

基于灰色关联分析法的人均卫生费用的影响因素分析

——以上海市为例

任洁萌

上海工程技术大学, 上海

收稿日期: 2022年10月14日; 录用日期: 2022年11月8日; 发布日期: 2022年11月17日

摘要

为探究上海市人均卫生费用增长的强关联因素及各因素的影响排名。研究基于2010~2019年《上海市统计年鉴》与《中国统计年鉴》等统计资料中整理出的上海市人均卫生费用以及与该因素相关联的经济、社会人口、医疗卫生资源与服务等四类共计12个影响因素的具体数据, 借助灰色关联模型对各个影响因素与人均卫生费用之间的关联度进行分析和排序。研究结果表明12个特征序列与参考序列的关联性均显著, 其中经济因素中的“人均GDP”与“居民可支配收入”以及人口因素中的“老龄人口比例”与人均卫生费用表现出较高的关联性。故应关注提高人均GDP或提高居民可支配收入来对冲人均卫生费用增长带来的支出压力, 同时继续完善分级诊疗等相关医疗体制改革, 以妥善应对老龄化进程为人均卫生费用提高带来的推力, 控制人均卫生费用的合理提升。

关键词

灰色关联, 人均卫生费用, 影响因素

Analysis of the Influencing Factors of per Capita Health Expenditure Based on Grey Relational Analysis

—A Case Study of Shanghai

Jiemeng Ren

Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Oct. 14th, 2022; accepted: Nov. 8th, 2022; published: Nov. 17th, 2022

Abstract

To explore the strong correlation factors of per capita health expenditure growth in Shanghai and the influence ranking of various factors. The research is based on the statistical data of the Shanghai Statistical Yearbook and China Statistical Yearbook from 2010 to 2019. It includes 12 influencing factors including Shanghai's per capita health expenditure, economy, social population, medical and health resources and services related to this factor. The grey relational model was used to analyze and rank the correlation between each influencing factor and per capita health expenditure. The research results show that the correlation between the 12 characteristic series and the reference series is significant, among which the "GDP per capita" and "disposable income of residents" in the economic factors and the "proportion of the elderly population" in the population factors are highly correlated with the per capita health expenditure. Therefore, it is necessary to pay attention to increasing per capita GDP or household disposable income to hedge the expenditure pressure caused by the growth of per capita health costs. At the same time, it is necessary to continue to improve the relevant medical system reform, such as hierarchical diagnosis and treatment, to properly cope with the push of the aging process for the increase of per capita health costs, and to control the reasonable increase of per capita health costs.

Keywords

Grey Related, Per Capita Health Expenditure, Influencing Factor

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

经济与卫生事业的发展 and 医疗资源供给和服务质量的提高带动了卫生费用的进一步提升, 推动了基本医疗卫生服务的公平性和可及性的持续改善[1]。同时宏观经济以及城镇化和老龄化进程等因素亦推动了卫生费用的增长[2]。卫生费用的不合理增长会带来一系列的社会问题, “看病贵”等问题不利于人民生命安全和健康水平的提高[3]。随着健康中国战略以及“健康公平”目标的推进, 更应将控制人均卫生费用合理增长放在重要位置。

现有的研究总结出了许多影响人均卫生费用的因素, 但不可忽略的是各种因素所造成的影响程度各不相同。厘清各个因素的影响度排序, 有助于有针对性地优化人均卫生费用的增长速度。基于此, 研究旨在通过分解上海市人均卫生费用增长的影响因素以及对关键因素进行影响度排名。应用灰色关系分析(GRA)模型, 据 2010~2019 年各项统计年鉴中上海市的相关指标数据, 进行数据分析并展示计算结果。最后对研究进行总结和讨论, 以求为控制上海市人均医疗费用在合理的速度下增长提供参考依据。

2. 研究设计

2.1. 灰色关联分析及其优势

灰色系统理论是对观察和事实的不确定本质而建立的分析系统, 不确定的性质是指系统的参数或者结构、边界的不确定。灰色系统理论发展了一系列的模型来分析和利用此类不确定系统中包含的信

息。

灰色关联分析, 又称邓氏灰色关联分析模型, 是灰色系统理论的一个分支, 由邓巨龙教授提出。理论基本思想是根据参考序列与特征序列曲线的几何形状来判断序列之间联系的紧密与否。通过线性插值法将因素的离散行为观测值转化为分段连续的折线, 进而根据折线的几何特征构造测度关联程度的模型, 曲线越相似, 序列越相关, 反之则相关性越小[4]。

卫生费用的计量运用的是来源法, 所谓来源法是指以运行的资金为核算对象, 按照筹集渠道与筹资形式收集整理卫生总费用数据, 核算全社会卫生资金投入总量的方法[5]。货币价值本身受到多种因素影响, 加之卫生费用投入要根据社会结构与变化趋势进行动态调整, 因此人均卫生费用同样受到多种因素的影响, 数据灰度较大。因此研究使用灰色关联分析法, 研究结果旨在为探究人均卫生费用逐年增长因素分析提供依据。

2.2. 灰色关联度的分析步骤

灰色关联模型包括各种类型的“灰色关联度”, 反映所分析的因素之间的相互影响。因此, 该模型已被广泛采用在各个研究领域。灰色关联模型(GRA)遵循如下所述的计算步骤。

步骤 1, 因变量形成参考序列 $X_0 = \{X_0(k) | k = 1, 2, \dots, n\}$, 自变量形成比较序列, 涵盖 m 个评价对象: $X_i = \{X_i(k) | k = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m\}$ 。

步骤 2: 一般而言, 不同的评价指标往往具有不同的量纲和量纲单位, 为了消除量纲和量纲单位不同所带来的差别性, 决策之前首先应将参考序列和各比较序列的原始数据作消除量纲处理。由于研究数据的增长趋势不明显, 故此采用均值化的方法对数据进行处理。

$$x'_i(k) = \frac{x_i(k)}{\bar{x}}, \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_i(k); \quad (k = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m)$$

步骤 3, 对于评价对象 X_i 的 $k(k = 1, 2, \dots, n)$ 个观测时间或观测值, 灰色关系系数 $\gamma_i(k)$, 根据等式计算:

$$\gamma_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

ξ 称为分辨率系数, 其值范围为 0 到 1, 通常取 0.5 的值[6]。

步骤 4, 根据步骤 2 中 $\gamma_i(k)$ 的结果, 根据等式(4)计算出灰色关联度 $\beta_i(k)$:

$$\beta_i(k) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma_i(k)$$

步骤 5, 根据数值对灰色关系度 $\beta_i(k)$ 进行排名。相关度越高, 排名越高。

3. 实证分析

3.1. 数据来源与变量选取

本研究选取国内外针对人均卫生费用影响因素的各项指标, 数据源于 2010 至 2019 年《中国统计年鉴》《中国卫生健康统计年鉴》以及《上海市统计年鉴》中的部分数据, 根据年份提取整理而来。

针对特征序列指标, 参考已有针对人均卫生费用的研究, 将指标主要分为四大类且共涵盖 12 个细分指标。四个类目分别为经济因素、社会人口因素、医疗卫生资源筹资结构与医疗服务资源利用。12 个细分指标列示于表 1。

Table 1. Summary of indicators
表 1. 指标汇总表

评价项		
经济因素	人均 GDP(元)	X_1
	全市居民平均可支配收入(元)	X_2
	居民消费价格指数	X_3
社会人口因素	老年人口比例(%)	X_4
	大专及以上学历人口比例(%)	X_5
医疗卫生资源及筹资比例	卫生总支出占 GDP 比重	X_6
	卫生机构床位数(万张)	X_7
	每万人口医院床位数	X_8
医疗服务利用供需	门诊病人人均医药费(元)	X_9
	住院病人人均医药费(元)	X_{10}
	卫生技术人员(万人)	X_{11}
	享受医保的离退休人员(万人)	X_{12}

首先,参考序列为人均卫生费用(X_0)。卫生总费用指地区在一定时期开展卫生服务活动从全社会筹集的卫生资源的货币总额。人均卫生费用反映在当下经济条件下对人均卫生保健资源的供需和费用负担水平。

特征序列分为四个大类目:经济因素涵盖人均 GDP(X_1)、全市居民平均可支配收入(X_2)以及居民消费价格指数(X_3)这三个指标。选取人均 GDP 指标主要是为消除人口总规模变化对生产总值产生的影响[7]。全市居民平均可支配收入反映上海市居民在当年人均可以支配调动的金额,以上两个指标可以较好的反映该地区的人民生活水平。居民消费价格指数反映居民家庭购买消费商品及服务的价格水平的变动情况,货币价值与商品价格波动情况会对货币计量的指标统计产生影响,因此纳入参考序列[8]。三个指标数据来源于《上海市统计年鉴》国民经济核算篇。

社会人口因素涵盖老年人口比例(X_4)以及大专及以上学历人口在总人口中占的比例(X_5)。特征序列“老年人口比例”引入对地区老龄化程度的考量。研究表明人口老龄化进程会带动卫生费用的增长,探究老龄化趋势对人均医疗费用增长的影响度排名,故引入此序列[9]。“大专及以上学历占比”是引入受高等教育水平的居民的规模扩大是否对人均医疗费用产生影响[10]。上述两项数据皆来自于国家统计局公示的上海市人口抽样数据,下文研究所使用的具体比例是根据相应类目抽样数目数据除以样本总量计算而来。

医疗卫生资源及筹资比例主要涵盖卫生总支出占 GDP 的比例(X_6),卫生机构总床位数(X_7)以及每万人口拥有的医院床位数(X_8)三个指标组成。医疗卫生费用可以概括一个地区用于健康促进的卫生资源的价值,诸如人均医疗卫生费用、卫生费用占生产总值(GDP)的比重都能够反映该地区在医疗卫生项目的投入强度[11]。卫生总费用占 GDP 指某年卫生总费用与同期国内生产总值(GDP)之比。这一指标反映总体筹资和卫生总费用对社会经济的承受能力[12]。可用来反映一定时期国家对卫生事业的资金投入力度,以及政府和全社会对卫生和居民健康的重视程度。两个床位数指标可以在一定程度上反映上海市地区,居民可及的医疗资源充盈度。三个指标数据来源于《上海市统计年鉴》卫生、社会保障和社会福利业篇。

医疗服务利用主要涵盖门诊病人人均医药费数额(X_9),住院病人人均医药费数额(X_{10}),卫生技术人员数目(X_{11}),以及享受医保的离退休人员数目(X_{12})。门诊人次均医药费用又称每诊疗人次医药费用,住

院病人人均医药费用又称人均住院费用。两个指标用于对比门诊和住院服务各自与人均卫生费用的关联度大小。卫生技术人员数目反映医疗服务供给端，享受医保的离退休人员数目在一定程度上反映老年人口医疗服务利用需求[13]。数据均来自于《中国卫生健康统计年鉴》。

整理得到的 2010~2019 年各项指标的基本情况如表 2 所示。

Table 2. Basic information of various indicators in Shanghai from 2010 to 2019

表 2. 2010 年~2019 年上海市各项指标基本情况

指标/时间	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
参考序列 X_0	3266	3966	4589	5170	5556	6362	7596	8611	9496	10,183
X_1	77,275	82,560	85,373	90,993	97,370	105,944	116,562	126,634	134,982	153,300
经济因素 X_2	31,838	36,230	40,188	43,851	47,710	49,867	54,305	58,988	64,183	69,442
X_3	1294.2	1378.3	1461.0	1558.9	1672.7	1781.4	1900.8	1931.2	1979.5	2013.1
社会因素 X_4	0.091	0.079	0.090	0.106	0.097	0.128	0.130	0.143	0.150	0.163
X_5	0.228	0.203	0.221	0.236	0.258	0.273	0.287	0.324	0.301	0.293
X_6	0.042	0.047	0.051	0.054	0.053	0.057	0.061	0.063	0.064	0.067
筹资比例 X_7	10.51	10.71	10.96	11.43	11.75	12.28	12.92	13.46	14.72	15.46
X_8	37	37	38	39	41	42	46	48	53	56
X_9	243.7	257.7	265.9	276.9	289	306.9	330.2	361	378.8	404.6
服务利用 X_{10}	12,225	12,967	13,498	14,243	14,862	15,936	16,943	18,185	18,390	19,272
X_{11}	13.54	13.91	14.61	15.64	16.4	17.02	17.82	18.8	20.65	21.33
X_{12}	202.14	404.11	421.52	438.39	453.21	465.83	477.04	491.38	504.21	513.7

3.2. 基于灰色模型的关联度分析

本研究选取 2010~2019 年的数据，采用均值法对包括参考数列和比较数列的原始数据进行无量纲化处理，根据灰色关联分析中关联系数和关联度的计算公式，计算各比较序列的灰色关联度，计算结果如表 3 所示。

Table 3. The results of gray correlation analysis

表 3. 灰色关联分析结果

年份	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	0.576	0.686	0.533	0.522	0.446	0.546	0.462	0.462	0.514	0.516	0.501	0.884
2011	0.652	0.719	0.597	0.843	0.650	0.574	0.541	0.558	0.579	0.578	0.588	0.485
2012	0.773	0.749	0.661	0.841	0.689	0.587	0.630	0.648	0.672	0.659	0.661	0.536
2013	0.858	0.781	0.713	0.737	0.748	0.645	0.710	0.762	0.769	0.728	0.708	0.591
2014	0.858	0.745	0.700	0.905	0.707	0.759	0.774	0.790	0.813	0.767	0.734	0.624
2015	0.987	0.939	0.819	0.735	0.838	0.890	0.988	0.944	10.000	0.899	0.943	0.784
2016	0.783	0.795	0.856	0.815	0.795	0.807	0.694	0.715	0.728	0.771	0.710	0.790
2017	0.671	0.679	0.608	0.721	0.761	0.602	0.546	0.562	0.636	0.640	0.572	0.591
2018	0.591	0.632	0.496	0.605	0.482	0.477	0.513	0.539	0.542	0.504	0.543	0.485
2019	0.681	0.632	0.433	0.612	0.391	0.436	0.474	0.504	0.520	0.464	0.483	0.426

各个评价指标的关联度排序如下表所示。

根据灰色关联系数的公式,结合上海市 2010 至 2019 年间的各项指标数据,计算了 12 项特征序列指标与人均卫生费用的关联度和关联排序。关联度表示各评价项与“参考序列”之间的相似关联程度,关联度值介于 0~1 之间,值越大表示评价项与“参考序列”相关性越强,关联度越高。结合关联度值,针对所有评价项进行排序,得到各评价项排名。

灰色关联分析的分辨率系数(ξ)取值 0.5 时,序列关联度系数高于 0.6 即可认为两序列的关联性显著。研究中选取的 12 个特征序列与参考序列的关联性均达到显著性水平,证明本文选取的特征序列有一定的科学性。关联度排序的具体结果如表 4 所示。

Table 4. Correlation and ranking of evaluation indicators

表 4.评价指标的关联度及排序

关联度结果				
	评价项		关联度	排名
经济因素	人均 GDP	X_1	0.743	1
	全市居民可支配收入	X_2	0.736	2
	居民消费价格指数	X_3	0.642	9
社会因素	老年人口比例	X_4	0.734	3
	大专及以上学历人口比例	X_5	0.651	6
医疗卫生资源及筹资比例	卫生总支出占 GDP 比例	X_6	0.632	11
	卫生机构床位数	X_7	0.633	10
	每万人口医院床位数	X_8	0.648	7
医疗服务利用	门诊病人人均医药费	X_9	0.677	4
	住院病人人均医药费	X_{10}	0.652	5
	卫生技术人员人数	X_{11}	0.644	8
	享受医保的离退休人员	X_{12}	0.62	12

4. 结语

4.1. 研究结论

经济因素与上海市人均医疗费用关联度整体最高。其中“人均 GDP”和“全市居民可支配收入”两个指标可反映出上海市居民人均医疗费用的提升与日益提高的收入水平与整体生活水平高度相关。“居民消费价格指数”的关联性说明消费品与服务本身的价格水平的增长即通货膨胀等因素也是影响人均卫生费用增长的重要原因,此类由货币价值变化导致的费用变化是不可避免,是经济发展的必然影响。

社会因素中“老年人口比例”的关联性说明日益严重的人口老龄化趋势是导致人均卫生费用增长的重要因素。此外,享受医保的离退休人员规模扩张与人均医疗费用的关联度更是进一步说明人口老龄化对卫生费用的影响由两方面构成。其一体现在老年群体规模扩大所产生的影响,因为客观来讲,老年群体对医疗卫生服务和资源的需求高于其他年龄群体,在我国老龄化趋势下,医疗卫生资源需求增多是必然趋势,这个趋势也因此促进了人均卫生费用的增长。其二体现在随着全民医保改革的推进而提升的老年群体就医率产生的影响。该就医率的提升要归功于医保政策的促进作用。医疗保险政策有效的惠及

了医疗需求更高的老年群体，为提升老年群体的健康和减轻家庭医疗负担发挥了重要的作用。要客观地认识人口老龄化趋势对卫生体系的影响，以做好制度安排，妥善应对老龄化趋势带来的影响，有效保障老年人的医疗卫生服务需求。

人均卫生费用与医院床位数的关联度高于其与卫生机构床位数的关联度，此外，相较于住院病人人均医药费，上海地区的门诊病人人均医药费与人均医疗费用的关联性更高。说明卫生费用相对集中于医院而非医院外的各级诊疗机构，同时居民需求更高的为门诊医疗服务而非住院类，故应加快推进科学分级诊疗制度的落实，发挥各级医疗机构的医疗保障能力，减轻医院的医疗服务供给压力。

4.2. 研究不足与展望

本文使用灰色关联分析法，依据上海市的数据对影响人均卫生费用的因素进行了关联分析，厘清了所选因素对人均卫生费用的关联程度排名，但是各因素对人均卫生费用的影响机理还需进一步地补充研究。其中，消费者价格指数对人均卫生费用的影响显著，其所反映的通货膨胀因素对各类费用带来的影响是不可忽视的，后续研究各因素对人均卫生费用的具体影响时，剥离此类价格因素可以缩小结果误差。此外，研究中部分老年人口比例数据是由国家统计局发布的抽样数据计算而来，与实际整体数据存在一定的偏差，可能对结果造成一定的影响，后续研究可以优化数据来源。

参考文献

- [1] 汪晓东. 为中华民族伟大复兴打下坚实健康基础[N]. 人民日报, 2021-08-08(001).
- [2] 王超群. 中国人均卫生费用增长的影响因素分解[J]. 保险研究, 2013(8): 118-127.
- [3] 于德志. 我国卫生费用增长分析[J]. 中国卫生经济, 2005(3): 5-7.
- [4] 刘思峰, 蔡华, 杨英杰, 曹颖. 灰色关联分析模型研究进展[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(8): 2041-2046.
- [5] 蒋艳, 满晓玮, 赵丽颖, 等. 北京市卫生总费用来源法与机构法结果差异原因分析[J]. 中国卫生经济, 2018, 37(4): 37-39.
- [6] Peng, X., Tang, X., Chen, Y., et al. (2021) Ranking the Healthcare Resource Factors for Public Satisfaction with Health System in China—Based on the Grey Relational Analysis Models. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, Article 995. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030995>
- [7] 何平平. 经济增长、人口老龄化与医疗费用增长——中国数据的计量分析[J]. 财经理论与实践, 2006(2): 90-94.
- [8] 颜琰. 我国人均卫生费用的主成分分析[J]. 中国卫生经济, 2017, 36(12): 43-45.
- [9] 李红浪, 李丽清, 卢祖洵. 人口老龄化对卫生费用的影响及作用机理分析[J]. 江西社会科学, 2016, 36(1): 185-189.
- [10] 文捷, 杜福贻, 李丽清, 卢祖洵. 我国卫生总费用影响因素及实证研究[J]. 中国全科医学, 2016, 19(7): 824-827.
- [11] 王谦. 医疗卫生资源配置的经济学分析[J]. 经济体制改革, 2006(2): 33-38.
- [12] 崔婷婷, 熊季霞. 我国卫生总费用结构与人均医疗费用的灰色关联分析[J]. 中国卫生统计, 2017, 34(3): 494-496.
- [13] 魏娜娜, 宇传华, 鲍俊哲, 等. 中国人均卫生总费用空间聚集性及其影响因素分析[J]. 中国卫生事业管理, 2016, 33(3): 190-192.