

重点人群“5G+健康管理”的建设与研究[J].信息与电脑,2021,33(4):21-24.

事业管理,2022,42(3):173-177.

[15] 朱乐得孜·多尔贡,胡艳丽.构建“互联网+健康管理”模式的意义与方式探讨[J].中国农村卫生

(收稿日期:2022-05-06 修回日期:2022-12-29)

## • 卫生管理 •

# 基于主成分分析和熵权 TOPSIS 法的医疗质量综合评价研究

张柳柳<sup>1</sup>,黄 毓<sup>2</sup>

(启东市人民医院:1.病案室;2.医务科,江苏 南通 226200)

**[摘要]** 目的 为了克服主观赋权的随意性,避免单一评价方法的片面性,综合应用基于主成分分析和熵权的 TOPSIS 法,对医院医疗质量进行综合评价。方法 选取 2016—2021 年该院医疗统计报表 8 项常用医疗质量指标,对 8 项指标数据进行同趋势性变换和标准化处理后,综合运用基于主成分分析和熵权的 TOPSIS 法对该医院医疗质量进行综合评价,分析基于主成分分析的 TOPSIS 法相对接近程度(c)值和熵权 TOPSIS 法 c 值的相关性。结果 2019 年医疗质量综合评价最高,2016 年次之,2017 年和 2020 年相对于上一年度均有所下降,2021 年最低。Spearman 相关性分析结果显示,2 个 c 值之间的相关系数为 0.829( $P=0.042$ )。2 种方法评价结果有共变趋势,整体上具有一致性。结论 基于主成分分析和熵权的 TOPSIS 法可准确、客观地评价医院医疗质量和管理水平,其评价结果与医院实际情况相符。

**[关键词]** 主成分分析; 熵权; TOPSIS 法; 医疗质量; 综合评价

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2023.06.038

中图法分类号:R195.1

文章编号:1009-5519(2023)06-1067-04

文献标识码:C

医疗质量是医院管理的核心,是一个多因素、多指标的复杂系统,如何对医疗质量作出科学、客观、公正的评价是医院质量管理工作中迫切需要解决的问题<sup>[1-2]</sup>。医疗质量综合评价方法主要包括综合指数法、Ridit 法、秩和比法、逼近理想解排序法(TOPSIS)等,其中 TOPSIS 法由于对样本量和数据分布无特殊要求,且计算简单可靠,因此使用较为广泛。TOPSIS 法涉及的一项关键工作是对各指标重要程度的辨识,但很多应用并未考虑指标的重要程度,或默认平均权重,或人为确定指标权重,均会影响评价结果的客观性和准确性。主成分分析法是利用正交变换把线性相关变量表示的观测数据转换为少数几个由线性无关变量表示的数据,线性无关的变量称为主成分,主成分要求能够保留数据中的大部分信息<sup>[3]</sup>。主成分分析法一方面进行了数据降维,解决了指标间的信息重叠问题,同时尽可能多地保留原来的有效信息,因而是社会经济统计中应用范围较广、效果较好的方法之一<sup>[4]</sup>。主成分分析法也常被用来评价医院医疗质量<sup>[5-6]</sup>。信息熵是信息不确定性的度量,信息熵越大,信息不确定性越大,信息的效用值越小。综合评价方法涉及的一项关键工作是对各指标重要程度的辨识,如果人为确定指标权重,会影响评价结果的客

观性,利用信息熵原理的熵权法作为一种常用的客观指标权重方法获得了广泛应用<sup>[7-8]</sup>。TOPSIS 法是系统工程有限方案多目标决策分析常用的一种决策方法,其从归一化的原始数据矩阵中找出最优方案和最劣方案,然后通过评价对象与最优方案、最劣方案之间的欧式距离,求出评价对象与最优方案之间的相对接近程度(c)。作为综合评价的依据,该方法是近年来医院医疗质量评价较为常用的方法之一<sup>[9-11]</sup>。为了克服主观赋权的随意性,避免单一评价方法的片面性,本研究基于主成分分析和熵权 TOPSIS 法对医院 2016—2021 年的 8 个常用医疗质量指标进行了全面、客观的综合评价,具体如下:一方面运用主成分分析法提取主成分指标,对主成分指标进行标准化处理后应用 TOPSIS 法进行综合评价排序;另一方面利用熵权法获取各指标权重,对各指标进行加权后,运用 TOPSIS 法进行综合评价排序。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 数据资料来源于本院 2016—2021 年医疗统计报表,主要包括有代表性的出院人数、病床使用率、平均住院日、床位周转次数、门诊与出院符合率、治愈好转率、危重患者抢救成功率和术前住院时间 8 项常用医疗质量指标。见表 1。

表 1 2016—2021 年 8 项医疗质量指标原始数据

| 年份<br>(年) | 出院人数<br>(人次) | 病床使用率<br>(%) | 平均住院日<br>(d) | 床位周转次数<br>(次) | 门诊与出院<br>符合率(%) | 治愈好转率<br>(%) | 危重患者抢救<br>成功率(%) | 术前住院时间<br>(d) |
|-----------|--------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|------------------|---------------|
| 2016      | 45 498       | 114.40       | 9.60         | 44.70         | 99.90           | 96.10        | 97.60            | 2.73          |
| 2017      | 50 381       | 110.90       | 10.00        | 39.00         | 99.85           | 96.70        | 97.61            | 2.92          |
| 2018      | 53 785       | 99.10        | 9.10         | 40.80         | 99.77           | 96.60        | 97.68            | 2.89          |
| 2019      | 53 996       | 96.80        | 8.20         | 41.00         | 99.72           | 97.00        | 98.37            | 2.67          |
| 2020      | 51 120       | 85.80        | 8.20         | 39.30         | 99.74           | 96.70        | 99.19            | 3.01          |
| 2021      | 41 510       | 73.63        | 8.03         | 35.82         | 99.71           | 96.32        | 99.07            | 2.84          |

**1.2 方法** 首先对医疗质量指标原始数据进行同趋势性变换和标准化处理。在多指标综合评价中,对于指标值越大评价越好的指标,称为“高优指标”;对于指标值越小评价越好的指标,称为“低优指标”。数据指标同趋势性变换时,一般是将“低优指标”转化为“高优指标”。绝对数的“低优指标”同趋势性变换一般使用倒数法,相对数的“低优指标”一般使用差值法。不同评价指标往往具有不同的量纲和量纲单位,在运用需要计算指标数据之间欧式距离的统计方法前,指标数据之间量纲的不同严重影响了统计结果的正确性,因此必须将有量纲的指标值转化为无量纲的相对值,即进行数据标准化处理。标准化处理方法一般包括 Min-Max、Z-Score 和非线性归一化等方法,其中 Z-Score 标准化是指将原始数据的均值和标准差映射为均值为 0、标准差为 1 的标准正态分布,从而消除量纲影响,提高数据可比性,但削弱了数据解释性。同趋势性变换和标准化处理后的数据运用主成分分析方法,按照文献[12]中的方法,根据特征值大小及方差贡献率提取主成分指标。对所提取的主成分指标进行标准化处理后,运用 TOPSIS 法,按照文献[11]中的方法步骤,计算各主成分指标与最优方案的

c 值,排序后进行综合评价。2016—2021 年医疗质量指标原始数据运用熵权法,按照文献[7]中的方法,获得各指标的熵值和熵权,对同趋势性变换和标准化处理后的数据进行加权,计算各加权后指标与最优方案的 c 值,排序后进行综合评价。最后对 2 种方法得到的评价结果进行相关性分析。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS26.0 统计软件进行数据标准化处理、主成分分析和 Spearman 相关性分析, $P<0.05$  为差异有统计学意义。借助 Excel 2003 软件实现数据同趋势性变换、熵权计算和 TOPSIS 分析。

**2 结 果**

**2.1 数据预处理结果** 将表 1 中的指标数据进行同趋势性变换和标准化处理。同趋势性变换时,将“低优指标”转换为“高优指标”,其中平均住院日和术前住院时间为“低优指标”,均为绝对数,因此采用倒数法转换,即对 2 个指标取倒数,再乘以 1 000。由于 Z-Score 标准化对主成分分析效果表现较好,为了消除各个指标量纲上的不同,数据标准化处理使用 Z-Score 标准化方法。同趋势性变换和标准化处理后的数据见表 2。

表 2 2016—2021 年 8 项医疗质量指标同趋势性变换和标准化处理后的数据

| 年份<br>(年) | 出院人数  | 病床使用率 | 平均住院日 | 床位周转次数 | 门诊与出院<br>符合率 | 治愈好转率 | 危重患者抢救<br>成功率 | 术前住院时间 |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------------|-------|---------------|--------|
| 2016      | -0.79 | 1.15  | -0.92 | 1.57   | 1.54         | -1.48 | -0.88         | 0.89   |
| 2017      | 0.20  | 0.92  | -1.31 | -0.38  | 0.89         | 0.41  | -0.87         | -0.63  |
| 2018      | 0.89  | 0.15  | -0.37 | 0.24   | -0.15        | 0.09  | -0.78         | -0.40  |
| 2019      | 0.94  | 0.00  | 0.78  | 0.31   | -0.80        | 1.36  | 0.16          | 1.42   |
| 2020      | 0.35  | -0.72 | 0.78  | -0.28  | -0.54        | 0.41  | 1.27          | -1.28  |
| 2021      | -1.60 | -1.51 | 1.03  | -1.47  | -0.93        | -0.79 | 1.11          | -0.01  |

**2.2 基于主成分分析的 TOPSIS 法评价结果** 对同趋势性变换和标准化处理后的数据进行主成分分析。按照特征值大于 1、累计方差贡献率大于等于 85%的

原则确定 3 个主成分,其中,主成分 F1 的特征值为 4.32,方差贡献率为 54.05%;主成分 F2 的特征值为 1.93,方差贡献率为 24.18%;主成分 F3 的特征值为

1.18, 方差贡献率为 14.79%。3 个主成分累计方差贡献率为 93.03%。根据上述主成分分析过程得到的因子载荷矩阵, 计算出 3 个主成分对应指标的系数, 分别与对应指标相乘后再求和, 得出 3 个主成分 F1、F2 和 F3 的指标数据。见表 3。

对 3 个主成分指标进行 Z-Score 标准化处理, 得到标准化 F1、F2 和 F3。计算各年份主成分指标与最优方案的接近程度, 选择标准化 F1、F2 和 F3 中的最大值和最小值分别作为最优方案和最劣方案, 计算各年份主成分指标与最优方案的 c 值, 其中 2019 年 c 值最大。见表 3。

**2.3 熵权 TOPSIS 法评价结果** 8 个医疗指标的熵值分别为 0.156 1、0.152 1、0.161 4、0.159 5、0.166 6、0.166 3、0.166 2、0.162 5, 对应的熵权分别为 0.120 9、0.117 9、0.125 1、0.123 6、0.129 1、0.128 9、0.128 8、

0.125 9。将熵权和对应指标数据相乘后, 得加权后的指标数据, 选择加权后指标数据中的最大值和最小值分别作为最优方案和最劣方案, 计算各年份数据指标与最优方案的 c 值, 其中 2019 年 c 值最大。见表 4。

**2.4 相关性分析** 2019 年 c 值最大, 即 2019 年医疗质量综合指标与最优方案相对最为接近, 表明 2019 年医疗质量综合评价最高; 2016 年其次, 2017 年和 2020 年的 c 值相对于上一年度均有所下降, 2021 年医疗质量综合评价最低。基于主成分分析的 TOPSIS 法和熵权 TOPSIS 法的评价结果整体趋势一致, 但在个别年度排序上有一定差异, 对 2 种方法的 c 值进行相关性分析, 相关系数越接近 1, 说明变量趋势越一致。Spearman 相关性分析结果显示, 2 个 c 值之间的相关系数为 0.829 ( $P=0.042$ )。2 种方法评价结果有共变趋势, 整体上具有一致性。见表 5。

表 3 主成分指标和 TOPSIS 法评价结果

| 年份(年) | F1    | F2    | F3    | 标准化 F1 | 标准化 F2 | 标准化 F3 | c    | 排序 |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------|----|
| 2016  | 2.90  | -1.45 | 0.84  | 1.39   | -1.04  | 0.77   | 0.58 | 2  |
| 2017  | 1.52  | 0.34  | -1.34 | 0.73   | 0.25   | -1.23  | 0.46 | 4  |
| 2018  | 0.60  | 0.81  | -0.49 | 0.29   | 0.58   | -0.45  | 0.53 | 3  |
| 2019  | -0.59 | 1.79  | 1.57  | -0.28  | 1.29   | 1.44   | 0.70 | 1  |
| 2020  | -1.80 | 0.37  | -0.81 | -0.86  | 0.27   | -0.75  | 0.34 | 5  |
| 2021  | -2.64 | -1.86 | 0.24  | -1.27  | -1.34  | 0.22   | 0.27 | 6  |

表 4 加权后医疗指标和熵权 TOPSIS 法评价结果

| 年份(年) | 出院人数  | 病床使用率 | 平均住院日 | 床位周转次数 | 门诊与出院符合率 | 治愈好转率 | 危重患者抢救成功率 | 术前住院天数 | c    | 排序 |
|-------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-----------|--------|------|----|
| 2016  | -0.10 | 0.14  | -0.11 | 0.19   | 0.20     | -0.19 | -0.11     | 0.11   | 0.54 | 2  |
| 2017  | 0.02  | 0.11  | -0.16 | -0.05  | 0.11     | 0.05  | -0.11     | -0.08  | 0.48 | 5  |
| 2018  | 0.11  | 0.02  | -0.05 | 0.03   | -0.02    | 0.01  | -0.10     | -0.05  | 0.49 | 4  |
| 2019  | 0.11  | 0.00  | 0.10  | 0.04   | -0.10    | 0.17  | 0.02      | 0.18   | 0.64 | 1  |
| 2020  | 0.04  | -0.08 | 0.10  | -0.03  | -0.07    | 0.05  | 0.16      | -0.16  | 0.50 | 3  |
| 2021  | -0.19 | -0.18 | 0.13  | -0.18  | -0.12    | -0.10 | 0.14      | 0.00   | 0.37 | 6  |

表 5 基于主成分分析的 TOPSIS 法 c 值和熵权 TOPSIS 法 c 值的相关性

| 项目              | 基于主成分分析法的 TOPSIS 法 | 熵权 TOPSIS 法 |
|-----------------|--------------------|-------------|
| 主成分分析的 TOPSIS 法 |                    |             |
| 相关系数            | 1.000              | 0.829       |
| P               | —                  | 0.042       |
| 熵权 TOPSIS 法     |                    |             |
| 相关系数            | 0.829              | 1.000       |
| P               | 0.042              | —           |

注: —表示无此项。

3 讨论

医疗质量直接关系到人民群众的健康权益, 科学客观地进行医疗质量评价是医院改善医疗质量管理水平的重要手段。TOPSIS 法使用简单、含义易于理解, 常用于医疗质量评价, 但 TOPSIS 法对各指标未分配权重, 默认各指标权重一致, 如果人为主观进行权重赋值, 又存在随意性。为了克服上述缺陷, 本研究一方面利用主成分分析法的数据降维原理, 提取方差贡献率较大的 3 个主成分作为评价指标, 另一方面运用信息熵原理获取熵权对指标进行加权, 最后分别

运用 TOPSIS 法进行医疗质量综合评价,结果显示,2 种方法所得结果基本一致,评价结果客观准确。

本研究结果显示,2019 年医疗质量综合评价最好,2016 年次之,2017 年和 2020 年相对于上一年度均有所下降。2017 年该院启用新的内科大楼,全院新增 300 余张床位,极大地缓解了床位紧张的情况,但同时也带来了病床使用率、床位周转次数下降的现象,这 2 个医疗效率指标的下降直接导致 2017 年的医疗质量综合评价结果比 2016 年略差。2018 年由于医院加强流程管理,积极地整合各类资源,完善了医院的急诊绿色通道,建立了自助服务体系和一站式服务中心,同时不断强化单病种管理,剔除不必要的检查治疗项目,规范单病种的治疗方案,极大地提高了工作效率,缩短了平均住院日和术前住院时间,因此 2018 年医疗质量综合评价有所提升。通过在医疗质量等方面不断地提高和进步,2019 年,本院获评三级综合性医院,医疗服务能力和医院质量安全等方面指标上了新台阶,因此医疗质量综合评价最优。2020 年,疫情给医疗系统常规运作带来了巨大影响和冲击。疫情防控期间,严格的就诊管控措施,对阻止疫情蔓延起到了重要作用,但也使部分病情稳定或较轻患者延迟了就医需求或选择了医疗服务可及性更好的就医方式,结果导致医院就诊人数不断下降,而病情危急重患者须前往医院选择住院治疗,因此最终改变了医院住院患者病情结构,即疑难急危重症患者比例上升,这部分患者的救治需要消耗更多医疗资源,因此引起医疗效率大幅下降,造成医疗质量综合指标不断降低。

综上所述,采用主成分分析法和熵权法对 TOPSIS 法的统计指标数据进行处理,不仅可识别统计指标的重要程度,提取有效信息,同时可克服主观赋权的随意性,避免单一评价方法的片面性,而且所得结果和医院医疗质量发展规律一致,可准确地评价医院医疗质量和管理水平。基于主成分分析和熵权的 TOPSIS 法,可作为医院管理者评价医院医疗质量的手段,为医院医疗管理工作提供参考。

## 参考文献

- [1] 张柳柳.应用综合指数法和 TOPSIS 法综合评价某医院医疗质量[J].中国卫生统计,2016,33(2):317-318.
- [2] 张柳柳.应用 Ridit 法综合评价医疗质量[J].现代医药卫生,2015,31(23):3675-3676.
- [3] 李航.统计学习方法[M].北京:清华大学出版社,2019:297.
- [4] 虞晓芬,傅玳.多指标综合评价方法综述[J].统计与决策,2004(11):119-121.
- [5] 娄苗苗,赵道致,杨艳华,等.基于主成分分析综合评价某三甲医院医疗质量[J].中国卫生统计,2021,38(4):539-541.
- [6] 凌文,唐根富,应筱雯,等.基于主成分分析及秩和比法的外科系统住院工作绩效评价[J].中国卫生统计,2022,39(2):275-277.
- [7] 王靖,张金锁.综合评价中确定权重向量的几种方法比较[J].河北工业大学学报,2001,30(2):52-57.
- [8] 赵李洋,武春燕,胡善菊,等.基于熵权 TOPSIS 法乡镇卫生院基本公共卫生服务项目综合评价[J].中国卫生统计,2021,38(6):848-851.
- [9] 叶静陶,张佳龙,石岩,等.基于 TOPSIS 法和综合指数法多维度综合评价某医院医疗质量[J].中国病案,2022,23(5):28-31.
- [10] 于静涛,赵菲,张会丽.基于 TOPSIS 法、密切值法和 RSR 法的北京某医院综合质量评价[J].中国卫生统计,2021,38(4):485-487.
- [11] 郎丽丽,宋少娟.TOPSIS 法和 RSR 法在综合医院医疗质量评价中的应用[J].中国卫生统计,2020,37(2):278-280.
- [12] 李小胜,陈珍珍.如何正确应用 SPSS 软件做主成分分析[J].统计研究,2010,27(8):105-108.

(收稿日期:2022-12-26 修回日期:2023-02-01)