

doi:10.11835/j.issn.1000-582X.2017.05.013

## 医疗信息化效用影响研究

张菁芳<sup>1</sup>, 李佳承<sup>2</sup>, 向友艾<sup>3</sup>, 罗万春<sup>4</sup>, 任家顺<sup>1</sup>

(1. 中国人民解放军第三军医大学第二附属医院, 重庆 400037;

2. 中国人民解放军第三军医大学学员旅5营, 重庆 400038;

3. 重庆师范大学经济与管理学院, 重庆 401331;

4. 中国人民解放军第三军医大学生物医学工程系数学与生物数学教研室, 重庆 400038)

**摘要:**通过对医院信息化投入、医院运营管理对医疗效益的影响规律进行分析,根据重庆市某三级甲等医院在2009—2015年间的信息化投入、医院运营管理2个方面与医疗毛收入的数据资料,通过Pearson相关分析得到医疗毛收入与11个影响指标均相关( $P < 0.05$ ),通过熵值法,选择指标权重值大于0.08的指标有医院全年财务信息化投入 $x_1$ 、医院全年门诊量 $x_4$ 、医院全年入院患者人数 $x_6$ 、医院全年手术量 $x_7$ 以及医院初级职称人数 $x_{10}$ ,其权重分别为0.190、0.086、0.085、0.084、0.084。建立多因素回归分析的数学模型,得到了指标 $x_1$ 、 $x_4$ 、 $x_6$ 、 $x_7$ 、 $x_{10}$ 与医疗毛收入拟合函数,可决系数分别为0.948 8、0.927 1、0.994 1、0.993 0、0.948 1,医疗毛收入的回归方程的可决系数为0.996 3,因此,本研究通过熵值法得到的影响医疗毛收入的5个指标,并建立得到的回归方程可应用于医院信息化投入决策的制定,为医疗卫生管理提供新的依据。

**关键词:**医院信息化;多因素回归分析;熵值法;相关性分析

中图分类号:R197.324

文献标志码:A

文章编号:1000-582X(2017)05-104-07

## Influencing factors on the hospital informatization

ZHANG Jinfang<sup>1</sup>, LI Jiacheng<sup>2</sup>, XIANG Youai<sup>3</sup>, LUO Wanchun<sup>4</sup>, REN Jiashun<sup>1</sup>

(1. Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, P.R.China; 2. Battalion 5,

College of Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, P.R.China;

3. School of Economics & Management, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, P.R.China;

4. Department of Mathematics and Biomathematics, Biomedical Engineering,

Third Military Medical University, Chongqing 400038, P.R.China)

**Abstract:** It aims to analyze the influence of hospital informatization investment, operation and management on the hospital medical benefit. The data of informatization input, hospital operation management and medical gross income of a 3-A hospital in Chongqing during 2009—2015 was taken as the research object, and Pearson correlation analysis found that the medical gross is related to 11 indicators ( $P < 0.05$ ). Then the indicators with weight values greater than 0.08 were sifted by entropy method, including hospital annual financial information ( $x_1$ ), the annual outpatient per year ( $x_4$ ), hospital surgery per year ( $x_6$ ), annual number of patients per year ( $x_7$ ), and hospital primary title number ( $x_{10}$ ), and

收稿日期:2016-12-10

基金项目:重庆市科委资助项目(cstc2013jccx A10012)。

Supported by the Found Project of technology committee of Chongqing (cstc2013jccx A10012).

作者简介:张菁芳(1979-),女,主要从事医疗信息化管理系统方向研究,(E-mail)556222@qq.com。

their weights are 0.190, 0.086, 0.085, 0.084, 0.084 respectively. Finally, a multi-factor regression model was established, the fitting function of the indicators ( $x_1, x_4, x_6, x_7, x_{10}$ ) and medical gross income was obtained, the coefficients of determination were 0.948 8, 0.927 1, 0.994 1, 0.993 0, 0.948 1 respectively and the determination coefficient of the regression equation of medical gross income is 0.9963. 5 indicators influencing medical gross income were obtained by entropy method, and the proposed regression equation can be used for hospital informatization investment decisions, which provides a new basis for medical and health management.

**Keywords:** hospital informatization; multi-factor regression analysis; entropy weight method; correlation analysis

随着科学技术的飞速发展,信息化技术越来越多地应用于各行各业<sup>[1-2]</sup>。在医疗卫生行业以病人为主线,贯穿整个诊疗过程的服务流程管理,再到全面系统地服务于医院管理、决策、运营<sup>[3-6]</sup>。医院信息化系统是利用电子计算机和通讯设备,为医院所属各部门提供对病人诊疗信息和行政管理信息的收集、存储、处理、提取及数据交换的能力,并满足所有授权用户的功能需求。现有的医院信息系统由 PACS 系统、电子病历(EMR)、区域医疗系统、移动护理系统、临床路径系统、供应室追溯系统、体检软件系统、Lis 系统等八大系统组成<sup>[7-10]</sup>。作为只是密集型劳动产业的医疗行业,只有运用大量的医学知识,才能更好的完成医疗工作,提高临床医疗效益,信息化建设是提高医疗效益的重要手段<sup>[11]</sup>。那么,从哪里体现出医院信息化建设的效益是通过支持医院管理与提高业务处理能力,减轻工作人员的工作强度、提高工作效率,直接或者间接提高的?研究通过数学建模的方法,分析得到医疗效益与医院信息化建设、运营管理建设之间存在的关系,为进一步加强医院管理提供依据。

## 1 数据来源与方法

### 1.1 数据来源

研究数据来自于重庆市某三级甲等医院在 2009—2015 年间医院每年的信息化投入、运营管理指标与医疗效益(医疗毛收入)的统计数据。以年份为时间序列,构成数据矩阵的纬度为  $7 \times 12$ ,其中共包括 11 项因素指标及 1 项评价指标 Y,表 1 给出了各指标的全部数据。

表 1 评价分析指标的全部数据  
Table 1 Evaluation and analysis of each indicator

年份	信息化 财务 投入 $x_1$ /万元	信息化 人力 投入 $x_2$ /人	急诊数 $x_3$ /万人	门诊 $x_4$ /万人	床位数 $x_5$ /张	入院 患者量 $x_6$ /万人	手术量 $x_7$ /台	高级 职称 人数 $x_8$ /人	中级 职称 人数 $x_9$ /人	初级 职称 人数 $x_{10}$ /人	无职称 人数 $x_{11}$ /人	毛收入 Y /亿元
2009	20.89	107	5.29	78.24	1 793	5.34	1.51	189	611	1 004	464	13.36
2010	50.77	110	6.27	94.93	2 283	6.77	1.82	188	800	1252	466	18.55
2011	581.29	130	6.71	111.19	2 608	7.8	2.03	189	799	1460	713	23.93
2012	1 746.07	131	7.53	137.23	2 955	8.69	2.47	259	752	1 749	756	30.19
2013	2 187.59	152	7.53	147.7	3 049	10.81	2.88	272	795	1841	798	38.52
2014	2 901.73	167	7.84	164.85	3 058	11.66	3.2	260	938	2 128	823	43.11
2015	3 544.9	165	7.94	184.06	2 662	10.84	3.12	252	976	2 230	756	40.03

## 1.2 方法

### 1.2.1 相关性分析

相关性分析的主要目的是研究变量之间的密切程度。本研究选用 Pearson 相关分析与 Spearman 相关分析对毛收入( $Y$ )以及 11 个影响指标  $x_1-x_{11}$  进行相关性分析。其中,根据数据分布的差异,若数据服从正态分布,则采用 Pearson 相关分析,反之采用 Spearman 相关分析。公式(1)(2)分别给出了 Pearson 相关系数与 Spearman 相关系数的计算公式<sup>[12-13]</sup>。

$$\text{Pearson } r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

$$\text{Spearman } r = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}。 \quad (2)$$

### 1.2.2 熵值法

信息熵描述了样本数据变化的相对速率,系数越接近于 1,距目标就越近;系数越接近于 0,距目标就越远。在综合评价中由此得到的指标权重描述了指标数值变化的相对幅度<sup>[14]</sup>。熵值法是一种根据各指标所含信息有序程度来确定权重的一种方法。利用熵值法确定权重,能够消除人为因素干扰,使评价更加科学合理。若  $y_{ij}$  表示指标变量, $Y_{ij}$  表示标准化之后的指标变量,则指标信息的熵值  $e$  和信息效用值  $d$  可以通过以下公式求得

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m Y_{ij} \ln Y_{ij}, \quad (3)$$

$$d_j = 1 - e_j。 \quad (4)$$

信息效用值  $e$  越大,表示指标越重要,对于评价的重要性越大。所以,最后得到第  $j$  项指标的权重  $W$

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}。 \quad (5)$$

### 1.2.3 多元非线性回归分析

研究选取多因素回归分析的方法,寻找医疗效益与医院信息化投入、之间的函数关系,并能够通过求解其数学表达式,达到综合评价的目的<sup>[15]</sup>。多因素回归分析又称多重线性回归,是简单线性回归方法的拓展,采用回归方程的方式定量地描述一个因变量  $Y$  与多个自变量  $X$  之间的线性依存关系。如公式(1)所示,因变量  $Y$  与多个自变量  $X$  之间线性依存关系可以某一回归方程表示,其中对于每一个自变量  $X_i$  都有一个相应的系数  $\beta_i$ ,  $\beta_0$  为该方程的截距<sup>[16]</sup>。

$$\mu_{Y|x_1, x_2, \dots, x_p} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p。 \quad (6)$$

## 1.3 软件

数据的处理、熵值法以及多因素回归分析通过 MATLAB R2014a 编程实现完成,其中,多因素回归分析采用 MATLAB 软件中 polyfit 以及 regress 进行实现。正态性检验通过 SPSS 19.0 中单样本 K-S 检验(Kolmogorov-Smirnov test)实现,以显著性差异指标  $P > 0.05$  判别数据分布是否服从正态分布;相关性分析通过 SPSS 19.0 实现,其中,对于服从正态分布指标数据采用 Pearson 相关分析,对于不服从正态分布指标数据采用 Spearman 相关分析。

## 2 结果

### 2.1 正态性检验

根据单样本 K-S 检验得出,指标  $x_1-x_{11}$  均服从正态分布( $P > 0.05$ ),故可采用 Pearson 相关分析得到 Pearson 相关系数,表 2 给出了指标  $x_1-x_{11}$  的统计学描述指标和单样本 K-S 检验结果。

表 2 各指标的统计学描述和 K-S 检验  
Table 2 Statistical description and Kolmogorov-Smirnov test of each index

指标	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	Y
均值	1 576.18	137.43	7.02	131.17	2 629.71	8.84	2.43	229.86	810.14	1 666.29	682.29	1 576.18
标准差	1 400.67	24.57	0.97	38.20	463.12	2.36	0.66	38.98	120.66	451.13	152.44	1 400.67
变异系数	0.888 6	0.178 8	0.138 8	0.291 2	0.176 1	0.267 1	0.273 2	0.169 6	0.148 9	0.270 7	0.223 4	0.888 6
k-s 统计量	0.502	0.462	0.722	0.356	0.517	0.598	0.471	0.758	0.656	0.381	0.778	0.551
P	0.963	0.983	0.675	1.000	0.952	0.867	0.980	0.614	0.783	0.999	0.580	0.921

2.2 相关性分析

根据 Pearson 相关分析可知,医疗毛收入 Y 与各影响指标均相关,根据 P 值与 0.05、0.01 的大小关系,分为相关和显著相关。并且 Pearson 相关系数均为正数,说明随影响指标的增加,医疗毛收入随之增加<sup>[13]</sup>。表 3 中给出了所有指标两两进行相关性检验的分析结果。

表 3 各指标的 Pearson 相关系数(P)  
Table 3 Pearson correlation coefficient of each index (P)

指标	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	Y
$x_1$		0.958 (0.001)	0.909 (0.005)	0.989 ( $<0.001$ )	0.718 (0.069)	0.932 (0.002)	0.970 ( $<0.001$ )	0.862 (0.013)	0.802 (0.030)	0.979 ( $<0.001$ )	0.823 (0.023)	0.952 ( $<0.001$ )
$x_2$	0.958 (0.001)		0.901 (0.006)	0.961 (0.001)	0.772 (0.042)	0.974 ( $<0.001$ )	0.978 ( $<0.001$ )	0.805 (0.029)	0.839 (0.018)	0.966 ( $<0.001$ )	0.879 (0.009)	0.978 ( $<0.001$ )
$x_3$	0.909 (0.001)	0.901 (0.006)		0.953 (0.001)	0.915 (0.042)	0.943 (0.001)	0.950 (0.001)	0.861 (0.029)	0.816 (0.018)	0.967 ( $<0.001$ )	0.910 (0.009)	0.950 ( $<0.001$ )
$x_4$	0.989 ( $<0.001$ )	0.961 (0.001)	0.953 (0.001)		0.776 (0.040)	0.948 (0.001)	0.977 ( $<0.001$ )	0.846 (0.016)	0.854 (0.015)	0.996 ( $<0.001$ )	0.852 (0.015)	0.963 (0.001)
$x_5$	0.718 (0.069)	0.772 (0.042)	0.915 (0.004)	0.776 (0.040)		0.871 (0.011)	0.836 (0.019)	0.834 (0.020)	0.612 (0.144)	0.812 (0.026)	0.926 (0.003)	0.866 (0.012)
$x_6$	0.932 (0.002)	0.974 ( $<0.001$ )	0.943 (0.001)	0.948 (0.001)	0.871 (0.011)		0.990 ( $<0.001$ )	0.869 (0.011)	0.819 (0.024)	0.962 (0.001)	0.898 (0.006)	0.997 ( $<0.001$ )
$x_7$	0.970 ( $<0.001$ )	0.978 ( $<0.001$ )	0.950 (0.001)	0.977 ( $<0.001$ )	0.836 (0.019)	0.990 ( $<0.001$ )		0.888 (0.008)	0.826 (0.022)	0.984 ( $<0.001$ )	0.879 (0.009)	0.997 ( $<0.001$ )
$x_8$	0.862 (0.013)	0.805 (0.029)	0.861 (0.013)	0.846 (0.016)	0.834 (0.020)	0.869 (0.011)	0.888 (0.008)		0.504 (0.249)	0.844 (0.017)	0.831 (0.021)	0.891 (0.007)
$x_9$	0.802 (0.030)	0.839 (0.018)	0.816 (0.025)	0.854 (0.015)	0.612 (0.144)	0.819 (0.024)	0.826 (0.022)	0.504 (0.249)		0.868 (0.011)	0.630 (0.130)	0.807 (0.028)
$x_{10}$	0.979 ( $<0.001$ )	0.966 ( $<0.001$ )	0.967 ( $<0.001$ )	0.996 ( $<0.001$ )	0.812 (0.026)	0.962 (0.001)	0.984 ( $<0.001$ )	0.844 (0.017)	0.868 (0.011)		0.874 (0.010)	0.974 ( $<0.001$ )
$x_{11}$	0.823 (0.023)	0.879 (0.009)	0.910 (0.005)	0.852 (0.015)	0.926 (0.003)	0.898 (0.006)	0.879 (0.009)	0.831 (0.021)	0.630 (0.013)	0.874 (0.010)		0.906 (0.005)
Y	0.952 (0.001)	0.978 ( $<0.001$ )	0.950 (0.001)	0.963 (0.001)	0.866 (0.012)	0.997 ( $<0.001$ )	0.997 ( $<0.001$ )	0.891 (0.007)	0.807 (0.028)	0.974 ( $<0.001$ )	0.906 (0.005)	

2.3 熵值法确定指标权重

在 Pearson 相关性检验的基础上,根据熵值法得到指标  $x_1 - x_{11}$  的影响权重。表 4 给出了各指标的权重

和排序,从中可知医院全年财务信息化投入  $x_1$  对医疗毛收入的影响最大,此外医院全年门诊量  $x_4$ 、医院全年入院患者人数  $x_6$ 、医院全年手术量  $x_7$  以及医院初级职称人数  $x_{10}$  对医疗毛收入的影响次之,其余指标对医疗毛收入的影响相对较小。故选取权重大于 0.08 的前 5 位指标作为多因素回归分析影响指标。

表 4 各指标的权重与排序

Table 4 Weight and ranking of each indicator

指标	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$
权重	0.190	0.079	0.077	0.086	0.079	0.084	0.084	0.079	0.078	0.085	0.079
排序	1	6	11	2	6	4	4	6	10	3	6

2.4 多因素回归分析

分别比较每年医疗毛收入  $Y$  与医院全年财务信息化投入  $x_1$ 、医院全年门诊量  $x_4$ 、医院全年入院患者人数  $x_6$ 、医院全年手术量  $x_7$  以及医院初级职称人数  $x_{10}$  之间的关系。因此,得到每年医疗毛收入  $Y$  与医院全年财务信息化投入  $x_1$ 、医院全年门诊量  $x_4$ 、医院全年入院患者人数  $x_6$ 、医院全年手术量  $x_7$  以及医院初级职称人数  $x_{10}$  如图 1-A~E 所示,从中不难发现:每年医疗毛收入  $Y$  与医院全年财务信息化投入  $x_1$  成二次函数关系,与医院全年门诊量  $x_4$ 、医院全年入院患者人数  $x_6$ 、医院全年手术量  $x_7$  以及医院初级职称人数  $x_{10}$  成一次函数关系,因此通过 MATLAB R2014a 软件中的 regression 函数进行求解得到函数关系为公式(7)所示。那么将 2009—2015 年间的医院全年财务信息化投入  $x_1$ 、医院全年门诊量  $x_4$ 、医院全年入院患者人数  $x_6$ 、医院全年手术量  $x_7$  以及医院初级职称人数  $x_{10}$  实际数值代入公式(7)可得出经多因素回归分析得到每年医疗毛收入  $\hat{Y}$  的预测结果如图 1(a)~(f)所示。

$$\hat{Y} = -2.3860 \times 10^{-7} x_1^2 + 0.0379 x_4 + 1.6798 x_6 + 12.3997 x_7 - 0.0025 x_{10} - 15.0929. \quad (7)$$

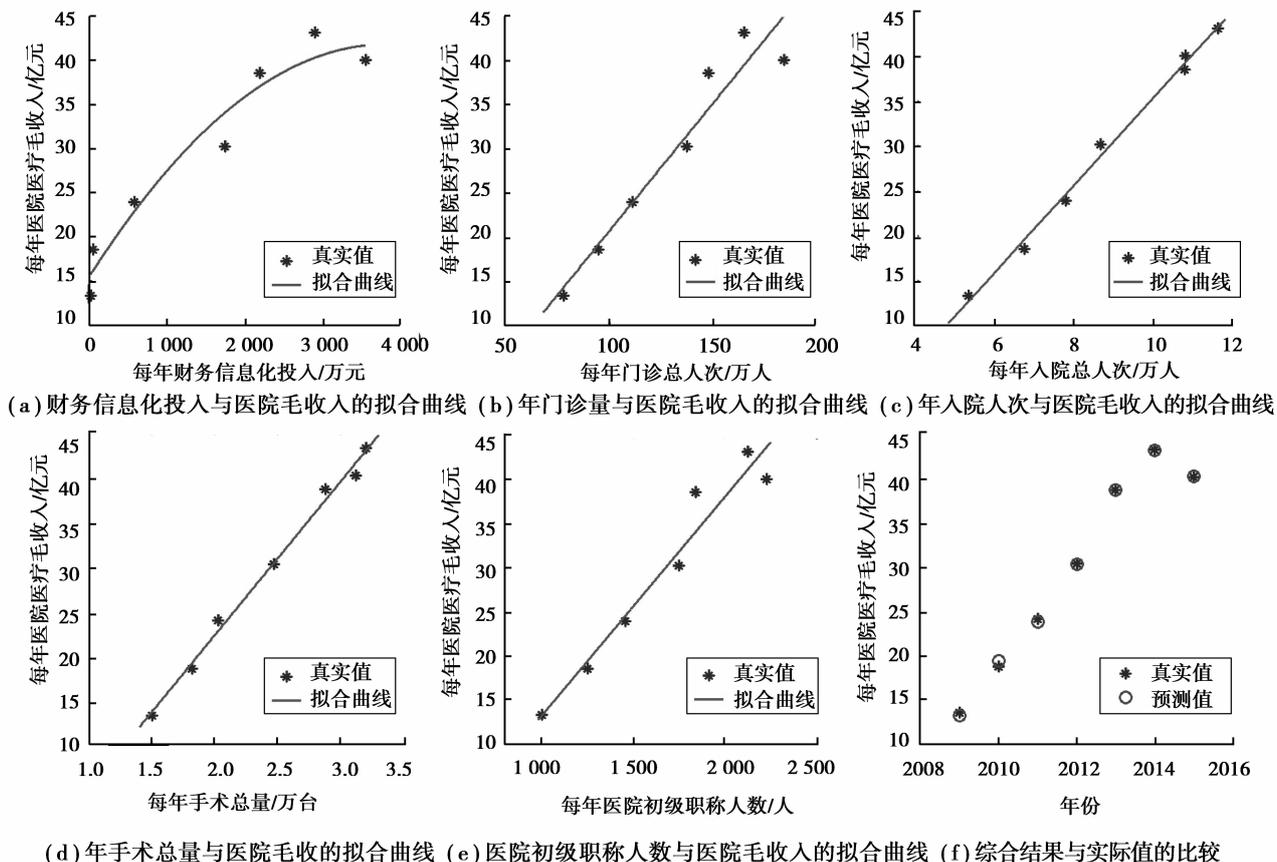


图 1 各指标与医疗毛收入之间关系

Fig.1 The relationship between each indicator and the medical gross income

可决系数  $R^2$ <sup>[12]</sup> 是衡量回归函数的预测值与真实值之间偏离程度的重要指标,  $R^2$  越大, 则说明回归函数预测的效果越好; 反之则说明回归函数预测效果不佳。一般地, 以  $R^2=0.70$  为标准衡量预测的效果。表 5 给出了每年医疗毛收入  $Y$  与医院全年财务信息化投入  $x_1$ 、医院全年门诊量  $x_4$ 、医院全年入院患者人数  $x_6$ 、医院全年手术量  $x_7$  以及医院初级职称人数  $x_{10}$  及公式 7 的可决系数  $R^2$ , 从中不难发现得到的拟合预测函数是有效的。

表 5 拟合函数的可决系数  $R^2$ Table 5 The determination coefficient  $R^2$  of multiple regression function

拟合关系	$Y - x_1$	$Y - x_4$	$Y - x_6$	$Y - x_7$	$Y - x_{10}$	$Y - \hat{Y}$
可决系数 $R^2$	0.948 8	0.927 1	0.994 1	0.993 0	0.948 1	0.996 3

### 3 结 论

通过对医院信息化投入与医院运营管理对医疗收益的影响规律进行分析, 根据重庆市某三级甲等医院在 2009-2015 年间的信息化投入(包括财务投入和人力投入 2 个方面)、急诊数、门诊数、日均占床数、入院患者量、手术量、高级职称人数、中级职称人数、初级职称人数、无职称人数与医疗毛收入的数据资料, 通过多因素回归分析的数学模型, 得到了医疗毛收入与以上 11 个因素之间的回归方程, 因此得到以下结论:

1) 根据熵值法确定指标权重得出排名前 5 位为: 信息化财务投入、门诊人次、入院患者量、手术量、初级职称人数这 5 个指标分别为: 0.190、0.085、0.084、0.084、0.084。说明这 5 个指标对医院医疗效益的影响较重要。

2) 根据多因素回归分析, 医疗毛收入与信息化财务投入成倒 U 字型关系, 所以医院信息化的投入是有一定范围的, 即在适当范围内增大投入力度有利于提高医院效益, 但一旦超出该范围, 医院效益的增加将不再显著, 甚至可能呈现下降趋势;

3) 根据回归方程中来几个指标的系数, 可以发现相对于增加信息化人力投入而言, 增加信息化财务投入对于医院医疗毛收入的影响更大, 换言之, 信息化财务投入的灵敏度更高。

4) 根据公式 7 可以看出门诊人次、入院患者量、手术量 3 个指标是与医疗毛收入呈正相关的, 也就是说只要增加这 3 项的投入就会直接提升医疗毛收入; 而初级职称人数指标呈与医疗毛收入呈负相关, 说明初级职称人数虽然是医疗毛收入的重要系数指标, 从组织构架上来说, 初级职称主要是一线工作人员的群体, 这个群体对医院毛收入很重要, 但是如果提升医疗毛收入, 这个范围就不能扩大, 降低初级职称人数可提高医疗毛收入。

依据结论, 认为:

1) 提升医疗效益, 就要重视信息化财务投入、门诊人次、入院患者量、手术量、初级职称人数这 5 个方面的管理及投入。

2) 按照“统筹规划、确保重点、优化资源”原则, 加大医院信息化财务投入。信息化系统属于双向流通系统, 数据信息的共享和传输能使信息反馈及时得到改进和完善, 医院领导能及时获得完整、准确的数据统计信息并据以进行科学决策。因而领导必须加强对于信息化重要性的重视程度, 下大力气加强信息化建设与管理。

3) 依据上述结论, 研究认为: 一是按照“统筹规划、确保重点、优化资源”原则, 加大医院财务信息化投入, 并且根据及时反馈的投入效果适度控制投入速度。

4) 如果要提升医疗效益, 要进一步强化医院人才队伍建设, 尤其是一线工作人员的队伍, 需要优化和精减。

#### 参考文献:

[1] 李训栋. 新医改下的医院信息化建设[J]. 中国医疗设备, 2011, 26(12): 88-89.

LI Xundong. The construction of hospital informazation with the new medical reform[J]. China Medical Devices, 2011,

- 26(12): 88-89.
- [2] 贾红志,刘勇,张保民,等.对医院信息化建设与管理的思考[J].计算机光盘软件与应用,2014,(22):150-151.  
JIA Hongzhi, LIU Yong, ZHANG Baomin, et al. Thoughts on the construction and management of hospital information[J]. Computer CD Software and Applications, 2014, (22): 150-151. (in Chinese)
- [3] Hawkes M A, Farez M F, Calandri I L, Ameriso SF. Perception of stroke symptoms and utilization of emergency medical services[J]. Arq Neuropsiquiatr, 2016, 74(11): 869-874.
- [4] Levin D C, Parker L, Rao V M. Recent trends in imaging use in hospital settings: implications for future planning[J]. J Am Coll Radiol, 2016: 38-42.
- [5] Morgan E M, Mara C A, Huang B, et al. Establishing clinical meaning and defining important differences for patient-reported outcomes measurement information system (PROMIS) measures in juvenile idiopathic arthritis using standard setting with patients, parents, and providers[J]. Qual Life Res, 2016(5): 48-51.
- [6] Santo K, Richtering S S, Chalmers J, et al. Mobile phone apps to improve medication adherence: a systematic stepwise process to identify high-quality apps[J]. Jmir Mhealth Uhealth, 2016, 4(4): 132.
- [7] 曹奕雯,陶蕾.PACS 关键技术及国内应用[J].医疗卫生装备,2011,32(01):77-80.  
CAO Yiwen, TAO Qaing. Key technologies and domestic application of PACS[J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2011, 32(01): 77-80. (in Chinese)
- [8] 徐金建,王伟.剖析电子病历系统应用体系架构[J].当代医学,2010,16(15):6-8.  
XU Jinjian, WANG Wei. Analyzing the application system of electronic medical record system[J]. Contemporary Medicine, 2010, 16(15): 6-8. (in Chinese)
- [9] 肖燕,阮小明.湖北区域医疗联合体的实践与思考[J].中国医院管理,2012,32(10):12-13.  
XIAO Yan, RUAN Xiaoming. Practice and reflection on regional medical commonwealth in hubei[J]. Chinese Hospital Management, 2012, 32(10): 12-13. (in Chinese)
- [10] 廖鹏.医院移动护理信息系统建设效益评估研究[J].信息化建设,2016,(02):166.  
LIAO Peng. Benefit evaluation of hospital mobile nursing information system construction [J]. Informatization Construction, 2016, (02): 166. (in Chinese)
- [11] 甄乐,王冉.医院信息化建设过程中存在的问题与对策分析[J].现代国企研究,2015,(24):167.  
ZHEN Le, WANG Ran. Analysis of problems and countermeasures in the process of hospital information construction[J]. Modern SOE Research, 2015, (24): 167. (in Chinese)
- [12] 颜虹.医学统计学[M].第二版.北京:人民卫生出版社,2010:215.  
YAN Hong. Medical statistics(2th)[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010: 215. (in Chinese)
- [13] 李昕,张明明.SPSS 22.0 统计分析(从入门到精通)[M].北京:电子工业出版社,2015:119-124.  
LI Xin, ZHANG Mingming. SPSS 22 statistical analysis (from entry to the master)[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2015: 119-124. (in Chinese)
- [14] Du Y, Zhang Y, Zhao X, Wang X. Risk evaluation of bogie system based on extension theory and entropy weight method[J]. Computer Intell Neurosci, 2014, 2014: 195752.
- [15] Xu Y D, Jiang M, Chen R C, Fang J Q. Evaluation of the efficacy and safety of corticosteroid in the treatment of severe SARS in Guangdong province with multi-factor regression analysis[J]. Chinese Critical Care Medicine, 2008, 20(2): 84-87.
- [16] 谢中华.MATLAB 统计分析与应用:40 个案例分析[M].北京:北京航空航天大学出版社,2012.  
XIE Zhonghua. Statistical analysis and application of XIE MATLAB: 40 case studies[M]. Beijing: Beihang University Press, 2012. (in Chinese)