

# 基于数据包络法的 S 高校附属医院 重症医学专业科研效率评估 ——以“十三五”期间为例

齐天<sup>1</sup> 臧学峰<sup>2</sup> 边伟帅<sup>2</sup> 甄洁<sup>2</sup> 李学伟<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北京交通大学经管学院,北京 100044; <sup>2</sup>首都医科大学附属北京世纪坛医院,北京 100038  
通信作者:李学伟,Email: xueweili@bjtu.edu.cn

**【摘要】** 目的 探究 S 高校附属医院重症医学专业在“十三五”期间科研效率的静态和动态趋势。方法 根据 2016 至 2020 年北京市 S 高校 16 家附属医院重症医学专业的科研数据来源,选取科研投入经费、参与科研医师人数作为投入评估指标,以科学引文索引(SCI)论文、中国科学引文数据库(CSCD)论文、硕博培养人数作为产出评估指标,构建重症医学专业科研效率评价指标体系,运用 SPSS 23.0 软件进行描述性资料统计,分别运用 DEAP 2.1 软件的数据包络分析法(DEA)-BCC 模型和 DEA-Malmquist 指数模型对其 2016 至 2020 年的科研效率进行静态和动态评价。结果 ① 在 2016 至 2020 年 S 高校 16 家附属医院的重症医学专业的科研技术效率(TE)差异很大,但纯技术效率(PTE)、规模效率(SE)均在较好的水平,且连续 5 年有 6~11 家附属医院重症医学专业保持 DEA 有效。② 动态分析显示其 2016 至 2020 年科研全要素生产率指数(TFP)呈先上升后下降再提升的趋势,均值为 0.985;技术效率变化指数(TEC)呈下降又上升趋势;技术进步变化指数(TC)呈缓慢上升又下降趋势,均值为 0.953。而 TEC、纯技术效率变化指数(PTEC)和规模效率变化指数(SEC)的均值均在 1 以上,可见科研创新 TFP 的增长更多地取决于技术效率指数。结论 S 高校附属医院重症医学专业科研效率的“收益效应”和“追赶效应”明显,但未显现“增长效应”,虽然实现了“十三五”期间的科研效率的明显提升,但科技创新和国际学术影响力方面仍有较大的提升空间。

**【关键词】** 数据包络分析; 高校; 附属医院; 重症医学; 科研效率

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220112-00050

## Assessment of research efficiency of critical care medicine in hospitals affiliated S university based on data envelopment method: taking the 13th Five-Year Plan period as an example

Qi Tian<sup>1</sup>, Zang Xuefeng<sup>2</sup>, Bian Weishuai<sup>2</sup>, Zhen Jie<sup>2</sup>, Li Xuewei<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; <sup>2</sup>Beijing Shijitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100038, China

Corresponding author: Li Xuewei, Email: xueweili@bjtu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To investigate the static and dynamic trends of scientific research efficiency of the critical care medicine in hospitals affiliated S university during the 13th Five-Year Plan period. **Methods** Based on the scientific research data of 16 hospitals affiliated to Beijing S University from 2014 to 2020, the scientific research investment funds and the number of physicians involved in scientific research were selected as input evaluation indexes, and the number of science citation index (SCI) papers, Chinese science citation database (CSCD) papers, and the number of masters and doctors trained were selected as output evaluation indexes, and the evaluation index system of scientific research efficiency of critical care medicine was constructed. SPSS version 23.0 software was used for descriptive data statistics, and data envelopment analysis (DEA)-BCC model and DEA-Malmquist index model of DEAP 2.1 software were used for static and dynamic evaluation of its scientific research efficiency from 2016 to 2020, respectively. **Results**

① The scientific research technical efficiency (TE) of critical care medicine in 16 hospitals affiliated with S universities varied greatly from 2016 to 2020, but pure technical efficiency (PTE) and scale efficiency (SE) were at a good level, and 6-11 affiliated hospitals in critical care medicine kept DEA effective for 5 consecutive years. ② Dynamic analysis of their total factor productivity (TFP) of scientific research from 2016 to 2020 showed a trend of rising and then falling and then rising again. The mean value was 0.985. The technical efficiency change (TEC) showed a decreasing and then increasing trend, and the technical progress change (TC) showed a slow increasing and then decreasing trend, with a mean value of 0.953. While the mean values of TEC, pure technical efficiency change (PTEC) and scale efficiency change (SEC) were above 1, which showed that the growth of total factor productivity index of research and innovation depended more on the technical efficiency index. **Conclusions** The "gain effect" and "catch-up effect" of scientific research efficiency in the specialty of critical care medicine in hospitals affiliated S universities are obvious, but the "growth effect" is not obvious. "Although the research efficiency of the 13th Five-Year Plan period has been significantly improved, there is still much room for improvement in scientific and technological innovation and international academic influence.

**【Key words】** Data envelopment analysis; Medicines colleges and university; Affiliated hospital; Critical care medicine; Research efficiency

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220112-00050

在“十三五”时期,党中央高度重视科研管理改革,陆续出台一系列优化和完善科研经费管理文件,将科研创新提升到前所未有的国家战略高度。高校作为国家科技创新的中流砥柱,已经成为开展基础性研究的主力军。而医药类高校附属医院获得的科研项目及经费也呈现快速增长趋势。根据教育部科技司的高等学校科技资料汇编中医药类高校科研经费投入情况显示,“十三五”期间,2016年为7 512 004千元;2020年为15 807 015千元,2020年较2016年增长了210.42%。每年的经费投入均以10%以上的不同幅度增长。全国医药类高校“十三五”期间在提高科研创新能力、人才培养能力和服务社会能力这3个方面都取得了明显进步<sup>[1]</sup>。因此,高投入是否带来高产出是国家对高校科研能力评价的焦点。为此,本研究对比分析北京市S高校16家附属医院重症医学专业“十三五”期间科研资源及科研活动效率变动情况,并根据结果分析作为医院抢救平台的重症医学专业的科研效率静态和动态趋势,这对各级政府卫生科技部门制定对此类医学专业的科研经费拨款方式和科研资源配置及提高科研经济效能都具有重大社会现实意义。

## 1 资料与方法

**1.1 文献回顾:**高校科研效率评估指标包括投入指标和产出指标。既往单产出单投入的评估方法很难对其作出精确评价。欧洲学者是最早将数据包络分析法(data envelopment analysis, DEA)用于开展高校生产效率研究的,因为DEA法除了用于多投入多产出的指标评估外,还具有方便易行、客观性强等特征,符合高校科研效率多投入多产出的评估。英国兰卡斯特大学经济学教授Johnes G和Johnes J<sup>[2-3]</sup>分别在1993年与2009年运用DEA模型测算1984至1988年及2000至2003年英国大学的科研效率,结果表明,对英国的不同大学不同科研投入与产出的组合进行DEA模型测算,其效率值呈现差异小但一致性较高的特征。伊朗学者Monfared和Safi<sup>[4]</sup>在2013年运用Network-DEA模型对伊朗阿尔扎赫拉大学科研效率进行实证分析,认为DEA法能更有效地找到科研效率不足的原因。波兰学者Nazarko和Šaparauskas<sup>[5]</sup>在2014年对波兰19所高校科研效率评估,选择了产出导向的DEA模型,研究显示,这些高校的科研产出效率高与其科研投入的高低有着紧密的关联。Munoz<sup>[6]</sup>在2016年采用DEA法评估智利高校的科研效率,发现DEA有效的高校

很少,并且公立高校的科研效率与私立高校相比差别较大。而国内学者梁文艳和唐一鹏<sup>[7]</sup>在2016年对“十一五”期间中国研究型大学自然科学学科动态趋势进行分析,方法采用Malmquist指数模型,结果显示,“十一五”期间这些大学科研全要素生产率的上升主要是技术进步所致,而其规模效率(scale efficiency, SE)和纯技术效率(pure technology efficiency, PTE)的进步对其上升影响不大,特别是SE拖其后腿起到不好的作用,此研究提示只有通过科技制度改革创新来推动去“存量”,才能持续而稳健地获得科研生产率的提升。苑泽明等<sup>[8]</sup>在2018年对2012至2016年5年间京津冀高校科研创新绩效作出评估,采用DEA-BCC模型和Malmquist指数模型进行动态和静态分析发现,虽然三地高校科研创新绩效呈上升趋势,但整体水平不高,呈现北京>天津>河北状况,建议加强三地间各高校人、财、物及技术、信息等要素的流通,缩小其科研发展差距。但到目前为止,用DEA模型对我国高校附属医院重症医学专业科研效率进行评估的文献报告甚少。

**1.2 资料来源:**基于北京市S高校16家附属医院重症医学科2016年1月1日至2020年12月31日的科研数据进行分析,按照重症医学专业在各个附属医院内的构成情况分为两类。A类为附属医院内各专业监护单元共同组成的重症医学专业,共4家;B类为附属医院内独立医疗单元的综合重症监护病房(intensive care unit, ICU)组成的重症医学专业,共12家。评估指标选择以科学性、重要性、可操作性、可比性为原则,参照已有的国内多家医院的回顾性研究<sup>[9-10]</sup>,结合重症医学的特性,探索本研究的评估指标,将投入科研经费和参与科研医师人数作为科研效率评估的投入指标,将科学引文索引(science citation index, SCI)和中国科学引文数据库(chinese science citation database, CSCD)论文、专利获得数量和硕博培养人数作为科研效率评估的产出指标,其中论文包括发表的综述、论著、摘要、评述、病案等各类文章。

## 1.3 研究方法

**1.3.1 评估指标体系构建的理论依据:**①投入产出理论:投入是生产过程中对生产要素的消耗和使用,产出是生产活动的成果及转化。国内著名学者魏权龄<sup>[11]</sup>将DEA模型引入国内进行投入产出效率的评估,经过数十年应用并补充完善,在各行业的绩效评

估中已经发挥出投入产出与 DEA 模型结合的共同优势。这为构建本研究的科研效率评估指标体系奠定了理论根基。② 效率相关理论：帕累托效率的概念主要由意大利的经济学家 Vilfredo Pareto 提出<sup>[12]</sup>。科研效率是指在一定时期内科学研究产出与投入之间的综合对比，TE 就是在特定的技术条件下，如果投入不增加或者其他类型的产出不减少，就不可能增加其产出，这种状态就是有效状态<sup>[13]</sup>。Farrell 则首次提出了应用前沿测定方法来测算决策单元 (decision making unit, DMU) 与生产前沿面的距离，即可得到 DMU 的科研效率。因此，该理论对下述指标体系构建有着重要的支撑。

**1.3.2 科研效率评估指标体系的构建：**按照 2014 年国家教育部颁发的《高等学校科技分类评价指标体系及评价要点》内容，结合我国医科类高校科研概况，兼顾数据的可得性，将 S 高校 16 家附属医院的重症医学专业分别设为 16 个决策单元 (DMU<sub>1~16</sub>)，由于本文只对“十三五”期间科研效率进行分析，而时间跨度短，物力投入影响小，仅考虑人力和财力投入的影响，选取了 2016 至 2020 年科研投入经费、参与科研医师人数作为投入评价指标，SCI 论文、CSCD 论文、硕博培养人数作为产出评价指标，构建了 S 高校 16 家附属医院重症医学专业科研效率评价指标体系。全部样本纵向覆盖“十三五”期间共 5 年，其中，产出指标中某些 DMU 为 0，为了计算的科学性及其有效性，本研究将相关数据进行标准化处理，其公式  $Y = 0.1 + 0.9X - X_{\min}/X_{\max} - X_{\min}$  (表 1)。

表 1 S 高校附属医院重症医学专业科研效率评估指标

一级指标	二级指标	单位	代码
投入指标	投入科研经费	元	X <sub>1</sub>
	参与科研医师	人年	X <sub>2</sub>
产出指标	SCI 论文	篇	Y <sub>1</sub>
	CSCD 论文	篇	Y <sub>2</sub>
	硕博培养人数	项	Y <sub>3</sub>

注：SCI 为科学引文索引，CSCD 为中国科学引文数据库

**1.3.3 科研效率评价模型的构建：**DEA 方法的优点是对研究数据不必无量纲化处理，不需设置权重，已成为系统评价的成熟工具，在科研效率评估时有其独特的适用性和优越性。考量各附属医院重症医学专业规模对科研效率的影响，故选择规模收益可变的 DEA-BCC 和 DEA-Malmquist 指数模型进行动态及静态结果评估。

**1.3.3.1 静态 DEA-BCC 模型的构建：**在规模收益

可变的前提下，DEA-BCC 模型把 TE 分为 PTE 和 SE<sup>[14]</sup>。TE 反映科研效率水平，即总体效率；其中 PTE 代表在既定投入下 DMU 所获得的最大产出，SE 代表衡量科研资源投入规模而影响的科研效率，可以反映是否达到最优的科研资源规模。

假设有  $n$  个 DMU，每个 DMU <sub>$j$</sub>  有  $m$  项投入、 $q$  项产出，将分别记为  $X_j = (X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})$ 、 $Y_j = (Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{qj})$ ，经等价转换和对偶处理后所得模型为：

$$\begin{cases} \min z_0 = \theta - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+) \\ s.t. \theta x_{i0} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^-, i=1, \dots, m \\ y_{r0} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+, r=1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0 \end{cases}$$

模型中  $\theta$  代表第  $j$  个 S 高校附属医院重症医学专业的科研效率值，满足  $0 \leq \theta \leq 1$ ； $\varepsilon$  为阿基米德无穷小， $\theta$  为元素为 1 的向量，若  $\theta = 1$ ，则表明 DMU 处于技术有效状态，否则表明 DMU 处于技术无效状态； $\lambda_j$  为  $n$  个 S 高校附属医院重症医学专业的科研某种组合权重； $s^-$  为松弛变量，表示投入冗余； $s^+$  为剩余变量，表示产出不足。

**1.3.3.2 动态 DEA-Malmquist 指数模型的构建：**Malmquist 在 1953 年首次提出了 Malmquist 指数的概念，随后 Caves 又在 1982 首次将 Malmquist 指数与 DEA 理论相结合作为生产效率指数，并在以后的效率评估研究中应用<sup>[15]</sup>。Fare 在 1994 年又进一步改进了 DEA 法，建立了 Malmquist 指数模型<sup>[16]</sup>。Malmquist 生产率指数适用于多投入多产出变量的面板数据效率分析，最大特点是全要素生产率指数 (total factor productivity, TFP) 分解为技术进步变化指数 (technology change, TC) 与技术效率变化指数 (technology efficiency change, TEC)，TEC 分解为纯技术效率变化指数 (pure technology efficiency change, PTEC) 和规模效率变化指数 (scale efficiency change, SEC)。Malmquist 指数模型是基于动态分析 DMU 一定时期内的数据，通过构建理想的几何平均数法测算  $t$  时期到  $t^{+1}$  时期内 Malmquist 指数的变化趋势。

$$\begin{aligned} M_{t,t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) &= \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \left[ \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \\ &= \text{TEC} \times \text{TC} \\ &= \text{SEC} \times \text{PTEC} \times \text{TC} \end{aligned}$$

TC 代表 DMU 在  $t^{-1}$  到  $t$ 、 $t$  到  $t^{+1}$  时期的技术进步高低，为“增长效应”，若  $\text{TC} > 1$ ，说明技术进步；PTEC 代表 DMU 在  $t^{-1}$  到  $t$ 、 $t$  到  $t^{+1}$  时期的科研产出

效率增减,为“追赶效应”,若 PTEC>1,说明在 TEC 和 SEC 限定时,DMU 的  $t+1$  期生产更接近生产前沿面;SEC 测算各 DMU 的“收益效应”,若 SEC>1,表明规模收益递增。

**1.4 统计学处理:**采用 SPSS 23.0 统计软件分析数据。分别采用 DEAP 2.1 软件的 DEA-BCC 模型和 DEA-Malmquist 指数模型进行静态、动态评估。

**2 结果**

**2.1 S 高校附属医院重症医学专业科研效率评估指标描述数据:**选取 2016 至 2020 年的 S 高校附属医院重症医学专业的科研投入-产出指标原始数据为本研究样本进行统计学分析,结果见表 2~3。

**表 2 2016 至 2020 年 S 高校 16 家附属医院重症医学专业总体科研投入及产出**

年份(年)	科研经费投入(元)	医师参与科研数(人)	SCI 论文数(篇)	CSCD 论文数(篇)	专利(项)	硕博培养数(人)
2016	9 455 000	212	49	104	1	70
2017	10 200 000	218	66	96	10	74
2018	12 740 000	237	64	90	4	85
2019	15 637 000	245	66	97	9	78
2020	22 970 000	250	69	97	10	86
合计	71 002 000	1 162	314	484	34	393

注:SCI 为科学引文索引,CSCD 为中国科学引文数据库

**表 3 2016 至 2020 年 S 高校 16 家附属医院各院重症医学专业科研投入及产出**

附属医院	科研经费投入(元)	参与科研医师数(人)	SCI 论文数(篇)	CSCD 论文数(篇)	专利(项)	硕博培养数(人)
X 医院	1 250 000	92	17	47	2	24
Y 医院	7 960 000	113	13	34	1	24
C 医院	18 790 000	95	57	53	3	64
R 医院	260 000	78	0	18	4	20
T 医院	8 280 000	133	48	79	0	60
A 医院	5 708 000	72	65	69	6	30
F 医院	3 150 000	36	11	10	0	16
C 医院	1 129 000	36	8	19	0	16
J 医院	410 000	35	6	8	1	0
S 医院	4 970 000	30	11	16	0	26
D 医院	9 970 000	84	5	19	2	26
Z 医院	940 000	75	6	16	0	26
T 医院	500 000	75	15	44	5	11
K 医院	280 000	35	0	12	0	10
F 医院	7 080 000	89	49	28	9	30
L 医院	325 000	84	3	12	1	10
合计	71 002 000	1 162	314	484	34	393

注:SCI 为科学引文索引,CSCD 为中国科学引文数据库

**2.2 基于 DEA-BCC 模型的科研效率静态分析结果:**使用 DEAP 2.1 软件中 DEA-BCC 模型,将 S 高校 16 家附属医院重症医学专业在 2016 至 2020 年的科研 TE、PTE 和 SE 进行评估。2016 至 2020 年 S 高校 16 家附属医院重症医学专业的 TE 均值整体

呈上升趋势,基本维持在 0.731~0.876,平均 0.819 (表 4)。TE 为 1 的是 6~11 个 DMU,仅占样本总量的 37.5%~68.8% 左右,表明大部分 S 高校附属医院重症医学专业科研效率水平处于中等水平,仅有 6~11 个 DMU 呈 DEA 有效,由此可知,未达到 DEA 有效的 DMU 科研资源配置能力及使用效率总体上均有较大的可挖掘空间。PTE 有效的 DMU 占样本总量的 62.5%~68.8% 左右,整体呈缓慢上升趋势,表明 S 高校附属医院重症医学专业的科研管理制度有待完善,技术水平发挥程度有待提高;SE 有效的 DMU 占样本总量的 43.75%~68.8% 左右,趋于上升、下降、再上升的趋势,整体上相对较为稳定。从规模收益状态来看,处于递减的 DMU 平均为 3 个,处于递增的为 5 个,处于不变的为 8 个。总体来看,S 高校 16 家附属医院重症医学专业的 TE 和 PTE 均处于中等状态,表明 S 高校附属医院重症医学科虽然具有非常强大的临床专业优势;但在科技资源使用效率、科研管理规章制度、基础设施配置能力、基础研究实验能力、临床科学研究能力等方面还需进一步提升,只有连续 5 年保持 DEA 有效的 6 个 DMU,即无论是管理方面还是规模控制方面,都处于全国领先水平。而非 DEA 有效的呈递增 DMU,尤其是 DMU<sub>2,7,8,9,16</sub>,应该加强人才引进及多学科交叉申请各类课题以推动其科研效率。

**表 4 2016 至 2020 年 S 高校 16 家附属医院重症医学专业科研效率的静态分析**

DEA 效率	效率值特征	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
TE	平均值	0.783	0.836	0.867	0.731	0.876
	TE=1	6	7	11	7	6
PTE	平均值	0.876	0.899	0.894	0.826	0.926
	PTE=1	10	11	11	10	11
SE	平均值	0.893	0.933	0.968	0.847	0.946
	SE=1	7	9	11	8	7
规模收益	递减	2	4	4	0	4
	递增	7	3	1	8	6
	不变	7	9	11	8	6

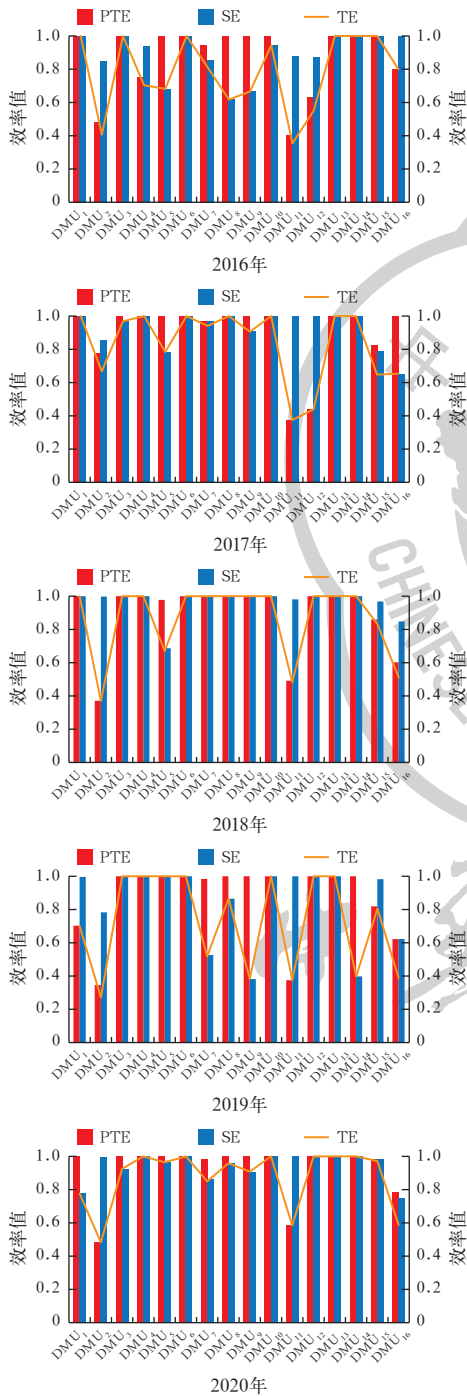
注:DEA 为数据包络分析法,TE 为技术效率,PTE 为纯技术效率,SE 为规模效率

进一步分析 S 高校 16 家附属医院重症医学专业科研效率水平的差距,整体来看,DMU<sub>3,1,6,10</sub> 的 TE 和 PTE 最高,DMU<sub>5,12,13,14,7,8,9</sub> 居中,DMU<sub>2,4,11,15,16</sub> 最低(图 1),表明 A 类附属医院重症医学专业在科研管理制度、硬件环境、资源的配置能力、资源使用效率等方面具有较大优势;而 B 类附属医院重症医学专业的 SE 最高,表明这类附属医院重症

医学专业在科研管理制度体系设计不变时,科研资源投入更具规模效应。

**2.3 非DEA有效的DMU投入冗余与产出不足:**为进一步探讨未达到DEA有效DMU的具体原因,并对其提供能够使科研投入产出效率提高的定量参考数据,本研究对非DEA有效的DMU(2016至2020年)分别计算投入冗余量和产出不足量。在保持科研资

源投入不变的条件下,DMU<sub>2,11,16</sub>在2016至2020年连续5年,DMU<sub>5,7,9,15</sub>在2016至2020年其中的4年,DMU<sub>8</sub>在2016至2020年其中的3年,DMU<sub>1,3,12</sub>在2016至2020年其中的2年,DMU<sub>4,10,14</sub>在2016至2020年其中的1年,都要相应增加SCI和CSCD论文数及硕士博士培养数(表5),这些DMU投入冗余的产生归因于科研人员效率低;另外,科研经费投



注:DMU为决策单位,PTE为纯技术效率,SE为规模效率,TE为技术效率

**图1 2016至2020年S高校16家附属医院重症医学专业静态科研效率评估结果**

**表5 2016至2020年S高校16家附属医院重症医学专业投入冗余与产出不足部分**

年份(年)	DMU	投入冗余		产出不足		
		科研经费投入(元)	参与科研数(人)	SCI论文(篇)	CSCD论文(篇)	硕博士培养数(人)
2019	DMU <sub>1</sub>	68 971.499 4	6,597 274	0	2,609 528	0
2020	DMU <sub>1</sub>	111 937.809 0	4,925 264	0.707 527	0	0
2016	DMU <sub>2</sub>	1 636 296.300 0	10,666 667	0.777 778	0	0
2017	DMU <sub>2</sub>	1 320 000.000 0	6,000 000	3,000 000	0	2,000 000
2018	DMU <sub>2</sub>	586 136.930 0	15,756 369	0	0	0
2019	DMU <sub>2</sub>	1 158 603.830 0	18,945 723	0	1,784 522	0
2020	DMU <sub>2</sub>	1 034 813.390 0	13,452 574	3,860 599	0	0
2017	DMU <sub>3</sub>	782 941.177 0	0,529 412	0	6,941 176	0
2020	DMU <sub>3</sub>	7 457 857.140 0	1,571 429	0.035 714	0	0
2016	DMU <sub>4</sub>	29 729.729 7	4,459 459	0.864 865	5,324 324	0
2016	DMU <sub>5</sub>	381 006.160 0	8,255 133	0	1,970 483	0
2017	DMU <sub>5</sub>	1 106 000.000 0	5,600 000	2,200 000	0	1,600 000
2018	DMU <sub>5</sub>	657 244.496 0	8,544 178	1,175 848	0	0
2020	DMU <sub>5</sub>	87 982.484 6	0,985 404	5,725 430	0	0
2016	DMU <sub>7</sub>	740 000.000 0	1,333 333	0.333 333	1,666 667	0
2017	DMU <sub>7</sub>	1 301 176.470 0	0,411 765	0	2,176 471	0
2019	DMU <sub>7</sub>	96 381.579 0	3,855 263	0.129 934	1,496 711	0
2020	DMU <sub>7</sub>	15 004.452 4	1,200 356	0	1,566 340	0
2016	DMU <sub>8</sub>	111 474.926 0	2,300 885	0	0	0
2019	DMU <sub>8</sub>	59 200.319 4	1,078 821	1,591 765	0,430 590	0
2020	DMU <sub>8</sub>	3 268.171 8	0,326 817	0	0	0
2016	DMU <sub>9</sub>	16 666.666 7	2,333 333	0	2,333 333	0,666 667
2017	DMU <sub>9</sub>	7 578.947 4	0,663 158	0	3,073 684	0,989 474
2019	DMU <sub>9</sub>	86 487.383 8	4,324 369	0,732 736	0	0,591 633
2020	DMU <sub>9</sub>	9 163.827 4	0,641 468	0	0	1,337 166
2016	DMU <sub>10</sub>	310 000.000 0	0,333 333	1,333 333	2,666 667	0
2016	DMU <sub>11</sub>	1 840 000.000 0	10,333 333	1,333 333	1,666 667	0
2017	DMU <sub>11</sub>	1 200 000.000 0	10,000 000	1,000 000	0	0
2018	DMU <sub>11</sub>	826 978.762 0	9,303 511	3,801 452	0	0
2019	DMU <sub>11</sub>	2 070 000.000 0	10,000 000	3,000 000	2,000 000	0
2020	DMU <sub>11</sub>	62 195.220 0	7,463 415	1,463 415	0	0
2016	DMU <sub>12</sub>	89 861.111 1	6,739 583	1,468 750	5,854 167	0
2017	DMU <sub>12</sub>	196 407.767 0	8,417 476	1,825 243	2,883 495	0
2019	DMU <sub>14</sub>	30 107.909 0	4,215 107	0,449 567	0	0
2017	DMU <sub>15</sub>	225 367.156 0	6,338 451	0	1,305 073	0
2018	DMU <sub>15</sub>	201 312.336 0	3,019 685	0	13,74 322	0
2019	DMU <sub>15</sub>	1 412 893.860 0	3,502 793	0	0	2,011 173
2020	DMU <sub>15</sub>	46 464.320 0	0,509 974	0	6,549 720	1,177 213
2016	DMU <sub>16</sub>	5 000.000 0	9,000 000	0	0	0
2017	DMU <sub>16</sub>	17 333.333 3	7,600 000	0,266 667	0	0
2018	DMU <sub>16</sub>	58 708.578 5	7,827 810	0	0	0
2019	DMU <sub>16</sub>	48 983.957 2	11,021 390	0	0,021 390	0,518 717
2020	DMU <sub>16</sub>	20 670.731 7	7,441 463	0	0,491 463	0

注:DMU为决策单位,SCI为科学引文索引,CSCD为中国科学引文数据库

人冗余以及SCI和CSCD论文及硕博培养数产出不足表明只有在减少科研经费支出并且增加产出才能实现纯技术有效,出现这种现象的主要原因是这些DMU没有将有限的经费转化为有效产出,造成经费浪费或者是经费转化效率低。

**2.4 基于DEA-Malmquist指数的科研效率动态分析:**使用DEAP 2.1软件中的DEA-Malmquist指数模型,将S高校16家附属医院重症医学专业2016至2020年的科研TFP、TEC、PTEC、SEC、TC指数进行分析。2016至2020年S高校16家附属医院重症医学专业的TFP值差别较大,表明S高校16家附属医院重症医学专业的TFP在各个时段提升水平不一,但均对促进重症医学专业的科研效率有所贡献(表6)。总体来看,2016至2020年,S高校16家附属医院重症医学专业的TFP呈先上升后下降再提升的趋势,均值为0.985,2019至2020年增长达18.10%;TEC呈下降又上升趋势,均值为1.034,在2019至2020年增长达28.40%;TC呈缓慢上升又下降趋势,均值为0.953。而TEC、PTEC、SEC的均值都在1以上,可见TFP增长更多取决于TEC,因此S高校16家附属医院重症医学专业的科研效率提升更多取决于科研管理水平提高。

表6 2016至2020年S高校16家附属医院的重症医学专业Malmquist指数动态分析( $\bar{x} \pm s$ )

年份	TFP	TEC	PTEC
2016至2017年	0.970±0.293	1.074±0.280	1.025±0.210
2017至2018年	1.016±0.332	1.034±0.364	0.994±0.377
2018至2019年	0.809±0.344	0.803±0.276	0.957±0.093
2019至2020年	1.181±0.565	1.284±0.505	1.101±0.191
合计	0.985±0.414	1.034±0.402	1.018±0.241

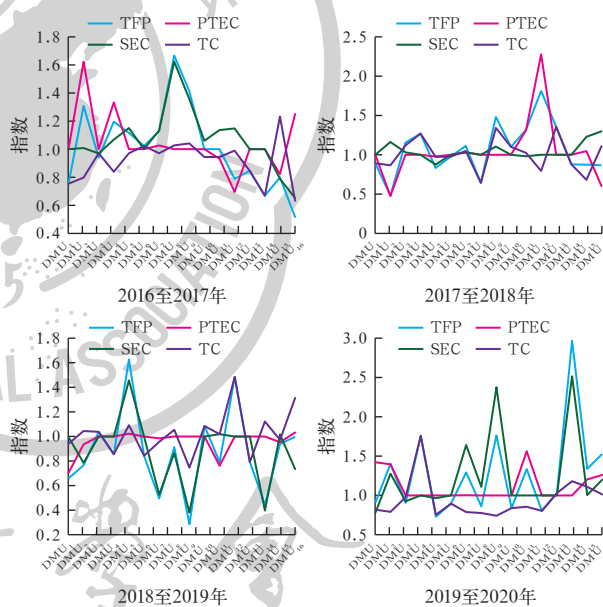
  

年份	SEC	TC
2016至2017年	1.048±0.215	0.903±0.152
2017至2018年	1.040±0.105	0.983±0.211
2018至2019年	0.839±0.271	1.007±0.186
2019至2020年	1.166±0.509	0.920±0.254
合计	1.016±0.329	0.953±0.204

注:TFP为全要素生产率指数,TEC为技术效率变化指数,PTEC为纯技术效率变化指数,SEC为规模效率变化指数,TC为技术进步变化指数

S高校16家附属医院重症医学专业的TFP之间存在较大差异,在2016至2017年的TFP值>1的有DMU<sub>2,4-11</sub>,最高达1.666;2017至2018年的TFP值>1的有DMU<sub>3,4,7,9,10,11,12,13</sub>,最高达1.812;2018至2019年的TFP值>1的有DMU<sub>3,5,10,12</sub>,最高达1.626;2019至2020年的TFP值>1的有DMU<sub>2,4,7,9,11,13,14,15,16</sub>,最高达2.967(图2)。表明

S高校附属医院重症医学专业的科研效率在“十三五”期间提升明显医院占25%~56.3%、说明这些DMU的科研管理水平和科研创新能力比其他未达到1水平的更强。从趋势分析可以进一步看出,各DMU的TC与TFP形态图形并不趋同,表明催化TFP提升的内在因素更多取决于TEC。其中绝大多数DMU的TEC、PTEC、SEC在“十三五”期间4个时段均达到1以上的增长值,最高值达2.514。表明S高校16家附属医院重症医学专业的科研投入规模收益递增,“收益效应”最为突出,就科研来讲,PTEC与SEC高值体现了S高校附属医院重症医学专业的科研管理水平提高很快,且由于科研管理制度改革对其综合管理能力提升的作用,显现出明显的“追赶效应”,因此,在“十三五”期间S高校16家附属医院重症医学专业的科研“收益效应”和“追赶效应”明显,但“增长效应”未见发挥作用。



注:DMU为决策单位,TFP为全要素生产率指数,PTEC为纯技术效率变化指数,SEC为规模效率变化指数,TC为技术进步变化指数

图2 2016至2020年S高校16家附属医院重症医学专业动态科研效率评估结果

### 3 讨论

本研究通过对S高校16家附属医院重症医学专业科研效率进行静态和动态综合分析,发现S高校16家附属医院重症医学专业科研效率水平处于中等水平,表明S高校16家附属医院重症医学专业的科研管理运行及水平都处于良好状态,但这仅仅是16家附属医院的综合平均水平,并不代表没有潜力可挖。

S 高校附属医院重症医学专业无论在提高教学质量还是科研导向和社会服务方面都具有标杆示范作用;同时代表着各大附属医院的最高抢救水平,此类专业团队学识学术水平一流,临床科研人才队伍强大,各种科研信息资源极为充足,科研实验条件尤为优越,再加上科学规范的现代管理体系,其科研效率数据具有一定的代表性。本研究结果能够为 S 高校附属医院的科研管理层面更加科学有效、合理配置该专业的科研经费投入,为加快和鼓励科研成果转化提供些许参考和实证借鉴。

对本研究样本的重症医学专业的学科组成特点分析发现, B 类重症医学专业的 TE 未达到最优,且呈现规模报酬递增的趋势。与其获得的各类课题不足相关;而 A 类重症医学专业的 PTE 较好,且其综合 TE 最佳,但其动态趋势发展不佳,与其所属不同专业各自发展的速率相关,同时在分析投入冗余和产出不足方面, B 类的重症医学专业呈现出科研论文发表数量不足的情况。作为唯一组织架构的临床优势学科,在 S 高校附属医院的科研发展规划中占据着比较重要的位置,同时也承担着带动其他学科发展的责任,故建议 S 高校附属医院对 B 类重症医学专业应该将科研资源投入力度提高至最大,以获得更多的专利和成果,成为全国重症医学专科建设与发展的领头雁。分析发现 S 高校附属医院所有 DMU 的科技成果产出显得相对不足,且在“十三五”期间无一成果获奖,表明 S 高校附属医院重症医学专业应加大多中心临床研究和基础研究,提升专利获得数量及技术创新以增大产出,并注重给予参与科研的临床医师物质奖励和较充分的研究时间,以全面促进科研产出。

“十三五”期间,各大医药类高校引进了大量的一流实验和检查设备,建立了各种学科研究中心和重点实验室及各种医学专业人才培养基地。研究表明,在“十三五”期间该高校附属医院重症医学专业的科研 TFP 值与 TEC 值呈现出趋同一致的趋势,证实 TEC 是其科研效率提升的内在动力源,其根本原因在于 S 高校 16 家附属医院重症医学专业充分发挥科技改革政策带来的资源优势,且科研管理能力提升较快,逐步提高了 S 高校 16 家附属医院重症医学专业的整体科研效率,更靠近了科研生产前沿面。加之 SEC 也与 PTEC 的变化趋势一致,均值为 1 以上,由此带来明显的“追赶效应”和“收益效应”,但在引进大量新技术和创新人才方面是其短板,故

科研的“增长效应”乏力,只有三大效应齐头并进,产生交互的三重效应才能推动该高校附属医院重症医学专业科研效率的跨越式发展,以实现在科技创新质量和国际学术影响力方面的腾飞。由于本研究所选的重症医学专业确立二级学科仅有 10 余年,故在学科建设和科研教学方面仍处于发育成长期,所得结果有可能偏失,在今后的研究中笔者会更进一步探讨。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 高等学校“十三五”科学和技术发展规划 [EB/OL]. (2016-11-18) [2021-05-02]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/moe\\_784/201612/t20161219\\_292387.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/moe_784/201612/t20161219_292387.html).
- [2] Johnes G, Johnes J. Measuring the research performance of UK economics departments: an application of data envelopment analysis [J]. *Oxford Econ Papers*, 1993, 45 (2): 332-347. DOI: 10.1093/oxfordjournals.oep.a042095.
- [3] Johnes G, Johnes J. Higher education institutions' costs and efficiency: taking the decomposition a further step [J]. *Econ Edu Rev*, 2009, 28 (1): 107-113. DOI: 10.1016/j.econedurev.2008.02.001.
- [4] Monfared M, Safi M. Network DEA: an application to analysis of academic performance [J]. *J Ind Eng Int*, 2013, 9 (1): 1-15. DOI: 10.1186/2251-712X-9-15.
- [5] Nazarko J, Saparuskas J. Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions [J]. *Technol Econ Dev Econ*, 2014, 20 (1): 25-44. DOI: 10.3846/20294913.2014.837116.
- [6] Munoz DA. Assessing the research efficiency of higher education institutions in Chile: a data envelopment analysis approach [J]. *Int J Educ Manage*, 2016, 30 (6): 809-825. DOI: 10.1108/IJEM-03-2015-0022.
- [7] 梁文艳, 唐一鹏. 中国研究型大学科研全要素生产率动态评价——基于 DEA-Malmquist 指数的实证分析 [J]. *重庆高教研究*, 2016, 4 (3): 73-81. DOI: 10.15998/j.cnki.issn1673-8012.2016.03.012.
- [8] 苑泽明, 张永贝, 宁金辉. 京津冀高校科研创新绩效评价——基于 DEA-BCC 和 DEA-Malmquist 模型 [J]. *财会月刊*, 2018 (24): 26-32. DOI: 10.19641/j.cnki.42-1290/f.2018.24.004.
- [9] 吴涛, 于洋, 李晓璐, 等. 基于数据包络分析的北京市某三甲医院科研绩效评估 [J]. *中国病案*, 2021, 22 (7): 21-23, 50. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2566.2021.07.008.
- [10] 李方方, 丁国富, 严波. 基于 DEA-Malmquist 方法的重庆市三甲医院科研效率分析 [J]. *西南师范大学学报(自然科学版)*, 2019, 44 (3): 135-140. DOI: 10.13718/j.cnki.xsxb.2019.03.023.
- [11] 魏权龄. 评价相对有效性的数据包络分析模型 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2012.
- [12] Kang JS, Yang SS. Modeling and experimental evaluation of torque loss in turbine test rig for accurate turbine performance evaluation [J]. *J Mech Sci Technol*, 2012, 26 (2): 473-479. DOI: 10.1007/s12206-011-1031-6.
- [13] Aoun SG, Bendok BR, Rahme RJ, et al. Standardizing the evaluation of scientific and academic performance in neurosurgery: critical review of the "h" index and its variants [J]. *World Neurosurg*, 2013, 80 (5): e85-e90. DOI: 10.1016/j.wneu.2012.01.052.
- [14] Banker RD, Charnes A, Cooper W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis [J]. *Manage Sci*, 1984 (9): 1078-1092. DOI: 10.1287/mnsc.30.9.1078.
- [15] Caves DW, Christensen LR, Diewert WE. The economic theory of index numbers and the measurement of input and output and productivity [J]. *Econometrica*, 1982, 50 (6): 1393-1414. DOI: 10.2307/1913388.
- [16] 闫平, 马璇璇, 王海涛. 我国高校科研效率评价——基于 DEA 与 Malmquist 指数的分析 [J]. *财会月刊(综合版)*, 2016 (11): 3-9. DOI: 10.19641/j.cnki.42-1290/f.2016.32.001.

(收稿日期: 2022-01-12)