

DOI:10.3724/SP.J.1008.2012.00417

军队医院药品收益主成分回归分析

夏文明^{1,2}, 田文华^{2*}, 何咸兵¹, 孙庆文³, 汪 勇¹

1. 解放军 81 医院医务处, 南京 210002
2. 第二军医大学卫生勤务学系卫生事业管理学教研室, 上海 200433
3. 第二军医大学基础部数理教研室, 上海 200433

[摘要] **目的** 通过分析 7 所军队医院 2007 年至 2010 年药品收益的影响因素, 建立药品收益的回归方程。**方法** 数据摘自 2007 年至 2010 年 7 所医院财务收支数据和绩效考评数据; 用 Excel 2003 建立数据库, 运用 SPSS 18.0 软件进行医院规模、服务量、当地经济水平、药品加成率等变量的主成分分析。遴选 3 个主成分进行多重线性回归分析, 并建立回归方程。**结果和结论** (1) 医院规模和服务量是药品收益的主要影响因素; (2) 均次费用对医院药品收益有一定影响; (3) 药品加成率和当地经济水平与医院药品收益呈负相关。

[关键词] 军队医院; 药品收益; 主成分分析; 回归分析

[中图分类号] R 191.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2012)04-0417-04

Analysis of drug revenues in military hospitals by principal component regression

XIA Wen-ming^{1,2}, TIAN Wen-hua^{2*}, HE Xian-bing¹, SUN Qing-wen³, WANG Yong¹

1. Department of Medical Service, No. 81 Hospital of PLA, Nanjing 210002, Jiangsu, China
2. Department of Health Administration, Faculty of Health Service, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China
3. Department of Mathematics and Physics, College of Basic Medical Sciences, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective** To establish a regression equation for drug revenues by analyzing the factors influencing drug revenues in seven military hospitals from 2007 to 2010. **Methods** The data were obtained from the financial and performance-effect data in 7 hospitals from 2007 to 2010; the database was created by Excel 2003 software. Principal component regression analysis was performed for variables including the hospital scale, amount of service, local economic level, drug add rate using SPSS 18.0 software. **Results and Conclusion** (1) Hospital scale and amount of service were the critical influencing factors of drug revenues in military hospitals; (2) Per capita cost of outpatient and inpatient also contributed to drug revenues; and (3) drug add rate and local economic level were negative influencing factors of drug revenues.

[Key words] military hospitals; drug revenues; principal components analysis; regression analysis

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2012, 33(4): 417-420]

影响医院药品收益的因素十分复杂, 医院管理层在一定时期内把药品收益作为医院经济收入的重要来源是不争的事实。然而, 目前探索医院药品收益影响因素的定量研究较少, 改变“以药养医”现象已成为当前新医改工作的必然趋势。本研究通过探索军队医院药品收益的影响因素, 以期为国家卫生体制改革提供一些政策参考。

1 资料和方法

1.1 资料来源 选择 7 所军队医院为研究对象, 其

中军区总医院 1 所、三等甲级中心医院 2 所、三等乙级医院 2 所、中心医院临床部 2 所)。数据摘自 2007 年至 2010 年该 7 所医院财务收支年度报表和医院年度绩效考评数据。

1.2 研究方法

1.2.1 指标遴选 采集数据后按年度进行汇总, 用 Excel 2003 建立数据库。通过文献^[1-3]回顾与专家咨询, 确立 9 项涵盖医院规模、服务量和效率的指标作为影响医院药品收益的原始变量。 x_1 : 医疗设备值, x_2 : 展开床位数, x_3 : 职工人数, x_4 : 门急诊人次,

[收稿日期] 2011-06-08 **[接受日期]** 2012-03-01

[作者简介] 夏文明, 硕士, 主治医师, E-mail: xwm5828@163.com

* 通信作者(Corresponding author). Tel: 021-81871428, E-mail: wh_tian@yahoo.com.cn

x_5 : 门急诊均次费用, x_6 : 住院人次, x_7 : 住院均次费用, x_8 : 药品综合加成率, x_9 : 当地人均 GDP。

1.2.2 主成分分析 主成分分析是设法将原来变量中具有一定相关性的 p 个指标重新组合成一组新的互相无关的 k 个综合指标来代替原来指标^[4]。此方法是在不损失原始变量信息的基础上通过降维形成新的综合指标, 可达到多重线性回归分析的变量及样本量要求。

主成分模型:

$$F_j = \sum_{i=1}^p u_{ji} x_i (j=1, 2, \dots, k) (k < p)^{[4]} \quad (1)$$

分析步骤为数据标准化→主成分选取→主成分表达。

数据标准化: 因自变量 x_i 有不同的量纲, 运用 SPSS 18.0 软件将其进行标准化后得出相关系数矩阵。

主成分选取: 运用 SPSS 18.0 软件运算, 以累积贡献率大于 70%、特征值(λ_j)大于 1 的为标准选取主成分^[5], 并得出主成分载荷(a_{ji})。

主成分表达:

$$u_{ji} = a_{ji} / \sqrt{\lambda_j}^{[6]} \quad (2)$$

其中, u_{ji} 为特征向量, a_{ji} 为成分载荷, λ_j 为特征根。计算出 x_i 在不同主成分表达式下的特征向量, 得出主成分表达式。

1.2.3 多重线性回归分析 多重线性回归分析是一种研究多个变量之间关系的回归方法, 以确定特定的变量之间是否存在相关关系。多重线性回归模型:

$$y = b_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n (n=1, 2, \dots, i)^{[7]} \quad (3)$$

其中, y 为因变量, b_0 为常数项, x_i 为自变量, β_i 为回归系数。常用来分析自变量对因变量的影响程度和预测未来。

本次研究考虑到原始变量之间可能存在线性相关和非正态分布, 且样本量不能较好地满足自变量个数要求, 因此采用了以主成分分析为基础的多重线性回归分析。因变量为药品收益, 自变量为“3 个主成分”得分, 运用 SPSS 18.0 软件进行多重线性回归分析。首先建立主成分回归方程; 再结合主成分表达式, 最后返回到原始变量 x_i , 建立药品收益回归方程^[8]。

2 结果

2.1 主成分分析

2.1.1 变量相关系数矩阵 因自变量 x_i 有不同的量纲, 运用 SPSS 18.0 软件将其进行标准化后分析相关系数矩阵(表 1)。

表 1 相关矩阵

Tab 1 Correlation matrix for independent variables

Index	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
x_1 : medical equipment value	1.000								
x_2 : hospital bed	0.967	1.000							
x_3 : staff	0.970	0.965	1.000						
x_4 : outpatient	0.939	0.891	0.960	1.000					
x_5 : outpatient cost per capita	0.278	0.170	0.127	0.124	1.000				
x_6 : inpatient	0.940	0.939	0.954	0.959	0.121	1.000			
x_7 : inpatient cost per capita	0.546	0.524	0.450	0.362	0.713	0.358	1.000		
x_8 : drug plus rate	-0.374	-0.418	-0.368	-0.278	-0.218	-0.395	-0.216	1.000	
x_9 : GDP per capita	-0.343	-0.471	-0.351	-0.254	-0.095	-0.404	-0.469	0.421	1.000

结果显示医疗设备值(x_1)与展开床位数(x_2)、医疗设备值与职工人数(x_3)、门急诊人次(x_4)与住院人次(x_6)之间的相关性较高, 有必要选择主成分分析以排除相关共线性影响。

2.1.2 主成分及其载荷 符合累积贡献率大于 70% 且特征值大于 1 的主成分有 3 个。其特征值 λ_1 5.503、 λ_2 1.525、 λ_3 1.022 分别解释了总变异的 61.144%、16.947%、11.352%, 累积贡献率达 89.443%(表 2), 能够较好地解释变量。

从表 3 主成分载荷结果分析, 第一主成分(F_1)与 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_6 有较大的正相关, 信息提取程

度 > 90%, 可以看作是医院规模和服务量的综合代表; 第二主成分(F_2)与 x_5 、 x_7 有较大的正相关, 信息提取程度 $\geq 70%$, 可以看作是医院门诊与住院均次费用的综合代表; 第三主成分(F_3)与 x_8 、 x_9 有较大的正相关, 信息提取程度 > 62%, 可以看作是医院当地经济发展水平和药品加成率的综合代表。综上, 医院药品收益的 9 项影响要素可以被归纳为 3 类, 即医院规模、均次费用、药品加成率和当地经济水平等。

2.1.3 特征向量和主成分表达式 在已知主成分载荷(a_{ji})和特征根(λ_j)的条件下, 根据公式(2)计算出特征向量矩阵(表 4)。

表 2 解释的总方差

Tab 2 Total variance of principle factor analysis

Factor	Initial eigenvalues			Extraction sums of squared loadings		
	Total	% of variance	Cumulative (%)	Total	% of variance	Cumulative (%)
1	5.503	61.144	61.144	5.503	61.144	61.144
2	1.525	16.947	78.091	1.525	16.947	78.091
3	1.022	11.352	89.443	1.022	11.352	89.443
4	0.666	7.403	96.846			
5	0.179	1.986	98.832			
6	0.064	0.711	99.543			
7	0.022	0.241	99.784			
8	0.016	0.174	99.957			
9	0.004	0.043	100.000			

表 3 主成分载荷

Tab 3 Principle axis factoring for independent variables

Index	F ₁	F ₂	F ₃
x ₁ : medical equipment value	0.975	-0.089	0.155
x ₂ : hospital bed	0.974	-0.118	-0.008
x ₃ : staff	0.962	-0.223	0.088
x ₄ : outpatient	0.918	-0.291	0.187
x ₅ : outpatient cost per capita	0.304	0.826	0.348
x ₆ : inpatient	0.949	-0.252	0.011
x ₇ : inpatient cost per capita	0.600	0.700	0.178
x ₈ : drug plus rate	-0.480	-0.211	0.623
x ₉ : GDP per capita	-0.502	-0.296	0.643

表 4 特征向量矩阵

Tab 4 Eigenvalue matrix

Index	u _{1i}	u _{2i}	u _{3i}
x ₁ : medical equipment value	0.415 628	-0.072 07	0.153 323
x ₂ : hospital bed	0.415 202	-0.095 55	-0.007 91
x ₃ : staff	0.410 086	-0.180 58	0.087 048
x ₄ : outpatient	0.391 330	-0.235 64	0.184 976
x ₅ : outpatient cost per capita	0.129 591	0.668 875	0.344 234
x ₆ : inpatient	0.404 545	-0.204 06	0.010 881
x ₇ : inpatient cost per capita	0.255 771	0.566 843	0.176 074
x ₈ : drug plus rate	-0.204 62	-0.170 86	0.616 258
x ₉ : GDP per capita	-0.214	-0.239 69	0.636 042

根据表 4, 反推出 3 个主成分表达式(保留 3 位小数):

$$F_1 = 0.416x_1 + 0.415x_2 + 0.410x_3 + 0.391x_4 + 0.130x_5 + 0.405x_6 + 0.256x_7 - 0.205x_8 - 0.214x_9 \quad (4)$$

$$F_2 = -0.072x_1 - 0.096x_2 - 0.181x_3 - 0.236x_4 + 0.669x_5 - 0.204x_6 + 0.567x_7 - 0.171x_8 - 0.240x_9 \quad (5)$$

$$F_3 = 0.153x_1 - 0.008x_2 + 0.087x_3 + 0.185x_4 + 0.344x_5 + 0.011x_6 + 0.176x_7 + 0.616x_8 + 0.636x_9 \quad (6)$$

2.2 多重回归分析

2.2.1 模型与决定系数 在主成分分析基础上, 以药品收益为因变量、3 个主成分得分为自变量进行多重线性回归分析。从分析结果可以看出, 所选取的 3 个主成分对因变量(药品收益)的解释度高达 90.8%, 显著度 $P < 0.001$, 能够接受该回归方程。

2.2.2 主成分回归方程 第一主成分(F₁)标准化回归系数 0.893, 显著性 $P < 0.001$, 具有统计学意义; 第二主成分(F₂)标准化回归系数 0.158, $P < 0.05$; 第三主成分(F₃)标准化回归系数 0.311, $P < 0.001$ (表 5)。因此, 得到以下回归方程:

$$\text{药品收益}(P_{\text{drug}}) = 1\,700.5 + 0.893 \times F_1 + 0.158 \times F_2 + 0.311 \times F_3 \quad (7)$$

可见, 以医院规模、服务量为综合的第一主成分对药品收益的贡献值最大, 第二、第三主成分的影响程度相对较小。

表 5 回归系数

Tab 5 Coefficient for selected factors

Model	Unstandardized coefficient		Standardized coefficient (β)	t	P
	B	Std. Error			
Constant	1 700.500	92.826		18.319	0.000
F ₁	1 421.513	94.594	0.893	15.028	0.000
F ₂	252.323	94.594	0.158	2.667	0.014
F ₃	494.717	94.594	0.311	5.230	0.000

Drug revenue is dependent variable

2.2.3 原始变量回归方程 根据以上主成分回归分析方程(7),结合主成分表达式(4)、(5)、(6),导出药品收益(P_{drug})基于原始变量的回归方程(系数保留3位小数)。

$$P_{\text{drug}} = 1700.5 + 0.407x_1 + 0.353x_2 + 0.365x_3 + 0.370x_4 + 0.328x_5 + 0.332x_6 + 0.373x_7 - 0.018x_8 - 0.031x_9 \quad (8)$$

根据回归方程(8)结果,可见 $x_1 \sim x_7$ 对医院药品收益贡献值相对均衡,贡献值大小排序为 x_1 (医疗设备值) $> x_7$ (住院均次费用) $> x_4$ (累计门急诊人次) $> x_3$ (职工人数) $> x_2$ (展开床位数) $> x_6$ (累计住院人次) $> x_5$ (门急诊均次费用),且呈正相关;而与 x_8 (药品加成率)和 x_9 (当地人均GDP)呈负相关,且 x_9 影响程度大于 x_8 。

3 讨论

3.1 医院规模和服务量是药品收益的主要影响因素 根据本研究7所军队医院4年(2007年至2010年)药品收益主成分回归分析结果,医院的规模和服务量是药品收益的主要影响因素。新医改实施药品零差率政策时,若没有科学持续的补偿措施,将对军队医院补偿机制改革提出新的挑战,军队医院将出现随着规模越大、服务量越多而收入损失也就越多的局面,这和新医改政策的原则背道而驰,不利于医院的竞争和发展。

因此,在定量分析或研究医院补偿机制,尤其在定量研究医院零差率条件下药品收入缺失时,医院规模和服务量是一个重要的参考因素。根据本研究结果,规模变量中医疗设备值回归系数最大(0.407),其次是职工人数(0.365)和展开床位数(0.353);服务量变量中累计门急诊人次的回归系数(0.370)大于累计住院人次(0.332)。

3.2 均次费用对医院药品收益有一定影响 主成分分析结果提示均次费用对医院药品收益有一定影响,即人均门急诊费用与人均住院费用。结合实际分析,因医院管理政策的倾斜可能导致因医务人员的诱导需求增加,以增加均次费用,促进医院“创收”的现象也是存在的。但宏观上看,这种作法不利于卫生资源的利用和降低患者负担,而且将会加剧卫生资源浪费和“看病难”之间的矛盾。

因此,在定量分析或研究医院补偿机制时,均次费用影响因素不可忽视,尤其是均次药品费用。虽然以均次费用为主的第二主成分回归系数为0.158,

低于第一(0.893)、第三(0.311)主成分回归系数,但在原始变量回归方程中住院均次费用仅次于医疗设备值。为了既能有效刺激医院合理用药,又能科学合理补偿,在制定均次费用相关政策时可能需要设定警戒线或封顶线,促进医院在均次费用管控尤其是实现药品均次费用管控环节的良性循环。

3.3 药品加成率和当地经济水平与医院药品收益呈负相关 值得注意的是,在原始变量回归方程中,药品加成率和当地人均GDP与医院药品收益呈负相关,这与传统理念似乎不相符合。传统意义上,提高医院药品加成率必然会增加医院药品收益,当地经济发展水平越高,对医院药品收益可能越有利。然而,本研究数据分析得出的结论正好相反。可能存在以下两点原因:首先,用经济学思维分析,提高单位商品价格且在销售量不变的前提下才能增加收益。在卫生服务领域,较高的药品加成率往往出现在规模层次较低的社区医院。高药品加成率但服务量少,药品收益显然不及加成率虽低而服务量大的综合医院。其次,当地经济水平的高低可能与医疗保障机制的健全程度相关,当地经济水平越高,医保监督机制越健全,监督职能的发挥可能会越好,因医院或医生产生的诱导需求可能会减少,大处方和不合理过度医疗行为的“惩罚”才能够有效实施。

4 利益冲突

所有作者声明本文不涉及任何利益冲突。

[参考文献]

- [1] 王皎云,马绍敏. 我院业务收入影响因素统计分析[J]. 中国医院统计,2004,11:60-61.
- [2] 王隆琼,陈玉华. 某医院药品收入影响因素的综合分析[J]. 中国医院统计,2002,9:110-111.
- [3] 齐丽萍,孙艳华,朱惠敏. 我院业务收入增长原因因素分析[J]. 中国卫生统计,2005,22:34.
- [4] 李小红,陈珍珍. 如何正确应用SPSS软件做主成分分析[J]. 统计研究,2010,27:105-109.
- [5] 张文彤. SPSS 11 统计分析教程[M]. 北京:北京希望电子出版社,2002,190-200.
- [6] 李朝峰,杨中宝. SPSS主成分分析中的特征向量计算问题[J]. 统计教育,2007,(3):10-11.
- [7] 郭会利. 多元回归分析的逐步回归预测模型[J]. 考试周刊,2009,(26):92-93.
- [8] 李粉红,刘新平. 主成份分析综合评价模型的改进及应用[J]. 统计与决策,2010,(2):162-163.

[本文编辑] 尹 茶