

应用 Bootstrap-DEA 方法的公立三级医院技术效率测量与比较分析

李萌^{1*} 张旭东¹ 郭淑岩¹ 杨婷婷¹ 杨威¹ 黎浩² 张建成³ 董四平¹

1. 国家卫生健康委医院管理研究所 北京 100044

2. 武汉大学全球健康研究中心 湖北武汉 430072

3. 临沂市人民医院 山东临沂 276000

【摘要】目的:测量我国公立三级综合医院技术效率并进行比较分析。方法:采取系统分层典型抽样方法收集2018年5省203家医院投入、产出指标截面数据,应用Bootstrap-DEA方法计算样本医院的技术效率、规模效率和纯技术效率,并按床位数分5组进行效率值比较分析。结果:样本医院技术效率值为0.6487,规模效率值为0.9762,纯技术效率值为0.6645;样本医院三个效率值随着床位增加呈现先升后降的趋势,床位 ≤ 1000 的样本医院组平均效率值最低,3000 $<$ 床位 ≤ 4000 的样本医院组平均效率值最高。结论:我国部分省份公立三级综合医院技术效率整体水平较低,纯技术效率偏低是技术效率较低的主要原因;在医疗卫生服务领域存在规模经济现象,医院不宜盲目扩张。

【关键词】技术效率;规模效率;纯技术效率;Bootstrap-DEA;公立医院

中图分类号:R197 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1674-2982.2020.03.010

Measurement and comparative analysis of different technical efficiencies of public tertiary general hospital using Bootstrap-DEA approach

LI Meng¹, ZHANG Xu-dong¹, GUO Shu-yan¹, YANG Ting-ting¹, YANG Wei¹, LI Hao², ZHANG Jian-cheng³, DONG Si-ping¹

1. National Institute of Hospital Administration, National Health Commission, Beijing 100044, China

2. Global Health Institute, Wuhan University, Wuhan Hubei 430072, China

3. The people's hospital of Linyi city, Linyi Shandong 276000, China

【Abstract】 Objective: To measure and compare the Technical Efficiencies of public tertiary general hospitals in China. Methods: Cross-sectional data sets of input and output indicators were extracted from 203 tertiary general hospitals in five provinces of China in 2018 and Bootstrap-DEA was employed to calculate the Technical Efficiency (TE), Scale Efficiency (SE) and Pure Technical Efficiency (PTE). Results: In 2018 the TE, SE and PTE average values were 0.6487, 0.9762 and 0.6645, respectively. The sampled hospitals' TE firstly showed an increasing trend and then decreased with the increase in hospital beds. The average TE value of the sample group with a number of beds less than 1000 was the lowest, while the sample group with beds more than 3000 and less than 4000 had the highest value. Conclusions: The overall technical efficiencies of public tertiary general hospitals in some provinces in China is still low and needs improvement, and the inefficiency in PTE is the main reason for the inefficiency of TE. There is a phenomenon of economies of scale in the field of medical and healthcare services, so hospitals should vigilantly consider the scale efficiency in order to avoid blind expansion of their systems.

【Key words】 Technical Efficiency (TE); Scale Efficiency (SE); Pure Technical Efficiency (PTE); Bootstrap-DEA; Public hospital

* 基金项目:国家自然科学基金面上项目(71573061);湖北省卫生计生委青年人才项目(WJ2017Q003)

作者简介:李萌(1988年—),女,硕士,助理研究员,主要研究方向为医院管理、卫生经济。E-mail:limeng411@126.com

通讯作者:董四平。E-mail:sipingd@163.com

随着我国医疗保障水平的不断完善,居民医疗服务需求不断释放,医疗服务供给压力日益增长,看病难现象仍然存在。如何从医疗服务供给侧推进改革,提高公立医院运营效率是缓解医疗服务供需矛盾的重要手段。2019 年 1 月,国务院办公厅发布《关于加强三级公立医院绩效考核工作的意见》(国办发〔2019〕4 号),提出要“到 2020 年基本建立较为完善的三级公立医院绩效考核体系,三级公立医院功能定位进一步落实,内部管理更加规范,医疗服务整体效率有效提升”。^[1]为进一步落实新医改目标和绩效考核工作,需要对公立医院的运营效率进行测量和分析。医院整体运营效率包括配置效率和技术效率两个方面,在医疗服务支付方式和物价政策不变的情况下,医院配置效率相对稳定,测量技术效率成为评估整体效率的有效手段。既往关于公立医院技术效率的研究大多集中于某个省份或更小区域的部分样本^[2-5],对于该省份或区域改进医院技术效率具有一定意义,但受制于样本的代表性不能推断评估其他省份甚至全国的医院效率情况,也不能作为其他地区医院学习的标杆。本研究基于系统抽样方法,在全国范围内抽取具有典型代表性省份的全部公立三级综合医院作为研究样本,测量和比较其技术效率,分析其规模经济状况,了解我国医院技术效率基本情况,为其他省份和医院效率改进提供借鉴。

1 资料与方法

1.1 资料来源

资料来源同《基于 Bootstrap-Malmquist-DEA 的公立三级综合医院全要素生产率测算与动态分解》^[6],收集 5 个省份所有三级公立综合医院 2018 年的投入产出指标。

1.2 研究方法

数据包络分析(DEA)是近年来学术界常用的非

参数效率评价方法,其采用线性规划的技巧根据样本的观察值构建出有效的生产前沿面,并以各决策单元与前沿面之间距离的比值确定各决策单元的相对效率。^[7]本文采用 DEA 最常用的两大基础模型——CCR 模型和 BCC 模型以产出为导向分别计算技术效率和纯技术效率值。^[8-9]但 DEA 将所有偏离均归因于低效率,没有考虑到随机误差等因素。Bootstrap 方法是通过有放回的对已有样本抽样来推断总体。^[10]本研究将 Bootstrap 作为传统 DEA 模型的纠偏方法,采用 Bootstrap-DEA 计算样本医院的效率值,提高了效率测量的准确性。

1.3 投入产出指标的选择

基于本课题组前期对于中国医院效率 DEA 研究投入产出指标分析的结果^[11],选用使用频率较高的实有床位数、在职职工数作为投入指标,出院人次、门急诊人次作为产出指标。

1.4 数据处理与分析

采用 SPSS23.0 对数据进行处理和分析。采用 R 软件和 FEAR 软件包计算 2018 年样本医院的效率值。^[12]在运用 Bootstrap 方法时,有放回抽样 2 000 次,置信水平 α 取值为 0.05。

2 结果

2.1 投入产出指标描述性分析

2018 年样本医院平均实有床位 1 479 张,在职职工 1 938 人,出院 56 592 人次,门急诊 982 513 人次。分省来看,在职职工数方面只有山东大于平均水平;实有床位数安徽最大,门急诊人次山东最大,出院人次湖北最大,山西和海南均小于平均水平。山西的投入产出指标平均值在 5 省中均最小(表 1)。

表 1 2018 年样本医院投入、产出指标情况

省份	样本量	实有床位数(张) ($\bar{x} \pm S$)	在职职工数(人) ($\bar{x} \pm S$)	出院人次(人次) ($\bar{x} \pm S$)	门急诊人次(人次) ($\bar{x} \pm S$)
山东	85	1 530 \pm 881	2 163 \pm 1 375	61 757 \pm 44 576	1 090 755 \pm 914 638
安徽	31	1 649 \pm 865	1 831 \pm 1 012	57 520 \pm 39 117	1 079 614 \pm 803 126
山西	27	1 021 \pm 491	1 534 \pm 784	32 144 \pm 18 273	554 189 \pm 379 271
湖北	50	1 568 \pm 864	1 847 \pm 1 078	63 462 \pm 38 486	996 761 \pm 834 309
海南	10	1 319 \pm 644	1 908 \pm 1 279	41 468 \pm 27 663	846 689 \pm 624 020
合计	203	1 479 \pm 837	1 938 \pm 1 191	56 592 \pm 40 052	982 513 \pm 824 771

2.2 基于 Bootstrap-DEA 的医院技术效率分析

2018 年样本医院技术效率值为 0.648 7, 规模效率值为 0.976 2, 纯技术效率值为 0.664 5。从各省的效率值来看, 技术效率从高到低排序依

次是湖北、山东、安徽、海南和山西。将技术效率进一步分解为规模效率和纯技术效率, 规模效率山东最高, 安徽最低, 纯技术效率排序与技术效率一致(表 2)。

表 2 2018 年样本医院效率值

效率	山东	安徽	山西	湖北	海南	合计
技术效率(TE)	0.663 8	0.621 9	0.518 3	0.734 5	0.526 6	0.648 7
规模效率(SE)	0.991 5	0.930 0	0.974 2	0.984 8	0.940 9	0.976 2
纯技术效率(PTE)	0.669 5	0.668 7	0.532 0	0.745 8	0.559 7	0.664 5

注: 根据 DEA 模型原理, $SE = TE/PTE$, 因此 TE 与 PTE 是由 Bootstrap-DEA 方法计算所得, SE 是由 TE/PTE 所得。

2.3 不同床位规模医院效率分析

为考察不同床位规模医院的效率表现, 按照组间距 1 000 的标准, 根据实有床位数大小将样本医院分为五组, 1 组为床位 $\leq 1\ 000$; 2 组为 $1\ 000 < \text{床位} \leq 2\ 000$; 3 组为 $2\ 000 < \text{床位} \leq 3\ 000$; 4 组为 $3\ 000 < \text{床位} \leq 4\ 000$; 5 组为床位 $> 4\ 000$ 。

为直观了解各分组效率值的变化情况, 以床位分组为横坐标, 效率值(包括技术效率和纯技术效率, 不包括 Bootstrap 方法不能直接给出的 DMU 规模

效率值)为纵坐标做直方图(图 1)。可以看出, 样本医院不同组别的技术效率值随着床位的增大呈现先升后降的趋势: 组 1 的平均效率值最低, 技术效率均值为 0.576 3, 纯技术效率均值为 0.579 2; 组 4 的平均效率值最高, 技术效率均值为 0.789 2, 纯技术效率均值为 0.802 2。随着床位数的进一步增大, 技术效率和纯技术效率开始下降, 即组 5 的技术效率降至 0.775 2, 纯技术效率降至 0.770 0。

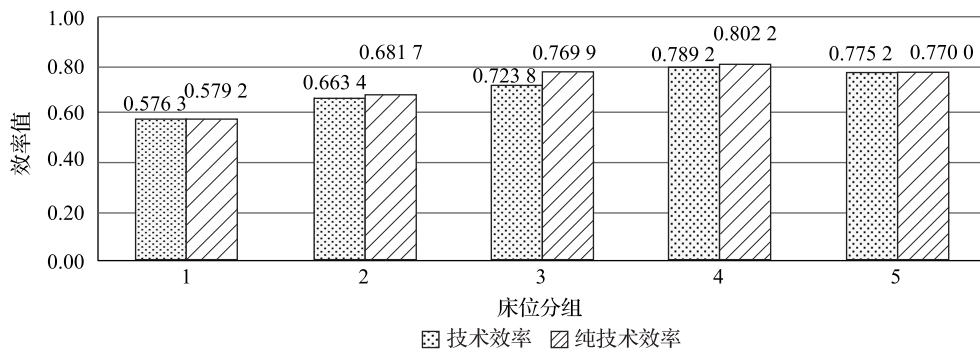


图 1 不同床位组别样本医院效率值

为了检验不同床位组别效率值是否存在差异, 采用非参数检验 K-W 检验对五组样本医院效率值进行比较(表 4)。可以看出, 样本医院不同床位分组技术效率 K-W 检验的 χ^2 值为 35.230, $P < 0.001$, 可以

认为样本医院不同床位分组之间技术效率值不完全相同; 样本医院不同床位分组纯技术效率 K-W 检验的 χ^2 值为 45.188, $P < 0.001$, 可以认为样本医院不同床位分组之间纯技术效率值不完全相同。

表 4 样本医院不同床位组别效率值的 K-W 检验结果

	分组	N	Mean Rank	Chi-Square	df	Sig.
技术效率	1	72	74.97	35.230	4	0.000
	2	91	106.37			
	3	26	130.77			
	4	11	158.73			
	5	3	160.67			
纯技术效率	1	72	70.60	45.188	4	0.000
	2	91	107.11			
	3	26	142.35			
	4	11	158.09			
	5	3	145.33			

3 讨论

3.1 三级公立医院技术效率分析

2018 年样本医院技术效率值为 0.648 7, 纯技术效率值为 0.664 5, 效率值有较大提升空间。分省来看, 只有湖北的效率值大于 0.7, 海南和山西的效率值甚至已经接近 0.5。纯技术效率值与技术效率值差距不大, 说明纯技术效率偏低是导致技术效率低下的主要原因。这与对我国 2010—2016 年 31 省市医院效率测量的研究结果一致。^[13] 各省相比, 无论是投入产出指标均值还是效率值, 山西省均为五省中最低的。

3.2 纯技术效率对医院技术效率的影响

纯技术效率低下是技术效率低下的主要原因。纯技术效率主要反映现有技术发挥程度和医院内部经营管理水平的高低。^[14] 因此, 效率值较低的省份和医院在提升技术效率方面可从改善医院内部管理水平入手, 不断提升纯技术效率, 最终促进技术效率的提升。相关研究也指出广东省公立医院存在着资源浪费的情况, 需改进管理水平^[3]; 山东省各地市医疗卫生机构的总体效率不高, 需要提高管理水平改进效率^[5]。本项目的其他相关研究发现医院内部管理水平对医院技术效率和纯技术效率存在显著影响。^[15] 提升内部管理水平已经成为医院技术效率提升的主要手段, 现代医院管理制度建立完善、精细化运营管理体系建立是促进现代医院发展的必经之路。

3.3 规模效率对医院技术效率的影响

在医院规模较小的时候, 扩大医院规模可以带来医院效率的提升, 而当医院规模达到一定程度后, 继续扩张规模不仅不会带来效率的提升还可能导致效率出现下降, 即规模效率随着规模扩张呈现先增后降的趋势, 规模效率下降到一定程度也会导致技术效率出现下降。因此, 医院不能依靠盲目的规模扩张来提升效率。有研究指出黑龙江省 42 家三级医院适当地控制医院的规模, 增加自身的竞争优势, 才能进一步提高医院的整体效益^[2]; 武汉市 23 家公立医院要结合医院自身的特点和功能定位, 确定其合适规模^[4]。

3.4 不同床位分组样本医院效率分析

既往研究发现, 在我国医疗服务领域存在规模经济现象。^[16-19] 本研究结果表明: 不同床位分组样本

医院效率值随着分组床位数的增加逐渐增大, 但当床位数达到一定数值后, 效率值出现下降趋势。在床位数达到一定数量之前, 医院规模较小, 尚未达到投入产出按照相同比例变化的状态, 处于规模报酬递增状态, 随着床位数的增长, 医院规模逐渐增大, 产出的增量大于投入的增量, 规模效率也随之提高, 并带动技术效率提高。但当床位数超过一定数量后, 医院的规模报酬状态发生改变, 投入增量大于产出增量, 开始处于规模报酬递减状态, 规模效率随之降低, 技术效率也会因为规模过大所带来的影响而出现降低。通过样本医院不同床位组别效率值的 K-W 检验结果可以看出, 样本医院不同床位分组之间技术效率、纯技术效率不完全相同, 说明床位数差异与效率值差异存在显著相关关系。近年来很多研究者均提出医院面临规模过度扩张风险。^[20-23] 本研究结果进一步验证了在医疗服务领域存在规模经济现象, 公立医院不宜盲目扩张。

3.5 研究局限

一方面, 本研究试图采取系统随机抽样方法在全国范围内开展大样本的公立三级综合医院技术效率测量, 并推断全国总体情况, 但限于调研成本, 仅抽取了 5 个省份 203 家医院数据。2019 年发布的中国卫生健康统计年鉴显示, 2018 年我国公立三级医院总计 2 263 家。与之相比, 本研究的样本量占比约为 1/10, 后续研究需提高抽样科学性, 进一步提升样本代表性。另一方面, 本研究抽取的样本均为公立三级综合医院, 基本符合 DEA 对于决策单元同质性的要求, 但是从严格意义上讲各样本医院产出指标仍然具有较大差异。下一步研究宜引入 DRGs 的 CMI 指数对产出指标进行难度系数校正, 提升 DMU 的可比性。

4 结论与建议

首先, 我国部分省份公立三级综合医院技术效率整体水较低, 还有较大的提升空间。技术效率低下表明现有技术下医院以既定投入实现最大产出的能力较差(以产出为导向), 医疗资源投入没有得到充分利用, 存在浪费现象。在医院配置效率相对稳定的情况下, 技术效率是决定医院运营效率的关键, 建议医院通过不断提升技术效率来改善医院运营效率, 合理投入资源, 优化资源配置结构, 提升内部管理水平, 合理设置发展规模, 从而提升医疗卫

生资源的利用率。

其次,公立三级综合医院纯技术效率偏低是技术效率较低的主要原因。建议医院将提升内部管理水平作为促进医院发展的主要手段。医院可以在本省或者其他省找到相对应的标杆医院,深入学习其绩效管理、人力资源管理、运营模式等内部精细化管理优势,以不断提升自身的运营效率。同时,可以通过开展卫生技术评估等方式,提升医疗技术的发挥程度;引进先进的现代化管理理念,促进医院内部管理水平整体提升,实现纯技术效率的双提升。

最后,医院可以根据自身所处的规模报酬状态来判断是否能够通过扩大规模来提升医院运营效率。如果医院处于规模报酬递减状态,还应该考虑通过缩减规模来避免医疗资源的浪费。通过提升医疗服务质量、优化流程布局、改善患者就医体验等方式实现医院内涵式发展,转变医院简单机械扩张规模的外延式发展模式。

作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参 考 文 献

[1] 国务院办公厅. 关于加强三级公立医院绩效考核工作的意见[EB/OL]. (2019-01-30)[2019-09-12]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2019-01/30/content_5362266.htm

[2] 王铁强, 马燕, 李斌, 等. 数据包络分析方法对黑龙江省三级医院相对效率的评价[J]. 中国卫生经济, 2006, 25(4): 64-66.

[3] 汪唯, 陈少贤, 彭晓明, 等. 广东省公立医院效率分析与比较[J]. 中国医院管理, 2008, 28(2): 16-19.

[4] 陆文娟, 杨巧, 冯占春. 武汉市公立医院运行相对效率的 DEA 评价[J]. 医学与社会, 2012, 25(2): 70-72.

[5] 公彦才. 山东省医疗卫生机构服务效率评价比较——径向和非径向 CRS 的比较[J]. 卫生经济研究, 2017(3): 64-67.

[6] 李萌, 郭淑岩, 杨婷婷, 等. 基于 Bootstrap-Malmquist-DEA 的公立三级综合医院全要素生产率测算与动态分解[J]. 中国卫生政策研究, 2019, 12(12): 43-47.

[7] Farrell M. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3): 253-290.

[8] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429-444.

[9] Banker R D, Charnes A, Cooper W W. Some Model for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis[J]. Management Science, 1984, 30(9): 1078-1092.

[10] Efron B. Bootstrap methods; another look at the jackknife[J]. The Annals of Statistics, 1979, 7(1): 1-26.

[11] 董四平, 左玉玲, 陶红兵, 等. 中国医院效率 DEA 研究分类与投入产出指标分析[J]. 中国卫生政策研究, 2014, 7(10): 40-45.

[12] Wilson P W. FEAR 1.0: A Software Package for Frontier Efficiency Analysis with R[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2008, 42(4): 247-254.

[13] 李萌, 郭淑岩, 董四平. 基于 Bootstrap-Malmquist-DEA 纠偏的中国医院效率和全要素生产率测量[J]. 卫生经济研究, 2019, 36(3): 63-68.

[14] 李萌. 三阶段 DEA 模型的方法与实证研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2013.

[15] 杨威, 李萌, 郭淑岩, 等. 公立医院内部管理水平对技术效率的影响研究——基于偏最小二乘结构方程模型方法[J]. 中国卫生政策研究, 2019, 12(12): 48-54.

[16] 董四平. 县级综合医院规模经济效率及其影响因素研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2010.

[17] 陈山泉, 潘瑶, 姚岚, 等. 我国医院规模经济的探讨[J]. 医学与社会, 2012, 25(11): 54-57.

[18] 雷海潮, 周志男, 谢学勤, 等. 基于数据包络分析的三级医院适宜规模研究[J]. 中国医院管理, 2014, 34(3): 11-14.

[19] 武剑, 林庆贤. 我国医院规模经济研究进展的思考[J]. 医学与社会, 2014, 27(10): 57-87.

[20] 林凯, 邵燕华, 马晓姣, 等. 浙江省三级公立医院综合技术效率及影响因素——基于 DEA 和 Tobit 回归分析[J]. 中国卫生政策研究, 2014, 7(8): 62-67.

[21] 林凯, 袁波英, 孟雪晖. 基于三阶段 DEA 的浙江省三级公立医院运行效率分析[J]. 中国医院管理, 2017, 37(11): 34-36.

[22] 路文亮, 曾成, 陈莉莉, 等. 基于数据包络分析的医院运行效率评价[J]. 中国数字医学, 2017, 12(11): 92-94.

[23] 曾雁冰, 蔡伦, 孙卫, 等. 基于 DEA 模型分析我国公立医院运行效率[J]. 中国卫生统计, 2018, 35(2): 47-51.

[收稿日期:2019-10-20 修回日期:2020-01-15]

(编辑 赵晓娟)