



我国医疗卫生机构投入产出效率研究

——基于三阶段DEA模型

姜城蕾^{1,2}, 宋国强^{1,2}, 邱林萍^{1,2}, 刘梦^{1,2}, 孙先红^{1,2}

1. 安徽医科大学卫生管理学院, 2. 医院管理研究所, 安徽 合肥 230032

摘要:文章采用三阶段数据包络分析(DEA)方法对2017—2021年我国31个省份医疗卫生机构的投入产出效率进行测度,为提升投入产出效率提供政策参考。研究表明,我国医疗卫生机构的投入产出效率整体较高,但仍有提升空间;调整后综合技术效率均值的排序为中部>东部>西部;人均GDP和政府卫生支出占财政支出的比重对我国医疗卫生机构的投入产出效率有显著正向影响,而人口密度对其有显著负向影响。外部环境和随机干扰对医疗卫生机构投入产出效率有显著影响。医疗卫生机构投入产出效率发展不均衡,应根据各地实际情况制定不同的效率提升策略。

关键词:医疗卫生机构;三阶段DEA;投入产出效率

中图分类号:R197.1

文献标志码:A

文章编号:1671-0479(2023)05-409-006

doi:10.7655/NYDXBSS20230503

新医改以来,我国建成了世界上最大的医疗卫生体系,卫生资源日益丰富,人民健康水平逐渐提高。虽然国家高度重视医疗资源配置的及可及性,但并非所有地区都能将医疗卫生资源发挥出最大的效用,“看病难,看病贵”在一些地区仍然存在。在资源约束的情况下,如何提高医疗卫生系统的效率,以有限的资源实现最大产出是需要重点关注的问题^[1]。因此,研究我国医疗卫生系统的投入产出效率对推进分级诊疗制度和促进健康公平具有重要意义。本文运用三阶段数据包络分析(DEA)模型,对我国31个省份2017—2021年医疗卫生机构的投入产出效率进行测量和分析,为提升我国各地区医疗卫生机构的效率提供参考。

一、研究方法与数据说明

(一)三阶段DEA方法

1. 第一阶段:投入导向的传统DEA模型

DEA是一种评价多输入、多输出同类部门间相

对有效性的一种重要方法^[2]。DEA方法在模型应用上包含假定规模报酬不变的CCR模型和假定规模报酬可变的BCC模型等,在导向选择上有期望产出不变而投入尽量缩小的投入导向型和期望投入不变而将产出尽量扩大的产出导向型^[3]。本文选择投入导向的BCC模型。运用DEAP2.1软件测算2017—2021年31个省份医疗卫生机构原始的综合技术效率、纯技术效率、规模效率以及各年的投入松弛值。

2. 第二阶段:相似SFA(随机前沿分析)模型

利用FRONTIER4.1软件,以第一阶段计算出的三项投入松弛值为自变量,以所选取的三项环境变量为因变量进行回归分析,考察环境变量影响效率的方向。通过构建相似SFA模型将第一阶段得到的投入松弛分解为含有管理无效率、环境因素和随机扰动三个自变量的函数^[4],并剔除环境因素和随机扰动使所有决策单元处于相同的外部环境下^[5],随后计算调整后的投入值以供下一阶段的

基金项目:安徽医科大学医院管理研究所“医疗健康领域人力资源配置水平和公平性分析预测研究”(2023gykj10);安徽医科大学校科研基金“医疗健康数据建模分析及医疗健康大数据案例的研究项目”(K2022072),“产学研合作项目”(K2021148)

收稿日期:2023-08-07

作者简介:姜城蕾(2000—),女,山东烟台人,硕士研究生在读,研究方向为卫生事业管理、卫生经济学;宋国强(1966—),男,安徽芜湖人,教授,研究方向为卫生信息管理、数理统计方法,通信作者, songguoqiang@ahmu.edu.cn。

分析。

3. 第三阶段:调整后的DEA模型

将原始产出值以及经第二阶段调整后的投入值按第一阶段的步骤再次测算三项效率值,此时得到的效率值已经滤除了环境因素和随机扰动的影响,能够更加准确地反映医疗卫生机构的投入产出效率。

(二)变量说明

1. 指标选取

为了进行合理的评估,选择合适的投入和产出指标是至关重要的。投入指标应包括所有必要的资源,而产出指标则需要描述决策单元(DMU)的管理目标。在投入指标的选择上,借鉴于本海等^[6]的研究,考虑到数据的代表性、重要性和可得性等原则,选取医疗卫生机构数、卫生人员数、床位数3个指标。在产出指标的选择上,参考续晓方等^[7]的研究,从经济效益和社会效益两方面考虑,选取诊疗人次、入院人数、出院人数以及健康检查人数4个指标,其中健康检查人数是反映医疗卫生机构社会效益的产出指标。环境变量是指对医疗卫生机构有影响但不受决策单元影响且短期内无法改变的因素^[8]。结合医疗卫生机构自身的发展特点,本文选取人均国内生产总值(GDP)、人口密度、政府卫生支出占财政支出的比重3个环境变量,分别反映各地

区的经济发展水平和人民生活状况、社会情况、政府对医疗卫生机构的重视程度,见表1。

表1 投入产出指标及环境变量说明

指标分类/指标名称	指标单位
投入指标	
医疗卫生机构数	个
卫生人员数	人
床位数	张
产出指标	
诊疗人次	人
入院人数	人
出院人数	人
健康检查人数	人
环境变量	
人均GDP	万元
人口密度	人/平方千米
政府卫生支出占财政支出的比重	%

2. 投入产出指标相关性分析

在DEA模型中,投入变量和产出变量应满足同向相关性。本文运用SPSS软件计算Pearson相关系数来检验投入产出变量的同向性,见表2。由表2可知,各投入产出指标的相关系数 ≥ 0.660 ,各个变量之间均在1%的显著性水平上具有正向相关性,符合DEA模型的要求^[9]。

表2 投入产出指标相关性分析

(相关系数)

指标	医疗卫生机构数	卫生人员数	床位数	诊疗人次	入院人数	出院人数	健康检查人数
医疗卫生机构数	1						
卫生人员数	0.854*	1					
床位数	0.881*	0.956*	1				
诊疗人次	0.709*	0.935*	0.848*	1			
入院人数	0.856*	0.945*	0.964*	0.871*	1		
出院人数	0.855*	0.946*	0.964*	0.872*	1*	1	
健康检查人数	0.660*	0.904*	0.828*	0.944*	0.841*	0.843*	1

*: $P < 0.01$ 。

(三)数据来源及说明

本文以全国31个省份的省级面板数据为研究样本,时间窗为2017—2021年。研究中的投入、产出指标及环境变量来源于《中国统计年鉴》《中国卫生健康统计年鉴》和《中国卫生和计划生育统计年鉴》,通过对比相关数据,不存在数据差异。本文在三阶段DEA分析中均采用2017—2021年投入产出指标的均值。此外,本文依据《中国卫生健康统计年鉴》标准将31个省份分为东部、中部、西部三大区域以做分析。

二、结果

(一)第一阶段传统DEA模型分析

通过DEAP2.1软件逐年计算2017—2021年31

个省份医疗卫生机构的三项效率值的均值,见表3。从整体来看,传统DEA模型测算出的各省医疗卫生机构投入产出的综合技术效率均值为0.881,纯技术效率均值为0.919,规模效率均值为0.959;从地区角度来看,东中西三大地区的综合技术效率均值分别为0.891、0.855、0.890,排序为东部>西部>中部;从省份角度来看,仅有上海、浙江、广东、湖南、重庆5个省份位于效率前沿面上,占总体的16%。

(二)第二阶段相似SFA模型分析

为了保证结果的准确性,本文利用FRONTIER4.1软件逐年进行相似SFA回归,限于篇幅,仅分析2020年的结果,见表4。

由表4可知,三项投入松弛值的单边误差似然

表3 第一阶段全国医疗卫生系统投入产出效率平均值(2017—2021年)

地区	省份	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	地区	省份	综合技术效率	纯技术效率	规模效率
东部	北京	0.934	0.951	0.980	西部	内蒙古	0.626	0.662	0.947
	天津	0.901	1.000	0.901		广西	0.996	0.998	0.997
	河北	0.816	0.822	0.992		重庆	1.000	1.000	1.000
	辽宁	0.703	0.711	0.989		四川	0.984	1.000	0.984
	上海	1.000	1.000	1.000		贵州	0.941	0.948	0.992
	江苏	0.961	1.000	0.961		云南	0.986	0.988	0.998
	浙江	1.000	1.000	1.000		西藏	0.945	1.000	0.945
	福建	0.870	0.881	0.987		陕西	0.800	0.805	0.993
	山东	0.867	0.943	0.920		甘肃	0.868	0.899	0.965
	广东	1.000	1.000	1.000		青海	0.715	0.996	0.718
中部	海南	0.743	0.904	0.822	宁夏	0.837	1.000	0.837	
	山西	0.632	0.650	0.972	新疆	0.983	0.992	0.991	
	吉林	0.642	0.675	0.951	东部 均值	0.891	0.928	0.959	
	黑龙江	0.696	0.723	0.961	中部 均值	0.855	0.876	0.975	
	安徽	0.969	0.979	0.990	西部 均值	0.890	0.941	0.947	
	江西	0.993	0.994	0.999	全国 均值	0.881	0.919	0.959	
	河南	0.922	0.991	0.930					
	湖北	0.987	0.993	0.994					
	湖南	1.000	1.000	1.000					

比均在1%水平下显著,说明采用相似SFA回归是合理的。 γ 值均趋近于1,表明在混合误差项中随机因素所占的比重较小,而管理无效率所占的比重较大^[10]。当环境变量的系数为负时,该变量的增加可以减少投入松弛,有利于促进医疗卫生机构投入产出效率的提升;反之,当环境变量的系数为正时,不利于效率的提高。

从回归分析的结果来看:①人均GDP对三项投入松弛变量的回归系数均为负,且对医疗卫生机构数和卫生人员数在1%水平下显著,表明地区

经济发展水平的提高可以减少浪费,促进医疗卫生机构投入产出效率的提高。②人口密度对三项投入松弛变量的回归系数均为正,且对卫生人员数在1%水平下显著,表明随着人口密度的加大,增加医疗卫生机构数、卫生人员数和床位数会导致浪费增加,降低效率。③政府卫生支出占财政支出的比重对三项投入松弛变量回归系数均为负,且均通过1%的显著性检验,这表明政府对医疗卫生事业的重视程度越高,投入越大,越能提高医疗卫生机构的投入产出效率。

表4 2020年SFA模型的回归结果

变量	医疗卫生机构数松弛项	卫生人员数松弛项	床位数松弛项
常数项	13 057.748*(13 057.748)	81 697.980*(1 943.057)	62 292.520*(1 177.779)
人均GDP	-0.068(-2.050)	-1.267*(-15.587)	-0.414(-3.658)
人口密度	1.014(0.961)	32.742*(24.724)	8.332(1.445)
政府卫生支出占财政支出的比重	-1 129.789*(-1 129.788)	-2 226.945*(-16.666)	-5 351.961*(-11.806)
σ^2	186 191 410.000	7 508 473 000.000	3 503 982 100.000
γ	0.999	0.999	0.993
LR	23.924*	14.834*	10.964*

括号内为相应系数的t值,*, $P < 0.01$ 。

(三) 第三阶段调整后的DEA模型分析

经过第二阶段的相似SFA回归,剔除了环境因素和随机扰动的影响,此时的投入松弛仅受管理无效率因素的影响,重复第一阶段的步骤获得各年调整后的综合技术效率、纯技术效率和规模效率,见表5。

由表5和表6可知,从整体来看,31个省份的三项效率均值分别为0.856、0.920、0.930。相较于第一

阶段,除纯技术效率均值有小幅提升,综合技术效率均值和规模效率均值分别下降了2.84%和3.02%,变动幅度一致,表明综合技术效率受规模效率的影响较大。外部环境对效率有显著影响且在不剔除环境变量和随机误差的干扰时会高估医疗卫生机构的投入产出效率。从地区角度来看,第三阶段东中西部综合技术效率均值的排序为中部>东部>西部。相较于第一阶段,东部地区综合技术效率降低了4.15%,西

部地区综合技术效率下降幅度最大,为4.16%,中部地区综合技术效率增加了0.82%,取代东部地区跃居第一,表明外部环境对西部和东部地区产生了正向影响,而对中部地区产生了负向影响,且西部地区受外部环境影响最大。从省份角度来看,对比第一阶段的

结果,上海、浙江、广东、湖南始终位于效率前沿面,表明这4个省份的医疗卫生机构运行效率非常稳健。而重庆被广西所取代退出了效率前沿面,说明重庆和广西在第一阶段的效率值受外部环境和随机因素所影响,不能反映其真实效率水平。

表5 第三阶段全国医疗卫生系统投入产出效率平均值(2017—2021年)

地区	省份	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	地区	省份	综合技术效率	纯技术效率	规模效率
东部	北京	0.730	0.772	0.945	西部	内蒙古	0.606	0.671	0.902
	天津	0.801	0.988	0.810		广西	1.000	1.000	1.000
	河北	0.841	0.842	0.998		重庆	0.982	0.999	0.983
	辽宁	0.712	0.739	0.964		四川	0.999	1.000	0.999
	上海	1.000	1.000	1.000		贵州	0.950	0.969	0.981
	江苏	0.972	1.000	0.972		云南	0.993	0.997	0.996
	浙江	1.000	1.000	1.000		西藏	0.785	1.000	0.785
	福建	0.811	0.838	0.970		陕西	0.792	0.807	0.981
	山东	0.890	0.947	0.940		甘肃	0.861	0.922	0.934
	广东	1.000	1.000	1.000		青海	0.583	0.956	0.610
中部	海南	0.637	0.971	0.657	宁夏	0.709	1.000	0.709	
	山西	0.637	0.673	0.947	新疆	0.977	0.993	0.984	
	吉林	0.646	0.714	0.902	东部 均值	0.854	0.918	0.932	
	黑龙江	0.711	0.767	0.925	中部 均值	0.862	0.889	0.965	
	安徽	0.983	0.990	0.993	西部 均值	0.853	0.943	0.905	
	江西	0.985	0.990	0.995	全国 均值	0.856	0.920	0.930	
	河南	0.949	0.993	0.956					
	湖北	0.984	0.984	0.999					
	湖南	1.000	1.000	1.000					

表6 调整前后全国及分区医疗卫生机构投入产出效率平均值变化情况 (%)

地区	综合技术效率	纯技术效率	规模效率
东部	-4.15	-1.08	-2.82
中部	0.82	1.48	-1.03
西部	-4.16	0.21	-4.44
全国	-2.84	0.11	-3.02

为更直观展示调整前后综合技术效率变化情况,绘制雷达图(图1)。由图1可知,北京、宁夏等地调整后综合技术效率下降幅度较大,表明外部环境和随机干扰对这些省份产生了较大的正向影响,从而导致效率虚高,原因是这些地区处于有利的地理位置或受益于国家和地区政策的红利。内蒙古、青海等省份综合技术效率低于全国平均值且差距较大,表明其医疗卫生机构的投入产出效率较低,原因是这些省份经济发展水平相对较低,卫生资源投入规模较小,且因患者流出较多而导致资源无法有效地配置和利用。

(四) 医疗卫生机构效率分解

综合技术效率=纯技术效率×规模效率。为进一步分析医疗卫生机构投入产出效率小于1的原因,借鉴胡扬名等^[4]对效率临界值的界定,以0.9为临界点,对医疗卫生机构的纯技术效率值和规模效

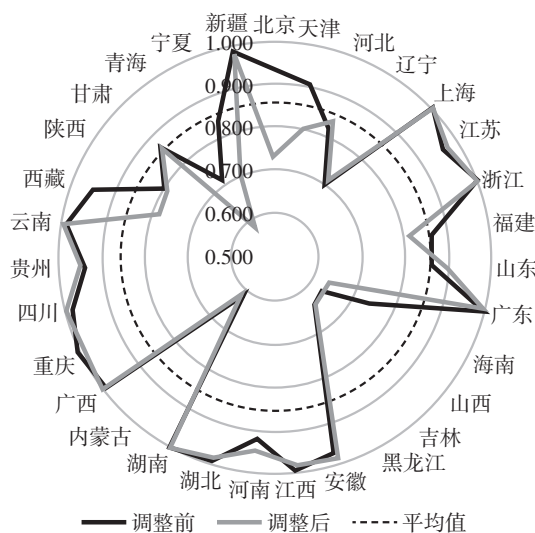


图1 调整前后医疗卫生机构投入产出综合技术效率

率值进行划分,将效率值划分为4个类型,见图2。

纯技术效率反映医疗卫生机构的经营管理水平,规模效率反映医疗卫生机构实际规模与最优规模之间的差距,即决策单元是否在合适的规模下运行^[11]。上海、江苏等17个省份属于“双高型”,表明这17个省份医疗卫生机构的经营管理水平较高,资源配置和利用等综合能力较强。北京、河北等9个省份属于“低高型”,纯技术效率较低而规模

效率较高,说明这9个省份医疗卫生机构的管理水平较低、资源配置不合理,应改善医疗机构的管理水平,充分发挥医院现有的技术,加快医疗技术的进步和创新。天津、海南等5个省份属于“高低型”,纯技术效率较高而规模效率较低,表明这5个省份的医疗卫生机构投入规模不合理,应根据各地医疗卫生机构的实际情况扩大或缩小规模。

规模效率 高	“低高型”(9) 北京、河北、山西、内蒙古、 辽宁、吉林、黑龙江、福建、 陕西	“双高型”(17) 上海、江苏、浙江、安徽、江西、 山东、河南、湖北、湖南、广东、 广西、重庆、四川、贵州、云南、 甘肃、新疆
规模效率 低	“双低型”(0) 纯技术效率低	“高低型”(5) 天津、海南、西藏、青海、宁夏 纯技术效率高

图2 效率类型分布

三、讨 论

(一) 我国的医疗卫生机构投入产出效率整体较高但仍有改善空间

从全国的情况来看,我国医疗卫生机构投入产出效率整体较高,规模效率偏低是制约综合技术效率的主要因素,说明医疗卫生机构的规模设置不合理,这与李志广等^[12]的研究结果一致。政府应审慎控制大规模医院的无序扩张,同时积极推动中小型医院的有序发展。各医疗卫生机构也应明确自身发展定位,积极寻求由规模扩张向提质增效的转变。医疗卫生事业的发展受技术、管理水平和规模大小的影响^[13]。通过积极推动“互联网+医疗”服务,为患者提供更加便捷、高效的医疗服务;引入专业的管理型人才,提高医疗机构的管理水平;制定合理的资源配置标准,根据实际需求配置卫生资源,缩小实际规模与最优规模之间的差距。

(二) 各地医疗卫生机构投入产出效率不均衡

根据各区域第三阶段综合技术效率均值的排序,可以看出中部地区的综合技术效率最高,其次是东部地区,西部地区则相对较低。因此,东部地区医疗卫生机构应注重远程诊疗平台的建设,以增加东部优质医疗资源向中西部地区的辐射范围和深度^[14];中部地区医疗卫生机构应在有效利用现有资源的基础上,实现与东部地区医疗卫生机构的对接;西部地区医疗卫生机构应利用“互联网+医疗”的大趋势,提高接诊能力。同时,有14个省份的综合技术效率低于全国平均值,占总体的45.2%,高于全国平均值的有17个省份,占总体的54.8%。因此,各地政府应准确分析效率未达到有效状态的原因,制定差异化的效率提升方法。对于“高低型”省份,应注重调整投入规

模,使医疗卫生机构在适宜的规模下运行;对于“低高型”省份,应加强技术创新,引进先进的技术设备,加强精细化管理,不断提升自身的运营管理水平;对于“双高型”省份,应充分发挥辐射带动作用,积极促进卫生人力、医疗设备、卫生知识、技术、信息等资源的自由流动。其他省份也应借鉴上海、浙江的成功经验,积极优化制度,创新管理理念,提升医疗卫生机构的运行效率,减少浪费和低效现象的发生,谋求各地医疗服务均等化。

(三) 各环境变量对医疗卫生机构投入产出效率的影响方向不同

通过第二阶段SFA分析可知,外部环境和随机干扰对医疗卫生机构的投入产出效率具有显著影响,其中对人均GDP和政府卫生支出占财政支出的比重有积极影响,究其原因,经济发达地区如北京、上海等,医疗卫生条件优越,从而对其他省份的患者产生虹吸作用,出现“看病难”和“一床难求”的局面。因此,适当增加医疗卫生机构数、卫生人员数和床位数有利于缓解就医压力。政府应重视外部环境因素的影响,着力改善医疗卫生环境,提高区域经济发展水平,在加大卫生领域投入的同时要兼顾投入的公平性和科学性^[15]。人口密度对医疗卫生机构的效率具有消极影响,与彭代彦等^[1]的研究结果相反,这可能与所构建的指标体系不同有关。现阶段,人口老龄化程度不断加深,慢性病患者率逐年上升,医疗卫生需求日益多元化,各地区应在考虑人口数量的基础上根据人们的实际医疗需求和疾病特征来配置医疗卫生资源。

参考文献

- [1] 彭代彦,吴翔. 基于三阶段DEA模型的中国医疗卫生系统效率分析[J]. 统计与决策,2014(15):91-93
- [2] 马占新,马生昀,包斯琴高娃. 数据包络分析及其应用案例[M]. 北京:科学出版社,2013:14-22
- [3] 陈巍巍,张雷,马铁虎,等. 关于三阶段DEA模型的几点研究[J]. 系统工程,2014,32(9):144-149
- [4] 胡扬名,李涛. 基于面板三阶段DEA模型的城乡居民基本养老保险制度运行效率评价研究[J]. 农林经济管理学报,2019,18(6):742-751
- [5] 董淑月,汪磊. 基于三阶段DEA-Malmquist模型的安徽省医疗卫生支出效率评价[J]. 南京医科大学学报(社会科学版),2022,22(3):221-227
- [6] 于本海,汪婷,何闯,等. 基于三阶段DEA的我国医疗卫生服务体系效率测度研究[J]. 管理评论,2022,34(12):312-321
- [7] 续晓方,李文瑾,唐立岷,等. 我国卫生资源配置效率研究——基于三阶段DEA模型[J]. 卫生经济研究,2021,38(6):23-27

- [8] 杨奎,文琦,钟太洋. 长江经济带城市土地利用效率评价[J]. 资源科学,2018,40(10):2048-2059
- [9] 罗颖,罗传建,彭甲超. 基于三阶段DEA的长江经济带创新效率测算及其时空分异特征[J]. 管理学报,2019,16(9):1385-1393
- [10] 刘阳,秦曼. 中国东部沿海四大城市群绿色效率的综合测度与比较[J]. 中国人口(资源与环境),2019,29(3):11-20
- [11] 赵宇. 中国各省区医疗卫生机构医疗服务相对效率评价——基于DEA-BCC模型和Malmquist指数的实证分析[J]. 经济与管理评论,2014,30(2):151-156
- [12] 李志广,孔爱杰,张婉莹. 基于三阶段DEA的我国医疗卫生机构运行效率的测度与评价[J]. 中国卫生统计,2021,38(2):257-261
- [13] 王璐瑶,曾智. 基于HRAD和DEA的全国基层卫生资源配置的公平与效率分析[J]. 中国农村卫生事业管理,2022,42(9):620-625
- [14] 薛阳,薛湘艺,牛子正,等. 我国省际医疗卫生财政支出效率测度研究[J]. 价格理论与实践,2022(12):106-109,202
- [15] 沈思瑜,邵蕾蕾. 基于三阶段DEA的我国中医类医院运行效率研究[J]. 现代预防医学,2022,49(22):4151-4155,4168

(本文编辑:姜 鑫)

Research on input-output efficiency of Chinese healthcare institutions based on three-stage DEA model

JIANG Chenglei^{1,2}, SONG Guoqiang^{1,2}, QIU Linping^{1,2}, LIU Meng^{1,2}, SUN Xianhong^{1,2}

1. School of Health Management, 2. Institute of Hospital Management, Anhui Medical University, Hefei 230032, China

Abstract: This paper constructs an index system to measure the input-output efficiency of healthcare institutions in 31 provinces of China from 2017 to 2021 by adopting the three-stage DEA method, and provides policy reference for improving their efficiency. The results show that the input-output efficiency of healthcare institutions in China is relatively high as a whole, but there is still room for improvement. The ranking of the adjusted mean values of comprehensive technical efficiency in the east, central and western regions are Central > East > West. The per capita GDP and the proportion of general government health expenditure in financial expenditure have a significant positive impact on the input-output efficiency of healthcare institutions in China, while the population density has a significant negative impact. External environment and random interference significantly influence the input-output efficiency of medical institutions. The development of input-output efficiency of healthcare institutions is uneven. Therefore, we recommend formulating different efficiency improvement strategies according to the actual situation of each place.

Key words: medical and health organization; three-stage DEA; input-output efficiency