

数据包络分析在部队卫生资源优化配置中的应用

施 鹏¹, 张罗漫^{1*}, 孟 虹¹, 孙庆文²

(1. 第二军医大学卫生勤务学系卫生统计学教研室, 上海 200433; 2. 第二军医大学基础医学部数理教研室, 上海 200433)

[摘要] **目的:**探索数据包络分析在部队卫生资源优化配置中的应用。**方法:**应用数据包络分析中的 C²GS²模型对 52 个部队卫生机构进行技术有效性评价,并应用系统聚类方法进行技术有效性分型。在 Cochran-Mantel-Haenszel χ^2 检验分析战区、军兵种等混杂因素和 Kruskal-Wallis *H* 检验比较不同类型卫生机构卫生服务产出的基础上,应用 Kruskal-Wallis *H* 检验和相对比分析不同类型卫生机构卫生资源的数量和结构,查找卫生资源配置存在的主要问题,为卫生资源优化配置提供参考依据。**结果:**52 个部队卫生机构技术有效性得分的中位数为 0.84,技术有效机构为 18 个。52 个部队卫生机构可分为 4 个技术有效类型:A 型、B 型、C 型和 D 型,分别反映了技术有效性的“最优水平”、“平均水平”、“较低水平”和“最低水平”。D 型卫生机构各类卫生资源数量高于其他类型,结构上存在不合理现象,可参照 A 型或 B 型卫生机构卫生资源配置情况进行调整。**结论:**卫生资源优化配置可联合应用数据包络分析和其他统计学方法对研究对象进行技术有效性评价、分型和诊断,参照技术有效性高的卫生机构卫生资源配置状况调整技术有效性低的卫生机构卫生资源的数量和结构,实现优化配置。

[关键词] 数据包络分析;卫生资源;资源配置;军队卫生

[中图分类号] R 821 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2006)07-0707-04

Application of data envelopment analysis in optimal allocation of military health resources

SHI Peng¹, ZHANG Luo-man^{1*}, MENG Hong¹, SUN Qing-wen² (1. Department of Health Statistics, Faculty of Health Services, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China; 2. Department of Mathematics and Physics, College of Basic Medical Sciences, Second Military Medical University, Shanghai 200433)

[ABSTRACT] **Objective:** To explore the application of data envelopment analysis in optimal allocation of military health resources. **Methods:** The relative technical efficiency of 52 military health service units (MHSUs) was assessed by C²GS² model, a variable-return to scale, input oriented data envelopment analysis (DEA) method. MHSUs were classified with hierarchical clustering analysis. The confounding factors (geographic factor and arms of service) were analyzed using Cochran-Mantel-Haenszel χ^2 test and the output of health service was analyzed using Kruskal-Wallis *H* test; then the quantity of health resources of different types of MHSUs was compared using Kruskal-Wallis *H* test and the structure of the resources was analyzed with ratios of different items. **Results:** Eighteen of the 52 MHSUs were technical efficient and the median score was 0.84. The relative technical efficiencies of 52 MHSUs were clustered into 4 types: type A, type B, type C and type D, referring to the best performance, average performance, inferior performance and the worst performance, respectively. The quantity of type D MHSUs was higher than those of other types of MHSUs and the structure of type D MHSUs was unreasonable compared with other types of MHSUs. The quantity and structure of type D MHSUs could be adjusted according to those of the type A or type B MHSUs. **Conclusion:** Combined with other statistical methods, DEA can be used to evaluate, classify the relative technical efficiency and analyze the resource allocation of different types of decision making units (DMUs). The quantity and structure of health resource with inferior relative technical efficiency DMUs can be adjusted to optimize the allocation of health resources.

[KEY WORDS] data envelopment analysis; health resources; resource allocation; military hygiene

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2006, 27(7): 707-710]

卫生资源优化配置包括两层含义(或两级目标): (1) 实现卫生服务供需平衡。这是卫生资源配置的一级优化(初步优化),称为合理配置;(2) 实现效率(效益)最大化。在卫生服务供需平衡基础上,实现有限卫生资源的充分利用,获得最大的卫生服务效益(即产出投入比最大化)。这是卫生资源配置的二级优化(最终优化),称为优化配置。卫生资源一级优化(合理配置)采用卫生服务供需平衡法进行研究,卫生资源二级优化(最终优化配置)多运用卫生服务投入产

出分析法进行研究^[1]。合理配置是实现卫生资源优化配置的第一步,国内和军队有关研究人员进行了大量深入地研究^[1~3],如何在一级优化的基础上,运用

[基金项目] 全军医药科研“十五”规划课题(01Z101-2)。Supported by “Tenth Five-Year Plan” Foundation for Medical Science Research of PLA(01Z101-2)。

[作者简介] 施 鹏,硕士生。E-mail: shipengstat@hotmail.com

* Corresponding author. E-mail: zhangluoman@yahoo.com.cn

卫生服务投入产出分析进行二级优化尚缺乏研究。本文应用数据包络分析(data envelopment analysis, DEA),联合系统聚类等统计学方法对部队卫生机构卫生服务投入产出效率进行评价、分型,查找卫生资源配置存在的主要问题,提出卫生资源优化配置的参考标准,为上级部门决策提供依据。

1 资料和方法

1.1 资料来源 军队医药卫生科研基金“十五”规划重点课题《军队卫生资源需要与利用调查》中的部队卫生机构抽样调查数据。该调查对 52 个师以下部队卫生机构 2001 年卫生资源投入和卫生服务产出等进行了问卷调查。

1.2 投入、产出指标的选取 根据卫生资源的分类和卫生机构卫勤保障任务从调查问卷项目中选取投入、产出指标,并按卫生机构每千名保障人群进行标化。投入指标为:现有干部数、展开床位数、年卫生事业经费支出金额(万元/千人)、年供应药材金额(万元/千人)、现有仪器设备件数(件/千人)。产出指标为:年门急诊人次(人次/千人)、年收容住院人次(人次/千人)、年健康检查人次(人次/千人)、年预防接种人次(人次/千人)、年水与食品检查次数(次/千人)。

1.3 评价模型的选择 DEA 主要有 C²R 和 C²GS² 两个评价模型。前者基于规模收益不变的假定,评价决策单元(decision making unit, DMU)的规模有效性和技术有效性。后者基于规模收益可变的假定,评价 DMU 的技术有效性^[4]。本研究的 DMU 为部队卫生机构,假定规模收益可变,选取 C²GS² 模型评价部队卫生机构的技术有效性。

1.4 技术有效性评价 DEA 引用线性规划模型,求解技术有效性得分 θ 。 θ 介于 0 和 1 之间, θ 越大,表示所评价的 DMU 技术有效性越高。运用 SAS 8. 2

软件中的 proc lp 求解每个 DMU 技术有效性得分 Q^[5],并应用 proc univariate 对 θ 进行统计描述。

1.5 技术有效性分型 根据技术有效性得分 θ ,应用系统聚类(hierarchical clustering analysis)方法将部队卫生机构划分为不同的技术有效类型。运用 SAS 8.2 软件中的 proc cluster 实现。

1.6 卫生资源诊断分析 在排除战区、军兵种等混杂因素和各类型卫生机构卫生服务产出没有差异的基础上比较不同类型卫生机构卫生资源配置的数量和结构,查找卫生资源配置存在的主要问题。首先应用 Cochran-Mantel-Haenszel χ^2 检验,比较不同技术有效类型卫生机构在不同战区和军兵种的分布。然后应用 Kruskal-Wallis H 检验比较不同技术有效类型卫生机构卫生服务产出和卫生资源投入数量。应用相对比分析卫生资源投入的结构。统计分析通过 SAS 8.2 软件 proc freq 和 proc npar1way wilcoxon 实现,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

1.7 卫生资源优化配置参考标准 在保持一定卫生服务产出的前提下,参照技术有效性处于最优水平和平均水平卫生机构卫生资源配置的数量和结构,调整技术有效性处于低水平卫生机构的卫生资源配置。

2 结果

2.1 技术有效性评价 技术有效性得分 θ 分布呈负偏态(Shapiro-Wilks $W=0.86, P<0.0001$),中位数为 0.84。技术有效单位($\theta=1$)有 18 个,占 35%。技术无效单位 θ 最低 0.23,最高 0.98。

2.2 技术有效性分型 系统聚类结果可分为 4 种类型(图 1),分别命名为 A 型、B 型、C 型和 D 型。根据各类型卫生机构技术有效性平均得分,技术有效性依次处于“最优水平”,“平均水平”,“较低水平”和“最低水平”(表 1)。

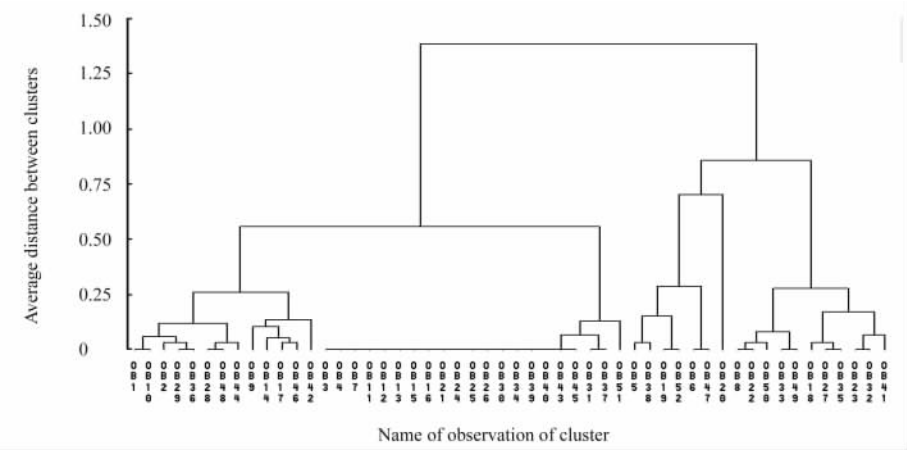


图 1 部队卫生机构系统聚类图

Fig 1 Tree diagram of hierarchical clustering analysis of military health service units

表 1 部队卫生机构技术有效类型

Tab 1 Types of relative technical efficiency of military health service units

Type	Number of units	Median score	Range of score
Type A	21	1.00	0.96-1.00
Type B	13	0.83	0.78-0.91
Type C	11	0.64	0.57-0.70
Type D	7	0.44	0.23-0.49
Total	52	0.84	0.23-1.00

表 2 不同技术有效类型卫生机构产出情况比较(中位数)

Tab 2 Comparison of output in different types of relative technical efficiency of military health service units(Median)

Output index*	Type A (n=21)	Type B (n=13)	Type C (n=11)	Type D (n=7)	H	P
Yearly outpatient and emergency visits	3 855	2 810	2 926	3 516	0.867	0.465
Yearly inpatient visits	89	57	52	66	5.010	0.171
Yearly physical examination visits	681	720	537	743	0.856	0.470
Yearly vaccination visits	875	760	368	456	5.380	0.146
Yearly times of water and food quarantine	88	71	24	34	4.441	0.218

* The output index was the data for a population of 1 000

2.3.3 卫生资源投入分析

2.3.3.1 卫生资源数量比较 不同类型卫生机构

2.3 卫生资源配置诊断

2.3.1 混杂因素分析 $\chi^2_{\text{战区}} = 10.01, P_{\text{战区}} = 0.19, \chi^2_{\text{军兵种}} = 4.58, P_{\text{军兵种}} = 0.33$, 不同技术有效类型卫生机构在战区和军兵种上的分布差异没有统计学意义, 说明战区和军兵种不是影响技术有效性的混杂因素。

2.3.2 卫生服务产出分析 不同技术有效类型卫生机构卫生服务产出的差异没有统计学意义, 可在卫生服务产出没有差异的前提下分析卫生资源投入(表 2)。

各类卫生资源数量的差异有统计学意义, D 型部队卫生机构高于其他类型卫生机构(表 3)。

表 3 不同技术有效类型卫生机构各类卫生资源数量比较(中位数)

Tab 3 Comparison of quantity of health resources in different types of relative technical efficiency of military health service units(Median)

Output index*	Type A (n=21)	Type B (n=13)	Type C (n=11)	Type D (n=7)	H	P
Number of medical and managerial staffs	6	7	7	12	3.118	0.035
Number of beds	10	12	11	24	14.015	0.001
Expense of health service(0.1 million yuan)	19	14	15	35	15.433	0.001
Expense of pharmaceutical supply(0.1 million yuan)	11	9	11	22	12.095	0.007
Number of equipments	10	13	28	25	11.540	0.009

* The output index was the data for a population of 1 000

2.3.3.2 各类卫生资源结构比较 比较不同类型

卫生机构各类卫生资源内部相对比, 发现 D 型部队卫生机构在卫生资源配置结构上存在相对不合理的现象。主要表现为卫生技术人员比例偏低, 卫生技术人员中医疗主系列人员比例偏低而医疗辅系列人员比例偏高, 经费支出中医疗保健支出比例偏低, 药材来源军兵种供应比例偏高, 仪器设备 C 类设备(整机单价在 1 000 元与 10 000 元之间的医疗设备设备)比例偏高(表 4)。

2.4 卫生资源优化配置参考标准 对技术有效性偏低的 D 型和 C 型卫生机构, 可参照 A 型或 B 型卫

生机构卫生资源的数量和结构进行调整, 在保持原卫生服务产出的基础上实现优化配置。

3 讨论

本文提出了联合应用 DEA 和其他统计学方法进行卫生资源优化配置的思路和方法, 即应用 DEA 和聚类分析分别进行技术有效性评价和分型, 在排除有关混杂因素和卫生服务产出没有差异的基础上, 比较不同类型卫生机构卫生资源投入的数量和结构。对于技术有效性低的卫生机构, 可参照技术有效性处于最优和平均水平卫生机构卫生资源配置

的数量和结构进行调整,实现卫生资源的优化配置。 在应用过程中,我们发现:

表 4 不同技术有效类型卫生机构各类卫生资源结构比较

Tab 4 Comparison of structure of health resources in different types of relative technical efficiency of military health service units of troops

Ratio	Type A (n=21)	Type B (n=13)	Type C (n=11)	Type D (n=7)
Medical staffs : Managerial staffs	5 : 1	5 : 1	5 : 1	4 : 1
Doctors : Medico-technical personnel : Pharmacists : Nurses	7 : 1 : 1 : 1	6 : 1 : 1 : 1	7 : 1 : 2 : 1	5 : 2 : 1 : 1
Beds : Staffs	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1
Expense of medical service : Expense of epidemic prevention : Expense of technique improvement : Expense of management	18 : 1 : 2 : 3	8 : 1 : 1 : 2	14 : 1 : 1 : 3	8 : 1 : 1 : 2
Expense of pharmaceutical supply from arms of services : Expense of pharmaceutical self-supply	1 : 1	1 : 1	2 : 1	2 : 1
Equipments above ¥10 000 : Equipments between ¥1 000 and ¥10 000	1 : 4	1 : 3	1 : 6	1 : 6

3.1 数据包络分析不仅可以作为评价工具,更重要的是可以作为“诊断”工具。数据包络分析最初主要用于评价某决策单元在多个同类型决策单元中的相对有效性。通过相对有效性得分反映该决策单元效率的高低。截止到1999年,在所有欧洲和美国卫生服务领域中的DEA应用研究中60%的研究单独应用DEA方法进行相对有效性评价,20%的研究以有效性得分为应变量运用回归分析等统计学方法进行影响因素分析^[6]。联合应用统计学方法可以对没有达到技术有效的决策单元进行诊断分析,寻找造成该决策单元相对有效性低的原因。诊断分析可以从管理和生产技术上查找原因,也可以从投入产出上查找原因。本研究在排除战区、军兵种等混杂因素,并比较卫生服务产出的基础上,比较不同技术有效类型卫生机构卫生资源的数量和结构,查找技术有效性低的卫生机构在卫生资源配置数量和结构上存在的主要问题。结果发现D型卫生机构卫生资源在数量上高于其他类型,在卫生资源内部结构上存在不合理的现象。

3.2 技术有效性分型有助于诊断分析和卫生资源优化配置标准的确定。理论上,决策单元根据技术有效性得分可以分为两个类型:技术有效机构(efficient organization)和技术无效机构(inefficient organization)^[7]。技术无效机构相对有效得分范围较大,如本研究,技术无效机构技术有效得分介于0.23到0.98之间。显然对整个技术无效机构进行诊断分析针对性不强。本研究应用系统聚类方法,根据技术有效性得分划分为4个技术有效类型,分别反

映了技术有效性的不同水平。对技术有效性处于“最低水平”的D型卫生机构进行诊断分析更有针对性。并且通过分型,为卫生资源优化配置提供了两个参考标准,这两个标准分别反映了卫生机构技术有效性的“最优水平”和“平均水平”。由于数据包络分析是根据样本数据进行评价的非参数估计方法,受样本数据的影响较大,所以这两个参考标准比理论计算的生产前沿面上的“投影”更有实际应用价值。决策部门可根据实际情况,参考不同水平的标准,确定卫生资源优化配置的数量和结构。

[参考文献]

[1] 卓凯星,颜丙约,杨启佑,等. 卫生资源优化配置研究[J]. 中国卫生资源,1999,2:5-7.
 [2] 张罗漫,徐 荷,熊林平,等. 军队卫生资源需要与利用调查设计[J]. 中国卫生统计,2005,22:222-224.
 [3] 张鹭鹭,周宝宏,赵 静,等. 军队卫生资源配置机制研究总结[J]. 第二军医大学学报,2003,24:1048-1051.
 [4] 盛昭瀚,朱 乔,吴广谋 著. DEA 理论、方法与应用[M]. 北京:科学出版社,1996:158-159.
 [5] 王柏松,倪宗瓚,丁元林. 数据包络分析在 SAS 软件中的实现[J]. 中国卫生统计,2001,18:241-242.
 [6] Hollingsworth B, Dawson PJ, Maniadakis N. Efficiency measurement of health care: a review of non-parametric methods and applications[J]. Health Care Manag Sci,1999,2:161-172.
 [7] Harrison JP, Ogniewski RJ. An efficiency analysis of Veterans Health Administration hospitals[J]. Mil Med, 2005,170:607-611.

[收稿日期] 2006-06-27

[修回日期] 2006-07-04

[本文编辑] 尹 茶