



# 患者偏好系数与 医疗卫生机构就诊率的关系研究

陆心怡<sup>1</sup>, 张润彤<sup>1</sup>, 朱晓敏<sup>2</sup>

1 北京交通大学 经济管理学院, 北京 100044

2 北京交通大学 机械与电子控制工程学院, 北京 100044

**摘要:** 中国正积极推动分级诊疗制度, 实现患者的基层首诊和双向转诊, 对基层医疗卫生机构的就诊率提出到2017年超过65%的新要求。然而, 近10年来, 基层医疗卫生机构就诊率总体处于下降的趋势, 表明距离分级诊疗目标的差距依然存在且逐年增大。

为了有针对性地研究不同医疗卫生机构的就诊率影响因素, 以更有效地开展分级诊疗制度, 以中国医疗卫生机构作为研究对象, 针对医疗卫生机构的门诊部门进行研究, 定义患者偏好系数为偏好医院就医的患者人次占患者总人次的比例。基于医疗卫生机构资源配置的限制, 患者并不一定最终选择其所偏好的医疗卫生机构就诊。关于患者偏好系数和医疗卫生机构的就诊率提出假设, 并基于马尔可夫过程对患者就医选择过程进行分析, 得到理想状态下(即不考虑资源约束和患者偏好)医疗卫生机构就诊率的平稳状态。采用Anylogic仿真软件对中国国内不同患者偏好系数下的过程进行仿真模拟, 在此基础上构建与患者偏好系数相关的医疗卫生机构就诊率的数学模型。

研究表明, 患者偏好系数与就诊率之间的关系受到资源的约束, 当基层医疗卫生机构资源不足时, 患者偏好系数存在一个临界值, 患者偏好系数等于该临界值时, 基层医疗卫生机构资源达到饱和, 当患者偏好系数低于此临界值, 基层医疗卫生机构就诊率不再发生变化, 但医院就诊率也不再降低, 反而保持在稳定水平。当医院资源达到饱和时也是同样的情况。在仿真基础上从定量角度进一步描述患者偏好系数与医疗卫生机构就诊率之间的关系, 通过仿真结果分析患者流拥堵严重的位置。

从患者就医选择的偏好角度出发, 与医疗卫生机构就诊率构建关系, 以患者需求反推医疗卫生机构的改进措施, 提出人才培养与吸引、设备投入、医患关系和试点研究4个方面的建议, 对提高基层医疗卫生机构就诊率进而实现分级诊疗的目标以及进一步开展相关研究具有积极意义。

**关键词:** 患者偏好系数; 就诊率; 分级诊疗制度; 马尔可夫过程; 仿真

**中图分类号:** R197

**文献标识码:** A

**doi:** 10.3969/j.issn.1672-0334.2017.01.008

**文章编号:** 1672-0334(2017)01-0083-12

## 引言

2015年国务院办公厅在《关于推进分级诊疗制

度建设的指导意见》中关于分级诊疗对就诊率提出新目标, 要求到2017年基层医疗卫生机构就诊率超

**收稿日期:** 2016-09-03      **修返日期:** 2016-12-03

**基金项目:** 国家自然科学基金(71532002); 北京交通大学基本科研业务费人文社会科学专项基金(2016JBZD01)

**作者简介:** 陆心怡, 北京交通大学经济管理学院博士研究生, 研究方向为信息管理等, E-mail: 15121311@bjtu.edu.cn

张润彤, 管理学博士, 北京交通大学经济管理学院教授, 研究方向为医疗信息化、资源优化、现代管理理论与方法等, 代表性学术成果为“Design theory, modelling and the application for the internet of things service”, 发表在2016年第3期《Enterprise Information Systems》, E-mail: rtzhang@bjtu.edu.cn

朱晓敏, 管理学博士, 北京交通大学机械与电子控制工程学院教授, 研究方向为工业工程理论及应用等, 代表性学术成果为“A resource integration approach for HTML5 mobile applications”, 发表在2013年第3期《Information Technology and Management》, E-mail: xzmzhu@bjtu.edu.cn

过65%。提高基层医疗卫生机构就诊率的主要目标是解决“看病贵、看病难”的问题,促进患者的分流,减轻医院负担,形成科学合理的就医秩序,切实促进基本医疗卫生服务的公平可及。本研究以医疗卫生机构的就诊率为研究对象,以期为提高基层医疗卫生机构就诊率给出措施和建议。

基于分级诊疗的目标,本研究以医院和基层医疗卫生机构为研究对象,这两类医疗卫生机构是目前中国居民就诊的主要方向,因此文中所提医疗卫生机构均为医院和基层医疗卫生机构的总称。医院包括综合医院、中医医院、中西医结合医院、民族医院、专科医院和护理院,基层医疗卫生机构包括社区卫生服务中心、卫生院、门诊部和护理站。患者对医疗卫生机构的选择存在偏好,一般情况下,如果排除各方面因素对选择的影响,患者喜欢选择医院就诊,但本研究中的患者偏好产生在综合考虑能够提前预知的各因素之后,患者偏好的变化将直接影响其对于医疗卫生机构的选择,进而影响医疗卫生机构的就诊率。

本研究针对门诊部门展开研究,探讨中国背景下患者偏好系数与医疗卫生机构就诊率的关系,结合马尔可夫过程的特点重点分析患者就医选择的状态变化,并采用Anylogic对此过程仿真模拟,在此基础上定性分析患者偏好系数与医疗卫生机构就诊率的关系,进一步转化为定量的数学关系,并提出建议以实现提高基层医疗卫生机构就诊率的目标。

## 1 相关研究评述

BROWN et al.<sup>[1]</sup>研究新西兰以私立医院减轻公立医院负担的可行性。新西兰的医疗以公立医院为主,为患者负担全部费用,但是公立医院资源有限,其拥堵情况也一直困扰着新西兰的医疗。该研究表明,影响患者选择公立或者私立医院的因素有等待手术时间、手术前与医生的交流程度、术后的并发症、术前以及术后的护理、支付方式(现金支付或私人健康保险)等,在这些方面将公立医院与私立医院进行对比并进行实证分析,论证以私立医院减轻公立医院负担的可行性。中国推行分级诊疗的原理与有异曲同工之妙,以基层医疗卫生机构减轻医院的负担,并且达到资源利用率的最大化,而患者选择医疗卫生机构就医也是多方面因素共同作用的结果,AL-DOGHATHER et al.<sup>[2]</sup>就沙特阿拉伯利雅得地区患者选择医疗卫生机构的影响因素展开研究,其研究对象与BROWN et al.<sup>[1]</sup>相似,同样是在公立医院与私立医院间进行选择,他们认为医疗卫生机构需要根据患者和潜在患者的选择倾向确定服务属性。与之相似,还有许多专家学者针对影响患者就医选择的影响因素展开研究,综合多项研究结果,影响患者就医选择的相关因素涉及设备条件<sup>[2]</sup>、手术水平<sup>[3]</sup>、医护人员服务态度<sup>[4]</sup>、医院病房的特点<sup>[5]</sup>、护理透明度<sup>[6]</sup>、距离远近<sup>[7]</sup>、他人的推荐<sup>[8]</sup>、等待时间<sup>[9]</sup>、护理连续性<sup>[10]</sup>、口碑<sup>[11]</sup>、医生的资格<sup>[12]</sup>、就诊

环境<sup>[13]</sup>、医疗时间成本<sup>[14]</sup>、医院的级别<sup>[15]</sup>、医德医风<sup>[16]</sup>、护理质量<sup>[17]</sup>等。患者对医疗卫生机构的偏好产生在综合考虑这些因素之后,而不是仅凭借最直观的主观感受进行选择。

关于医疗卫生机构就诊率,国内外学者都从不同角度进行过相关研究,而急诊病房是主要的研究对象。MCDONALD et al.<sup>[18]</sup>针对急诊病房心房纤维性颤动住院率进行研究,认为通过提高就诊效率来保证患者流的通畅,从而保持稳定甚至能够降低住院率,而住院率进一步影响就诊率。HSIA et al.<sup>[19]</sup>和HERRING et al.<sup>[20]</sup>都对加利福尼亚州急诊病房的就诊率变化情况展开研究,发现急诊病房的就诊率逐年增加,表明其重要性逐年递增,而急诊病房中尤以慢性病和传染病的就诊为主。RUÉ et al.<sup>[21]</sup>对西班牙莱里达省急诊医院服务利用率进行研究,结果表明西班牙移民对于急诊服务的利用率比本地公民更高。

相对于国外学者的研究,中国学者对就诊率的研究相对较少。LI et al.<sup>[22]</sup>针对北京市三级医院的效率和生产率进行研究,发现由于技术效率和规模效率低下,在生产力增长的同时整体效率和生产率却没有明显的提高,这也进一步导致医疗卫生机构就诊效率的停滞并影响其就诊率。与MCDONALD et al.<sup>[18]</sup>的研究相同的地方在于,LI et al.<sup>[22]</sup>的研究同样是从医疗卫生机构效率的角度出发。

除对急诊病房的研究外,关于就诊率还有其他研究热点。HSIA et al.<sup>[19]</sup>在研究急诊病房就诊率的同时,分析7年间不同病种就诊率的变化趋势,确定不同时期的就诊重点,DU et al.<sup>[23]</sup>以儿童道路交通安全伤害造成的住院就诊率为例,研究不确定性病因对就诊率产生的影响;BAGLIO et al.<sup>[24]</sup>分别对意大利公民和移民的就诊率进行研究,探讨患者身份特点与就诊率的关系;DEVORE et al.<sup>[25]</sup>考虑再入院就诊率的问题。

虽然以上研究并没有涉及患者偏好,其他从患者偏好角度进行就诊率的研究也相对欠缺,但其中提到的病种、病因、公民身份特点和再入院就诊率等都会在不同程度上影响患者偏好。结合患者偏好会影响患者对于医疗卫生机构的选择这一既有研究成果,本研究假设患者偏好与医疗卫生机构的就诊率之间存在某种关系。

## 2 患者偏好系数与医疗卫生机构就诊率

### 2.1 参数定义

本研究从定性和定量两个角度研究患者偏好与医疗卫生机构就诊率的关系。在已有研究中,就诊率已经得到量化,而对患者偏好的量化还未涉及,但已充分证明手术水平、护理质量、设备条件、距离远近、医护人员服务态度、等待时间、医疗保险等因素对患者偏好的影响,并且建立多个模型对这些影响和关系加以描述。本研究以患者偏好系数定量描述患者对医院和基层医疗卫生机构的偏好,以更直观地对比两类医疗卫生机构患者偏好情况。本研究暂

不考虑患者偏好系数的具体构成方式,仅以患者偏好系数来区分患者对于医院和基层医疗卫生机构的不同偏好。

本研究将患者偏好系数定义为偏好医院就诊的患者人次占等待诊疗患者总人次的比例,患者偏好系数越高,则偏好医院就诊的患者人次越多。患者偏好系数的计算公式为

$$f = \frac{m_h}{m_p} \quad (1)$$

其中, $f$ 为患者偏好系数; $h$ 为医院; $p$ 为医疗卫生机构; $m_h$ 为偏好医院就诊的患者人次; $m_p$ 为等待诊疗的患者总人次,即偏好医院和基层医疗卫生机构的患者人次之和。

就诊率为1年内在医院或基层医疗卫生机构实际诊疗的患者人次占在医疗卫生机构实际诊疗的患者总人次的比例,具体公式为

$$r_i = \frac{n_i}{n_p} \quad i = h, c \quad (2)$$

其中, $r_i$ 为医疗卫生机构的就诊率, $n_i$ 为1年内在医院或基层医疗卫生机构实际诊疗的患者人次, $n_p$ 为1年内在医疗卫生机构实际诊疗的患者总人次, $c$ 为基层医疗卫生机构。

## 2.2 研究假设

上文提出患者偏好产生在综合考虑各方面能够提前预判的因素之后,但无法提前预知的因素则难以考虑,考虑到这部分原因,偏好医疗卫生机构就诊的患者并不等同于前往医疗卫生机构就诊的患者。在实际情况中,由于资源配置的原因,医院和基层医疗卫生机构均存在资源限制,无法同时接收所有患者,因此产生患者等待,然而患者对医疗卫生机构不会一直保持等待的状态。一般情况下,患者对于自身的等待时间有一个提前的预判,一旦患者等待时间超出此预判值则容易变得焦虑,此时患者会放弃等待,在综合考虑各因素后选择其他偏好的医疗卫生机构就诊。当然重新选择后依然存在因资源限制而产生的等待,但状态改变是相似的。

医疗卫生机构的资源利用情况随时发生变化,因此患者无法提前获取这部分信息,即无法在确定患者偏好时将资源纳入考虑。换言之,资源对医疗卫生机构的就诊率产生影响,并且对患者偏好系数与就诊率的关系产生影响。不失一般性,本研究提出假设。

$H_1$  资源充裕的情况下,患者偏好系数越高,医院就诊率越高,基层医疗卫生机构就诊率越低;患者偏好系数越低,医院就诊率越低,基层医疗卫生机构就诊率越高。

$H_2$  当基层医疗卫生机构资源不足时,患者偏好系数存在一个临界值,此时基层医疗卫生机构资源达到饱和,当患者偏好系数低于此临界值,基层医疗卫生机构就诊率不再发生变化,但医院就诊率也不再降低反而保持在稳定水平。

$H_3$  当医院资源不足时,患者偏好系数存在一个

临界值,此时医院资源达到饱和,当患者偏好系数高于此临界值,医院就诊率不再发生变化,但基层医疗卫生机构就诊率也不再降低反而保持在稳定水平。

## 3 患者就医选择状态分析

采用仿真方法对患者偏好系数与医疗卫生机构就诊率的关系进行研究,而状态分析是仿真建模进行患者偏好系数与就诊率关系验证的前提,在对患者就医选择状态进行全面分析的基础上,进一步模拟此过程,以对患者偏好系数与医疗卫生机构就诊率的关系有一个直观把握。

一个居民,从患病起直至痊愈,在就医过程中会面临很多选择。就医前,患者首先综合考虑各种因素选择其偏好的医疗卫生机构,然后进入该医疗卫生机构的等待状态,当资源许可时患者在该医疗卫生机构进行就医。考虑到资源分配的实际情况,患者偏好的医疗卫生机构可能无法满足其需求,在等待时间超出预期值时,患者会失去等待的耐心,放弃原本的偏好,转而选择其偏好的下一顺位医疗卫生机构,并根据实际资源许可情况确定是否就医(一般情况下,患者会根据自己的偏好对医疗卫生机构进行排序)。当患者就医完毕离开医疗卫生机构后会出现两种不同的状态,痊愈或者未治愈,这两种状态在一定程度上会影响患者下一次就医时的偏好,从表面上看,这对患者下一个就医选择过程产生影响,但在考虑其偏好的影响因素时已经将这样的情况考虑进去,实际上不会产生更大的影响。

将患者就医过程中状态参数进行定义,见表1;并抽象成流程图,见图1。

表1 患者就医过程参数定义  
Table 1 Definition of Parameters  
in Patients' Treatment Process

状态参数	定义
Health	健康
ILL	患病
CI	基层医疗卫生机构
HI	医院
WaitCI	基层医疗卫生机构的等待状态
WaitHI	医院的等待状态
CIorHI	患者重新进入医院或基层医疗卫生机构的选择状态
Time	患者等待时间
C	患者对于等待时间的最大接受值
ResourceCI	基层医疗卫生机构资源状态
ResourceHI	医院资源状态
DischargeCI	进入基层医疗卫生机构就医后出院
DischargeHI	进入医院就医后出院

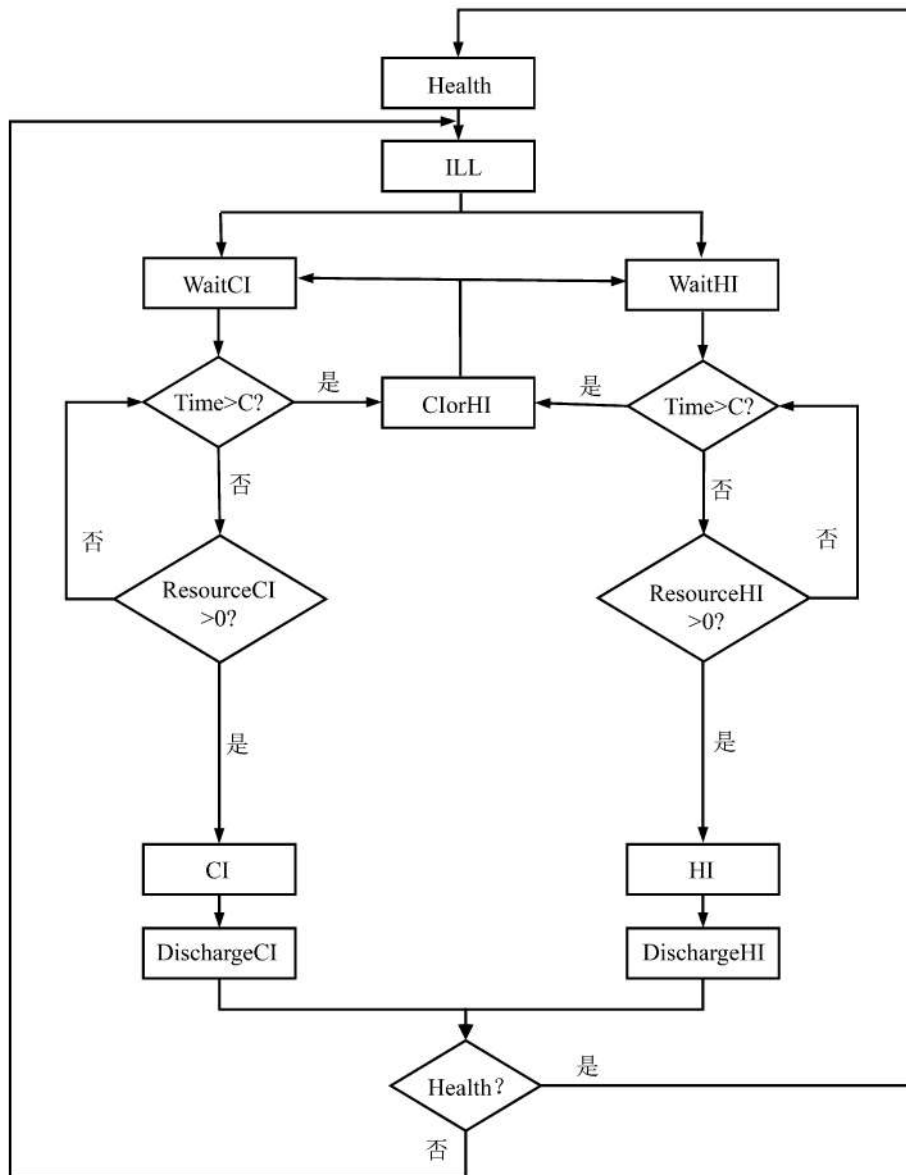


图1 患者就医过程各状态

Figure 1 Status in Patients' Treatment Process

在图1中,患者从Health状态变为ILL状态,准备选择医疗卫生机构就医,根据个人偏好分别进入WaitCI状态和WaitHI状态。此时设定一个患者对于等待时间的最大接受值 $C$ ,当Time还未超过 $C$ 时,若医疗卫生机构有资源空闲,即 $ResourcesCI > 0$ 或 $ResourcesHI > 0$ ,顺利进入医疗卫生机构就诊;当Time超过 $C$ 时,患者失去耐心,进入选择的状态ClorHI,根据偏好考虑其他选择,确定选择后重新分别进入WaitCI状态和WaitHI状态,根据等待时间和资源状态确定是否就诊,若等待时间再次超过 $C$ ,则重新选择。患者在医疗卫生机构治疗完毕出院(出院并不一定是治愈出院)后需要根据下一步的状态决定是否进行新一轮的治疗,当患者下一步状态仍为ILL(即未治愈),则重新开始新一轮的就医过程。

已知某个系统(或过程)在某个时刻所处的状态,该系统在此时刻之后的状态与此时刻之前的状

态无关,而仅与此时刻的状态有关,即无后效性。满足这样状态特性的过程称为马尔可夫过程<sup>[26]</sup>,其将来的状态只与现在的状态相关,而与过去的状态无关。患者就医状态变化的过程中,患者将来的状态变化取决于现在的状态,与过去的状态无关,而现在的状态实际上也是取决于上一个现在(也就是过去的状态)的状态,换言之,决定现在的状态是过去的状态,决定将来的状态是现在的状态,即无后效性,这个过程实际是一个的马尔可夫过程,状态变化是一个马尔可夫链<sup>[27]</sup>,其状态空间为 $E, E = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ , 1为Health, 2为ILL, 3为WaitCI, 4为WaitHI, 5为ClorHI, 6为CI, 7为HI, 8为DischargeCI, 9为DischargeHI。患者就医过程各状态转移及概率假设<sup>[28]</sup>见图2。

根据图2得到转移的概率矩阵<sup>[29]</sup>,即(3)式。由转移概率矩阵可知,该马尔可夫链的状态都是互通的,故是不可约、非周期的有限(状态)马氏链,必定

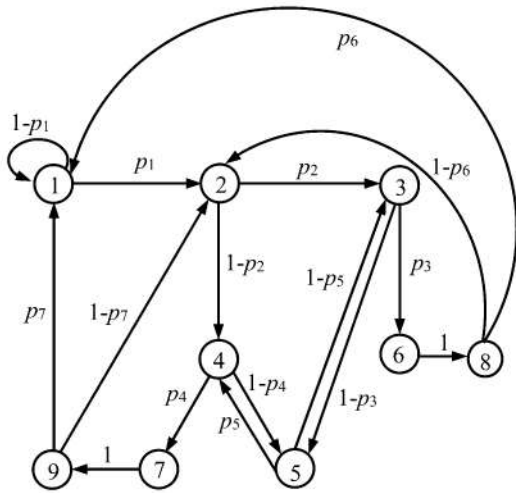


图2 患者就医过程状态和转移概率

Figure 2 Status in Patients' Treatment Process and Transition Probability

存在平稳分布  $\{\omega_j, j \geq 0\}$ ,  $\omega_j$  为状态  $j$  的概率分布, 且满足(4)式<sup>[30]</sup>。

$$P = \begin{bmatrix} 1-p_1 & p_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_2 & 1-p_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1-p_3 & p_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1-p_4 & 0 & p_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1-p_5 & p_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ p_6 & 1-p_6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p_7 & 1-p_7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \omega_1 = (1-p_1)\omega_1 + p_1\omega_2 \\ \omega_2 = p_2\omega_3 + (1-p_2)\omega_4 \\ \omega_3 = (1-p_3)\omega_5 + p_3\omega_6 \\ \omega_4 = (1-p_4)\omega_5 + p_4\omega_7 \\ \omega_5 = (1-p_5)\omega_3 + p_5\omega_4 \\ \omega_6 = \omega_8 \\ \omega_7 = \omega_9 \\ \omega_8 = p_6\omega_1 + (1-p_6)\omega_2 \\ \omega_9 = p_7\omega_1 + (1-p_7)\omega_2 \\ \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_9 = 1 \end{cases} \quad (4)$$

解得其平稳分布为

$$(\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6, \omega_7, \omega_8, \omega_9) = \left( \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9} \right)$$

$$\left( \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9} \right)$$

根据其平稳分布可知, 长期看, 对于医院和基层医疗卫生机构, 患者就医的选择应当具有平稳分布, 患者在就医时对于医院和基层医疗卫生机构的选择概率应当是相同的, 也即医院和基层医疗卫生机构的就诊率应当是相同的。但是, 在此马尔可夫过程

中并未考虑资源配置因素, 其结果描述的是没有资源限制的理想状态, 即在没有资源限制的理想状态下医院和基层医疗卫生机构的就诊率相同, 均为50%。

实际情况却并非如此, 医院和基层医疗卫生机构的资源配置本身存在差距, 患者在就医时综合考虑其自身和医疗卫生机构两个方面的因素, 最终决定其就诊去向。当前, 不论从数量上还是从质量上, 医院的资源配置均优于基层医疗卫生机构。因此, 首先要模拟没有资源限制的理想状态下的患者就医选择过程, 然后增加资源约束条件后再进行模拟, 最后对比两种情况下选择过程的差异。

#### 4 基于仿真的患者偏好系数与就诊率关系验证

##### 4.1 仿真建模

根据患者就医选择过程的状态分析, 在不考虑患者对于医院和基层医疗卫生机构偏好的情况下, 患者选择两种医疗卫生机构进行就医的概率是相等的。那么在不同的偏好, 即不同的选择概率的情况下, 医院和基层医疗卫生机构的就诊概率分别是如何表现的, 需要进一步的探讨。

Anylogic是一款对离散、连续、混合系统建模和仿真的工具, 支持模块的拖放, 易于操作, 能够实现可视化的交互, 方便收集各类统计数据, 支持二维和三维动画<sup>[31]</sup>。本研究需要实时观察仿真运行过程中的二维和三维动画, 并且需要观测并统计患者就医整个过程中的患者流方向和密度。因此, 本研究借助Anylogic仿真软件模拟患者就医过程, 主要使用其中的行人库<sup>[32]</sup>, 由于不需要考虑患者的身体特点, 因此将患者抽象成一个圆柱体<sup>[33]</sup>。本次仿真是模拟全国范围内患者到门诊就诊的就医选择过程, 根据就医选择过程中各状态分析的结果进行建模, 具体见图3, 仿真模型的上半部分为医院, 下半部分为基层医疗卫生机构。

个体间存在异质性, 即患者之间存在差异<sup>[34]</sup>, 不同的患者对医疗卫生机构的偏好不同, 因此采用偏好分布估计患者的偏好选择。在建模时, 根据患者偏好系数在ILL状态之后的Ped Select Output中设定两个出口的概率, 以正态分布估计偏好系数。例如, 当患者偏好系数为0.1时, 设定患者进入WaitHI区域的概率服从 $N(0.1, 0.1)$ 分布, 进入WaitCI区域的概率服从 $N(0.9, 0.1)$ 分布。

假设患者到达服从泊松分布<sup>[35]</sup>, 研究对象为门诊, 因此将医疗卫生机构的资源约束确定为该机构门诊日患者承受力, 根据相关法律, 只有执业医师具有独立接诊的资格, 使用执业医师日担负患者总数估计医疗卫生机构日患者承受力。一方面, 本研究主要研究患者就医选择过程, 对于具体的服务过程并不需要进行深入的研究; 另一方面, 采用统计年鉴中的数据, 数据本身已经经过统计方法的处理而具有一般性。因此, 将患者的服务过程简化为简单的服务过程, 假设医疗卫生机构的服务时间服从指数

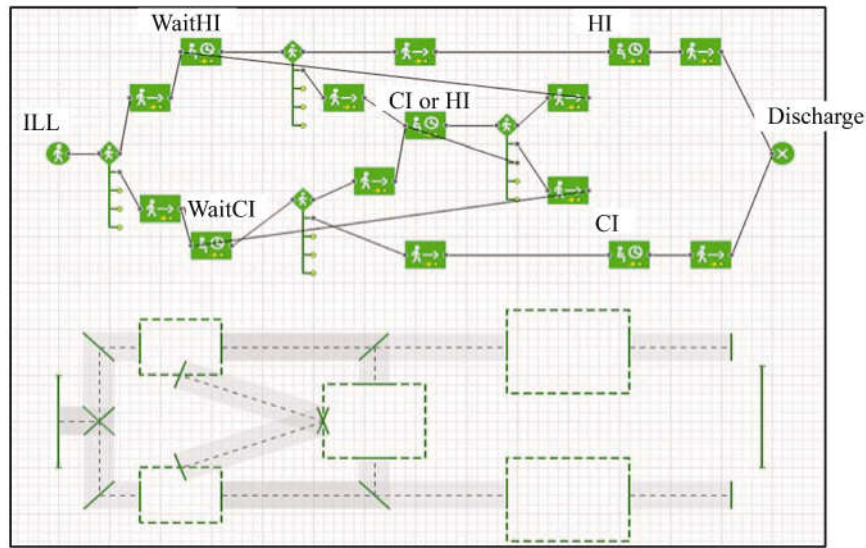


图3 患者就医过程Anylogic仿真建模

Figure 3 Simulation of Patients' Treatment Process by Anylogic

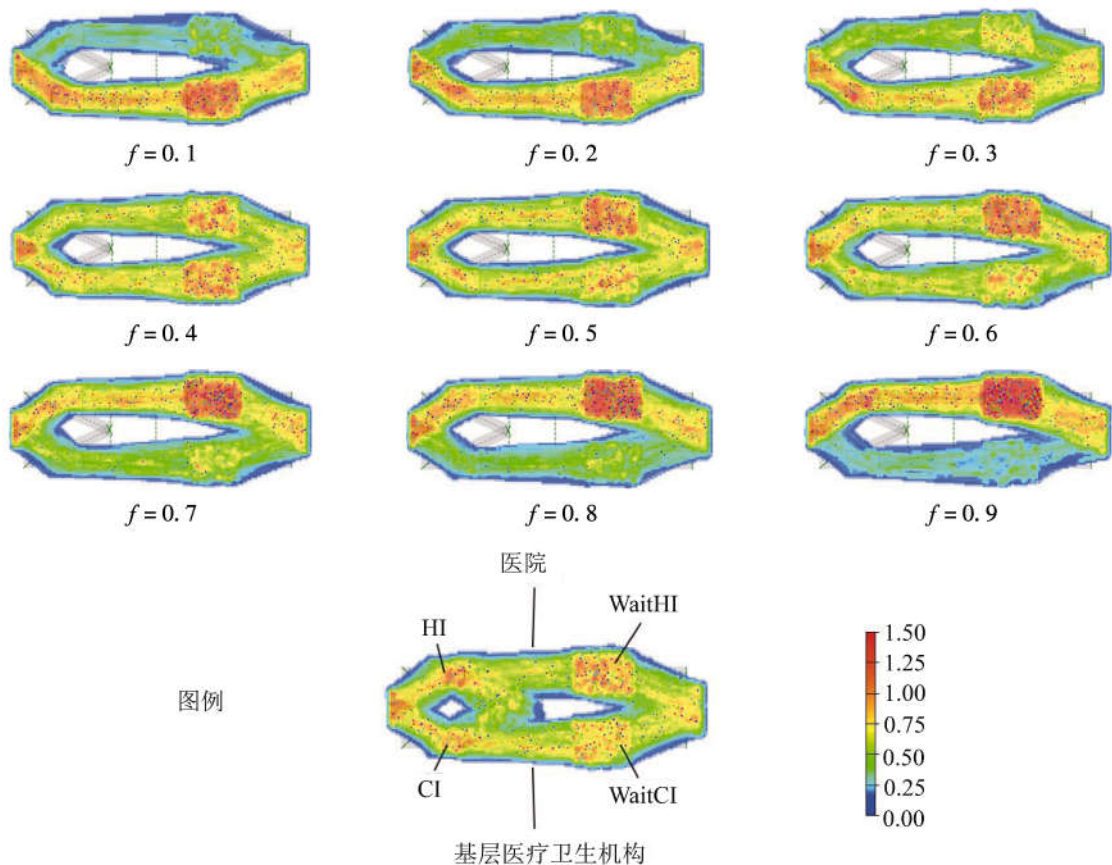


图4 2014年无诊疗能力约束仿真结果

Figure 4 Simulation Results without Constraint of Diagnosis and Treatment Ability in 2014

分布。

在仿真模型投入使用之前,需要对模型进行检验。由于无法采集患者偏好系数实际数据,而在没有资源约束的情况下,医院和基层医疗卫生机构之间不存在患者流失的情况,即患者就诊人次与偏好人次相等,就诊率最终将达到稳定状态。因此,模拟

2010年至2014年每年不对医疗卫生机构施加诊疗能力约束的理想状态的情况。为了观察患者偏好系数不同取值引起的医疗卫生机构就诊率的变化情况,患者偏好系数取值为0.1~0.9,由于篇幅所限,图4仅给出2014年的仿真结果,显示的是不同患者偏好系数下患者流情况,图中颜色越偏向于红色,表明患者

流密度越大。由图4可知,医院与基层医疗卫生机构间不存在患者流的交互,表明均不存在患者的流失;当患者偏好系数为0.5,即患者实际不存在偏好时,两类医疗卫生机构的就诊率分别为0.487和0.513,符合马尔可夫过程状态分析的结果;医院就诊率随患者偏好系数的增大而增加,基层医疗卫生机构的就诊率随患者偏好系数的增大而减少,  $H_1$  得

到验证。

根据统计年鉴数据设定各年参数,见表2。对医疗卫生机构加入诊疗能力约束,模拟2010年至2014年的情况。同样,患者偏好系数取值为0.1~0.9,考虑实际运行时间和是否足够说明问题,将仿真模拟的时间设定为3个月,由于篇幅所限,图5仅给出2014年仿真得到的患者流情况。

表2 Anylogic仿真参数

Table 2 Parameters of Simulation by Anylogic

年份	全国医疗卫生机构		执业医师数/人		医师日均担负诊疗人次/人		诊疗能力估计/人/天		服务时间	
	门诊患者到达速率	诊疗人次	基层	医院	基层	医院	基层	医院	基层	医院
2010	5 837 615	842 poisson(185)	645 480	1 155 534	9.700	6.900	6 261 156	79 731 878	exponential (0.014)	exponential (0.011)
2011	6 271 226	278 poisson(199)	644 858	1 205 434	9.900	7.000	6 384 095	8 438 038	exponential (0.014)	exponential (0.010)
2012	6 888 329	138 poisson(218)	668 665	1 297 078	10.000	7.200	6 686 650	9 338 962	exponential (0.013)	exponential (0.009)
2013	7 314 009	678 poisson(232)	696 094	1 392 732	10.200	7.300	7 100 159	10 166 944	exponential (0.012)	exponential (0.009)
2014	7 601 866	343 poisson(241)	704 759	1 470 470	10.400	7.500	7 329 494	11 028 525	exponential (0.012)	exponential (0.008)

资料来源:2010年~2013年数据来自相应年份《中国卫生统计年鉴》,2014年数据来自2015年《中国卫生和计划生育统计年鉴》。

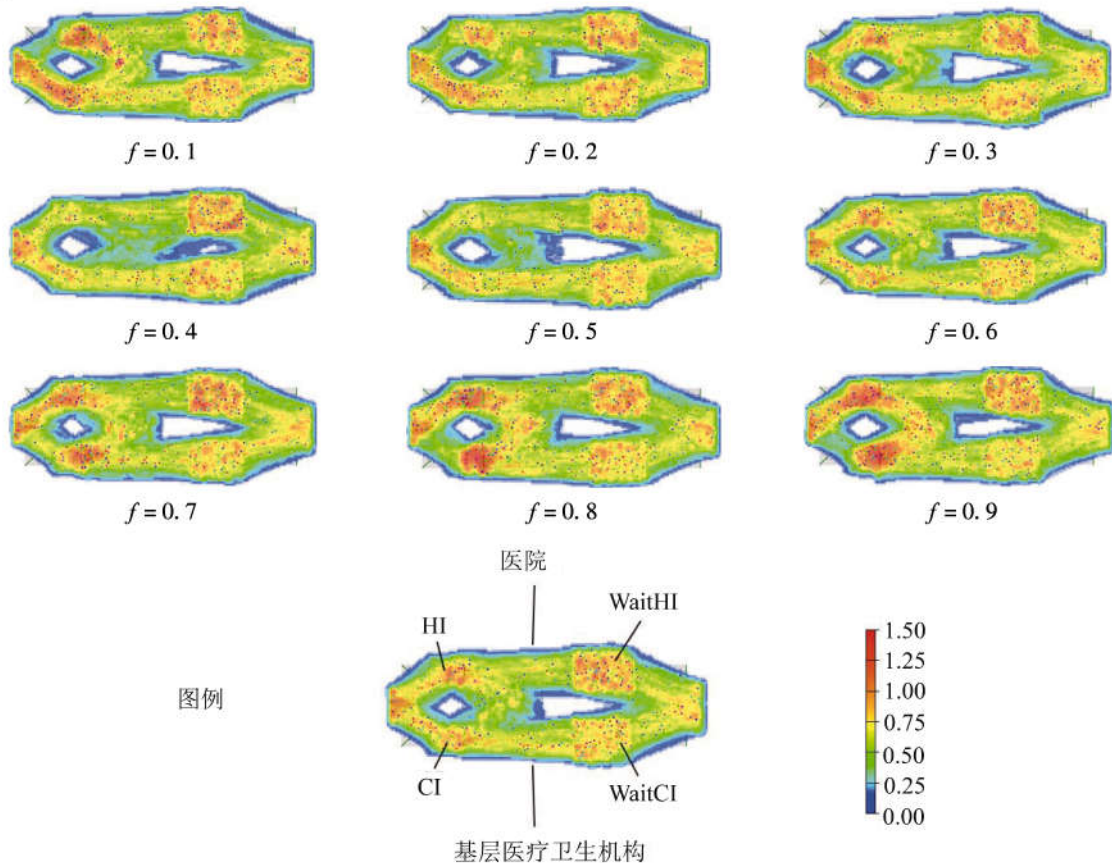


图5 2014年诊疗能力约束下仿真结果

Figure 5 Simulation Results with Constraint of Diagnosis and Treatment Ability in 2014

### 4.2 仿真结果分析

由图5可知,当患者偏好系数 $f \leq 0.5$ 时,患者流存在明显的从基层医疗卫生机构到医院的流动;当 $f > 0.5$ 时,患者流由医院流向基层医疗卫生机构。根据仿真结果中医疗卫生机构流失患者人次得到图6和图7,分别表示不同患者偏好系数下两类医疗卫生机构患者流失情况。当 $f \leq 0.5$ 时,患者偏好系数越低,基层医疗卫生机构患者流失人次越多;当 $f > 0.5$ 时,患者偏好系数越高,医院患者流失人次越多。即 $f \leq 0.5$ 时,患者偏好系数越低,偏好基层医疗卫生机构就诊的患者人次越高,由于诊疗能力的约束,基层医疗卫生机构接收患者越接近于饱和,因此流向医院的患者越多; $f > 0.5$ 时,患者偏好系数越高,偏好医院就诊的患者人次越多,由于诊疗能力的约束,医院接收患者越接近于饱和,因此流向基层医疗卫生机构的患者越多。

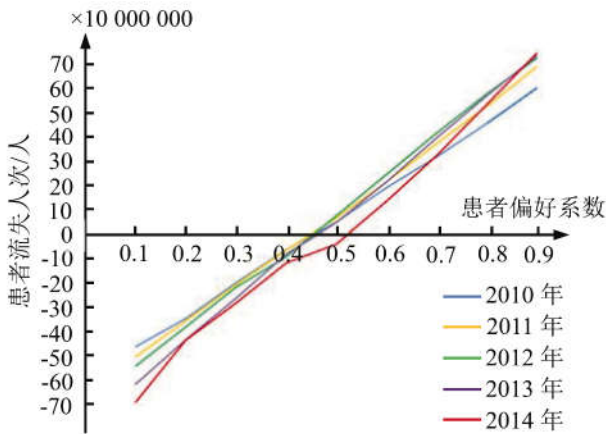


图6 2010年~2014年医院患者流失人次随患者偏好系数变化的仿真结果

Figure 6 Simulation Results of 2010-2014 Number Changes of Hospitals' Lost Patients with Patient Preference Coefficient

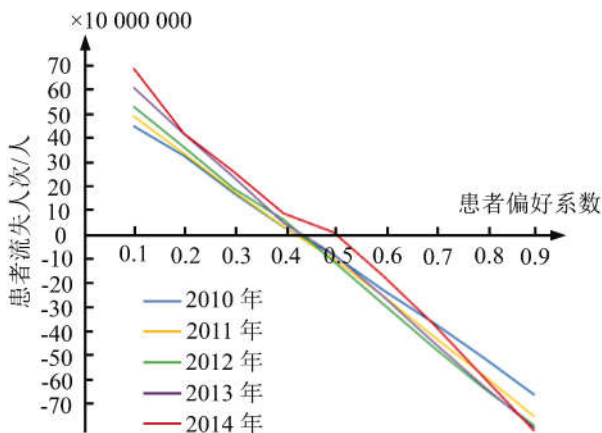


图7 2010年~2014年基层医疗卫生机构患者流失人次随患者偏好系数变化的仿真结果

Figure 7 Simulation Results of 2010-2014 Number Changes of Grassroots Medical Institutions' Lost Patients with Patient Preference Coefficient

由仿真结果数据得到图8和图9,分别表示医疗卫生机构就诊率随患者偏好系数变化的情况。

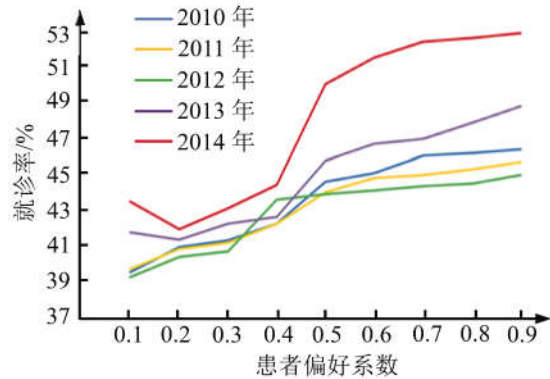


图8 2010年~2014年医院就诊率随患者偏好系数变化的仿真结果

Figure 8 Simulation Results of 2010-2014 Treatment Rate Changes of Hospitals with Patient Preference Coefficient

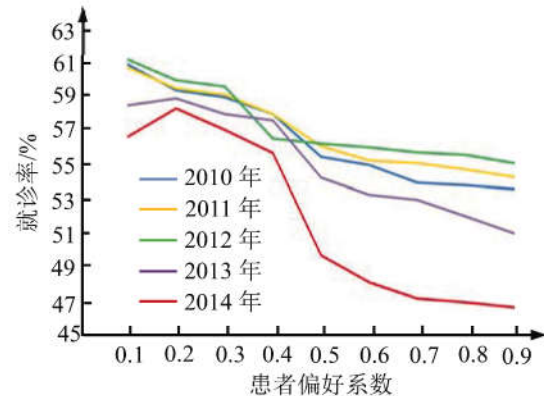


图9 2010年~2014年基层医疗卫生机构就诊率随患者偏好系数变化的仿真结果

Figure 9 Simulation Results of 2010-2014 Treatment Rate Changes of Grassroots Medical Institutions with Patient Preference Coefficient

综合图8和图9,当 $0.3 \leq f \leq 0.6$ 时,由于医院和基层医疗卫生机构基本能够接收因偏好而来的患者,患者流失人次相对较少,因此患者偏好系数的变化对就诊率的影响较大;在 $f \leq 0.3$ 或者 $f \geq 0.6$ 时,医疗卫生机构的状态基本都接近饱和难以接收患者,导致患者流失,此时患者偏好系数的变化仅改变流失患者的人次而基本不影响其就诊率,因此就诊率的变化趋于平稳状态。据此证明 $H_2$ 和 $H_3$ 描述的医疗卫生机构就诊率与患者偏好系数关系的合理性。

图5显示的患者流情况中,无论患者偏好系数如何变化,图中有3个位置颜色较深,即此处患者流的密度较大,分别为WaitHI或WaitCI、HI和CI,表明这些位置患者存在很大程度上的拥堵。



(1) WaitHI 和 WaitCI

当患者偏好系数过大或者过小时,这部分患者流才会显示出比较明显的深色,此时患者偏好人次也会过高,从而造成负担,因此患者系数偏大或者偏小均不利于患者就诊效率的提高。

(2) HI 和 CI

虽然医疗卫生机构在诊疗能力允许的范围接收患者,但并不代表能够及时并且迅速地为每一位患者提供就诊服务,因此在医疗卫生机构内部存在严重的拥堵问题,导致患者流动不畅,无法及时出院,进而影响患者的进入,造成患者流失,最终影响就诊率。

5 患者偏好系数和医疗卫生机构就诊率的数学关系

通过 Anylogic 仿真软件的模拟,患者偏好系数与医疗卫生机构就诊率之间的关系假设得到验证。在定性描述两者关系的基础上,将此关系定量转化为数学公式。

不同诊疗能力下医疗卫生机构的就诊率为

$$r_h = \frac{n_{hp}n_{hq}}{m_p}, r_c = \frac{m_c + m_h - n_h}{n_p} = \frac{m_p - n_{hp}n_{hq}}{m_p} \quad (5)$$

$$m_h > n_{hp}n_{hq}, m_c \leq n_{cp}n_{cq}, m_p \leq n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}$$

$$r_h = \frac{n_{hp}n_{hq}}{n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}}, r_c = \frac{n_{cp}n_{cq}}{n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}} \quad (6)$$

$$m_h > n_{hp}n_{hq}, m_c \leq n_{cp}n_{cq}, m_p > n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}$$

$$r_h = \frac{m_h + m_c - n_c}{n_p} = \frac{m_p - n_{cp}n_{cq}}{m_p}, r_c = \frac{n_{cp}n_{cq}}{m_p} \quad (7)$$

$$m_h \leq n_{hp}n_{hq}, m_c > n_{cp}n_{cq}, m_p \leq n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}$$

$$r_h = \frac{n_{hp}n_{hq}}{n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}}, r_c = \frac{n_{cp}n_{cq}}{n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}} \quad (8)$$

$$m_h \leq n_{hp}n_{hq}, m_c > n_{cp}n_{cq}, m_p > n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}$$

$$r_h = \frac{n_{hp}n_{hq}}{n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}}, r_c = \frac{n_{cp}n_{cq}}{n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}} \quad (9)$$

$$m_h > n_{hp}n_{hq}, m_c > n_{cp}n_{cq}$$

$$r_h = \frac{m_h}{m_p} = f, r_c = \frac{m_c}{n_{hp}n_{hq}} = 1 - f \quad (10)$$

$$m_h \leq n_{hp}n_{hq}, m_c \leq n_{cp}n_{cq}$$

其中,  $n_{ip}$  为  $i$  医疗卫生机构的执业医师数,  $n_{iq}$  为  $i$  医疗卫生机构的执业医师人均担负诊疗人次,  $m_i$  为偏好  $i$  医疗卫生机构的患者人次。

(5) 式表明医院诊疗能力不足而医疗卫生机构总诊疗能力充足, 医院流失的患者全部由基层医疗卫生机构接收。此时  $n_p = m_p$ , 且  $n_p \leq n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}$ , 而医院诊疗能力达到饱和, 实际诊疗人次为  $n_{hp}n_{hq}$ , 基层医疗卫生机构实际诊疗人次则为  $m_c + m_h - n_h$ , 即  $m_p - n_{hp}n_{hq}$ 。

(6) 式表明医院诊疗能力不足且医疗卫生机构总诊疗能力不足, 即医院流失的患者无法全部被基层医疗卫生机构接收, 此时,  $n_p < m_p$ , 且  $n_p = n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}$ , 医院实际诊疗人次为  $n_{hp}n_{hq}$ , 基层医疗卫生机构

实际诊疗人次为  $n_{cp}n_{cq}$ 。

(7) 式表明基层医疗卫生机构诊疗能力不足而医疗卫生机构总诊疗能力充足, 基层医疗卫生机构流失的患者全部由医院接收。此时  $n_p = m_p$ ,  $n_p \leq n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}$ , 而基层医疗卫生机构诊疗能力达到饱和, 实际诊疗人次为  $n_{cp}n_{cq}$ , 医院实际诊疗人次则为  $m_h + m_c - n_c$ , 即  $m_p - n_{cp}n_{cq}$ 。

(8) 式表明基层医疗卫生机构诊疗能力不足且医疗卫生机构总诊疗能力不足, 即基层医疗卫生机构流失的患者无法全部被医院接收, 此时,  $n_p < m_p$ , 且  $n_p = n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}$ , 医院实际诊疗人次为  $n_{hp}n_{hq}$ , 基层医疗卫生机构实际诊疗人次为  $n_{cp}n_{cq}$ 。

(9) 式表明基层医疗卫生机构和医院能力均不足, 即两者的患者均存在流失, 此时,  $n_p < m_p$ , 且  $n_p = n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}$ , 医院实际诊疗人次为  $n_{hp}n_{hq}$ , 基层医疗卫生机构实际诊疗人次为  $n_{cp}n_{cq}$ 。

(10) 式表明基层医疗卫生机构和医院能力均充足, 即偏好的患者能全部被接收, 此时,  $n_p = m_p$ ,  $n_p \leq n_{hp}n_{hq} + n_{cp}n_{cq}$ , 医院实际诊疗人次为  $n_{hp}n_{hq}$ , 基层医疗卫生机构实际诊疗人次为  $n_{cp}n_{cq}$ 。此公式描述的是没有约束条件下的就诊率, 而这种情况在实际中的可能性几乎为零。

6 结论

本研究探讨患者偏好系数与医疗卫生机构就诊率的关系, 采用 Anylogic 仿真软件模拟不同偏好系数下患者就医选择过程来检验两者之间的关系, 得到以下研究结果。

(1) 患者偏好系数与医疗卫生机构就诊率的关系受到资源的约束, 当资源达到饱和, 相应的, 就诊率随患者偏好系数的变化趋势也会改变。例如, 当基层医疗卫生机构资源不足时, 患者偏好系数存在一个临界值, 患者偏好系数等于该临界值时, 基层医疗卫生机构资源达到饱和, 当患者偏好系数低于此临界值, 基层医疗卫生机构就诊率不再发生变化, 但医院就诊率也不再降低, 反而保持在稳定水平。

(2) 通过对仿真结果的分析, 得到患者流拥堵严重的位置, 据此对医疗卫生机构的就诊效率进行分析。

由患者偏好系数和医疗卫生机构就诊率的数学关系可知, 与就诊率直接相关的变量为医疗卫生机构的执业医师数、执业医师的人均担负诊疗人次和偏好医疗卫生机构就诊的患者人次。结合仿真结果的分析, 出于提高基层医疗卫生机构就诊率的目的, 提出以下建议。

(1) 一方面, 鼓励医疗卫生领域的人才到基层医疗卫生机构就职, 以增加基层的执业医师数量; 另一方面, 通过培训手段提高基层已有人员的技术水平, 以提高执业医师的人均担负诊疗人次。通过提高基层医疗卫生机构的诊疗水平和扩大其诊疗能力进一步提高就诊效率, 最终达到加快患者流动的目的。

(2) 加大对基层医疗卫生机构的设备投入和人才

培养力度,提高医疗技术水平,并根据患者的需求重点发展特色医疗技术,打破患者“只有大医院才能看好病”的思维定式,以达到吸引患者的目的,从患者偏好的层面提高就诊率。

(3)提高患者对医生的依从性,具体包括医患获取信息的一致性、医患关系的和谐等,达到提高医生对患者的就诊效率的目的,进而加快患者流动,以此实现提高就诊率的目的。

(4)在不同医疗发展状况的地区挑选医疗卫生机构开展试点工作,一方面试验可行性,另一方面通过实际案例的示范为患者和医疗卫生机构提供信心。

由于能力、时间和数据来源等方面的限制,本研究尚存在局限性和下一步需要完善的地方。①从医疗卫生机构的客观因素和社会人口因素<sup>[36]</sup>两个方面考虑患者偏好系数的构成,结合实际情况提出针对分级诊疗的有效建议。②由于目前获得数据途径的局限性,本研究针对中国范围内的整体情况进行研究,但是中国不同地域的医疗情况普遍存在差异,要进一步研究则需要针对不同医疗发展状况的地区。③关于患者对医生的依从性展开进一步的研究。

#### 参考文献:

- [1] BROWN P, PANATTONI L, CAMERON L, et al. Hospital sector choice and support for public hospital care in New Zealand: results from a labeled discrete choice survey. *Journal of Health Economics*, 2015, 43: 118-127.
- [2] AL-DOGHAIHER A H, ABDELRHMAN B M, SAEED A A, et al. Factors influencing patient choice of hospitals in Riyadh, Saudi Arabia. *Journal of the Royal Society for the Promotion of Health*, 2003, 123(2): 105-109.
- [3] MARANG-VAN DE MHEEN P J, DIJS-ELSINGA J, OTTEN W, et al. The relative importance of quality of care information when choosing a hospital for surgical treatment: a hospital choice experiment. *Medical Decision Making*, 2011, 31(6): 816-827.
- [4] KING D, ZAMAN S, ZAMAN S S, et al. Identifying quality indicators used by patients to choose secondary health care providers: a mixed methods approach. *JMIR mHealth and uHealth*, 2015, 3(2): e65-1-e65-15.
- [5] MERLE V, GERMAIN J M, TAVOLACCI M P, et al. Influence of infection control report cards on patients' choice of hospital: pilot survey. *Journal of Hospital Infection*, 2009, 71(3): 263-268.
- [6] PETERSEN G S, KNUDSEN J L, VINTER M M. Cancer patients' preferences of care within hospitals: a systematic literature review. *International Journal for Quality in Health Care*, 2015, 27(5): 384-395.
- [7] MOSCELLI G, SICILIANI L, GUTACKER N, et al. Location, quality and choice of hospital: evidence from England 2002-2013. *Regional Science and Urban Economics*, 2016, 60: 112-124.
- [8] VONBERG R P, SANDER C, GASTMEIER P. Consumer attitudes about health care-acquired infections: a German survey on factors considered important in the choice of a hospital. *American Journal of Medical Quality*, 2008, 23(1): 56-59.
- [9] JOUYANI Y, BAHRAMPOUR M, BAROUNI M, et al. Patient preferences for hospital quality: case study of Iran. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 2013, 15(9): 804-808.
- [10] BERHANE A, ENQUESELASSIE F. Patients' preferences for attributes related to health care services at hospitals in Amhara Region, northern Ethiopia: a discrete choice experiment. *Patient Preference and Adherence*, 2015, 9: 1293-1301.
- [11] MOSCONE F, TOSETTI E, VITTADINI G. Social interaction in patients' hospital choice: evidence from Italy. *Journal of the Royal Statistical Society*, 2012, 175(2): 453-472.
- [12] EJAZ A, SPOLVERATO G, BRIDGES J F, et al. Choosing a cancer surgeon: analyzing factors in patient decision making using a best-worst scaling methodology. *Annals of Surgical Oncology*, 2014, 21(12): 3732-3738.
- [13] KRUEGER A B, KUZIEMKO I. The demand for health insurance among uninsured Americans: results of a survey experiment and implications for policy. *Journal of Health Economics*, 2013, 32(5): 780-793.
- [14] 王敏, 张开金, 姜丽, 等. 中国城乡患者就医行为影响因素模型研究. *中国全科医学*, 2010, 13(19): 2127-2129.  
WANG Min, ZHANG Kaijin, JIANG Li, et al. Impact factors model of medical behavior of Chinese urban and rural ill residents. *Chinese General Practice*, 2010, 13(19): 2127-2129. (in Chinese)
- [15] 魏敏, 肖锦铖. 患者就医选择的影响因素及对策分析. *中国卫生事业管理*, 2014, 31(4): 259-261.  
WEI Min, XIAO Jincheng. Study on influencing factors and countermeasures analyses of choosing a different medical institutions by patients. *Chinese Health Service Management*, 2014, 31(4): 259-261. (in Chinese)
- [16] 陈燕凌, 穆云庆, 陈黎明, 等. 综合医院形象与患者就医选择的关系及其影响因素的调查研究. *重庆医学*, 2012, 41(9): 923-924.  
CHEN Yanling, MU Yunqing, CHEN Liming, et al. A study on the relationship between the image of the general hospital and the choice of patients and its influencing factors. *Chongqing Medicine*, 2012, 41(9): 923-924. (in Chinese)
- [17] LAVERTY A A, DIXON A, MILLETT C. Do patients' information requirements for choice in health care vary with their socio-demographic characteristics?. *Health Expectations*, 2015, 18(5): 1127-1138.
- [18] MCDONALD A J, PELLETIER A J, ELLINOR P T, et al. Increasing US emergency department visit rates and subsequent hospital admissions for atrial fibrillation from 1993 to 2004. *Annals of Emergency Medicine*, 2008, 51(1): 58-65.
- [19] HSIA R Y, NATH J B, BAKER L C. California emergency department visit rates for medical conditions increased while visit rates for injuries fell, 2005-11. *Health Affairs*, 2015, 34(4): 621-626.
- [20] HERRING A A, JOHNSON B D, GINDE A A, et al. High-intensity emergency department visits increased in California, 2002-09. *Health Affairs*, 2013, 32(10): 1811-1819.
- [21] RUÉ M, CABRÉ X, SOLER-GONZÁLEZ J, et al. Emergen-

- cy hospital services utilization in Lleida ( Spain ): a cross-sectional study of immigrant and Spanish-born populations. *BMC Health Services Research*, 2008, 8: 81-1-81-8.
- [22] LI H, DONG S, LIU T. Relative efficiency and productivity: a preliminary exploration of public hospitals in Beijing, China. *BMC Health Services Research*, 2014, 14: 158-1-158-11.
- [23] DU W, FINCH C F, HAYEN A, et al. Trends in hospitalisation rates for road traffic injuries in child motor vehicle passengers in New South Wales, July 1998-June 2005. *The Medical Journal of Australia*, 2007, 187(9): 515-518.
- [24] BAGLIO G, SAUNDERS C, SPINELLI A, et al. Utilisation of hospital services in Italy: a comparative analysis of immigrant and Italian citizens. *Journal of Immigrant and Minority Health*, 2010, 12(4): 598-609.
- [25] DEVORE A D, HAMMILL B G, HARDY N C, et al. Has public reporting of hospital readmission rates affected patient outcomes?. *Journal of the American College of Cardiology*, 2016, 67(8): 963-972.
- [26] BROYLES J R, COCHRAN J K, MONTGOMERY D C. A statistical Markov chain approximation of transient hospital inpatient inventory. *European Journal of Operational Research*, 2010, 207(3): 1645-1657.
- [27] ANDERSON T W, GOODMAN L A. Statistical inference about Markov chains. *The Annals of Mathematical Statistics*, 1957, 28(1): 89-110.
- [28] 瞿慧, 肖斌卿. 基于马尔科夫状态转移模型的股指收益率研究. *管理科学*, 2011, 24(5): 111-119.
- QU Hui, XIAO Binqing. A study of the distribution of Chinese stock index returns based on Markov switching model. *Journal of Management Science*, 2011, 24(5): 111-119. (in Chinese)
- [29] 郑浩. 基于马尔可夫链的间歇性购买个体客户终生价值预测模型. *管理科学*, 2006, 19(5): 39-44.
- ZHENG Hao. The model of predicting the individual always-a-share customer's lifetime value based on Markov chains theory. *Journal of Management Science*, 2006, 19(5): 39-44. (in Chinese)
- [30] 耿显民, 刘志嘉. 多项目管理中依据资源的马氏链择优. *系统工程理论与实践*, 2012, 32(9): 1953-1957.
- GENG Xianmin, LIU Zhijia. Markov chain optimal method base on resources in multi-project management. *System Engineering-Theory and Practice*, 2012, 32(9): 1953-1957.
- [31] SCHELENZ T, SUESCUN A, KARLSSON M, et al. Decision making algorithm for bus passenger simulation during the vehicle design process. *Transport Policy*, 2013, 25: 178-185.
- [32] NASIR M, LIM C P, NAHAVANDI S, et al. A genetic fuzzy system to model pedestrian walking path in a built environment. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 2014, 45: 18-34.
- [33] 汪蕾, 蔡云, 陈晟, 等. 基于社会力模型的春运大规模人群行为模拟研究. *管理世界*, 2011(7): 177-179.
- WANG Lei, CAI Yun, CHEN Shen, et al. A simulation study, based on the social force model, on the behavior of the huge crowd during the transfer peak in the period of the spring festival. *Management World*, 2011(7): 177-179. (in Chinese)
- [34] 贾新明, 田澎. 顾客异质性对顾客满意度指数测评的影响. *管理科学*, 2009, 22(4): 41-49.
- JIA Xinming, TIAN Peng. The effects of customer heterogeneity on the customer satisfaction index. *Journal of Management Science*, 2009, 22(4): 41-49. (in Chinese)
- [35] ALEXOPOULOS C, GOLDSMAN D, FONTANESI J, et al. Modeling patient arrivals in community clinics. *Omega*, 2008, 36(1): 33-43.
- [36] KETELAAR N A, FABER M J, BRASPENNING J C, et al. Patients' expectations of variation in quality of care relates to their search for comparative performance information. *BMC Health Services Research*, 2014, 14: 617-1-617-7.

## A Study on the Relationship between Patient Preference Coefficient and Treatment Rate of Medical and Health Institutions

LU Xinyi<sup>1</sup>, ZHANG Runtong<sup>1</sup>, ZHU Xiaomin<sup>2</sup>

1 School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

2 School of Mechanical, Electronic and Control Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

**Abstract:** China is actively promoting the hierarchical medical system to achieve primary diagnosis and two-way referral, and it puts forward new demands that there is a need for grassroots medical institutions to let its treatment rate beyond 65%. Nevertheless, the treatment rate of grassroots medical institutions has continued to decline in the past ten years, which indicates that the gap between the targets of hierarchical medical system still exists and has increased year by year.

In order to devise the research on the treatment rate of different medical and health institutions pertinently and more effectively carry on the study on hierarchical medical system without loss of generality, medical and health institutions are divided into two categories (hospitals and grassroots medical institutions) accordingly in China as our research object. The research aims at

the outpatient department of the medical and health institutions, and due to limited medical resources, patients may not choose the institutions which they prefer, though the patient preference coefficient is defined as the ratio of the number of patients who prefer hospitals and the total number of patients attending the hospitals. This research hypothesizes the relationship between patient preference coefficient and treatment rate of medical and health institutions, and analyzes patients' treatment process based on Markov process so as to achieve the equilibrium of treatment rate ideally (without considering constraints of resources and patient preference). Anylogic software is used to simulate the process with different preference coefficients in China.

The simulation results show that hypotheses of this study are approved. However, as the resources are insufficient, there is a critical value for patient preference coefficient, and the relationships on different sides of the critical value are also different. For example, when the resources of grassroots medical institutions are insufficient, there is a critical value for patient preference coefficient that the resources of grassroots medical institutions reach saturation. When the patient preference coefficient is below this critical value, the treatment rate of grassroots medical institutions and hospitals will both no longer change with patient preference coefficient changing. When the patient preference coefficient is higher than that of this critical value, the treatment rate of grassroots medical institutions decreased with the increase of patient preference coefficient, while the treatment rate of hospitals increased with the increase of patient preference coefficient. Additionally, through results of simulation, it also found some location with severe congestion because of patients' waiting.

From the patient preference perspective, the study constructs the relationship between patient preference and treatment rate of medical and health institutions, and then puts forward improvements in view of the needs of patients. Furthermore, it is of positive significance to put forward suggestions from four perspectives of talents cultivation, equipment investment, patient-physician relationship and experiments to improve the treatment rate of grassroots medical institutions so as to achieve the target of hierarchical medical system for further study.

**Keywords:** patient preference coefficient; treatment rate; hierarchical medical system; Markov process; simulation

**Received Date:** September 3<sup>rd</sup>, 2016      **Accepted Date:** December 3<sup>rd</sup>, 2016

**Funded Project:** Supported by the National Natural Science Foundation of China(71532002) and the Fundamental Funds for Humanities and Social Sciences of Beijing Jiaotong University(2016JBZD01)

**Biography:** LU Xinyi is a Ph. D candidate in the School of Economics and Management at Beijing Jiaotong University. Her research interest covers information management. E-mail: 15121311@bjtu.edu.cn

ZHANG Runtong, doctor in management, is a professor in the School of Economics and Management at Beijing Jiaotong University. His research interests include healthcare information, recourse optimization, theories and approaches of modern management. His representative paper titled "Design theory, modelling and the application for the internet of things service" was published in the *Enterprise Information Systems* (Issue 3, 2016). E-mail: rtzhang@bjtu.edu.cn

ZHU Xiaomin, doctor in management, is a professor in the School of Mechanical, Electronic and Control Engineering at Beijing Jiaotong University. Her research interests include theories and applications of industrial engineering. Her representative paper titled "A resource integration approach for HTML5 mobile applications" was published in the *Information Technology and Management* (Issue 3, 2013). E-mail: xmzhu@bjtu.edu.cn □