
- [19] KIRKPATRICK A W, BALL C G, D'AMOURS S K, ZYGUN D. Acute resuscitation of the unstable adult trauma patient: bedside diagnosis and therapy[J]. Can J Surg, 2008, 51: 57-69.

- [20] KIRKPATRICK A W, JONES J A, SARGSYAN A, HAMILTON D R, MELTON S, BECK G, et al. Trauma sonography for use in microgravity[J]. *Aviat Space Environ Med*, 2007, 78 (4 Suppl): A38-A42.
- [21] HAMILTON D R, SARGSYAN A E, MARTIN D S, GARCIA K M, MELTON S L, FEIVESON A, et al. On-orbit prospective echocardiography on International Space Station crew[J]. *Echocardiography*, 2011, 28: 491-501.
- [22] BESHARATI TABRIZI L, MAHVASH M. Augmented reality-guided neurosurgery: accuracy and intraoperative application of an image projection technique[J]. *J Neurosurg*, 2015, 123: 206-211.
- [23] 肖若秀,鲁媛媛,何昆仑,李俊来,王亮,常秀娟,等. AR远程指导系统在抗击新型冠状病毒肺炎疫情中的临床应用[J]. *医疗卫生装备*, 2020, 41: 7-12.
- [24] SÁNCHEZ-MANGAS R, GARCÍA-FERRER A, DE JUAN A, ARROYO A M. The probability of death in road traffic accidents. How important is a quick medical response?[J]. *Accid Anal Prev*, 2010, 42: 1048-1056.
- [25] KOCESKA N, KOMADINA R, SIMJANOSKA M, KOTESKA B, STRAHOVNIK A, JOŠT A, et al. Mobile wireless monitoring system for prehospital emergency care[J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2020, 46: 1301-1308.
- [26] 连平,宁义,陈伯华,栾颖,刘松君. 伤票的历史变革与发展趋势[J]. *解放军医院管理杂志*, 2007, 14: 753-755.
- [27] 韦莹婵,刘德诚,高勇强,黄敏,吴兴华. 探讨电子伤票在海上卫生应急救援伤员后送中的作用[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2017, 17: 174, 176.
- [28] 吴爱平,林衔亮,付桂强,侯建萍,黄继华. 抗眩晕适应强化训练对预防晕船的作用[J]. *海军医学杂志*, 2007, 28: 12-13.
- [29] 胡志军,赖勇,童成华. 东南沿海部队非药物防治航海晕动病的探讨[J]. *医药前沿*, 2013(9): 26-27.
- [30] 李进让,朱荔,袁伟,金国荣,孙建军. 远航环境下成人晕船习服适应能力研究[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2012, 47: 642-645.
- [31] WEBB C M, ESTRADA A, ATHY J R. Motion sickness prevention by an 8-Hz stroboscopic environment during air transport[J]. *Aviat Space Environ Med*, 2013, 84: 177-183.
- [32] 赵琦,宁北芳,谢渭芬. 运动病发病机制及诊治的研究进展[J]. *第二军医大学学报*, 2020, 41: 1260-1266.
- ZHAO Q, NING B F, XIE W F. Pathogenesis, diagnosis and treatment of motion sickness: research progress[J]. *Acad J Sec Mil Med Univ*, 2020, 41: 1260-1266.

[本文编辑] 杨亚红