

基于数据包络分析的三级医院科研效率评价^{*}

胥美美 单连慧 钟 华 安新颖

(中国医学科学院医学信息研究所 北京 100020)

〔摘要〕 应用数据包络分析 DEA 方法对 2015 年北京市 41 家三级医院的科研效率进行评价, 分析医院非 DEA 有效的可能原因, 提出非 DEA 有效医院提升科研效率的方向与措施。

〔关键词〕 医院; 科研效率; 评价; 数据包络分析

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2017.05.013

Scientific Efficiency Evaluation of Tertiary Hospitals Based on Data Envelopment Analysis XU Mei - mei, SHAN Lian - hui, ZHONG Hua, AN Xin - ying, Institute of Medical Information, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100020, China

〔Abstract〕 Data Envelopment Analysis (DEA) method is used to evaluate the efficiency of 41 tertiary hospitals in 2015 in Beijing. The possible causes of non-DEA effective hospitals are analyzed, and the direction and measures of non-DEA effective hospitals to promote scientific research efficiency are put forward.

〔Keywords〕 Hospital; Scientific research efficiency; Evaluation; Data Envelopment Analysis (DEA)

1 引言

医学科研机构的科研效率评价, 有助于更好地指导医学科研资源的投放方向, 使有限的投入发挥最大的效益。医院是医学科研机构主要组成部分。结合医院的特点, 对医院科研效率进行深入、系统的研究, 可以帮助医院了解自身科研效率在全国的

相对水平, 寻找差距, 进而采取一定措施提高医学科研资源的利用率, 优化医学科技活动水平, 为医学科研资源的有效配置提供科学依据, 为科研管理部门决策提供定量化参考。目前, 已有较多研究开展了针对医院服务效率方面的评价, 但有关医院科研效率评价的研究还较少^[1-2]。

医院的发展是动态及多维化, 其科研效率评价受到多重因素的影响。科学合理评价医院科研效率, 关键是针对评价的目标, 构建合理的投入-产出评价指标体系。目前, 科技投入与产出效率的研究方法主要有 4 种^[3]: 绝对比例效率分析法, 线性回归方法、数据包络分析 (Data Envelopment Analysis, DEA) 方法和随机前沿方法 (Stochastic Frontier Approach, SFA)。DEA 是美国运筹学家 Charnes 等于 1978 年提出的用于评价多投入-多产出部门相对效率的非参数方法^[4]。针对多投入、多产出的

〔收稿日期〕 2017-01-11

〔作者简介〕 胥美美, 助理研究员; 通讯作者: 安新颖, 副研究员, 博士。

〔基金项目〕 中国医学科学院中央级科研院所基本科研业务专项 (项目编号: 2016RC330003); 中国医学科学院医学与健康科技创新工程 (项目编号: 2016-I2M-3-018)。

科技活动, DEA 方法无需确定投入与产出指标之间的函数,能同时将多个指标进行评价,进而获得每个决策单元的效率水平,因此该方法在教育、银行等诸多领域决策单元的效率评价中已被认为是一种有效的评价工具^[5]。医院属于多投入、多产出的机构,其科研效率的评价采用 DEA 方法更为合适。基于此,本研究通过建立一套指标体系,采用 DEA 方法对北京市三级医院的科研效率进行评价,旨在掌握北京市三级医院科研效率的相对水平,为医院科研管理者合理规划科研资源提供线索和依据。

2 资料和方法

2.1 资料来源

以国家卫生计生委官方网站公布的三级医院名录为基础,共获得北京市 42 家三级医院,由于北京安康医院各指标数据为 0,因此去除该医院,将剩余的 41 家三级医院作为评价单元。鉴于数据收集和加工需要时间,本研究利用的最新数据为 2015 年数据,故对 2015 年北京市三级医院科研效率进行评价。参评医院的数据来源主要包括:(1)国内外相关数据库,如科学引文索引数据库扩展版(SCIE)、中国生物医学文献服务系统(SinoMed)。(2)有关政府部门统计资料。(3)有关内部资料等。

2.2 研究方法

采用 DEA 方法对北京市 41 家三级医院的科研效率进行分析。DEA 是基于数学规划模型来估计有效生产的前沿面,再将每个决策单元与此前沿面相比较,用于衡量各个决策单元的相对效率。位于前沿面上的决策单元,效率值为 1,认定为有效;而不在前沿面上的决策单元,则为无效。DEA 主要有 CCR 模型^[4]和 BCC 模型^[6]。CCR 模型是在规模报酬不变的情况下对决策单元进行的综合效率评价。BCC 模型是在规模报酬可变情况下进行的效率评价,是从综合效率中剥离出了规模效率得到决策单元的纯技术效率,可反映出非有效决策单元无效的原因。本研究采用 BCC 模型对北京市三级医院的科

研效率进行评价。

2.3 指标选取

DEA 方法对指标数量有要求,一般满足决策单元的数量至少为投入指标和产出指标数量和的 2 倍^[7]。本文借鉴高校科研效率评价研究所采用的指标体系,结合医学学科特点、参照 DEA 模型指标选取基本原则、考虑到数据的可得性以及 DEA 对指标数量的要求,最终选取 2 个投入指标和 6 个产出指标。投入指标为科研人员的数量和科研项目数量,其中科研人员的数量是作为人力投入指标。鉴于医院科研经费指标数据难以获得,本研究选用了将国家级科研项目、卫生行业专项项目数量以及临床试验项目数量加权处理^[8]后的科研项目总数量用以代替财力投入。产出指标主要包括 SCIE 收录论文数量、中文核心期刊论文数量、SCIE 收录论文总被引频次、发明专利授权量、国家标准和卫生行业标准数量、成果授奖数量(国家科技奖和中华医学科技奖进行加权)。其中,SCIE 收录论文数量是根据中科院 SCI 期刊分区表进行分区加权处理后^[8]的数量,成果授奖数量是将国家科技奖和中华医学科技奖进行加权后^[8]的数量。产出指标中不仅包含了科研产出的数量指标,还有反映科研产出质量的指标。

2.4 统计分析

采用 R 3.2.0 进行数据描述性分析以及 Wilcoxon 秩和检验,使用 MaxDEA Ultra 6.16 进行 DEA 效率运算。

3 研究结果

3.1 指标基本情况

由表 1 可见,北京市 41 家三级医院在科研人力和项目方面的投入变异程度较高。科研产出指标的变异程度也较大,相比于论文数量和质量指标,发明专利授权量、国家标准和卫生行业标准数量以及成果授奖数量的变异程度更大。

表 1 北京市三级医院科研投入和产出指标的基本情况

类别	指标	<i>N</i>	均值	标准差	变异系数
投入指标	科研人员数量（人）	41	993.2	785.8	0.8
	科研项目数量（个）	41	53.5	67.0	1.3
产出指标	SCIE 收录论文数量（个）	41	160.5	183.1	1.1
	中文核心期刊论文数量（个）	41	234.2	231.8	1.0
	SCIE 收录论文被引频次（次）	41	741.9	843.8	1.1
	发明专利授权量（个）	41	2.5	3.6	1.4
	国家标准和卫生行业标准数量（个）	41	7.6	12.4	1.6
	成果获奖数量（个）	41	2.3	4.2	1.8

3.2 效率总体水平

由表 2 可知，北京市 41 家三级医院综合技术效率的平均水平为 0.89，标准差为 0.17，超出平均水平的医院有 26 家，低于该水平的医院有 15 家。参评医院规模效率的平均水平为 0.95，标准差为 0.10，纯技术效率的平均水平为 0.93，标准差为 0.15。达到 DEA 相对有效的医院共 21 家，占 51.2%，该 21 家医院的纯技术效率和规模效率均有效。非 DEA 有效的医院中有 7 家为纯技术有效，占比为 17.1%，该 7 家医院因规模无效，导致综合效率无效。其余 13 家医院（占比为 31.7%）技术和规模均无效。较大程度由纯技术效率低下引起科研综合效率水平低的医院有 9 家，占比为 69.2%；主要由规模效率低下引起科研综合效率水平低的医院有 2 家，占比为 15.4%；同时因纯技术效率和规模效率低下引起科研综合效率水平低的医院有 2 家，占比为 15.4%。从规模报酬状态来看，处于规模报酬递增、递减和不变的医院分别占 24.4%、24.4% 和 51.2%。

表 2 北京市三级医院的综合技术效率、纯技术效率、规模效率及规模报酬状态

医院	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬状态
北京大学第三医院	1.000	1.000	1.000	--
北京大学口腔医院	1.000	1.000	1.000	--

续表 2

北京大学人民医院	1.000	1.000	1.000	--
北京妇产医院	1.000	1.000	1.000	--
北京华信医院	0.865	0.875	0.989	irs
北京积水潭医院	0.879	1.000	0.879	drs
北京京煤集团总医院	0.303	0.315	0.961	irs
北京小汤山医院	0.686	1.000	0.686	irs
北京燕化医院	0.464	1.000	0.464	irs
北京医院	1.000	1.000	1.000	--
北京肿瘤医院	1.000	1.000	1.000	--
北京儿童医院	1.000	1.000	1.000	--
北京世纪坛医院	0.951	1.000	0.951	drs
航天中心医院	0.732	0.873	0.838	drs
民航总医院	0.928	0.937	0.991	irs
.....				
平均值	0.174	0.152	0.102	-
标准差	0.886	0.930	0.954	-

注：“irs”表示规模报酬递增；“drs”表示规模报酬递减；“--”表示规模报酬不变。限于篇幅限制，仅列出了部分医院效率情况。

表 3 显示了北京市不同类型三级医院的科研效率水平，经 Wilcoxon 秩和检验，未发现三级甲等医院的综合技术效率水平与三级未定等医院具有统计学差异（ $W=222.0, P=0.07$ ）。亦未发现综合医院的综合技术效率水平与专科医院存在统计学差异（ $W=155.0, P=0.25$ ）。

表 3 不同类型三级医院的科研效率水平

项目	类型	综合技术效率					机构数 (家)
		均值	标准差	中位数	最小值	最大值	
医院等级	三级甲等	0.93	0.12	1.00	0.53	1.00	30
	三级未定等	0.78	0.25	0.87	0.30	1.00	11
医院类型	综合医院	0.87	0.18	0.94	0.30	1.00	26
	专科医院	0.91	0.16	1.00	0.53	1.00	15

3.3 非有效决策单元需进一步改进效率的情况

根据 DEA 运算结果，非 DEA 有效医院的产出可参照 DEA 有效医院的产出进行调整，以达到相对有效，这可为决策单元生产状态的改善提供定量依据。本研究采用以产出为导向的模型，即在保持投入不变的情况下，将产出增加到一定的参考值便可使医院科研效率达到 DEA 有效。本研究中非

DEA 有效的医院有 20 家，将每家医院产出指标的平均值进行投影分析后，获取其达到 DEA 有效所需具体调整的产出指标情况，见表 4。以航天中心医院为例，与 DEA 有效的医院相比，该医院需在其数据基础上提高中文核心期刊论文 27.5 篇，分区加权后的 SCIE 收录论文 7.5 篇、SCI 论文被引 13.9 次，则会达到 DEA 有效。

表 4 非 DEA 有效医院科研产出需进一步改进情况

医院	类型	SCIE 收录论文 数量（篇）	中文核心期刊 论文数量（篇）	SCIE 收录论文 被引频次	发明专 利授权量	国家标准和卫生 行业标准数量	成果授奖 数量
北京华信医院	改变值	1.2	8.3	4.2	0.0	0.0	0.0
	目标值	8.7	61.3	40.6	0.0	1.9	0.0
北京积水潭医院	改变值	10.3	38.7	49.7	0.4	0.5	0.3
	目标值	101.6	320.7	411.7	3.4	9.7	2.4
北京京煤集团总医院	改变值	0.0	36.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	目标值	0.8	52.9	1.5	0.0	0.0	0.0
北京小汤山医院	改变值	0.0	6.0	0.5	0.0	0.0	0.0
	目标值	0.4	19.0	1.5	0.0	0.0	0.0
北京燕化医院	改变值	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	目标值	0.3	17.3	0.5	0.0	0.0	0.0
航天中心医院	改变值	7.5	27.5	13.9	0.0	0.0	0.0
	目标值	28.0	102.5	118.7	0.0	3.9	0.0
民航总医院	改变值	1.0	2.5	2.7	0.0	0.0	0.0
	目标值	13.5	40.6	37.7	0.0	1.4	0.0
北京世纪坛医院	改变值	5.0	13.2	23.6	0.0	0.1	0.0
	目标值	101.5	269.2	481.6	2.0	4.5	1.9
...	...	...	...	...	...	...	...

注：限于篇幅限制，仅列出了部分医院情况。

4 讨论

4.1 医院科研效率非 DEA 有效的结果分析及改进意见

4.1.1 结果分析 本研究采用以产出为导向的 DEA 模型, 根据分析结果, 可以得出北京市参评三级医院科研效率无效的具体原因包括: (1) 高质量论文产出不足。在 20 家非 DEA 有效的医院中, 有 17 家医院发表的 SCI 论文数量不足, 20 家医院的中文核心期刊论文数量发表均不足, 18 家医院的 SCI 论文被引频次待提升。(2) 授权的发明专利产出不足。在 20 家非 DEA 有效的医院中, 有 9 家医院存在授权的发明专利产出不足的问题。(3) 国家标准和卫生行业标准产出不足。20 家非 DEA 有效医院中的 9 家医院科研人员参与编写国家标准和卫生行业标准的数量不足。(4) 成果授奖数量不足。20 家非 DEA 有效医院中的 6 家存在成果授奖数量不足的问题。

4.1.2 改进意见 为提高非 DEA 有效的北京市参评三级医院科研效率, 提出以下改进意见: (1) 从医院层面, 深化医院内部管理体制变革。对于非 DEA 有效的医院应通过管理体制变革实现内部人力、财力、物力等投入资源的有效配置, 尤其要通过实施各种措施如引进高水平的科研人员、制定合理的科研奖励政策、科研人员考核制度等^[9], 以提高医院科研人员开展科研活动的积极性, 形成最优的科研活动规模, 提高论文、专利等科研产出的质量和数量, 最终实现医院高效的科研效率。(2) 从国家层面改革拨款机制^[10]。国家公立医院部分科研经费来自于财政部门。建议国家将科研资源拨款与科研效率评价相结合, 采用这种资源分配机制, 可鼓励医院, 特别是未达到有效生产效率的医院采取一定措施来提高自身科研效率。这种政策导向将优化科研资源配置, 最终使得科研资源得到高效利用。

4.2 研究的局限性

本研究也存在一定程度的局限性: (1) 仅采用了单个年份的科研产出判断医院的科研效率, 结果

可能会缺乏稳定性, 今后将进一步开展多年份的医院科研动态效率评价。(2) 评价结论是基于目前所参评的样本数据, 评价单元发生变化或样本量增加, 评价结论也会发生一定程度的变化。(3) 本研究在选取评价指标时, 受数据获得性的限制, 没有纳入科研经费指标, 而是采用了高水平科研项目数来替代。这种方式是否会对研究结果有影响以及有多大程度的影响, 需要今后在获取经费指标后, 进行比较研究。

5 结语

本研究采用 DEA 法对北京市 41 家三级医院的科研效率水平进行实证评价, 结果发现北京市三级医院的科研投入产出效率处于中等水平, 还有待提升。综合医院与专科医院之间的科研投入产出效率, 以及三级甲等医院与三级未定等医院之间的科研投入产出效率均表现为无统计学差异 ($P > 0.05$)。根据本研究获取的非 DEA 有效医院的科研效率水平以及参评医院要实现 DEA 有效所需增加的产出指标情况, 可帮助参评医院找到提高科研效率的方向以及力度。本研究的评价结果, 可为国家科研政策制定者、卫生科研管理部门了解北京地区医院的科研投入产出效率基本情况提供一定的科学证据, 并为其调整或制定科研资源配置的相关政策提供重要的参考依据。

参考文献

- 1 钟华, 李海存, 倪萍, 等. 基于随机前沿分析的医学科研效率研究 [J]. 中华医学科研管理杂志, 2016, 29 (4): 255 - 258.
- 2 钟华, 李海存, 安新颖. 基于 PCA - SFA 的医院科研活动效率评价 [J]. 医学信息学杂志, 2016, 37 (10): 57 - 61.
- 3 谈毅. 基于 DEA - BCC 方法的我国高校科技投入产出效率研究 [J]. 科技管理研究, 2015, (20): 106 - 111.
- 4 Charnes A, Cooper WW, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2 (6): 429 - 444.

(下转第 73 页)

年来的文献进行了探索和分析。从时间趋势来看, 总体呈现缓慢增长态势, 2011 - 2015 年发文量均维持在 150 篇左右, 说明该领域的发展相对平稳。通过对作者发文量和期刊载文量的统计分析挖掘出了该领域的核心作者和期刊。高频词统计和共词聚类分析结果显示, 目前糖尿病健康促进领域的研究热点集中在通过健康促进等方式改善糖尿病患者的饮食、锻炼等生活方式、促进健康行为、削减糖尿病风险因素的影响等研究方向。横断面研究以风险因素的评估、健康促进方式的调查等内容为主, 纵向研究的设计则以提高患者的自我管理能力、促进健康行为为核心。

本研究结果也反映出了目前糖尿病健康促进这一研究领域存在的问题。首先, 健康促进的模式较为固化, 实施方法和内容缺乏创新, 这也是导致近 3 年该领域文献量呈现下降趋势的主要原因。目前大部分研究仍采用传统的健康教育方法, 为患者制定一般性或个性化的干预措施, 对患者的健康行为进行调节和指导, 对于新理论和新方法的开发和评价较少, 例如将健康信息技术应用到健康促进中的研究。其次, 目前的健康促进项目多针对糖尿病患者的饮食和锻炼两方面进行干预项目的设计, 对于糖尿病保健的其他方面关注较少, 例如血糖自我监

测、用药等。上述问题体现了现有糖尿病健康促进研究存在的不足, 同时也是未来值得我国研究者关注的研究方向。

参考文献

- 1 廖涌. 中国糖尿病的流行病学现状及展望 [J]. 重庆医科大学学报, 2015, 40 (7): 1042 - 1045.
- 2 刘克玲. 健康促进与教育是慢性病防控的首要策略 [J]. 中国健康教育, 2013, 29 (4): 291 - 292.
- 3 Chen CM. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006, 57 (3): 359 - 377.
- 4 王声培, 云雅娟. 洛特卡定律、普赖斯定律和我国数学科学文献 [J]. 图书情报工作, 1994, (3): 21 - 24.
- 5 张海燕. 关于布拉德福定律及其应用的若干思考 [J]. 情报探索, 2013, (12): 19 - 21.
- 6 崔雷, 刘伟, 闫雷, 等. 文献数据库中书目信息共现挖掘系统的开发 [J]. 现代图书情报技术, 2008, (8): 70 - 75.
- 7 Glasgow RE, Vogt TM, Boles SM. Evaluating the Public Health Impact of Health Promotion Interventions: the RE - AIM framework [J]. Am J Public Health, 1999, 89 (9): 1322 - 1327.

(上接第 60 页)

- 5 Charnes A, Cooper WW. Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications [M]. Boston: Kluwer, 1994.
- 6 Banker RD, Charnes A, Cooper WW. Some Models for Estimating Technical and Scale in Efficiencies in Data Envelopment Analysis [J]. Management Science, 1984, (30): 1078 - 1092.
- 7 侯启娉. 基于 DEA 的研究型高校科研绩效评价应用研

- 究 [J]. 研究与发展管理, 2005, 17 (1): 118 - 124.
- 8 胥美美, 安新颖, 代涛. 我国三级医院科技影响力评价的实证研究 [J]. 医学信息学杂志, 2016, 37 (3): 13 - 18.
- 9 陆根书, 刘蕾, 孙静春, 等. 教育部直属高校科研效率评价研究 [J]. 西安交通大学学报: 社会科学版, 2005, 25 (2): 75 - 79.
- 10 田东平, 苗玉凤, 崔瑞锋. 我国重点高校科研效率的 DEA 分析 [J]. 科技管理研究, 2005, (8): 42 - 44.