

基于GM(1,1)模型的河南省城乡居民个人医疗负担预测研究

苏玉良

上海工程技术大学, 管理学院, 上海

收稿日期: 2022年2月21日; 录用日期: 2022年3月15日; 发布日期: 2022年3月22日

摘要

[目的]对河南省的城乡居民个人卫生费用支出与医疗经济负担变化趋势进行科学预测,为河南省卫生部门制定和调整医疗卫生政策提供参考价值。[方法]基于2012~2018年河南省医疗卫生相关数据构建GM(1,1)模型对2019年~2023年的河南省城乡居民个人卫生费用支出及其占卫生总费用的支出比例进行预测。[结果]2019年~2023年,河南省城乡居民个人卫生费用支出占卫生总费用的比例继续呈下降的态势,将会由29.82%降低至24.68%,年均下降率1.03%,说明河南省城乡居民个人卫生费用支出经济负担将逐步减轻,其卫生筹资结构公平性将进一步得到优化。[结论]建议政府增加财政投入倾斜,调整政府卫生支出内部结构;提高基层医疗服务水平,加强医疗保险保障力度。

关键词

灰色预测, 个人卫生费用支出, 卫生总费用, 城乡居民

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

Yuliang Su

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Feb. 21st, 2022; accepted: Mar. 15th, 2022; published: Mar. 22nd, 2022

Abstract

[Objective] To evaluate the changing trend of the medical economic burden of personal health ex-

penditures of urban and rural residents in Henan Province, to provide a reasonable reference for the health department to formulate and adjust medical and health policies. [Methods] Based on the medical and health data of Henan Province from 2012 to 2018, the GM(1,1) model is constructed to predict the personal health expenditure of urban and rural residents in Henan Province from 2019 to 2023 and its proportion in total health expenditure. [Results] From 2019 to 2023, the proportion of personal health expenditure in total health expenditure of urban and rural residents in Henan Province continued to decline, which will be reduced from 29.82% to 24.68%, with an average annual decline rate of 1.03%, indicating that the economic burden of personal health expenditure of urban and rural residents in Henan Province will be gradually reduced, and the equity of health financing structure will be further optimized. [Conclusion] It is recommended that the government should increase financial investment and adjust the internal structure of government health expenditure; improve the level of basic medical services, strengthen medical insurance.

Keywords

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

Copyright © 2022 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

居民个人现金卫生支出(OOP)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,以及包括在享受各种医疗保险制度的居民就医时自付的现金部分[1],是医疗卫生筹资的来源之一。研究 OOP 发展趋势及其占卫生总费用的比例,能够更好的了解目前城乡居民医疗经济负担程度,评估其“因病返贫,因病致贫”的概率,是评价新一轮医疗卫生体制改革成效的重要指标。

《河南省“十四五”规划纲要》指出,河南省“十四五”时期经济社会发展主要的目标:民生福祉更大改善,卫生健康体系更加完善,多层次社会保障体系更加健全。三个卫生方面的“更”对河南省医疗制度与发展提出了新的要求,河南省目前已进入高质量发展阶段,到了由大到强、实现更大发展的重要关口,到了可以大有作为、为全国大局做出更大贡献的重要时期[2]。更应关注医疗卫生费用结构及个人医疗卫生经济负担的发展,与全国医疗卫生发展同步。

世界卫生组织指出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,城乡居民才能享受到较为公平且优质的医疗服务。“健康中国 2030”规划纲要中指出,到 2030 年,个人卫生费用支出所占卫生总费用的比例,下降至 25%左右[3],目前 2018 年,河南省居民个人卫生支出占卫生总费用的比重下降到了 32.07%,河南省城乡居民个人的医疗卫生负担仍然较重。

河南省作为中华文化的发源地,全国交通的中部枢纽,西部省份的门户,其经济社会的发展至关重要,更应加强对医疗卫生发展的关注,但是目前对河南省现状的分析相对缺乏,现有文献多是对东部大型城市及省份的医疗状况进行分析及预测,如北京、上海、广东、江苏等地区,并采用多种方法进行对比分析[4] [5] [6] [7]。

本文对 2019 年~2023 年河南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，并对河南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 2012 年~2018 年《中国卫生和计划生育统计年鉴》和 2012 年~2018 年《中国卫生健康统计年鉴》。从中选取了河南省卫生总费用、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，选取河南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，对河南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 Excel 2016 对 2012~2018 年河南省卫生费用相关数据进行录入，运用 MATLAB 7.0 软件对数据进行统计、分析，构建模型及求解。

3. 结果

在对河南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，本文对河南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。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(%)
2012	646.30	1517.63	42.60	687.34	1613.47	42.60
2013	681.80	1686.51	40.40	723.84	1791.68	40.40
2014	732.35	1878.78	38.98	776.12	1991.07	38.98
2015	794.14	2258.50	35.16	837.64	2382.38	35.16
2016	819.15	2472.63	33.13	859.40	2594.03	33.13
2017	887.19	2747.67	32.29	928.15	2874.43	32.29
2018	994.28	3100.17	32.07	1035.11	3227.66	32.07

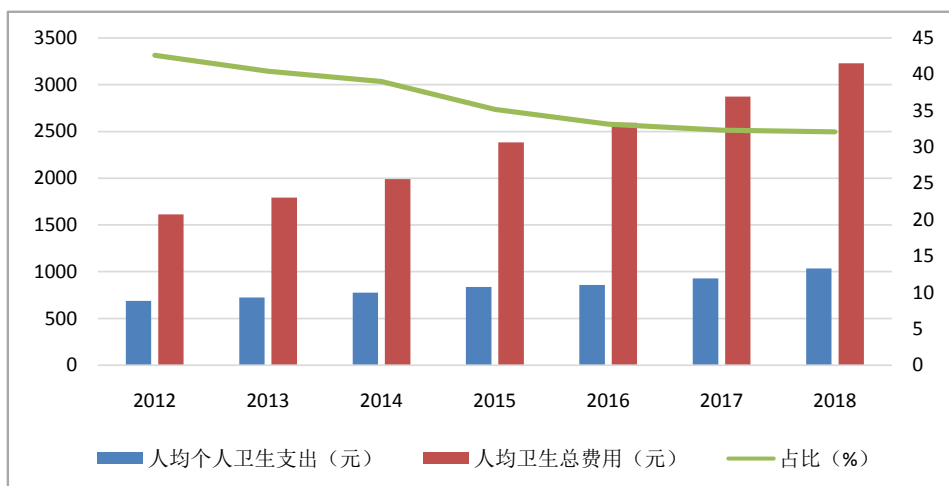


Figure 1. 2012~2018 Henan Province, urban and rural residents accounting as map
图 1. 2012~2018 年河南省城乡居民人均卫生费用占比图

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。

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 $X^{(0)} = (X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(7)) = (687.34, 723.84, 776.12, 837.64, 859.40, 928.15, 1035.11)$ ；其次，求级比值： $\sigma = (0.9496, 0.9326, 0.9266, 0.9747, 0.9259, 0.8967)$ ，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。

3.3. 灰色 GM(1,1) 模型的建立

首先，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 $X^{(1)} = (X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(7)) = (687.34, 1411.18, 2187.3, 3024.94, 3884.34, 4812.49, 5847.6)$ 。其次，构造均值数列，即

$$Z^{(1)} = (Z^{(1)}(2), \dots, Z^{(1)}(7)) = (1049.26, 1799.24, 2606.12, 3454.64, 4348.415, 5330.045).$$

$$Z = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}[X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)] \\ \frac{1}{2}[X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)] \\ \frac{1}{2}[X^{(1)}(3) + X^{(1)}(4)] \\ \frac{1}{2}[X^{(1)}(4) + X^{(1)}(5)] \\ \frac{1}{2}[X^{(1)}(5) + X^{(1)}(6)] \\ \frac{1}{2}[X^{(1)}(6) + X^{(1)}(7)] \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1049.26 \\ 1799.24 \\ 2606.12 \\ 3454.64 \\ 4348.415 \\ 5330.045 \end{pmatrix}$$

再次，构造数据矩阵 B 和数据向量 Y ：

$$Y = \begin{pmatrix} X^{(0)}(2) \\ X^{(0)}(3) \\ X^{(0)}(4) \\ X^{(0)}(5) \\ X^{(0)}(6) \\ X^{(0)}(7) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 723.84 \\ 776.12 \\ 837.64 \\ 859.4 \\ 928.15 \\ 1035.11 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} -Z^{(1)}(2) \\ -Z^{(1)}(3) \\ -Z^{(1)}(4) \\ -Z^{(1)}(5) \\ -Z^{(1)}(6) \\ -Z^{(1)}(7) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1049.26 & 1 \\ -1799.24 & 1 \\ -2606.12 & 1 \\ -3454.64 & 1 \\ -4348.415 & 1 \\ -5330.045 & 1 \end{pmatrix}$$

然后，最小二乘估计求参数列 $\hat{P} = (\hat{a}, \hat{b})^T$ ，计算后可得 $B^T B$ ， $(B^T B)^{-1}$ ，

$$\hat{P} = (\hat{a}, \hat{b})^T = (B^T B)^{-1} B^T Y = \begin{pmatrix} -0.06835 \\ 648.31005 \end{pmatrix}, \text{ 由此可得: } a = -0.06835, b = 648.31005, \frac{b}{a} = -9485.680223,$$

$X^{(0)}(1) - b/a = 10173.02022$ 。最后，解得河南省城乡人均个人卫生费用支出的预测模型为：

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = 10173.02022e^{-0.06835k} - 9485.680223, \text{ 通过累减还原得到预测的值。}$$

同样，对河南省城乡居民人均卫生总费用作同样的步骤，可以得到 $a = -0.11559$ ， $b = 1528.17155$ ， $X^{(0)}(1) - b/a = 14833.77695$ 。因此，最终可以得到其 GM(1,1)模型为：

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = 14833.77695e^{-0.11559k} + 1528.17155, \text{ 通过累减还原得到预测的值。}$$

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。

经计算可知，河南省城乡居民人均个人卫生费用支出的平均相对误差为 -0.00218531 ，标准差 $S_1 = 196.4726693$ ，标准差 $S_2 = 0.069110463$ ，后验差比值 $C = 0.000351756$ ，小误差概率 $P = 1$ 。同理，计算得到河南省城乡居民人均卫生总费用支出的平均相对误差为 0.000024 ，标准差 S_1 为 590.0358912 ，标准差 S_2 为 0.020095593 ，后验差比值 C 为 0.000034 ，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。

3.5. 对 2019 年~2023 年河南省人均个人卫生支出进行预测

如图 4 所示，对 2019 年~2023 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，可知河南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 2023 年的时候将可能下降至 25% 以下，即 24.68%。见表 3 和图 5。

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

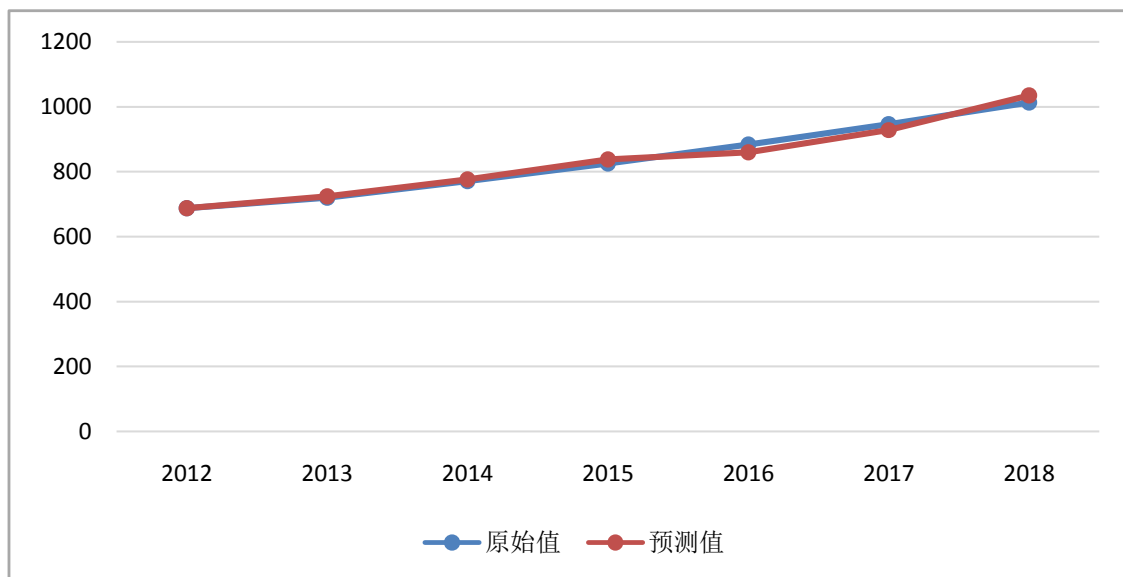


Figure 2. Per capita personal health expenditure fitting effect

图 2. 人均个人卫生支出拟合效果

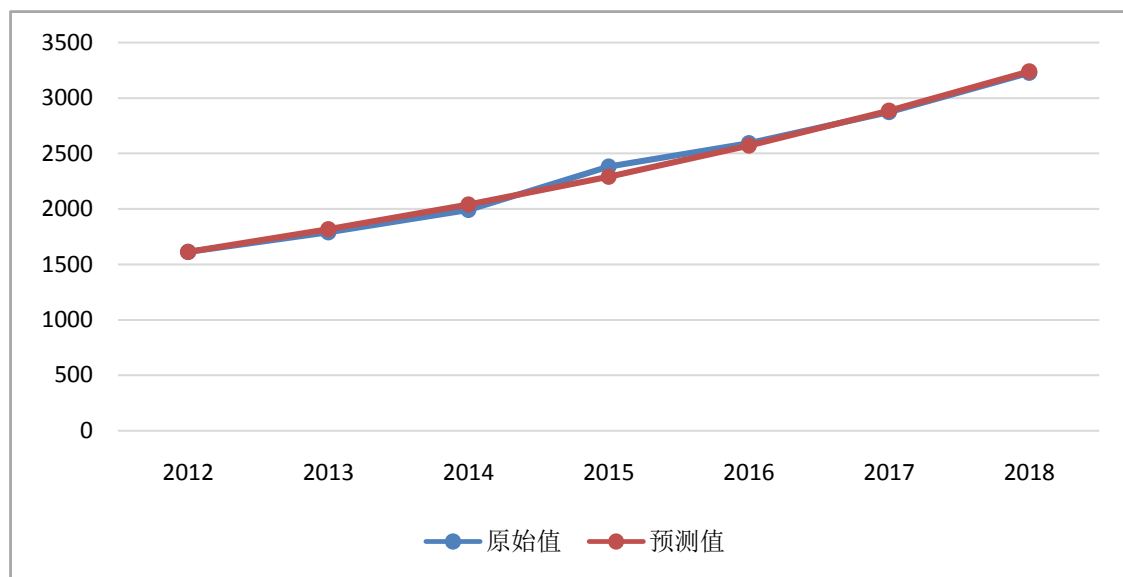


Figure 3. Effectiveness of total per capital health expenses

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 2019~2023
表 3. 2019~2023 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(%)
2019	1084.40	3636.91	29.82
2020	1161.10	4082.57	28.44
2021	1243.22	4582.84	27.13
2022	1331.16	5144.42	25.88
2023	1425.32	5774.81	24.68

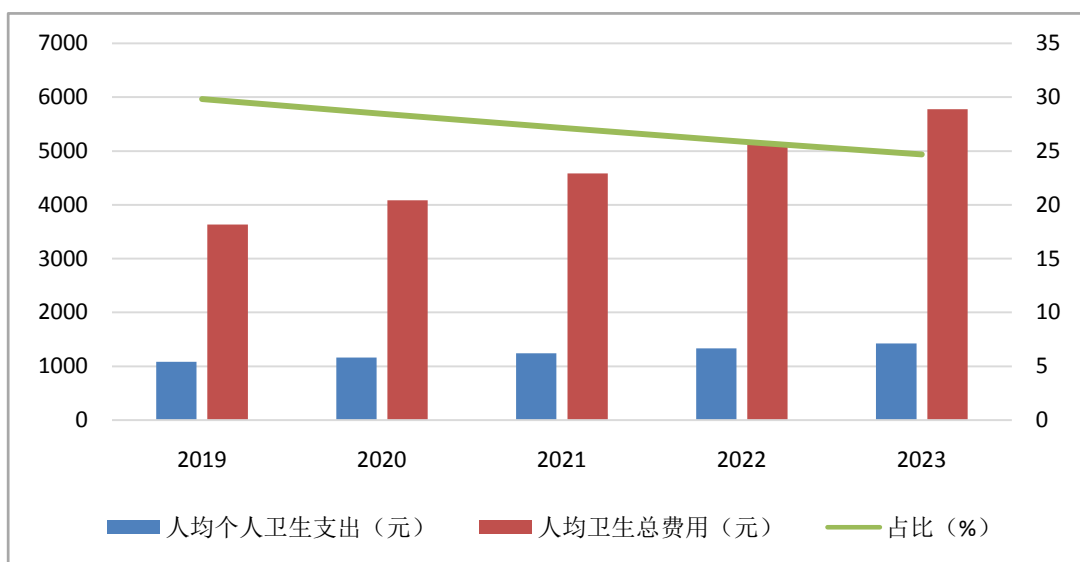


Figure 4. Per capita personal health expenditure and accounting map of Henan Province 2019~2023
图 4. 2019~2023 年河南省人均个人卫生支出及占比图

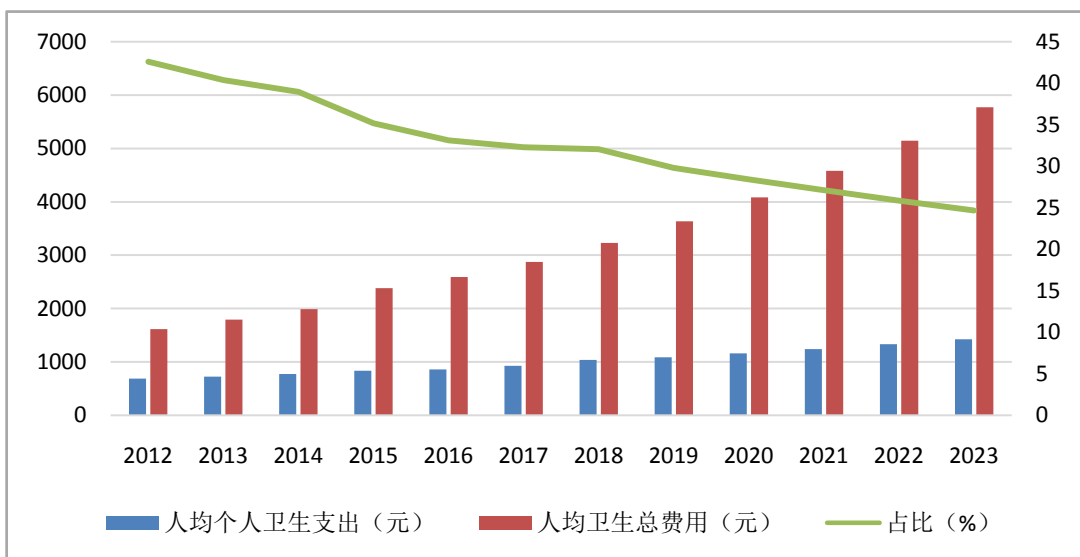


Figure 5. Per capita personal health expenditure and accounting map of Henan Province, 2012~2023
图 5. 2012~2023 年河南省人均个人卫生支出及占比图

4. 讨论与结论

2012年~2018年,河南省人均个人卫生费用从687.34元增长到了1035.11元。由此可见,河南省经济水平正在不断提高,居民的人均可支配收入在不断增加,居民用于医疗上的费用也在增加,表明居民对健康的重视程度在不断提高,因此也会在一定程度上提高居民的健康水平。但是另一方面,居民人均个人医疗费用的增加对于经济困难的农村居民,不仅不会提高其健康水平反而会加重其经济负担,尤其是对于河南省这样的农业大省,农村居民占比高,政府需进一步针对医疗卫生现状,采取有利措施,减轻居民个人医疗支出负担。人均个人卫生费用占个人卫生总费用由42.6%将至32.07%。说明河南省居民个人医疗负担在不断减轻,政府、社会、个人医疗支付结构在不断优化。

4.1. 模型选择及运行效果

GM(1,1)模型适宜原始数据的可及性和小的运算量,能够保证模型的拟合精度和预测性能[8],本研究选取2012~2018年河南省人均个人卫生支出及人均卫生总费用相关数据,利用GM(1,1)函数模型对河南省人均个人卫生支出及其占比在2019~2023年的发展进行预测分析。预测结果表明,无论是人均卫生支出,还是其占比,二者的平均相对误差均小于3%,这说明所建立模型的精度较高、效果较好。但是本研究在进行模型预测时,只考虑了时间因素,未考虑国家政策、突发公共卫生及自然灾害以及民众需求等因素,这也是GM(1,1)预测模型的缺点之一。

目前预测结果的2019年到2023年个人医疗负担,其中未考虑2019年河南省新冠疫情状况对河南省医疗费用状况的影响,根据中国卫生健康统计年鉴最新数据2019年个人卫生支出占比32.08%,与2018年相比上涨了0.01%表明新冠疫情对中国卫生费用的影响较大,2021年郑州市洪水灾害和2021年底郑州市及许昌市等多地新冠疫情的再次爆发,实际个人医疗负担将高于预测结果,我省应加强公共卫生事业建设。

4.2. 河南省人均个人卫生支出总体呈上升趋势,但占比仍然较高

经预测,河南省人均卫生费用2019年将达到3636.91元,其在人均卫生总费用的占比,降至29.82%,《“健康中国2030”规划纲要》中指出,到2020年个人卫生支出占卫生总支出的比例在28%左右,到2030年降至25% [3],根据预测结果,2020年河南省个人卫生支出占卫生总费用的比重为28.44%,说明目前河南省在医疗卫生事业上的投入仍需进一步加大。预计到2023年降至24.68%,初次低于25%进一步降低了居民“因病返贫,因病致贫”的机率。世界卫生组织研究表明,一个国家个人卫生支出占比降低到15%~20%,才能基本有效解决“因病致贫、因病返贫”等问题,2020年河南省53个贫困县完成脱帽,为保证脱贫效果防止“因病返贫、因病致贫”现象反弹,政府应加大医疗资源的投入,调整卫生总费用内部结构,降低个人卫生支出占比。

4.3. 提高基层医疗服务水平,加强医疗保险保障力度

“十四五”期间,国家相关部门针对目前的医疗状况提出了更加全面的医疗保障措施,为建立健全及防范化解因病致贫和因病返贫的现象,建立了医疗救助精准扶贫机制,“十三五”期间,深化医疗改革,医联体、医共体不断地建设过程中,一系列医改问题层出不穷,部分医院过分强调转诊率,导致基层医疗机构被过度消耗,影响了患者的就医需求及部分医疗机构的正常发展,“十四五”期间,习近平总书记提出我国经济政治等方面从高速发展向高质量发展转变,基本医疗保障体系应针对不同地区的医疗问题实现高质量发展,逐步探索更便捷、更高效、更精准的医疗保障机制。医疗保险的多方筹资机制其目的是补偿劳动者因疾病风险造成的经济损失。其意义就是调节收入差别,体现社会公平性,河南省

众多低收入群体，更应得到政府特别的关注，体现社会主义制度的公平性。首先，精准定位居民的医疗需求，保护大量的农村低收入群体的健康生活，降低个人医疗支出费用的同时提高基层医疗服务，保障这部分低收入群体得到高质量的医疗服务，降低其“怕得病、怕得重病”的心理恐慌，其次，河南省是农业大省，经济发展缓慢，大量年轻人外出务工，导致地方医疗费用收不抵支，中央财政应加大政策倾斜，给予河南省更多的财政支持。同时河南省大量县级、乡级、村级医疗机构医疗设施不健全，医疗设施不健全，导致村民的大病得不到及时的治疗[9]，应进一步提高基础医疗服务，加强医疗保险保障力度。

参考文献

- [1] 于菲, 耿顺利, 高建民, 范小静, 董琬月, 吕强. 基于 ARIMA 和 GM(1,1)模型的陕西省个人卫生支出预测[J]. 中国卫生政策研究, 2018, 11(7): 19-23.
- [2] 河南省人民政府. 河南省“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要[EB/OL]. <https://dsj.henan.gov.cn/2021/04-13/2125559.html>, 2021-04-02.
- [3] 中共中央、国务院. 《“健康中国 2030”规划纲要》[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm, 2016-10-25.
- [4] 代玉巧, 严运楼, 刘政. 基于 GM(1,1)模型的北京市卫生总费用及构成变化趋势预测分析[J]. 现代预防医学, 2021, 48(11): 1996-2000.
- [5] 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.
- [6] 张芳芳, 廖瑞斌, 宫晓, 张秋. 基于 ARIMA 模型的广东省卫生总费用趋势预测及构成分析[J]. 现代预防医学, 2019, 46(2): 289-293.
- [7] 戴泽阳, 徐爱军, 乔学斌. 基于不同 GM(1,1)模型的江苏省卫生总费用趋势预测及分析[J]. 现代预防医学, 2021, 48(19): 3549-3553+3564.
- [8] 解华山. 灰色模型 GM(1,1)模型预测传染病时样本量的应用探讨[J]. 公共卫生与预防医学, 2013, 24(5): 51-53.
- [9] 王冰. 河南省新型农村合作医疗制度的现状、问题及对策分析[J]. 农业经济, 2018(9): 118-119.