

基于GM(1,1)模型的山西省城乡居民个人医疗负担预测

李 扬

上海工程技术大学管理学院, 上海
Email: 995160081@qq.com

收稿日期: 2021年6月23日; 录用日期: 2021年7月15日; 发布日期: 2021年7月26日

摘 要

目的: 对山西省城乡居民个人卫生费用支出医疗经济负担变化趋势进行评价, 为卫生部门制定和调整医疗卫生政策提供合理参考。方法: 运用GM(1,1)模型对2018年~2022年的山西省城乡居民个人卫生费用支出及其占卫生总费用的比例进行预测。结果: 经预测, 2018年~2022年, 山西省城乡居民个人卫生费用支出占卫生总费用的比例将会呈现继续下降的态势, 将会由30.52%降低至27.10%, 下降了3.42%, 平均每年下降0.86%, 说明山西省城乡居民个人卫生费用支出的医疗经济负担将逐步减轻, “因病致贫, 因病返贫”风险发生的概率将会逐步减小, 其卫生筹资结构公平性将进一步得到优化。结论: 建议政府科学增加财政投入, 调整政府卫生支出内部结构; 积极支持社会卫生支出, 合理提高社会医疗保险报销比例; 积极支持商业健康保险的发展。

关键词

灰色预测, 个人卫生现金支出, 卫生总费用, 城乡居民, 医疗经济负担

Prediction of Individual Medical Burden of Urban and Rural Residents in Shanxi Province Based on GM(1,1) Model

Yang Li

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai
Email: 995160081@qq.com

Received: Jun. 23rd, 2021; accepted: Jul. 15th, 2021; published: Jul. 26th, 2021

Abstract

Objective: To evaluate the changing trend of the medical economic burden of personal health expenditures of urban and rural residents in Shanxi Province, to provide a reasonable reference for the health department to formulate and adjust medical and health policies. **Methods:** The GM(1,1) model was used to predict the personal health expenditures of urban and rural residents in Shanxi Province from 2018 to 2022 and their proportion in total health expenditures. **Results:** It is predicted that from 2018 to 2022, the proportion of personal health expenditures of urban and rural residents in Shanxi Province in total health expenditures will continue to decline, which will drop from 30.52% to 27.10%, a decrease of 3.42%. The annual decrease of 0.86% indicates that the medical economic burden of personal health expenditures for urban and rural residents in Shanxi Province will gradually be reduced, the probability of “poverty due to illness and return to poverty due to illness” will gradually decrease, and the fairness of its health financing structure will be further improved Get optimized. **Conclusion:** It is recommended that the government scientifically increase financial investment and adjust the internal structure of government health expenditures; actively support social health expenditures and reasonably increase the proportion of social medical insurance reimbursement; actively support the development of commercial health insurance.

Keywords

Grey Forecast, Personal Health Cash Expenditure, Total Health Expenditure, Urban and Rural Residents, Medical Economic Burden

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

个人卫生支出是卫生总费用结构的三大组成部分之一，它是城乡居民用来直接购买各类医疗卫生服务时所需支付的现金，以及在包括享受各种医疗保险制度的居民就医时自付的现金部分。可分为城镇居民、农村居民个人现金卫生支出，反映了城乡居民医疗卫生费用的负担程度[1]。对个人卫生支出占卫生总费用的比重进行分析，可较好地了解城乡居民在当地经济发展水平之下“因病致贫，因病返贫”风险发生的概率大小；反映出政府和社会对医疗卫生领域的重视程度，是评价、调整医疗卫生政策的指标之一[2]。根据《中国医改发展报告(2016)》显示，只有当个人卫生费用支出所占卫生总费用的比例下降到30%及以下的时候，城乡居民的医疗经济负担才会相对公平合理。”然而2017年时，该比例为32.09%，距30%的目标还有一定差距，山西省城乡居民个人的医疗卫生负担仍较重。本文对2018年~2022年山西省城乡居民人均个人卫生费用及其占人均卫生总费用的比例进行科学合理预测，并对山西省城乡居民个人卫生费用支出的医疗经济负担变化态势进行评价，为政府制定和调整医疗卫生政策提供合理参考。

2. 资料来源与方法

2.1. 资料来源

本研究中的数据资料来源于2013年~2019年《中国卫生和计划生育统计年鉴》和2018年~2019年《中国卫生健康统计年鉴》。从中选取了山西省卫生总费用、个人卫生支出、人均卫生总费用等数据指标。

2.2. 研究方法

本研究采用灰色理论中的灰色预测理论，选取山西省城乡卫生总费用及构成相关指标，通过构建灰色 GM(1,1)预测模型，对山西省未来几年的城乡居民个人卫生费用支出情况的变化发展。卫生总费用及其构成变化趋势进行预测分析。

2.3. 统计学方法

运用 MATLAB 7.0 软件对数据进行筛选、预处理、统计和分析，相关的模型建立与求解也均在 MATLAB 7.0 软件中进行。

3. 结果

在对山西省城乡居民个人卫生费用支出现状分析之前，为了消除人口因素对其影响，本文对山西省城乡居民个人卫生费用支出取人均值来计算，就可以算得其人均个人卫生费用支出的数值。

3.1. 基于 GM(1,1)模型的个人卫生支出占卫生总费用比例预测

通常，衡量居民个人疾病经济负担的大小，最常用的指标之一就是使用个人卫生费用支出的绝对值。然而，受到各种各样的因素影响，城乡(尤其是发展相对滞后的广大农村)居民之间的家庭人均收入、卫生费用支出等都有较大的差距，因此把治病较贵的程度用个人卫生费用支出的绝对值来衡量不尽科学合理与全面[3]。基于此，我们使用个人卫生费用占卫生总费用的比作为反映城乡居民个人经济负担大小的指标。见表 1 和图 1。

Table 1. Personal health expenditure accounts for the proportion of total health expenses
表 1. 个人卫生支出占卫生总费用的比重

年份	个人卫生支出 (亿元)	卫生总费用 (亿元)	占比(%)	人均个人卫生 支出(元)	人均卫生 总费用(元)	占比(%)
2011	199.02	559.01	35.60	553.87	1555.72	35.60
2012	235.65	665.04	35.43	652.62	1841.79	35.43
2013	267.44	732.80	36.50	736.79	2018.84	36.50
2014	281.46	798.49	35.25	771.56	2188.87	35.25
2015	305.40	922.93	33.09	833.48	2518.82	33.09
2016	303.00	975.76	31.05	823.00	2650.33	31.05
2017	349.13	1087.74	32.09	943.08	2938.24	32.09

3.2. 级比检验，建模可行性分析

由于灰色预测模型对有些情况的数列测出的值误差相当大，所以，这样的数列就不适合强行建立 GM(1,1)预测模型，因而在此之前通过对原始数列求“级比”数值的计算来预先大致判断 GM(1,1)预测模型是否可用很有必要[4]。

首先，对其人均个人卫生费用支出原始数据建立时间序列 $X^{(0)}$ ：设 $X^{(0)}$ 有 n 个观察值，即 $X^{(0)} = (X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(7)) = (553.87, 652.62, 736.79, 771.56, 833.48, 823.00, 943.08)$ ；其次，求级比值： $\sigma = (0.8486, 0.8858, 0.9549, 0.9257, 1.0127, 0.8726)$ ，发现所有的级比值都恰好在区间(0.778800783, 1.284025417)内，因此模型的建立能进行。

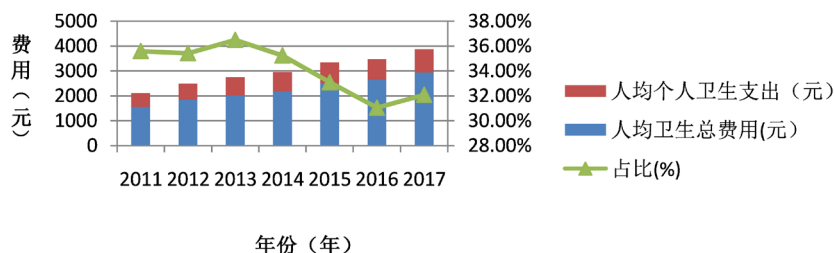


Figure 1. Per capita health expenditure of urban and rural residents in Shanxi Province 2011~2017

图 1. 2011~2017 年山西省城乡居民人均卫生费用占比图

3.3. 灰色 GM(1,1)模型的建立

首先, 我们对起始数据序列 $X^{(0)}$ 作累加计算, 然后就可以得到一个新数据序列 $X^{(1)}$: 即 $X^{(1)} = (X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(7)) = (553.87, 1206.49, 1943.28, 2714.84, 3548.32, 4371.32, 5314.4)$ 。其次, 构造均值数列, 即

$$Z^{(1)} = (Z^{(1)}(2), \dots, Z^{(1)}(7)) = (880.18, 1574.885, 2329.06, 3131.58, 3959.82, 4842.86) \quad [5].$$

$$Z = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}[X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)] \\ \frac{1}{2}[X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)] \\ \frac{1}{2}[X^{(1)}(3) + X^{(1)}(4)] \\ \frac{1}{2}[X^{(1)}(4) + X^{(1)}(5)] \\ \frac{1}{2}[X^{(1)}(5) + X^{(1)}(6)] \\ \frac{1}{2}[X^{(1)}(6) + X^{(1)}(7)] \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 880.18 \\ 1574.86 \\ 2329.06 \\ 3131.58 \\ 3959.82 \\ 4842.86 \end{pmatrix}$$

再次, 构造数据矩阵 B 和数据向量 Y :

$$Y = \begin{pmatrix} X^{(0)}(2) \\ X^{(0)}(3) \\ X^{(0)}(4) \\ X^{(0)}(5) \\ X^{(0)}(6) \\ X^{(0)}(7) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 652.62 \\ 736.79 \\ 771.56 \\ 833.48 \\ 823.00 \\ 943.08 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} -Z^{(1)}(2) \\ -Z^{(1)}(3) \\ -Z^{(1)}(4) \\ -Z^{(1)}(5) \\ -Z^{(1)}(6) \\ -Z^{(1)}(7) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -880.18 & 1 \\ -1574.86 & 1 \\ -2329.06 & 1 \\ -3131.58 & 1 \\ -3959.82 & 1 \\ -4842.86 & 1 \end{pmatrix}$$

然后, 经计算 $B^T B$, $(B^T B)^{-1}$, $\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y$, 由此可得到: $a = -0.063730361$, $b = 615.8435484$, $\frac{b}{a} = -9663.267863$, $X^{(0)}(1) - \frac{b}{a} = 10217.13786$ 。最后, 解得山西省城乡人均个人卫生费用支出的预测模型为: $X^{(1)}(k+1) = 10217.13786e^{0.063730361k} - 9663.267863$, 通过累减还原得到预测的值。

同样, 对山西省城乡居民人均卫生总费用作同样的步骤, 可以得到 $a = -0.093479056$, $b = 1612.402428$, $X^{(0)}(1) - \frac{b}{a} = 18804.52953$ 。因此, 最终可以得到其 GM(1,1)模型为: $X^{(1)}(k+1) = 18804.52953e^{0.093479056k} - 17248.80953$, 通过累减还原得到预测的值。

3.4. 模型的拟合检验

GM(1,1)模型需要精度合适才能用以对未来的预测。通常, 为了检验预测模型是不是可靠, 常用后验差比值法[6]。

经计算可知, 山西省城乡居民人均个人卫生费用支出的平均相对误差为-0.000552312, 标准差 $S_1 = 127.524178$, 标准差 $S_2 = 0.03062069$, 后验差比值 $C = 0.000240117$, 小误差概率 $P = 1$ 。同理, 计算得到山西省城乡居民人均卫生总费用支出的平均相对误差为 0.000423798, 标准差 S_1 为 485.0832966, 标准差 S_2 为 0.014927322, 后验差比值 C 为 0.0000307727, 小误差概率 $P = 1$ 。由表 2 可以看出 $C < 0.35, P \geq 0.95$, 其精准度为 1 级(优秀), 预测效果好, 且 2 个模型的 $-a < 0.3$, 故可以用以对未来中、长期的预测。测出的数值也与原始值走势几乎一致。见图 2、图 3。

Table 2. Model accuracy level evaluation standard
表 2. 模型精度等级评定标准

预测精度	后验差比值 C	小误差概率 P
1 级(优秀)	<0.35	≥ 0.95
2 级(合格)	<0.5	≥ 0.80
3 级(勉强合格)	<0.65	≥ 0.70
4 级(不合格)	≥ 0.65	<0.70

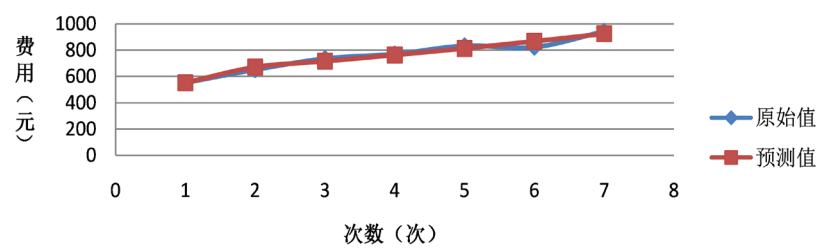


Figure 2. Per capita personal health expenditure fitting effect
图 2. 人均个人卫生支出拟合效果

3.5. 对 2018 年~2022 年山西省人均个人卫生支出进行预测

对 2018 年~2022 年的人均个人卫生费用支出预测, 然后算出其占人均卫生总费用的比例, 可知山西省城乡居民人均个人卫生费用支出占人均卫生总费用的比将继续之前的下降趋势, 并且在 2019 年的时候将可能下降至 30%以内, 即 29.63% [7], 到 2022 年的时候可能降至 27.1%。见表 3、图 4 和图 5。

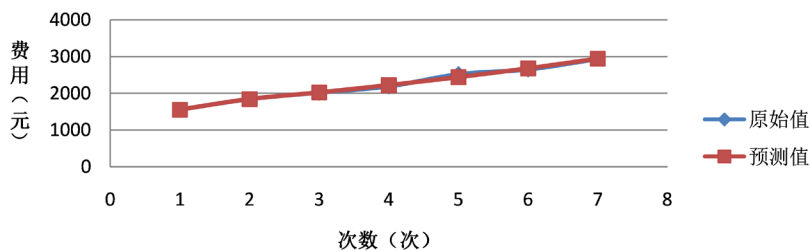


Figure 3. Effectiveness of total per capita health expenses
图 3. 人均卫生总费用支出拟合效果

Table 3. People’s personal health expenditure and its total cost proportion of health expenses in 2018~2022
表 3. 2018~2022 年人均个人卫生支出及其占卫生总费用比重预测值

年份	人均个人卫生费用支出(元)	人均卫生总费用支出(元)	占比(%)
2018	985.50	3228.63	30.52
2019	1050.35	3545.00	29.63
2020	1119.46	3892.36	28.76
2021	1193.13	4273.76	27.91
2022	1271.64	4692.54	27.10

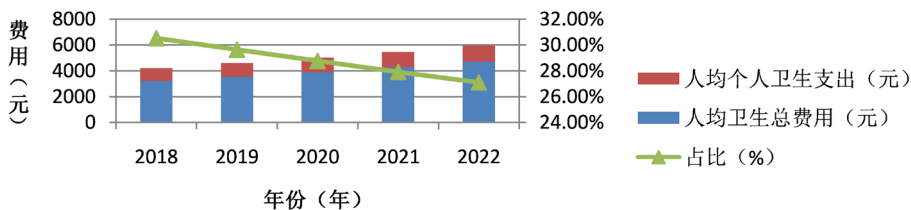


Figure 4. Per capita personal health expenditure and accounting map of Shanxi Province 2018~2022
图 4. 2018~2022 年山西省人均个人卫生支出及占比图

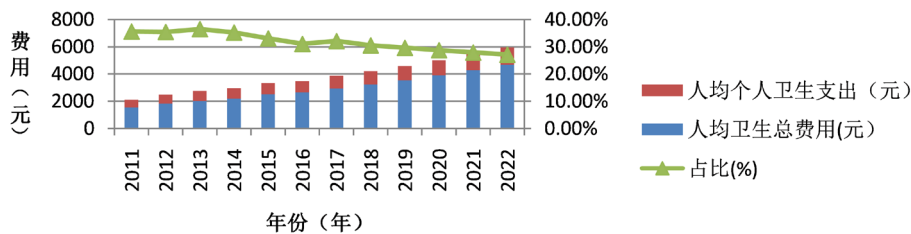


Figure 5. Per capita personal health expenditure and accounting map of Shanxi Province, 2011~2022
图 5. 2011~2022 年山西省人均个人卫生支出及占比图

4. 讨论与结论

2011 年~2017 年，山西省人均个人卫生费用从 553.87 元增长到了 943.08 元，以年均 9.28% 的速度较快增长。一方面说明当地经济发展好了，其人均总收入也在增加，那么医疗保健的消费需求和能力也相应的增加了，因此带来医疗保健费用的增加，一定程度上可以提高总体健康水平；另一方面居民个人医疗费用过快增长，尤其对医疗卫生资源相对薄弱的广大农村居民个人而言，不仅不利于其健康水平的进

一步提高,反而会加重其经济负担,导致治病较贵的出现,甚至会加大农村居民“因病致贫,因病返贫”的风险概率。这不利于农民、农村、农业的健康稳定发展,全面小康社会也会失色。只有保持城乡居民个人卫生费用的科学合理支出,才能更好提高居民个人的健康水平。

4.1. 山西省 2018 年~2022 年个人卫生支出占卫生总费用比重变化

世界卫生组织在《西太平洋地区和东南亚地区国家卫生筹资策略(2006~2010)》中指出:只有居民个人现金卫生支出占卫生总费用比重在 30%以下时,人民群众才能够通过公共筹资渠道享受比较公平且优质的医疗服务。经预测,2018 年~2022 年,山西省该占比将会继续之前的下降趋势,预计到 2019 年会下降到 30%以下,到 2022 年将会进一步降低至 27.1%。

4.2. 合理提高政府卫生支出比重,调整投入方式

2011 年~2022 年,山西省城乡居民人均个人卫生费用支出占人均卫生总费用的比呈整体稳步下降趋势,不难发现,其个人医疗费用较快增长势头得到有效控制,卫生筹资结构将进一步趋向合理。尽管在 2019 年,这一比例将会首次降到 30%以下,然而仍需要进一步优化其筹资结构。一方面,稳定并巩固政府卫生费用支出占卫生总费用既有的比重持续下降,在此基础上科学合理的提高政府卫生费用支出,确保居民该享有的医疗服务不变色、不掉色;另一方面,优化升级政府卫生费用支出的内部结构,着重加强对基本医疗保障、基层医疗卫生服务的偏重,切实降低居民个人的基本医疗负担[8]。

4.3. 完善医疗保障体系,发挥商业健康险的作用

居民个人的医疗负担并不能完全依靠政府财政支出来降低,这样做会加重政府的财政负担,并不现实。政府财力有限,能供给的只是基础的医疗卫生健康服务。因此,山西省应该积极指导社会力量兴办医疗卫生健康事业。具体内容应该包括但不限于:扩大城镇职工、城乡居民医保的覆盖范围,并同时相应提高他们的筹资标准和保障水平;对于困难人群实行医保救助;逐步提高门诊、住院及大病报销比例;扩大医保定点范围等。与此同时,积极引导普惠型商业健康保险的健康发展,使之在有限的基本医保支出基础上,进一步减轻居民个人的医疗负担,既可降低政府财政的负担,满足居民个人的多层次的医疗卫生健康需求,同时促进社会卫生健康服务的发展,提高其效率和质量。

参考文献

- [1] 张学高. 中国卫生健康统计年鉴[M]. 北京: 协和医科大学出版社, 2019.
- [2] 于菲, 耿顺利, 高建民, 等. 基于 ARIMA 和 GM(1,1)模型的陕西省个人卫生支出预测[J]. 卫生经济研究, 2018, 11(7): 19-23.
- [3] 高建民, 张文, 杨进. 陕西省卫生总费用筹资水平及结构研究[J]. 中国卫生经济, 2011, 30(5): 19-21.
- [4] 郭玉秀, 宋国强, 周荣耀. GM(1,1)模型在江苏省 5 岁以下儿童死亡率预测中的应用[J]. 南京医科大学学报(社会科学版), 2018, 18(4): 296-298.
- [5] 相静, 孔杨, 徐天和. 基于灰色系统 GM(1,1)模型的山东省卫生总费用预测研究[J]. 中国卫生统计, 2016(4): 653-656.
- [6] 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.
- [7] 颜康康, 淮明生. 灰色 GM(1,1)模型在我国医疗费用预测研究中的应用[J]. 医学与社会, 2018, 31(8): 37-39.
- [8] 耿新丽, 张云霞. 山西省卫生总费用的结构分析[J]. 财经界(学术版), 2018, 23(25): 40-41.