

# 医院船手术台合理配置研究

邹志康 吉保民 姜树强 刘巽明

**【摘要】** 目的 预计不同规模医院船手术台昼夜伤员通过量, 提高医院船手术能力的组织指挥方法。方法 运用随机服务系统理论对医院船手术台利用排队系统进行研究。结果 模拟了不同手术台昼夜伤员通过量, 提出了不同床位医院船手术台配置理论值, 指出了提高医院船手术伤员通过量的措施。结论 排队论理论在医院船手术台配置与利用中的运用, 创新了手术台昼夜伤员通过量传统理论值, 丰富了卫勤组织指挥理论。

**【关键词】** 医院船 排队论 手术台 卫勤组织指挥

**Research on the deploying of operating-tables on hospital ships.** ZOU Zhi-kang, JI Bao-min, JIAN G Shu-qiang, et al. The General Hospital of Air Force, Beijing 100036, China

**【Abstract】 Objective** To forecast the quantity of the wounded going through hospital ship in one day, and to explore how to arrange operating-table and make full use of it. **Methods** Queuing theory was used to make research on the queuing system of operating-tables on the hospital ship. **Results** The number of the wounded, needing operation, who go through a hospital ship in one day was forecasted, and the theoretic number of operating-tables deployed on one hospital ship was pointed out. Measures for increasing the capacity of operating-tables were put forward. **Conclusions** Queuing theory is scientific and effective in organizing the operating-tables, and will enrich theories of medical service on the hospital ship.

**【Key words】** Hospital ship Queuing system Operating-table Organize and command  
(Chin J Naut Med & Hyperbar Med, 2004, 11: 230)

医院船是海上医疗救护的主体机构, 在卫勤保障中执行早期治疗和部分专科治疗的任务, 因此医院船手术能力将是衡量海上医疗保障水平的重要指标之一<sup>[1]</sup>。由于我国航海医学领域目前尚无完整意义的医院船<sup>[2]</sup>, 因此本研究通过专家咨询的方式, 运用运筹学中随机服务理论相应模型, 对医院船手术台进行排队系统研究, 一方面得出医院船手术台配置和提高其组织指挥效率的一般性结论, 另一方面为我国医院船建造提供理论依据。

## 对象与方法

1. 研究对象: 根据战时手术伤病员产生和救治的规律, 选取不同床位规模医院船手术台利用作为研究对象, 建立排队系统(图 1)。

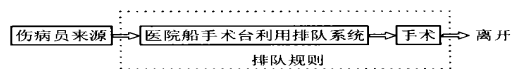


图 1 医院船手术台利用排队系统

2. 方法: (1) 通过专家咨询确定医院船主要伤病员伤类分布及相应手术时间, 同时以相关学者确定的医院船收容能力, 确定手术时间的理论分布类型; (2) 根据伤病员到达医院船的时间间隔及手术伤病员产生的规律, 估计医院船手术伤病员产生的理论时间分布类型; (3) 根据排队系统的理论分布类型, 运用 VB 编程技术分别按照相应的随机服务理论模型对排队系统进行描述; (4) 评价不同规模手术台配置手术能力的差别, 提出不同床位医院船手术台设置的合理数量, 为医院船建造及手术台的合理利用提供理论依据。

## 结 果

1. 战时医院船手术时间及分布类型: 根据医院

基金项目: 海军基金资助课题(03—3313)

作者单位: 100036 北京, 空军总医院医务部(邹志康, 吉保民, 姜树强); 海军医学研究所(刘巽明)

船战时卫勤功能定位<sup>[1]</sup>, 通过专家咨询和手术时间理论分布检验<sup>[3]</sup>, 战时医院船手术时间在随机服务系统理论上的分布是一般的(不服从泊松分布或正态分布), 见表 1。

表 1 医院船各种手术的时间及构成比

手术名称	手术时间(m in)	构成比(%)
清创术	49.3	44.9
骨折固定术	72.0	11.2
气胸封闭术	46.2	7.5
血管修复术	119.3	3.2
剖腹探查术	105.2	7.5
截肢术	90.3	5.1
气管切开术	33.4	4.4
开胸探查术	104.1	3.9
开颅减压术	88.3	5.8
其它	64.8	6.5

2 战时医院船手术伤病员产生时间的分布类型: 战时医院船手术伤病员产生的时间间隔满足以下两个条件: (1) 战时医院船产生 2 个需要手术伤员的时间间隔可以看作是一个无后效性的过程, 即在不相重叠的时间段内伤员产生的数量是相互独立的。(2) 设 0 时刻为开始接收伤员时间,  $t$  为保障中的时刻, 则在任意时间段  $t + \Delta t$  内到达 1 个伤员的概率与  $t$  无关, 即在任一时刻起的固定时间段内产生 1 个需要手术伤员的概率与时刻  $t$  无关。

以上两个特点正是泊松分布的特点, 因此, 可以用泊松流来描述手术伤员产生的规律。

3 排队系统的类型: 根据上述分析, 医院船手术台利用排队系统可以记为  $M/G/k$ , 并且可以用下列模型进行模拟研究:

$$\rho = \bar{\lambda} E[S]$$

$$W_q = \left\{ \frac{\rho_k [Var[S] + (E[S])^2]}{(k-1)! \cdot 2E[S] \cdot (k-\rho)^2} \right\}^{-1}$$

$$\left\{ \sum_{n=1}^{k-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^k}{(k-1)! \cdot (k-\rho)} \right\}^{-1}$$

$$L_q = \bar{\lambda} W_q$$

$$W_s = W_q + E[S]$$

$$L_s = \bar{\lambda} W_s$$

$$P_k(n \leq k-1) = b \sum_{n=0}^{k-1} p^n(n)$$

其中  $P^n(n) = \frac{\rho^n}{n!} e^{-\rho}, n = 1, 2, 3, \dots$

$$b = (k-\rho) \left[ \sum_{n=0}^{k-1} (k-n) P^n(n) \right]^{-1}$$

$\rho$  代表总使用率,  $\bar{\lambda}$  代表伤病员到达人数,  $k$  代表手术台数,  $W_q$  代表平均等待时间,  $W_s$  代表含手术

时间在内的平均等待时间,  $L_q$  代表平均队长,  $L_s$  代表含手术人数在内的平均队长,  $\frac{\rho}{k}$  代表平均使用率,  $P_k$  为不需等待即可手术的概率。

4 不同张数手术台手术能力描述: 根据医院船勤务功能设计<sup>[1]</sup>, 要求伤病员在 6~8 h 内获得相应的手术治疗, 因此, 医院船手术台的设置应该以完成上述要求为目标, 排除伤病员后送时间, 需手术的伤病员在医院船上的等待时间本文确定为不超过 5 h。运用 VB 编程利用上述公式对 1~20 张手术台手术能力进行模拟, 在外科医生熟练掌握野战外科技能条件下, 随着手术台张数的增加, 单张手术台手术能力不断增强, 见表 2。

表 2 1~20 张手术台昼夜最大手术通过量及相应排队参数的变化

手术台张数(k)	伤病员到达数( $\lambda$ 人/d·张)	单张手术台手术人数( $\lambda/k$ 人/d·张)	平均使用率 $\frac{\rho}{k}$	手术平均等待时间( $W_q, h$ )	平均队长( $L_q, 人$ )	不需等待即可手术的概率( $P_k$ )
1	18	18.0	0.810	4.89	3.68	0.190
2	40	20.0	0.901	4.93	8.22	0.146
3	62	20.7	0.930	4.74	12.26	0.130
4	84	21.0	0.945	4.62	16.17	0.119
5	106	21.2	0.954	4.41	19.47	0.113
6	128	21.3	0.960	4.27	22.81	0.108
7	150	21.4	0.964	4.09	25.53	0.106
8	173	21.6	0.973	4.90	35.30	0.085
9	195	21.7	0.975	4.64	37.71	0.085
10	217	21.7	0.977	4.48	40.49	0.084
11	239	21.7	0.978	4.26	42.43	0.084
12	261	21.8	0.979	4.12	44.82	0.084
13	284	21.8	0.983	4.81	56.97	0.070
14	306	21.9	0.984	4.63	59.10	0.071
15	328	21.9	0.984	4.47	61.06	0.071
16	350	21.9	0.984	4.19	61.12	0.073
17	372	21.9	0.985	4.11	63.69	0.072
18	395	21.9	0.987	4.77	78.61	0.062
19	417	21.9	0.988	4.59	79.89	0.062
20	439	22.0	0.988	4.37	79.93	0.064

5. 不同床位数医院船手术台配置及其手术能力: 见表 3。通过上述分析, 同时参照医院船收容能力研究<sup>[4]</sup>, 对不同床位规模医院船配置不同数量手术台可以产生的手术能力。

表 3 不同床位数医院船的手术台配置及其手术能力

床位数 <sup>[4]</sup>	收容能力 <sup>[4]</sup> (人/d)	手术台数	手术能力(人/d)	单张手术台手术能力(人/d)
100	40	2	40	20.0
200	83	4	84	21.0
400	169	8	173	21.6
500	212	10	217	21.7
800	340	16	350	21.9
1000	425	20	439	22.0

### 讨 论

1. 医院船手术台配置规模效益: 从表 2 可以看

出,随着手术台数的增加,昼夜手术伤员通过量和相应单张手术台的手术能力不断增强,随着手术台的增加,相应手术伤员通过量和手术率增长趋于平稳,当手术台增加至 8 张时,手术通过率增长幅度已经很小。即此时医院船手术台边际手术能力逐渐趋于 0,规模效益达到最大。即配置 1 张手术台时,单张手术台的手术通过能力为 18 人/d,当配置 8 张手术台时,均单张手术台的手术能力达到 21.6 人/d。结果提示,仅当手术台配置大于 8 张时方可产生较高的规模效益。

2 提高医院船昼夜手术伤员通过能力的方法:由医院船手术台利用模型可以看出,改进医院船手术组织指挥效率的方法可以归纳为以下四个方面:(1)增加手术台。即当手术伤员出现排队现象时增加手术台张数。表 2 可见,随着手术台数量的增加,单张手术台手术能力不断增强,同时手术台的使用率不断得到提高。(2)缩短手术时间。战时缩短手术时间可以采取两方面的措施:一是提高医院船手术效率,平时加强海上卫勤演练,提高医师技术水平;二是紧急条件下选择手术时间较短的手术,以期救治更多的伤病员。如将手术平均时间缩短为 50 min/台,则在满足伤病员平均等待时间不超过 5 h 的前提下,配置 8 张手术台时,单张手术台的昼夜伤

员通过量可达 28 人/d<sup>[3]</sup>。(3)缩短手术时间标准差。即缩短或减少手术时间较长的手术,选择性进行手术时间比较接近均数的手术,这样不但可以救治更多急需手术的伤员,而且平均手术等待时间等反映手术质量的排队指标不发生改变。(4)降低到达率。即在大批需要手术的伤病员同时产生时,拒绝部分伤病员的处理。在人力、物力受限时,降低到达率是改善排队状况的必要措施。

3. 不同床位数医院船手术台数量配置及其手术能力:从表 3 可见仅当医院船建造床位大于 400 张,手术台配置大于 8 台时,战时医院船卫勤保障能力才能达到较高的规模效益。

#### 参 考 文 献

- 1 陆云,曹诚意,李甫 海军卫生勤务学 北京:海潮出版社,1993 189-195.
- 2 刘巽明 医院船的历史回顾和现代要求 解放军卫勤杂志,2001, 11: 186-188
- 3 邹志康 医院船伤病员救治排队系统研究 [硕士论文].上海:第二军医大学,2003
- 4 邹志康,刘巽明 战时医院船床位利用排队系统研究 海军医学杂志,2003,24: 139-142.

(收稿日期:2004-01-15)

(本文编辑:甘辉亮)

## · 消息 ·

### 江苏省医学会高压氧医学分会第四次学术交流会在徐州召开

江苏省医学会高压氧医学分会第四次学术交流会在 2004 年 10 月 29 日至 10 月 31 日在江苏省徐州市召开。江苏省医学会曹家和秘书长,中华医学会高压氧医学分会名誉主任委员、江苏省高压氧医学分会第三届主任委员张绪中教授参加了大会。省内 56 个单位的 63 位代表出席了会议,会议收到论文共计 77 篇,大会专题学术讲座 7 篇,大会交流 18 篇,书面交流 52 篇。大会进行专题讲座的内容有:高压氧疗法的安全与管理,国际高压氧医学的研究与应用进展,江苏省高压氧舱的现状与发展思路,高压氧医学工作涉法问题,高压氧在 PV S 病人治疗中的治疗研究,高压氧在脑复苏、颅脑损伤、精神障碍等方面的应用进展。论文交流涉及:基础研究、内外科医学、安全与管理、教学与护理。部分论文质量高,研究的领域较广泛,取得了科研成果。临床应用方面的成绩显著。还有一些文章从特殊病种中探索高压氧治疗的效果和理论依据;特别在安全与管理、教学与护理方面高压氧的从业人员非常重视,交流的文章 21 篇。

代表们认为尽管这次学术会议从文章数量、质量、研究治疗方面较以往有进步,但临床经验总结多,基础研究、高质量文章少,达到国家级期刊录用的文章还不多。今后要进一步提高高压氧专业人员队伍的素质,加强学习,注重知识更新,加强人才培养,多科协作,结合高压氧临床实践做好基础理论研究,提高论文质量、数量,向全国、省高压氧学术会议和国家级期刊提供高质量的文章和研究成果。

学术交流会后进行了江苏省医学会高压氧医学分会第四届委员会换届改选工作。会议由江苏省医学会曹家和秘书长主持,21 个单位 22 位侯选代表参加了选举,通过无记名投票选举产生了新一届省医学会高压氧医学分会委员会。主任委员李志才,副主任委员周树荣、曹锦泉、王培东、张丽达,张绪中教授为名誉主任委员。

江苏省医学会高压氧医学分会