

· 基础理论与方法 ·

北京市流感大流行医疗救治能力评估： Flu Surge 模型的应用及适用条件的初步探索

时颖 曾光 马会来 施国庆 钟豪杰 窦丰满 张萍 阮峰 张钧 孙辉

【导读】 根据 Flu Surge 模型估算的北京市应对流感大流行医疗救治能力结果对该模型的适用条件进行讨论,为科学运用该模型提供依据。通过对北京市医疗机构资源的调查,以 Flu Surge 模型估算流感大流行时各医疗机构的医疗救治能力,并结合北京市医疗机构实际情况对 Flu Surge 模型的适用条件进行初步探索。Flu Surge 模型估算流感罹患率为 35% 时,北京市的流感患者将达到 5 383 000 人,就诊患者 2 691 500 例,住院治疗患者 76 450 例,死亡 14 508 例;需占用普通病床、ICU 和呼吸机分别为 8%、210% 和 128%。一、二、三级医疗机构每日每个门/急诊将分别达到 1742、650 和 139 例。现场调查医护人员流感防治知识技能正确率为 63.4%,洗手方法正确率为 73.5%,个人防护用品使用率为 63.5%。以总床位数、内科床位数、呼吸科床位数估算床位使用率分别需要占用 8%、35% 和 128%。**结论** 根据模型估算结果,北京市医疗机构应对流感大流行 ICU 和呼吸机数量不足。模型估算结果可作为参考依据,但需要结合实际情况进行分析,全面、客观的看待模型估算结果。

【关键词】 流行性感冒;大流行;Flu Surge 模型

Assessment of current hospital capacity in Beijing in responding to potential influenza pandemic: an application on Flu Surge model SHI Ying*, ZENG Guang, MA Hui-lai, SHI Guo-qing, ZHONG Hao-jie, DOU Feng-man, ZHANG Ping, RUAN Feng, ZHANG Jun, SUN Hui. *China Field Epidemiology Training Program, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

Corresponding author: ZENG Guang, Email: zeng4605@vip.sina.com

【Introduction】 Based on the estimate results of the capacity and preparedness of Beijing hospitals to respond to pandemic influenza, using flu surge model to evaluate its applicable hypothesis and to provide government with sentient strategy in planning pandemic influenza. Through collection of medical resources information, we calculated the possible impact on hospitals by Flu Surge model and explored the applicable hypothesis in model operation through a questionnaire, direct observation and group discussion in 3 hospitals in Beijing. Based on flu surge model estimation during a 6-week epidemic from a pandemic virus with 35% attack rate, Beijing would have had an estimation of 5 383 000 influenza illnesses, 2 691 500 influenza outpatients, 76 450 influenza hospitalizations and 14 508 excess deaths. For a 6-week period with 35% attack rate, there would be a peak demand for 8% of beds, 210% of ICU beds, and 128% of ventilators estimated. Outpatients in different level hospital were quite disproportionated with 1742/hospital/day, 650/hospital/day, and 139/hospital/day respectively. The sampled health workers had a mastery of 63.4% of the total knowledge and skills of diagnosing and treating of influenza, 73.5% of them washed their hands and 63.5% used PPE correctly. The total beds capacity, medical beds capacity and respiratory medical beds capacity would increase 8%, 35% and 128% respectively. **Conclusion** The estimation results could be referenced when planning the pandemic strategy, but the results should be treated objectively when considering the hypothesis and practical situation in this model being used.

【Key words】 Influenza; Pandemic; Flu Surge model

流感大流行具有高发病率和病死率,传播迅速

作者单位:100050 北京,中国疾病预防控制中心中国现场流行病学培训项目(时颖、钟豪杰、窦丰满、张萍、阮峰、张钧、孙辉);中国疾病预防控制中心(曾光、马会来、施国庆)

第一作者现工作单位:100013 北京市疾病预防控制中心

通讯作者:曾光,Email: zeng4605@vip.sina.com

和波及范围广的特点,大量的流感患者将会给医疗机构带来巨大的冲击。当前,流感大流行应对策略的制定正受到我国政府和疾病预防控制工作者的重视,医疗机构在防控策略中的作用急需科学评估。Flu Surge 模型是美国疾病预防与控制中心开发的

一套用于评价医疗机构应对流感大流行的软件,该模型是否能够直接应用于我国情况值得商榷。根据北京市医疗机构应对流感大流行医疗救治能力的估算结果,对该模型的适用条件进行初步研究。

基本原理

Flu Surge 模型可估算出流感大流行期间可能的住院患者人数、死亡人数,以及呼吸机、ICU、病床等医疗设备的负担能力,进而评估流感大流行对医疗机构的冲击,有助于医疗机构做好流感大流行的应对准备^[1]。Flu Surge 模型可计算在不同流行水平(15%、25%和 35%)及不同流行时间(6、8 和 12 周)假设下,按照人口数量构成比例(0~19 岁、20~64 岁、≥65 岁人口数)、医院床位数、ICU 数、呼吸机数,估算流感大流行期间可能的住院患者数、死亡人数,以及呼吸机、ICU、病床等医疗设备负担能力。

实例分析

1. 基本资料:查阅《北京统计年鉴 2006》^[2]、《北京卫生年鉴 2005》^[3]等资料,了解北京市人口总数及构成,医疗机构床位数、呼吸机数、ICU 数量及其周转率(表 1),运用 Flu Surge 模型估算流感大流行对医疗机构的冲击。

表1 Flu Surge 模型计算所需数据

项目	模型要求数据	北京市实际情况
人口构成	0~19 岁	2 681 000 人
	20~64 岁	11 039 000 人
	≥65 岁	1 660 000 人
医疗设备	床位数/使用率	69 097 张/67%
	ICU/使用率	1 688 张/100%
	呼吸机/使用率	1 387 台/75%

2. 模型估算:流感疫情的严重程度除和发病率及流行时间相关外,与流感病毒的毒力密切相关^[4]。

本次探讨假设为北京市发生最严重的流感疫情(流行 6 周,15%、25%、35%罹患率),通过 Flu Surge 模型计算,获得不同罹患率下流感患者、门/急诊就诊患者、住院患者以及死亡总人数(表 2)。

表2 Flu Surge 模型估算北京市不同流行水平下流感患者、门/急诊就诊、住院及死亡人数

流感罹患率 (%)	患者例数	门/急诊就诊例数	住院例数	死亡例数
15	2 307 000	1 153 500	32 764	6 218
25	3 845 000	1 922 500	54 607	10 363
35	5 383 000	2 691 500	76 450	14 508

运用 Flu Surge 模型以流感流行 6 周为假设,估算不同罹患率(15%、25%和 35%)情况下北京市每周流感患者、就诊患者、住院患者和死亡患者人数(表 3),以及病床、ICU、呼吸机需要占用的比例(表 4)。模型估算结果发现,就医患者、住院患者及死亡人数在第 3、4 周达到高峰;35%罹患率下,需占用 8%普通病床,210%ICU 和 128%呼吸机。

讨 论

1. 模型适用条件:Flu Surge 模型中参数的确定是有条件的,我们通过对北京市 3 家医疗机构的现场调查和专业人员访谈,对 Flu Surge 模型的假设和适用条件进行分析。

(1)不同级别医疗机构面临的冲击:Flu Surge 模型中原假设所有的医疗机构是同质的,而北京市实际情况为 424 家医疗机构的医疗设备、床位和门/急诊量分布并不平均,不同级别医疗机构之间的能力差距较大(表 5)^[3]。

流感大流行时在原有门/急诊的基础上,工作量将猛增,同时由于患者的就医习惯更加倾向于条件、设备、人力资源较好的三级医院,因此在不同流行水

表3 Flu Surge 模型估算北京市不同罹患率水平流感流行 6 周时患者门/急诊、住院和死亡人数

项目	罹患率 (%)	流 行 时 间 (周)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
门/急诊就诊例数	15	154 110	189 535	233 105	233 105	189 535	154 110	-	-
	25	256 850	315 893	388 508	388 508	315 893	256 850	-	-
	35	359 589	442 250	543 911	543 911	442 250	359 589	-	-
住院例数	15	3 932	5 570	6 881	6 881	5 570	3 932	-	-
	25	6 553	9 283	11 468	11 468	9 283	6 553	-	-
	35	9 174	12 997	16 055	16 055	12 997	9 174	-	-
死亡例数	15	0	0	746	1 057	1 306	1 306	1 057	746
	25	0	0	1 244	1 762	2 176	2 176	1 762	1 244
	35	0	0	1 741	2 466	3 047	3 047	2 466	1 741

平下,对于各级医院的冲击也不尽相同。根据平时门/急诊工作量,估算流感大流行对各级医疗机构的不同影响,其中在 35% 的罹患率下,每所三级医疗机构每天需要接待患者 2100 例,二级医疗机构需要接诊 650 例,一级医疗机构需要接诊 139 例(表 6)。

表 4 Flu Surge 模型估算北京市不同罹患率水平时流感流行 6 周医疗机构病床、ICU 及呼吸机占用比例

不同罹患率(%) 水平	流行 1-6 周医疗能力增加比例(%)					
	1	2	3	4	5	6
15						
普通病床	4	6	7	8	7	5
ICU	35	65	84	90	88	71
呼吸机	21	40	51	55	53	43
25						
普通病床	7	10	12	13	11	9
ICU	58	109	139	150	146	119
呼吸机	35	66	85	91	89	72
35						
普通病床	10	14	17	18	16	12
ICU	82	153	195	210	204	166
呼吸机	50	93	119	128	124	101

表 5 2005 年北京市三级医疗机构门/急诊医疗情况

机构分级	机构个数	合计日门/急诊人次	日门/急诊人次	构成(%)
三级	51	27 420 734	1473	49.9
二级	109	18 140 238	456	33.0
一级	264	9 363 284	97	17.1
合计	424	54 924 256	355	100.0

表 6 北京市不同流感流行水平下三级医疗机构每日每个门/急诊的工作量

项目	罹患率(%)	医院		
		三级	二级	一级
流感患者数	15	269	83	18
	25	448	138	30
	35	627	194	42
总患者数	15	1742	539	115
	25	1921	595	127
	35	2100	650	139

(2) 医护人员流感知识技能及防护水平: Flu Surge 模型中假设医疗机构的医护人员掌握相关知识和技能,能够接诊患者并使用各种医疗设备,针对此假设在 3 家医院采用闭卷考试的方式,对医护人员流感/人禽流感防治能力进行评测。3 家医疗机构共抽样 81 人,其中 59 人应答,应答率为 73%。知识技能问答共涉及流感样病例定义、人禽流感诊断要点、报告程序、个人防护要点、呼吸道疾病患者的防护要点、洗手方法、抗流感病毒药物使用等问题。考查结果显示无一人全部回答正确。其中调查

对象对于个人防护要点和穿脱防护服的顺序掌握较好,正确率分别为 93.2% 和 90.6%,但掌握流感/人禽流感诊断要点较差,正确率仅为 29.3%。总体而言,流感/人禽流感防治知识技能正确率为 63.4%。

现场观察 83 名正在从事诊疗活动的医务人员个人防护用品的使用情况,其中白大衣使用率为 100%,手套使用率为 60%,口罩和医用帽子使用率分别为 57% 和 37%。要求 34 名医护人员演示洗手过程,观察发现医护人员洗手方法正确率为 73.5%。

(3) 医疗设备能力:按照 Flu Surge 模型估算结果,流感大流行中病床的使用并未达到饱和。但是流感大流行时,同样也会有其他疾病的发生,一般而言,妇科、外科的床位难以利用,因此不能单纯的使用总床位数进行计算。将病床总数替换为内科病床和呼吸科病床后重新计算病床使用情况发现,以现有内科病床总数估算,罹患率超过 25% 时,病床难以应对;以现有呼吸科病床总数估算,则当罹患率为 15% 时,病床使用率已经超饱和(图 1~3)。

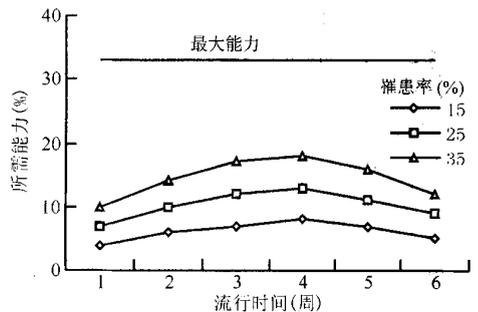


图 1 北京市医疗机构全部病床在流感不同罹患率下每周需增加的病床比例

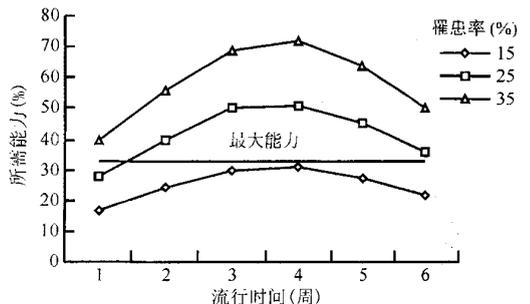


图 2 北京市医疗机构内科病床在流感不同罹患率下每周需增加的病床比例

(4) 医护人员数量:流感大流行中,医护人员及其家属也有感染疾病的可能,因此会造成减员,从而导致医疗机构应对能力的削弱。此外,医疗设备数量的增加需要配备一定比例的医护人员,而目前绝

大部分二、三级医疗机构的医护人员已经是超负荷工作,即使配备足够数量的医疗设备,人力资源的不足也是一个关键问题。

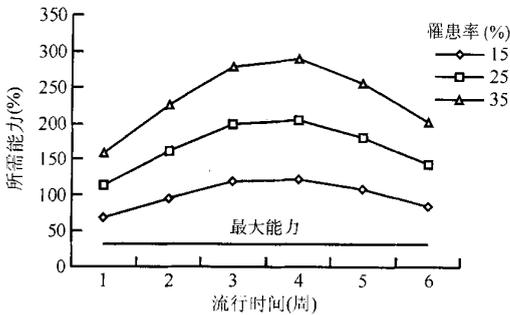


图3 北京市医疗机构呼吸科病床在流感不同罹患率下每周需增加的病床比例

2. 模型结果说明:Flu Surge 模型为估算医疗机构应对流感大流行可能的冲击提供了一个很好的计算模型,但是需要科学、客观地运用。

首先,由模型估算得出的结果显示流感大流行期间病床数量尚可承受,但是这一估算结果需要客观看待。模型中使用的床位数是北京市所有床位的总和,包括内科、外科、妇产科等,流感大流行中实际可以应用的床位数应低于总床位数。按照内科床位数进行计算后发现,流感罹患率达到 25% 时,床位已经不堪重负,而如果按照呼吸科床位数进行计算,则无论何种罹患率,床位都不能承受。

其次,模型估算中设定了所有医疗机构是同质的假设前提,但实际情况中北京市各级医疗机构的医疗救治能力很不平均。对各级医疗机构的冲击分别进行估算发现,由于居民对于三级医院的信任度普遍高于一、二级医院,流感大流行对三级医院的影响更大。因此如何引导患者理性就医也应成为政策制定部门考虑的重点,同时应该制订不同级别医疗机构应对计划。

第三,模型评估是基于医护人员具有良好的知识和技能为前提,但是通过抽样调查和现场观察发现,临床医护人员的流感防治知识与技能并不令人满意,其中流感/人禽流感防治知识技能正确率仅为 63.4%,且个人防护意识较差。洗手的正确率虽然处于一个较高水平,但是因为本次观察相当于一种“考试”,实际工作中医护人员的洗手正确率远远低于此水平。

第四,访谈结果发现,在解决了硬件条件前提下,人力资源的软环境是医疗机构面临的最大瓶颈,

如何做好医护人员的培训,如何做好医护人员的贮备都将是卫生行政部门考虑的问题。

此外,北京市具有庞大的流动人口,据最新统计数据表明约有 540 万,因此这部分人群对于北京市医疗机构的冲击也应该计算在内,但是目前很难掌握该人群的准确数量及年龄构成,因此需要进一步的调查后,运用模型重新计算。

同时 Flu Surge 模型也具有一定的局限性。本文使用的各种率和周期均基于美国 Flu Aid 资料,目前我国关于流感就诊率、住院率以及医疗设备的平均使用率/时间等资料很难获得,因此模型估算涉及的各种率和周期需要有待于日后资料的更新,以获得更为准确的估算结果。

美国、英国、新西兰等国家也分别采用该模型对各自国家某地区的医疗机构应对流感大流行能力进行探讨,结果发现应对能力均存在一定差距,同样根据实际情况对模型假设和适用条件也进行了分析^[5-7]。

综上所述,在实际应用 Flu Surge 模型时,应科学使用各种数据、客观看待估算结果,以免造成假象,同时还要考虑现实医疗机构中是否同质,以及人力资源培训和贮备等问题。如有条件,应根据我国国情及时更新流感患者就诊率、住院率,以及医疗设备的平均使用率资料,全面考虑流动人口的冲击等问题,以便获得更为准确和客观的估算结果,为科学决策提供依据。

参 考 文 献

- [1] Zhang XZ. Flu surge — a tool to estimate demand for hospital service during the next pandemic influenza. *Med Decision Making*, 2006,26(6):617-623.
- [2] 北京市统计局. 北京统计年鉴 2006. 北京:中国统计出版社, 2007.
- [3] 北京市卫生局《北京卫生年鉴》编辑委员会. 北京卫生年鉴 2005. 北京:北京科技出版社,2006:337-352.
- [4] HHS Pandemic Influenza Plan. U. S. Department of Health and Human Services, 2005;11.
- [5] Sobieraj JA, Reyes J, Dunernn KN. Modeling hospital response to mild and severe influenza pandemic scenarios under normal and expanded capacities. *Mil Med*, 2007,172(5):486-490.
- [6] Menon DK, Taylor BL, Ridley SA. Modelling the impact of an influenza pandemic on critical care services in England. *Anaesthesia*,2005,60(10):952-954.
- [7] Wilson N, Mansoor O, Baker M. Estimating the impact of the next influenza pandemic on population health and health sector capacity in New Zealand. *N Z Med J*,2004,118(1211):U1346.

(收稿日期:2007-10-18)

(本文编辑:张林东)