

Factor Analysis on the Cost of University Hospital

Dongdong Pan¹, Anmin Tang^{1,2}, Zhihuang Yang¹, Bitao Li¹

¹Department of Statistics, Yunnan University, Kunming

²School of Mathematics and Statistics, Hechi University, Hechi

Email: ddpan@ynu.edu.cn, tam13as@sina.com, 574351214@qq.com, 835629847@qq.com

Received: Nov. 12th, 2013; revised: Nov. 29th, 2013; accepted: Dec. 9th, 2013

Copyright © 2013 Dongdong Pan et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2013 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Dongdong Pan et al. All Copyright © 2013 are guarded by law and by Hans as a guardian.

Abstract: University hospital undertakes the daily healthcare duty for facilities and students. In this paper, based on the data from the Hospital of Yunnan University during February 28 to May 1 in 2013, we study the relationship between the number of daily medical treatment, the cost per time and the weather, patient ID and medical treatment date etc. We find that the cost of traditional medicine and western medicine is different between students and faculties, and the number of patients in Monday or Friday is larger than that in Tuesday, Wednesday or Thursday; however the weather has no significant influence on the number of patients. Based on these findings, we give some suggestions on improving the management of the university hospital.

Keywords: University Hospital; Medical Cost; ANOVA; Rank-Test

大学校医院看病花费的因素分析

潘东东¹, 唐安民^{1,2}, 杨志煌¹, 李璧涛¹

¹云南大学统计系, 昆明

²河池学院数学与统计学院, 河池

Email: ddpan@ynu.edu.cn, tam13as@sina.com, 574351214@qq.com, 835629847@qq.com

收稿日期: 2013年11月12日; 修回日期: 2013年11月29日; 录用日期: 2013年12月9日

摘要: 高校校医院担负着在校师生的日常医疗保健任务。本文以云南大学校医院为例, 主要研究 2013 年 2 月 28 日至 5 月 1 日期间该校医院的每天看病人数、看病花费与一周工作日、天气、病人身份等因素之间的关系。研究发现中西药花费及中西药花费差在学生与教职工中均有明显差异, 周一和周五看病人数明显多于周二至周四, 而天气因素对看病人数没有显著的影响。据此我们提出了几点关于高校校医院管理的建议。

关键词: 校医院; 看病花费; 方差分析; 秩检验

1. 引言

大学是优秀人才聚集的地方, 它承担着为祖国建设输送人才的使命。大学校医院是高校正常开展教学和科研等各项事业的重要保障, 它与社会上普通医院有着诸多不同之处。社会上普通医院其医疗技术力量

一般都较为雄厚, 就医人员的身份构成较为复杂, 就医人数庞大, 一般要排很长的队; 而校医院主要面对校内的教职工和学生, 就医人数相对较少, 因此通常不需要看病人员长时间地排队。相比于社会上的普通医院, 高校校医院的医疗设备比较落后、技术资源比

较匮乏, 能否有效地分配医疗资源, 是校医院良好有序地运营、进而为高校教学和科研事业保驾护航的关键。

云南大学始建于 1922 年, 时为私立东陆大学, 1934 年更名为省立云南大学, 1938 年改为国立云南大学, 是我国西部边疆最早建立的综合性大学之一。1996 年首批列入国家“211 工程”重点建设大学, 2001 年列入西部大开发重点建设院校, 2004 年成为教育部和云南省人民政府重点共建高校。目前有全日制在校本科学学生 14,975 人, 研究生 14,092 人, 专职教师 2837 人。本文基于云南大学校医院 2013 年上半年三、四月份期间学生和教职工看病人数及花费的数据, 来研究校医院的每天看病人数、看病花费与看病日期、天气和病人身份(教职工或学生)等因素之间的关系。根据统计检验的结果, 分析其原因, 发现其中一些应当关注的问题, 我们建议大学校医院应该重视并处理这些问题, 使高校校医院能为在校师生提供更好、更优质的医疗保健服务。

2. 数据来源

我们从云南大学校医院得到 2013 年 2 月 28 日至 5 月 1 日共 56 天的每天看病人数、看病的中西医花费和看病人群(学生或教职工)的数据。因条件所限, 我们从该医院没有获取其它更详细的数据, 比如病人的年龄和收入等。我们根据中央气象台发布的信息记录昆明市 2013 年 2 月 28 日至 5 月 1 日的温度, 并依据当天的实际天气作调整。由于绝大多数病人只在白天看病, 因此我们关心的主要是白天的天气。我们一共收集到 427 名教职工和学生的数据, 其中包括 198 位学生和 229 名教职工。

3. 分析及结果

3.1. 中西药总花费在学生与教职工之间的差异比较

我们首先比较中西药总花费在学生和教职工之间是否有显著的不同。这时, 零假设为中西药花费在学生和教职工之间没有差异。我们采用新近由 Liu 等(2010)提出的一种比较稳健的非参数检验方法^[1], MAX。简单介绍如下: 记两个 k 维总体的观测样本分别为 $X = \{(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}), i = 1, 2, \dots, m\}$ 和

$Y = \{(y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk}), j = 1, 2, \dots, n\}$ 。令 R_{xia} 和 R_{yja} 分别为 x_{ia} 和 y_{ja} 在 $m+n$ 个观测值 $x_{1a}, x_{2a}, \dots, x_{ma}, y_{1a}, y_{2a}, \dots, y_{na}$ 的秩。记

$$\bar{R}_{xa} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_{xia} \text{ 和 } \bar{R}_{ya} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R_{yja},$$

那么

$$\text{MAX} = \max_{1 \leq a \leq k} \left\{ \left| \frac{\bar{R}_{ya} - \bar{R}_{xa}}{sd(\bar{R}_{ya} - \bar{R}_{xa})} \right| \right\},$$

其中 $sd(\bar{R}_{ya} - \bar{R}_{xa})$ 是 $\bar{R}_{ya} - \bar{R}_{xa}$ 的标准差。Liu 等(2010)给出计算检验统计量 MAX 的分布的具体方法^[1], 以及根据观测到的样本数据计算其 p -值的方法。经计算, MAX 检验的 p -值为 2.42×10^{-10} , 它远远小于 0.05, 因此, 我们认为中西药总花费在学生与教职工之间有显著性差异。

3.2. 中西药花费差与身份之间的差异比较

下面我们研究中西药花费差在学生和教职工之间是否有差异。我们定义一个响应变量 z , 它取 0~1 值, 取 0 表示学生, 1 代表教职工。中西药花费差 d 为自变量, 我们建立如下的 logistic 回归模型^[2]:

$$\text{Pr}(z = 1) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 d)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 d)},$$

其中 β_0 和 β_1 是未知参数。零假设为中西药花费差在学生和教职工间没有差异, 相应于 logistic 回归中的 $\beta_1 = 0$, 对立假设 $\beta_1 \neq 0$ 。

我们采用极大似然估计模型中的未知参数, 得 $\hat{\beta}_0 = 0.008122$, $\hat{\beta}_1 = -0.006675$, $sd(\hat{\beta}_1) = 0.001626$, $sd(\hat{\beta}_1)$ 表示 $\hat{\beta}_1$ 的标准差。拟合的模型为

$$\text{Pr}(y = 1) = \frac{\exp(0.008122 - 0.006675x)}{1 + \exp(0.008122 - 0.006675x)}$$

我们采用 Wald 检验方法^[3]计算 $\beta_1 = 0$ 的 p -值为 4.02×10^{-5} , 它远小于给定的显著性水平 0.05, 说明中西药花费差与就医人身份有关。198 名学生中药花费的平均值为 17.03 元, 西药花费的平均值为 23.42 元, 229 名教职工中药花费的平均值为 24.46 元, 西药花费的平均值为 65.34 元。数据表明医生更愿给教职工开西药, 给学生开中药。原因有以下几种可能性: 1) 教职工(含退休人员)的年纪较大, 病情有时较急,

故需用药效较强较快的西药，而且他们有收入，有条件负担更好更贵的西药。2) 教职工因工作冲突等原因不愿经常去医院，故他们倾向一次拿足够多的药。学生行动方便，请假较容易，且一般不会出现一整天全有课的情况。

3.3. 看病人数在一周工作日中的差异

由于数据记录期间的第六周中含法定假日一清明节，我们剔除该周。故只考虑余下的八周的数据。我们首先考虑看病人在星期一至星期五(工作日)的差异。这时的零假设为：看病人数在周一至周五没有差异。根据计算得到的单因素方差分析(表 1)^[4]，注意到 F 检验的 p -值为 4.79×10^{-7} ，远小于给定的显著性水平 0.05，故我们否定零假设，认为周一至周五看病人数有明显差异。实际上可以明显看出周一或周五看病人数明显多于周二，周三或周四。

接着我们考查周二至周四看病人数之间有无差异。根据单因素方差分析(表 2)给出的 p -值为 $0.1384 > 0.05$ ，我们认为周二至周四中，任何一天对看病人数无明显影响。这是因为：由于大部分医生在双休日放假，医院只安排少量医生值班，因此原本该双休日看病的病人会移至周一或周五。而周二、周三或周四这几天一般对病人无明显差异，检验结果也说明这一点。当然，拖延看病时间有时危害是严重的，校医院应增加双休日医疗力量。

3.4. 天气及温度对看病人数的影响

天气分为雨天和非雨天，温度以全天最高气温为准，每 4 度为一档。由于双休日看病人数较少，我们重点考察周一至周五。除去 4 月 5 日清明节放假，共 44 个工作日。若 44 天中仅一天符合，则将该天看病总人数填入对应格；若有多天符合，则将这些天的看病人数的平均值填入该栏，具体数据见表 3。例如：44 个工作日内，最高气温为 3~6 度的雨天为三月二、

三、四、八和九日，其看病总人数分别为 277，237，334，305，289，则将其均值 286 填入第一行第一列。

根据两因素的方差分析表(表 4)，我们得到因素天气的 p -值为 0.8140，温度的 p -值为 0.4487，它们都大于 0.05。我们认为天气及温度与看病人数无关。这是因为人一般得病就会去医院，不会因为今天下雨或低温就不去看病。另外，校医院位于校园中，学生和教职工看病方便，受天气和温度的影响较小。

4. 结论与建议

本文利用云南大学校医院的相关数据，对学生和教职工的看病花费及看病人数等数据进行了统计建模，并研究其影响因素。通过研究，我们发现：1) 周一或周五看病人数明显多于周二或周四。这表明双休日校医院安排的医疗力量不足，因此原本需在双休日看病的病人会移至周一或周五，而拖延看病时间有时会带来严重的危害(特别是当病人遇到意外伤害等情况)，建议校医院在双休日以及法定假日期间增加值班医生数量。2) 医生更喜欢给教职工开西药，给学生开

Table 1. ANOVA for the number of patients from Monday to Friday

表 1. 周一至周五看病人数的单因素方差分析表

方差来源	自由度	平方和	均方	F 比	p-值
周一至周五的看病人数	4	79,472	19868.0	14.40	4.79×10^{-7}
误差	35	48,289	1379.7		
总和	39	127,761			

Table 2. ANOVA for the number of patients from Tuesday to Thursday

表 2. 周二至周四看病人数的单因素方差分析表

方差来源	自由度	平方和	均方	F 比	p-值
周二至周四的看病人数	2	5712.2	2856.1	2.1761	0.1384
误差	21	27562.4	1312.5		
总和	23	33274.6			

Table 3. The data for the number of patients under various weather and temperature conditions

表 3. 不同天气及温度条件下的看病人数数据

天气 \ 温度	3°C~6°C	7°C~10°C	11°C~14°C	15°C~18°C	19°C~22°C	大于 23°C
雨天	286	308	298	205	352	290
非雨天	296	254	295	308	332	286

Table 4. ANOVA for the number of patients with the weather and temperature
表 4. 天气及温度对看病人数的方差分析表

方差来源	自由度	平方和	均方	F 比	p-值
天气	1	85.3	85.33	0.0615	0.8140
温度	5	7834.0	1566.8	1.1289	0.4487
误差	5	6939.7	1387.93		
总和	11	14859.0			

中成药等。我们建议医生在给病人选择中药或西药时需“因病制宜”，而不应简单地依学生或教职工的身份而异。3) 学生看病花费明显少于教职工。建议校医院应加大对学生(尤其是特困生)扶贫助困的力度，在药费上给予他们进一步的优惠，避免学生因经济困难不去就医而错过最佳诊治时间等情况的发生。4) 天气和温度对来校医院就诊的人数无显著影响。这表明即使在气候、温度适宜时，学生和教职工也同样可能会

生病，校医院应当强化管理并毫不懈怠地做好高校师生的卫生保健服务工作。由于条件的限制，我们没有将病人的具体年龄，收入等因素考虑进去。这将是我们将下一步考虑的问题。

5. 致谢

云南省应用基础研究计划青年项目(2013FD001)、云南大学校级科研项目(2012CG018)资助。

参考文献 (References)

- [1] Liu, A., Li, Q., Liu, C.L., Yu, K. and Yu, K.F. (2010) An efficient rank-based test for comparison of multidimensional outcomes. *Journal of the American Statistical Association*, **105**, 578-587.
- [2] Hosmer, D.W. and Lemeshow, S. (2000) *Applied logistic regression*. 2nd Edition, Wiley-Interscience Publication, New York.
- [3] Agresti, A. (1990) *Categorical data analysis*. John Wiley and Sons, New York.
- [4] 王松桂, 陈敏, 陈立萍 (2004) *线性统计模型—线性回归与方差分析*. 高等教育出版社, 北京.