

# 应用排队论理论合理安排医院急诊工作

杨 骅 高及仁 程传苗

**关键词** 门急诊管理 排队论 平均留观天数 病床周转

**摘 要** 为采取科学有效的管理方法,合理设置急诊留观床位数,采用运筹学中的排队论理论,对综合性医院急诊留观病人排队系统进行研究,提出床位设置的最佳值,并指出适当增加留观床位,加强管理,有效降低平均留观天数及其波动程度,可增加床位周转率,满足“一切以病人为中心”的服务要求。

**Queuing Theory in the Arrangement of Emergency Medical Services/Yang Hua, Gao Jiren, et al//Chinese Hospital Management.**—1999, 19(6): 338—339

**Key words** Emergency department management Queuing theory Average duration of observation Bed circulation rate

In the instant access 7 day, 24 hour emergency medical services, the queuing theory of operational research, in conjunction with use of computer and information technology, contribute significantly to: determination of what is best to prescribe in what circumstances; choice of how much emergency services are to be provided and how to arrange; investigation of whether available cost-effective alternative measures are as appropriate as expensive procedures; dynamic and rapid optimum organization of resources needed; initiative and ability to reduce waiting lists and waiting times, all as part of a permanent style of work that clients want services to practise.

**Authors' address** Changhai Hospital of Shanghai, No, 174, Changhai Street, Shanghai, 200433, PRC.

急诊工作的特点是病人发病急骤,病人流量不稳定,随机性大,可控性小。因此,在合理地安排急诊观察室床位数等方面存在一定的困难。当观察室床位不足时,常出现病人等待时间延长,排队成龙,病人满意度下降,造成急诊工作过于忙乱,易引起医患纠纷;而观察室床位太多,则造成不必要的空闲,形成资源浪费,影响经济效益。如何在两者之间取得平衡是现代医院管理人员必须面对的课题。目前国内急诊管理多依靠经验和常规,较少使用科学和量化的方法,文献检索亦未见相关的报道。运筹学中的排队论,也称随机服务系统理论,是通过数学方法定量地、科学地研究上述问题的一种有效手段。通过排队论,可系统地研究排队系统的各种参数并进行最优设计和最优运营。本研究旨在运用运筹学中的排队论理论,通过对急诊观察室待床排队系统的研究,科学、量化、准确地描述排队系统的概率规律性,同时对床位安排进行最优设计和最优运营,提出科学有效的整改意见,为急诊工作的安排提供量化、科学的依据,增加预见性,减少盲目性,从而最大限度地满足病人及家属的需要,同时有效地避免资源浪费。

## 1 研究对象

选取1997年1月1日~1997年12月31日某医院急诊观察室等待留观病人作为研究对象,建立排队系统。

在这一排队系统中,病人来源是无限的,以病人到达急诊观察室登记等待留观为标志,进入急诊观察室待床排队系统;排队等待的病人如暂时无观察床时,先在急诊科走廊的简易床上接受治疗等待进入观察室,因而,等待的人数及空间在理论上无限制;病人按照先到先服务的原则,排成一队,依次进入急诊观察室治疗;服务台即留观床位为多个;从病人康复出院,或住院、转院、死亡等,离开急诊观察室,即表示服务完成,离开排队系统。

## 2 研究方法与内容

2.1 分别记录急诊观察室待床排队系统中病人到达的时间、排

上海长海医院,200433 上海市长海路174号

队等候的时间、急诊留观的时间、当时的急诊留观床位数等。计算排队系统队长、逗留时间、等候时间、忙期、服务强度及系统的瞬时状态等。

2.2 分别统计病人到达间隔和服务时间的经验分布,然后按照统计学方法进行检验,确定排队系统符合于哪一种理论分布。

2.3 根据排队系统的理论分布类型,运用相应的数学计算公式和方法对排队系统进行描述。

2.4 通过给定的条件建立相应数学计算模型,进行计算,给出理想的急诊留观床位数,为实际工作提供可靠的、科学的、有预见性的指导。

## 3 结果

3.1 1997年某医院急诊科等待留观病人到达情况。统计天数 $n=365$ 天,等待留观的病人(含未进观察室即自行出院的病人)到达总数6438人次,平均每天到达病人数17.64人,即每天病人平均到达间隔 $E[T]=0.0567$ 天,标准差 $S=6.17$ ,方差 $Var(T)=0.0014$ 。

3.2 1997年某医院急诊科观察室收治病人总数和留观时间。通过计算得到:留观总人数 $n=2796$ (人),平均留观时间 $E(S)=4.12$ (天),标准差 $S=4.38$ ,留观时间之和 $\Sigma x=11518$ (天)。

3.3 检验急诊观察室待床排队系统的类型,并给出计算公式。通过检验得知,病人到达间隔时间 $T$ 及医生服务时间(留观时间) $S$ 均不服从特定的分布,因此只能做一般分布处理。这时,排队系统记为 $G/G/K$ ,遵循该排队系统类型的计算规律和特征。

根据排队论理论, $G/G/K$ 排队系统的解极其难求,目前数学上尚未有简单有效的解法。我们可以近似认为,在高负荷状态下,即 $KE[T]-E[S]\approx 0$ 时, $G/G/K$ 系统的所有服务台(留观床位)都被长期占有。因此整个服务系统看起来类似一个以 $T$ 为到达间隔,以 $S/K$ 为服务时间的 $G/G/I$ 系统。根据参数文献<sup>[1]</sup>,给出高负荷

状态下 G/G/K 系统延误时间(等候时间)  $W_q$  的近似解如下:

$$W_q \approx \frac{\text{Var}[S/K] + \text{Var}[T]}{2(E[T] - E[S/K])} \\ = \frac{K^2 \text{Var}[T] + \text{Var}[S]}{2K(KE[T] - E[S])} \\ L_q = \lambda W_q = W_q/E[T]$$

3.4 根据计算公式对急诊留观床位待床排队系统进行描述。(1) 通过数学计算求该排队系统在理论上所需床位的最小值:

$$K = E[S]/E[T] = 4.12/0.0567 = 73$$

当设置不同床位数时,病人平均等待天数  $W_q$ (天) 和等待床位的病人队长  $L_q$ (人)见表1。

表1 排队系统设置不同服务台时各参数改变情况

k	wq(天)	Lq(人)	ke[T] - E[S]
73	9.55	168.52	0.0191
74	2.39	42.21	0.0758
75	1.36	24.01	0.1325

(2)将病人平均留观时间的标准差  $s = 4.38$  减小  $1/3$ ,即:

$$\text{Var}[s] = 19.1844 \times 4/9 = 8.5264$$

此时,如仍设置 73~75 张床位,则病人等待时间和队长见表2。

表2 排队系统平均留观时间的波动程度减小  $1/3$  时各参数改变情况

k	wq(天)	Lq(人)	KE[T] - E[S]
73	5.73	101.11	0.0191
74	1.44	25.46	0.0758
75	0.83	14.55	0.1325

(3)将急诊病人平均留观时间降至3天,设:  $E[S] = 3$  天,  $\text{Var}[s] = 0$

$$\text{则:所需床位最小值 } K = E[S]/E[T] = 3/0.567 = 52.9$$

当  $K = 53, 54, 55$  时,  $KE[T] - E[S]$  远小于1,系统处于高负荷状态,用上述公式计算结果见表3。

表3 排队系统平均留观时间为3天时各参数改变情况

K	Wq(天)	Lq(人)	KE[T] - E[S]
53	7.27	128.22	0.0051
54	0.61	10.79	0.0618
55	0.32	5.73	0.1185

#### 4 讨论

4.1 某医院急诊留观床位数设置的评价。某医院急诊科现有留观床位42张,而根据统计资料和数学计算可知,理论上维持急诊工作正常运转需要床位数的最低值为73张。此时,急需留观病人的等待时间和排队等待的队列长度为极长,超过了实际可能承受的限度,远远无法满足病人的需要。这必将直接影响病人的诊断和救治,使急需观察的病人无法得到及时的服务,造成病人的流失,甚至危及病人的生命。

在实际工作中,急诊科为缓解床位的不足,在急诊室走廊上设置临时床位,为病人进行紧急救治和短期的观察及治疗。从理论上来说,临时床位的数量是无限的,但在实际上,受到物资设备、工作人员的工作负荷等限制,临时床位数的最大值在30~40张之间。因此,总床位数能够达到这一要求,急诊工作基本维持运转,初步

满足了病人的需求。

但是,设置临时床位只是权宜之计。临时床位设施简陋,走廊上人员繁杂,临时床位的病人常得不到足够的重视和充分、及时的救护,无法满足病人的要求,也不利于病情的观察和疾病的治疗。统计资料表明,病人可以在走廊上等待的最大忍受上限平均是2.4天。长时间的等待仍可能使病人离院、转院,如发生病情变化,病人可能死亡。同时,走廊上的临时床位往往是医患纠纷的好发部位,这些都造成病人和医院各方面的损失。因此必须进一步采取有效措施,改善急诊留观待床排队系统的现状,以最少的支出获得最大的成效。

4.2 改进意见。(1)适当增加急诊留观床位数,满足急诊病人的需要。根据计算结果,某院最佳留观床位数为74张,此时,病人平均等待时间为2.39天,在病人可以忍受的平均等待时间2.4天范围内,平均等待队长为42人。而该院随着医院的发展,规模的不断扩大,同时周边居民小区的扩建,将使急诊就诊病人不断增多。因此,应根据医院及科室的实力,投资扩建急诊观察室,增加留观床位数,完善设施和配备,解决排队成龙的現象,为病人排忧解难。

(2)有效缩短平均留观时间及其波动程度,提高效率,加快周转。一方面,应努力缩短平均留观时间。该院急诊科1997年病人平均留观时间为4.2天,而文献报道<sup>[3]</sup>要求留观时间一般不超过3天。这说明在加强管理、提高效率方面还有许多工作要做。首先应严格控制观察室收治病人的范围,对于不在应收范围的病人,如恶性肿瘤、晚期肝硬化、尿毒症或传染性疾病等应合理处置,尽快收入相应科室,避免留观床位长期占用而影响周转率。其次,对于收入的病人应有主管医生负责观察和处理,坚持每日查房和疑难重症三级检诊制度,病情恶化或好转应及时处理。再次,上级管理部门应加强协调,全院各个科室协作诊治,并帮助病人顺利转科、转院。如平均留观天数下降为3天时,按照该院1997年病人留观的要求只需54张床位,即可使病人平均等待时间下降为0.61天,平均等待队长为11人。

另外,应规范治疗,统一救治程序,降低病人平均留观天数的波动程度,避免因医师个人技术原因造成的不必要的占床,加快周转率;数据表明,如标准差降低  $1/3$ ,则可在相同情况下使急诊留观床位待床时间和等待队长明显下降。根据文献报道,如能由急诊科本身的各级医师直接管理观察室,实施由上至下规范的三级查房制度,则既能保证观察室病人治疗的连续性、规范性,也能使临床科室把派在急诊的人员投放到急诊观察室,提高诊疗质量和工作效率。

#### 参考文献

- 1 华兴 编著. 排队论与随机服务系统. 上海: 上海翻译公司, 1987. 102
- 2 王冬, 朱乃苏, 陈志兴 主编. 现代医院管理理论与方法. 上海: 上海科学技术出版社, 1992. 340—354
- 3 张立平 主编. 军队医院管理学. 第三版. 北京: 人民军医出版社, 1997. 308—315
- 4 王玉升. 排队论模型及其在医院管理中的作用. 中国医院管理, 1985, 15(2): 58
- 5 万建华, 李继光. 加强急诊科管理 提高急救医疗质量. 中华医院管理杂志, 1997, 13(7): 433

[收稿日期: 1998—12—28] (责任编辑: 崔怀志)