

上海市卫生总费用预测及影响因素分析

——基于灰色模型

傅文玖

上海工程技术大学管理学院, 上海
Email: 1173857917@qq.com

收稿日期: 2021年7月5日; 录用日期: 2021年8月4日; 发布日期: 2021年8月11日

摘要

目的: 科学预测上海市卫生总费用的支出趋势及筹资结构, 并从人口、经济、政策、卫生等角度分析影响上海市卫生总费用的因素, 为上海市医疗卫生部门制定医疗卫生政策、发展医疗卫生事业控制医疗卫生费用提出合理意见。方法: 数据来源于2010~2017年上海市统计年鉴, 采用GM(1,1)灰色预测模型灰色关联模型对上海市卫生总费用进行预测和影响因素关联度分析。结果: 2018~2027年十年内, 上海市卫生总费用、政府卫生支出、社会卫生支出和个人卫生支出均出现不断上升的趋势; 农村居民人均可支配收入、农村居民医疗卫生支出占人均消费支出的比重、城镇居民人均可支配收入的灰色关联度排在前三位, 而常住人口数量和政府卫生支出占总支出的比重排在末两位。结论: 上海市卫生筹资结构更加合理, 人民健康水平不断提升, 经济因素和卫生消费因素是影响上海市卫生总费用的主要因素, 政策因素、人口因素中的常住人口数量对上海市卫生总费用影响最弱。

关键词

卫生总费用, 预测, 影响因素, 上海

Prediction and Analysis of Influencing Factors of Total Health Expenditure in Shanghai

—Based on Grey Model

Wenjiu Fu

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai
Email: 1173857917@qq.com

Received: Jul. 5th, 2021; accepted: Aug. 4th, 2021; published: Aug. 11th, 2021

Abstract

Objective: To scientifically predict the expenditure trend and financing structure of the total health expenses in Shanghai, analyze the factors affecting the total health expenses in Shanghai from the perspectives of population, economy, policy and health, and put forward reasonable suggestions for the medical and health departments in Shanghai to formulate the medical and health policies and develop the medical and health undertakings to control the medical and health expenses. **Methods:** The data were obtained from the statistical yearbook of Shanghai from 2010 to 2017. The GM(1,1) grey prediction model and grey correlation model were used to predict the total health expenditure in Shanghai and analyze the correlation degree of influencing factors. **Results:** In the decade from 2018~2027, the total health expenditure, government health expenditure, social health expenditure and personal health expenditure of Shanghai all showed a rising trend; per capital disposable income of rural residents, the proportion of rural residents' medical and health expenditure in per capita consumption expenditure, and the grey correlation degree of per capita disposable income of urban residents rank the first three, while the number of permanent residents and the proportion of government health expenditure in the total expenditure rank the last two. **Conclusion:** The Shanghai health financing structure is more reasonable, improve people's health level, economic factors and health consumption are the main factors influencing the total health expenses in Shanghai, policy factors, the number of the population of permanent residents in demographic factors influence on the total health expenses in Shanghai the weakest.

Keywords

Total Health Expenditure, To Predict, Influencing Factors, Shanghai

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

卫生总费用是指某一地区在一定时期内(通常指1年),为开展卫生服务活动从全社会筹资的卫生资源的货币总和,是衡量一个国家或地区卫生投入和卫生筹资政策以及卫生资金利用情况的指标[1]。卫生总费用是政府卫生支出、社会卫生支出和个人卫生支出的总和。卫生总费用及其构成在很大程度上可以反映出国家、社会及个人对健康的重视程度及对医疗卫生费用的负担水平[2]。随着国民经济和卫生事业的不断发展,我国的卫生总费用不断增多,给政府、社会和个人带来了比较大的经济负担,而现如今,“健康中国2030”已成为一项国家战略,如何实现“健康中国”目标成为政府工作和各界关注的焦点,卫生总费用的增长趋势与结构的合理性直接关系到“健康中国2030”战略目标的实现[3]。通过对卫生总费用进行有效预测,了解其变化趋势和重要影响指标的变化,对于优化卫生资源配置、制定卫生规划、发展卫生事业具有重要意义。上海市作为经济中心,其医疗卫生水平和经济水平都优于其他地区,同时,上海市为全国医改先行城市,通过不断的对医疗卫生事业进行完善和改革,逐步形成了有自身特色的“上海模式”,而研究卫生总费用对深化医疗体制改革,发展医疗卫生事业具有重要意义,因此本文选择对上海市的卫生总费用进行科学合理的预测,并分析影响卫生总费用的因素,能够对上海市医疗卫生事业的发展提供现实意义,同时为全国其他地区的医疗卫生改革和发展提供借鉴意义。

2. 上海市卫生总费用现状分析

从卫生费用角度来看, 2002 年~2017 年, 上海市卫生总费用呈现整体上升趋势, 政府卫生支出、社会卫生支出、个人卫生支出也呈现整体上升趋势, 卫生总费用从 2001 年的 202.63 亿元上升到 2017 年的 2087.09 亿元, 翻了 10 倍, 其中社会卫生支出上升速度最快, 超过了总卫生费用支出, 翻了 12 倍, 政府卫生支出增长速度与总费用基本持平, 个人卫生支出增长速度低于总费用。上海市人均卫生费用也出现上涨趋势, 从 2001 年的 1233 元上涨到 2017 年的 8611 元, 增长幅度较大。

从构成角度来看, 社会卫生支出占总费用的一半以上, 占比最重, 政府卫生支出和个人卫生支出占比较小, 且比例接近, 总体来看, 2001~2017 年, 社会卫生支出占比呈现上升趋势, 从 48.8% 上升到 58.0%。政府卫生支出和个人卫生支出占比呈现下降趋势, 政府卫生支出占比从 22.6% 降低到 21.5%, 个人卫生支出占比从 29.0% 下降到 20.5%, 个人卫生支出占比下降趋势比较明显, 且 2007 年以前, 政府卫生支出占比小于个人卫生支出占比, 2007 年以后, 政府卫生支出占比渐渐超过个人卫生支出。

总之, 到 2017 年, 上海市卫生总费用支出处于增长状态, 并且社会卫生支出占比高于政府卫生支出和个人卫生支出占比, 见表 1。

Table 1. Total health expenditure and its composition in Shanghai from 2001 to 2017

表 1. 2001~2017 年上海市卫生总费用及其构成情况

年份	卫生总费用		其中			比重(%)		人均卫生费用 (元)
	(亿元)	政府卫生支出	社会卫生支出	个人现金卫生支出	政府卫生支出	社会卫生支出	个人卫生支出	
2001	202.63	45.70	98.01	58.93	22.6	48.4	29.0	1233
2002	220.31	40.65	121.14	58.52	18.5	55.0	26.5	1356
2003	266.19	51.30	151.60	63.29	19.3	56.9	23.8	1556
2004	315.48	59.54	170.14	85.80	18.9	53.9	27.2	1811
2005	362.13	70.30	199.44	92.39	19.4	55.1	25.5	2036
2006	401.46	77.13	226.39	97.94	19.2	56.4	24.4	2212
2007	485.67	99.39	278.50	107.79	20.5	57.3	22.2	2614
2008	559.83	135.82	314.97	109.04	24.2	56.3	19.5	2965
2009	656.66	141.30	366.90	148.45	21.5	55.9	22.6	3418
2010	751.99	177.20	419.82	154.96	23.6	55.8	20.6	3266
2011	931.00	215.70	521.62	193.68	23.2	56.0	20.8	3966
2012	1092.35	232.49	646.51	213.35	21.3	59.2	19.5	4589
2013	1248.68	250.82	740.42	257.44	20.1	59.3	20.6	5170
2014	1347.79	275.29	792.51	279.99	20.4	58.8	20.8	5556
2015	1536.60	319.94	882.39	334.27	20.8	57.4	21.8	6362
2016	1838.00	430.73	1061.74	345.53	23.4	57.8	18.8	7596
2017	2087.09	449.64	1209.53	427.92	21.5	58.0	20.5	8611

数据来源: 上海市统计年鉴(2019)。

3. 基于灰色 GM(1,1)模型上海市卫生总费用预测分析

本文以 2010~2017 年上海市卫生总费用及构成状况为参考, 预测未来十年的上海市卫生总费用。

3.1. 级比检验, 建模可行性分析

3.1.1. 建立上海市卫生总费用时间序列

$$\begin{aligned} X^{(0)} &= (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(8)) \\ &= (751.99, 931.00, 1092.35, 1248.68, 1347.79, 1536.60, 1838.00, 2087.09) \end{aligned}$$

3.1.2. 求级比

$$\begin{aligned} \sigma(k) &= \frac{x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k)} \\ \sigma &= (\sigma(2), \sigma(3), \dots, \sigma(8)) = (0.81, 0.85, 0.87, 0.93, 0.88, 0.84, 0.88) \end{aligned}$$

3.1.3. 级比判断

经过计算, 该数列所有的级比数值都属于区间 $\sigma(k) \in \left(e^{-\frac{2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}} \right)$ 即属于

$\sigma(k) \in [0.800737403, 1.248848869]$ ($k = 2, 3, \dots, 8$) 内, 故可以用 $X^{(0)}$ 作满意的 GM(1,1) 建模。

3.2. 用 GM(1,1) 建模

3.2.1. 对原始数据 $X^{(0)}$ 作一次累加

$$X^{(1)}(k) = \sum_{m=1}^k X^{(0)}(m) \quad (k = 1, 2, 3, \dots, 8) \text{ 得:}$$

$$\begin{aligned} X(1) &= (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(8)) \\ &= (751.99, 1682.99, 2775.34, 4024.02, 5371.81, 6908.41, 8746.41, 10833.50) \end{aligned}$$

3.2.2. 构造数据矩阵 B 及数据向量 Y

$$Z = \begin{pmatrix} Z^{(1)}(2) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] = 1217.49 \\ Z^{(1)}(3) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] = 2229.17 \\ Z^{(1)}(4) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(3) + x^{(1)}(4)] = 3399.68 \\ Z^{(1)}(5) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(4) + x^{(1)}(5)] = 4697.92 \\ Z^{(1)}(6) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(5) + x^{(1)}(6)] = 6140.11 \\ Z^{(1)}(7) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(6) + x^{(1)}(7)] = 7828.41 \\ Z^{(1)}(8) = \frac{1}{2}[x^{(1)}(7) + x^{(1)}(8)] = 9789.96 \end{pmatrix}$$

于是得到:

$$B = \begin{pmatrix} -Z^{(1)}(2) & 1 \\ -Z^{(1)}(3) & 1 \\ -Z^{(1)}(4) & 1 \\ -Z^{(1)}(5) & 1 \\ -Z^{(1)}(6) & 1 \\ -Z^{(1)}(7) & 1 \\ -Z^{(1)}(8) & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1217.49 & 1 \\ -2229.17 & 1 \\ -3399.68 & 1 \\ -4697.92 & 1 \\ -6140.11 & 1 \\ -7827.41 & 1 \\ -9789.96 & 1 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ x^{(0)}(4) \\ x^{(0)}(5) \\ x^{(0)}(6) \\ x^{(0)}(7) \\ x^{(0)}(8) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 931.00 \\ 1092.35 \\ 1248.68 \\ 1347.79 \\ 1536.60 \\ 1838.00 \\ 2087.09 \end{pmatrix}$$

3.2.3. 最小二乘法估计求参数列 $P = (a, b)^T$

经过计算 $B^T B$, $(B^T B)^{-1}$, $(B^T B)^{-1} \times B^T \times Y$, 得到 $\hat{a} = -0.132909927$, $\hat{b} = 769.9371871$ 。

3.2.4. 建立模型

$X^{(0)}(k) - 0.132909927Z^{(1)}(k) = 769.9371871$ 解得时间响应序列为:

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{\hat{b}}{\hat{a}} \right) e^{-\hat{a}k} + \frac{\hat{b}}{\hat{a}} = 6544.914614e^{0.132909927k} - 5792.924614$$

3.2.5. 求生成数列值及模型还原值

令 $k=1,2,\dots,7$ 代入时间响应函数可算得 $\hat{x}^{(1)}(1) = \hat{x}^{(0)}(1) = x^{(1)}(1) = 751.99$ 其中取由累减生成 $\hat{x}^{(0)}(k) = \hat{x}^{(0)}(k) - x^{(0)}(k-1)$, 得还原值:

$$\begin{aligned} \hat{x}^{(0)} &= (\hat{x}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(8)) \\ &= (751.99, 930.34, 1062.59, 1213.63, 1386.14, 1583.18, 1808.22, 2065.26) \end{aligned}$$

4. 模型检验

残差和相对残差

计算得出模型残差和相对残差见表 2。

Table 2. GM (1,1) model test table
表 2. GM(1,1)模型检验表

序号	年份	原始值	预测值	残差	相对残差
1	2010	751.99	751.99	0	0
2	2011	931.00	930.34	0.66	0.07%
3	2012	1092.35	1062.59	29.7	2.72%
4	2013	1248.68	1213.63	35	2.81%
5	2014	1347.79	1386.14	-38	-2.85%
6	2015	1536.60	1583.18	-46	-3.03%
7	2016	1838.00	1808.22	29	1.62%
8	2017	2087.09	2065.26	21	1.05%

计算原始序列标准差 S_1 及残差标准差 S_2 ，后得出后验差比值 C 值和最小误差概率 P 值，基于 C 值与 P 值进行预测模型的残差检验以及拟合效果分析，其中 C 值越小且 P 值越大拟合效果越好[4]，模型拟合精度表见表 3。

Table 3. Fitting accuracy of GM(1,1) prediction model
表 3. GM(1,1)预测模型拟合精度表

模型拟合精度等级	后验差比值 C	最小误差概率 P	a 值(预测最佳周期)
好	$C \leq 0.35$	$0.95 \leq P$	$-a \leq 0.3$ (适用于短中长期预测)
合格	$0.35 < C \leq 0.5$	$0.80 \leq P < 0.95$	$0.3 < -a \leq 0.50$ (可进行短期预测)
勉强	$0.50 < C \leq 0.65$	$0.70 \leq P < 0.80$	$0.50 < -a \leq 0.80$ (仅适用于短期预测)
不合格	$P < 0.70$	$P < 0.70$	$0.80 < -a \leq 1$ (不建议进行预测)

平均相对误差： $\varepsilon(\text{avg}) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n |\varepsilon(k)| = 0.003$ ， $S_1 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [X^{(0)}k - \bar{X}]^2} = 451.3402353$ ，
 $S_2 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n [E(k) - \bar{E}]^2} = 0.022551261$ 后验差比值 $C = \frac{S_2}{S_1} = 0.00005$ ，精度
 $P = P(|E(k) - \bar{E}| < 0.6745S_1) = 1$ ，经验证，该模型的精度较高，可以进行预测。

运用同样的方法，对政府卫生支出，社会卫生支出和个人卫生支出进行级比检验，三者均通过检验，因此三者都可以建立 GM(1,1)模型，经过计算，政府卫生支出、社会卫生支出和个人卫生支出的 \hat{a} 值分别为： -0.140224438 ， -0.13159751 ， -0.129027757 ， \hat{b} 分别为： 156.7298986 ， 452.9867452 ， 160.0222485 。所以三者的 GM(1,1)灰色预测模型分别为：

$$\text{政府卫生支出: } \hat{X}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{\hat{b}}{\hat{a}} \right) e^{-\hat{a}k} + \frac{\hat{b}}{\hat{a}} = 1294.907445e^{0.140224438k} - 1117.707445$$

$$\text{社会卫生支出: } \hat{X}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{\hat{b}}{\hat{a}} \right) e^{-\hat{a}k} + \frac{\hat{b}}{\hat{a}} = 3862.033643e^{0.13159751k} - 3442.213643$$

$$\text{个人卫生支出: } \hat{X}^{(1)}(k+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{\hat{b}}{\hat{a}} \right) e^{-\hat{a}k} + \frac{\hat{b}}{\hat{a}} = 1395.175689e^{0.129027757k} - 1240.215689$$

三者的平均相对误差分别为： 0.004891689 ， 0.00119006 ， 0.001190304 ，后验差比值 C 分别为： 0.000653093 ， 0.000126414 ， 0.000364394 ，均小于 0.35，模型精度 p 都为 1，因此都可以进行预测。

基于以上分析，本文对上海市 2018~2027 年十年的卫生总费用进行预测，预测结果见表 4：

Table 4. Predicted value of total health expenditure and financing structure in Shanghai from 2018 to 2027
表 4. 2018~2027 年上海市卫生总费用及筹资结构预测值

年份	政府卫生支出 /亿元	占比/%	社会卫生支出 /亿元	占比/%	个人卫生支出 /亿元	占比/%	累加总费用/ 亿元	预测卫生总费 用/亿元
2018	520.19	22.05	1364.64	57.85	474.11	20.10	2358.94	2358.83
2019	598.49	22.21	1556.57	57.77	539.41	20.02	2694.47	2694.13
2020	688.58	22.37	1775.50	57.69	613.70	19.94	3077.79	3077.09
2021	792.24	22.53	2025.23	57.61	698.22	19.86	3515.68	3514.49

Continued

2022	911.49	22.70	2310.07	57.52	794.38	19.78	4015.95	4014.07
2023	1048.70	22.86	2634.98	57.44	903.78	19.70	4587.47	4584.65
2024	1206.56	23.02	3005.59	57.35	1028.25	19.62	5240.41	5236.35
2025	1388.19	23.19	3428.33	57.27	1169.87	19.54	5986.38	5980.68
2026	1597.16	23.35	3910.52	57.18	1330.98	19.46	6838.66	6830.82
2027	1837.58	23.52	4460.53	57.10	1514.29	19.38	7812.40	7801.80

由表4可知,2018~2027十年内,上海市卫生总费用继续呈现上升趋势,从2358.83亿元上涨到7801.80亿元,涨了三倍。在筹资结构上,政府卫生支出、社会卫生支出和个人卫生支出也呈上升趋势,政府卫生支出由520.19亿元上涨到1837.58亿元,社会卫生支出由1364.64亿元上涨到4460.53亿元,个人卫生支出由474.11亿元上涨到1514.29亿元。在各项支出所占总费用的比例上,政府卫生支出占比从22.05%上升到23.52%,呈现上升趋势,社会卫生支出虽然占比仍然最大,超过卫生总费用的一半,但是呈现下降趋势,从57.85%下降到57.10%,个人卫生支出占比也呈现下降趋势,从20.10%下降到19.38%。这说明,政府越来越注重医疗卫生方面的投入,为实现“健康中国”目标不断加大财政支持,个人卫生支出水平的下降,说明人民的健康水平越来越高,“健康中国”的目标渐渐实现,全民健康素养水平不断提升[5]。

5. 上海市卫生总费用的影响因素关联度分析

卫生费用的增长受到各种因素的影响,由于其内涵和外延均不确定,因此资料呈现灰色特性[6]。而灰色关联分析理论是从多个因素中确定主因素的优势对比的一种理念,它定量描述了系统内部结构之间的联系[7]。它的基本思想就是通过分析比较数列指标的变化对参考数列指标的影响来判断关联程度,关联度越大,表示关联程度越强,关联度越小,表示关联程度越弱。因此,本文选择灰色关联模型对上海市卫生总费用的影响因素进行关联分析。

5.1. 指标的确定

卫生总费用受到包括经济、人口、社会政策、卫生资源等各种因素的影响,通过整合相关学者对卫生总费用影响因素的研究[8][9][10][11],本文从人口变动情况、社会经济状况、卫生资源利用情况、卫生资源提供情况等角度确定了12个影响上海市卫生总费用的因素,见表5。将卫生总费用确定为参考序列 X_0 。

Table 5. Index classification of total health expenditure in Shanghai

表5. 影响上海市卫生总费用的指标分类

指标分类	指标名称	指标表达式
人口因素	常住人口数量/万人	X_1
	老龄化指数/%	X_2
	人均GDP/元	X_3
社会经济因素	城镇居民人均可支配收入/元	X_4
	农村居民人均可支配收入/元	X_5

Continued

卫生消费因素	城镇居民医疗卫生支出占人均消费支出的比重/%	X_6
	农村居民医疗卫生支出占人均消费支出的比重/%	X_7
卫生资源利用因素	门诊人次/万人	X_8
	住院人次/万人	X_9
卫生资源提供因素	卫生技术人员数量/万人	X_{10}
	卫生机构床位数/万张	X_{11}
政策因素	政府卫生支出占总支出的比重/%	X_{12}

5.2. 指标相关情况

如表 6 所示, 上海市卫生总费用影响因素各项指标基本呈上升趋势。其中, 参考指标卫生总费用呈现稳步上涨趋势, 人口因素中老龄化比重呈现上升趋势, 但是常住人口数量在 2014 年达到峰值, 随后呈现不确定性变化, 经济因素、卫生资源利用情况、卫生资源提供情况都呈现上升趋势。

Table 6. Original data of total health expenditure and influencing factors in Shanghai from 2010 to 2017
表 6. 2010~2017 年上海市卫生总费用及影响因素原始数据

年份	X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
2010	751.99	2302.66	23.44	77,275	31,838	13,746	4.3	5.7	21,002.46	285.68	13.54	10.51	5.36
2011	931.00	2347.46	24.50	84,037	36,230	15,644	4.5	8.1	20,205.30	268.28	13.91	10.71	5.51
2012	1092.35	2380.43	25.74	86,969	40,188	17,401	3.9	8.5	21,402.13	298.80	14.61	10.96	5.56
2013	1248.68	2415.15	27.06	92,852	43,851	19,208	4.8	8.8	24,093.28	314.66	15.64	11.43	5.54
2014	1347.79	2425.68	28.77	99,438	47,710	21,192	4.7	8.5	25,834.62	345.08	16.40	11.75	5.31
2015	1536.60	2415.27	30.21	106,009	52,962	23,205	6.4	9.1	26,522.32	362.33	17.02	12.28	5.17
2016	1838.00	2419.70	31.57	116,582	57,692	25,520	7.1	10	26,605.02	394.55	17.82	12.92	6.23
2017	2087.09	2418.33	33.23	126,634	62,596	27,825	6.5	8.1	27,342.32	420.00	18.80	13.46	5.96

5.3. 灰色关联分析

5.3.1. 初值化处理

采用初值法, 对参考数列和比较数列的各项指标进行无量纲处理, 初值化结果见表 7。

Table 7. Initial value processing results
表 7. 初值化处理结果

	2010 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
X'_0	1	1.45261	1.66050	1.79230	2.04338	2.44418	2.77542
X'_1	1	1.03377	1.04885	1.05343	1.04890	1.05083	1.05023
X'_2	1	1.09812	1.15444	1.22739	1.28882	1.34684	1.41766
X'_3	1	1.12545	1.20158	1.28681	1.37184	1.50866	1.63874
X'_4	1	1.26227	1.37732	1.49852	1.66348	1.81205	1.96608

Continued

X'_5	1	1.26590	1.39735	1.54168	1.68813	1.85654	2.02423
X'_6	1	0.90698	1.11628	1.09302	1.48837	1.65116	1.51163
X'_7	1	1.49123	1.54386	1.49123	1.59649	1.75439	1.42105
X'_8	1	1.01903	1.14716	1.23008	1.26282	1.26676	1.30186
X'_9	1	1.04593	1.10144	1.20792	1.26831	1.38109	1.47018
X'_{10}	1	1.07903	1.15510	1.21123	1.25702	1.31610	1.38848
X'_{11}	1	1.04282	1.08754	1.11798	1.16841	1.22931	1.28069
X'_{12}	1	1.03731	1.03358	0.99067	0.96455	1.16231	1.11194

5.3.2. 求差数列找最大最小值

对初值化后的参考数列和比较数列求差，找出最大最小值分别为 $MIN = 0$ ， $MAX = 1.72519$ 。求差数列结果见表 8。

Table 8. Difference sequence results

表 8. 求差数列结果

	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
$ X'_1 - X'_0 $	0	0.21859	0.41884	0.61165	0.73887	0.99447	1.39335	1.72519
$ X'_2 - X'_0 $	0	0.19283	0.35449	0.50606	0.56491	0.75456	1.09734	1.35776
$ X'_3 - X'_0 $	0	0.15054	0.32716	0.45892	0.50549	0.67154	0.93552	1.13668
$ X'_4 - X'_0 $	0	0.10010	0.19035	0.28318	0.29377	0.37989	0.63213	0.80934
$ X'_5 - X'_0 $	0	0.09997	0.18672	0.26315	0.25061	0.35525	0.58764	0.75120
$ X'_6 - X'_0 $	0	0.19154	0.54564	0.54422	0.69927	0.55501	0.79302	1.26379
$ X'_7 - X'_0 $	0	0.18300	0.03862	0.11664	0.30107	0.44689	0.68980	1.35437
$ X'_8 - X'_0 $	0	0.27600	0.43358	0.51334	0.56222	0.78056	1.17742	1.47356
$ X'_9 - X'_0 $	0	0.29896	0.40669	0.55906	0.58437	0.77507	1.06309	1.30525
$ X'_{10} - X'_0 $	0	0.21072	0.37359	0.50540	0.58107	0.78636	1.12808	1.38694
$ X'_{11} - X'_0 $	0	0.21902	0.40980	0.57297	0.67431	0.87497	1.21488	1.49474
$ X'_{12} - X'_0 $	0	0.21006	0.41530	0.62692	0.80163	1.07883	1.28187	1.66348

5.3.3. 关联系数计算

参考数列 X_0 有十二个比较数列 X_1, X_2, \dots, X_{12} ，各比较数列与参考数列的差值的最小值和最大值分别为 0 和 11.72519，可以用以下公式来计算各点的关联度：

$$\xi_{ij}(t) = \frac{\Delta_{\min} + k\Delta_{\max}}{\Delta_{ij}(t) + \Delta_{\max}}, t = 1, 2, 3, \dots, M \tag{1}$$

(1)式中， $\xi_{ij}(t)$ 为因素 X_j 对 X_i 在 t 时刻的关联系数， $\Delta_{ij}(t) = |X_i(t) - X_j(t)|$ ， $\Delta_{\max} = \max \max \Delta_{ij}(t)$ ， $\Delta_{\min} = \min \min \Delta_{ij}(t)$ ， k 为介于 $[0, 1]$ 区间上的灰数。 $\Delta_{ij}(t)$ 的最小值是 Δ_{\min} ，当它取最小值 0 时，关联系数 $\xi_{ij}(t)$ 取最大值 $\max \xi_{ij}(t) = 1$ 。

$$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{\Delta_{\min}}{\Delta_{\max}} \right) \leq \xi_{ij}(t) \leq 1 \quad (2)$$

在实际计算时, 取 $\Delta_{\min} = 0$, 这时有 $0.5 \leq \xi_{ij}(t) \leq 1$ 。根据这个方式, 计算出来各点的关联系数见表 9:

Table 9. Correlation coefficients of comparison series to reference series
表 9. 比较数列对参考数列的各点关联系数

	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
X_1	1	0.79782	0.67315	0.58511	0.53863	0.46449	0.38236	0.33333
X_2	1	0.81730	0.70874	0.63025	0.60427	0.53340	0.44011	0.38849
X_3	1	0.85141	0.72502	0.65273	0.63051	0.56227	0.47972	0.43145
X_4	1	0.89602	0.81922	0.75285	0.74595	0.69425	0.57709	0.51592
X_5	1	0.89614	0.82206	0.76624	0.77487	0.70830	0.59480	0.53451
X_6	1	0.81830	0.61254	0.61315	0.55228	0.60849	0.52101	0.40566
X_7	1	0.82498	0.95715	0.88089	0.74127	0.65873	0.55566	0.38909
X_8	1	0.75759	0.66549	0.62692	0.60541	0.52496	0.42284	0.36924
X_9	1	0.74262	0.67959	0.60675	0.59614	0.52672	0.44794	0.39790
X_{10}	1	0.80367	0.69779	0.63055	0.59750	0.52312	0.43332	0.38345
X_{11}	1	0.79751	0.67793	0.60088	0.56125	0.49644	0.41521	0.36592
X_{12}	1	0.80417	0.67501	0.57911	0.51832	0.44431	0.40224	0.34148

由上表的关联系数, 用平均值的方式, 求出各比较数列的灰色关联度: $\gamma_{ij} \approx \frac{1}{M} \sum_{t=1}^M \xi_{ij}(t)$ 得到如下结果: $r_1 = 0.58686$, $r_2 = 0.64032$, $r_3 = 0.66664$, $r_4 = 0.75016$, $r_5 = 0.76212$, $r_6 = 0.64143$, $r_7 = 0.75097$, $r_8 = 0.62156$, $r_9 = 0.62471$, $r_{10} = 0.63368$, $r_{11} = 0.61439$, $r_{12} = 0.59558$. 排序结果为表 10:

Table 10. Ranking of grey correlation degree of comparison sequence to reference sequence
表 10. 比较数列对参考数列的灰色关联度排序

	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}	r_{11}	r_{12}
排序	11	6	4	3	1	5	2	9	8	7	10	12

按照综合关联度大小对各因素的排序, 其关联度关系为 $X_5 > X_7 > X_4 > X_3 > X_6 > X_2 > X_{10} > X_9 > X_8 > X_{11} > X_1 > X_{12}$ 。

6. 结论

6.1. 卫生总费用与筹资结构的预测结果分析

2018~2027 十年内, 上海市卫生总费用稳步增长, 同时上海市卫生总费用的增长速率多年前就已经高于 GDP 增速, 卫生总费用占 GDP 的比重也逐年上升, 一方面, 一个国家或地区卫生总费用占 GDP 的比重可以反映其对卫生工作的支持力度和对人民健康的重视程度[12]。因此上海市卫生总费用上升意味着上海市政府高度重视卫生事业的发展 and 人民健康程度, 上海市医疗卫生事业蓬勃发展, 另一方面, 卫生

总费用占 GDP 比重过快增长, 会进一步推高财政赤字和债务水平[13]。对地区经济产生不利影响, 因此上海市在发展医疗卫生事业的过程中, 应采取措施控制医疗费用的过快增长, 把医疗费用增长速度控制在合理的范围之内。只有增长速度在合理区间内上升, 才能保证满足居民的合理卫生需求, 使得医疗卫生事业实现持续协调发展[3]。

从筹资构成角度来看, 政府卫生支出、社会卫生支出和个人卫生支出均呈现增长趋势, 政府卫生支出占比呈现上升趋势, 但是社会卫生支出占比和个人卫生支出占比出现下降趋势。有研究表明, 政府和社会筹资比例越高, 卫生支出越公平[14]。上海市的卫生筹资结构正在逐步走向公平化。政府卫生支出占比增长表明政府在卫生筹资工作中承担的责任越来越多, 政府越来越重视医疗卫生事业的发展[15]。个人卫生支出占比下降, 意味着居民健康水平提高, 国际研究指出, 居民个人卫生比例宜在 30% 以下, WHO 提出的目标为 15%~20% [14]。而经预测, 上海市的个人卫生支出占比从 2019 年开始持续小于 20%, 并且呈现下降趋势, 说明人民享受到了政府提供的卫生福利政策, 政府采取的卫生福利措施越来越有效, 人民健康水平稳步提升, 看病压力逐步减小, 上海市的卫生筹资体系越来越完善。

6.2. 影响因素的关联度结果分析

6.2.1. 经济发展和居民卫生消费是影响上海市卫生总费用的主要因素

从关联度排序可以看出, 人均 GDP 对卫生总费用的影响排在第 4 位, 说明人均 GDP 与卫生总费用的联系较为密切, 经济的增长使得居民对个人健康质量的要求越来越高, 对医疗卫生费用的支付能力也有所提高。农村居民人均可支配收入与城镇居民人均可支配收入分别位于第 3 位和第 1 位, 这说明社会经济持续增长, 个人收入稳定增加, 居民对改善自身健康状况和提高自身生命质量的要求越来越高, 而收入的增加导致居民对医疗卫生资源的购买能力增强, 因此人均可支配收入是促进医疗卫生费用不断增加的主要因素。城镇居民医疗卫生支出占人均消费支出和农村居民医疗卫生支出占人均消费支出的比重分别排在第 5 位和第 2 位, 这说明, 居民的消费支出结构发生了变化, 人民的基本生活日益得到了满足, 居民开始追求更高层次的生活满足, 医疗保健支出逐步增多, 使得卫生总费用增加。同时结果可以看出, 上海市农村居民医疗卫生支出对卫生总费用的影响要高于城镇居民, 一方面反映出上海市医疗卫生资源和医疗卫生服务情况存在城乡差异, 另一方面说明上海市农村经济发展迅速, 居民有了更多的钱去支付医疗保健费用, 农村居民的医疗保健意识不断增强。

6.2.2. 人口因素对卫生总费用的影响

人口因素的两个指标常住人口数量和老龄化指数对上海市卫生总费用的影响分别排第 11 位和第 6 位, 常住人口数量与卫生总费用关联度较弱, 因此常住人口数量不是影响上海市卫生总费用的关键指标。老龄化在我国是一个严峻的问题已经成为不争的事实, 随着年龄的增长, 人的健康状况会变得越来越差, 高血压等慢性病的发生几率也不断提高, 老龄化会显著提高人民对于医疗服务的潜在需求[16]。而对于人口老龄化对卫生总费用的影响, 大部分学者都认为人口老龄化是影响卫生总费用的重要因素, 但是在本文的研究结果中, 在影响上海市卫生总费用的 12 个因素中, 老龄化程度排名在中间位置, 并不是影响卫生总费用的关键性因素。上海是我国最早进入老龄化社会的城市, 也是我国老龄化程度最高的大型城市, 其各项针对老年人的政策和措施都比较完善[17], 并且由于上海市是经济和医疗水平都最发达的城市之一, 因此老年人享有的各种医疗资源和设施都比较先进和完备, 所以对于上海市来说, 人口老龄化程度对卫生总费用的影响程度没有其他因素明显。

6.2.3. 卫生资源因素和对卫生总费用的影响

卫生资源利用因素的两个指标门诊人次和住院人次分别排名第 9 和第 8 位, 卫生资源提供因素的两

个指标卫生技术人员数量和卫生机构床位量分别排名第7和第10位,因此可以看出卫生资源因素对上海市卫生总费用的影响较小,说明随着医疗改革事业的不断推进,医疗支付方式不断完善,居民享受的医疗优惠越来越大,即使门诊人次和住院人次是逐步上升的,但是由于“分级诊疗”“按病种付费”等制度的展开,人民“看病贵”等问题逐步得到解决,因此对卫生总支出费用的影响相对较小。从资源提供的角度来看,卫生技术人员数量和卫生机构床位数的增长对卫生总费用的影响并不大,说明上海市对医疗卫生资源的供给力度还不足,需要加大医疗卫生资源的供给。

6.2.4. 政策因素对卫生总费用的影响

政府对医疗服务市场进行宏观调控有着不可推卸的责任,政府的卫生支出对医疗资源的配置产生重要影响。2010~2017年,上海市政府卫生支出占总支出的比重为5%左右,在各项影响上海市卫生总费用的因素中排名最低,这一方面说明政府卫生事业投入力度不够大,另一方面说明政府卫生事业投入对卫生总费用的影响缺乏弹性,卫生总费用受政府卫生支出的影响较弱[6]。政府应该发挥宏观调控的作用,扩大支出规模,优化财政支出的比例,提高政府卫生支出的利用效率,充分发挥政府“无形的手”的作用。

参考文献

- [1] 李丽清, 钟蔓菁, 易飞, 刘巧艳. 我国卫生筹资水平的公平性分析[J]. 中国卫生经济, 2018, 37(1): 57-61.
- [2] 黄云霞, 杨练, 李胜, 孙群. 四川省卫生总费用趋势预测及方法探讨[J]. 中国卫生统计, 2015, 32(5): 836-838.
- [3] 王延赏, 李浣青, 孙华君, 邹佳辰, 马骏, 崔壮, 杜灼. 基于灰色马尔可夫模型的我国卫生总费用预测及影响因素研究[J]. 中国社会医学杂志, 2020, 37(1): 89-91.
- [4] 赵涛. 人力资源开发与管理[M]. 天津: 天津大学出版社, 2005.
- [5] 健康中国行动 2019~2030 [Z]. 卫生健康委网站, 2019-07-15.
- [6] 于洗河, 贾欢欢. 吉林省卫生总费用影响因素分析及规模预测——基于灰色系统理论的研究[J]. 吉林大学社会科学学报, 2020, 60(1): 130-140+222.
- [7] 蒋诗泉. 基于灰色理论的人口老龄化发展趋势及其影响因素研究——以安徽省为例[J]. 华东师范大学学报(哲学社会科学版), 2014, 46(3): 133-139+156.
- [8] 张晓溪, 李芬, 金春林. 2001~2017年上海市卫生总费用影响因素及发展趋势分析[J]. 卫生经济研究, 2019, 36(9): 29-32.
- [9] 薛浩, 田召召, 张晓星, 蒋淑敏, 李雪文, 张彦茹, 朱伟. 河南省卫生总费用影响因素的灰色关联分析[J]. 医学与社会, 2019, 32(12): 48-52.
- [10] 李秋莎, 尹文强, 宋燕楠, 刘倩, 黄亚男, 刘敏, 许小凤, 黄冬梅. 城镇化、老龄化及政府卫生支出对我国卫生总费用的影响研究[J]. 中国卫生经济, 2019, 38(9): 42-46.
- [11] 王卫红, 张云, 李婧, 侯积菲. 我国人均卫生费用的影响因素研究——基于主成分回归分析法[J]. 卫生软科学, 2020, 34(9): 52-55.
- [12] 丁海峰, 高凯, 姜茂敏. 基于灰色 GM(1, 1)模型的上海市卫生总费用预测研究[J]. 医学与社会, 2020, 33(6): 42-46.
- [13] 刘巧, 李丽清. 我国卫生总费用发展趋势与未来展望[J]. 中国全科医学, 2017, 20(7): 859-864.
- [14] 李相荣, 汤榕, 张晨曦, 马蛸婷. 我国卫生总费用影响因素分析[J]. 卫生软科学, 2018, 32(1): 50-53+58.
- [15] 刘鹏. 人口老龄化与经济增长下的医疗费用预测[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安电子科技大学, 2013.
- [16] 汪朝阳, 肖辉. 湖北省卫生总费用预测及影响因素研究[J]. 医学与社会, 2020, 33(10): 11-15+25.
- [17] 蒋收获, 谢洪彬, 袁璧翡, 朱素蓉, 卢伟. 健康服务业的发展特征与未来趋势分析[J]. 上海预防医学, 2019, 31(7): 527-532.