

基于原发性骨质疏松症的老年疾病不同治疗方案的综合评价研究

Comprehensive Evaluation Study on Therapeusis of the Elder's Diseases Based on Primary Osteoporosis

梁 渊/LIANG Yuan, 沈 霖/SHEN Lin, 卢祖洵/LU Zhu-xun

华中科技大学同济医学院公共卫生学院社会医学系, 武汉 430030

Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430030, China

[摘要] 目的:以原发性骨质疏松症为例,从生物学、社会心理学和卫生经济学等多个维度对3种治疗方案的优劣进行了系统评价,为老年疾病及其它慢性疾病治疗方案的综合评价提供了新的思路和方法。方法:3种治疗方案为Vit D+钙剂、雌激素、二膦酸盐,生物学评价指标为腰椎L1-4、Ltotal、股骨颈Neck、Ward's三角区骨密度;社会心理学评价指标为SF-36的8个维度和总得分;卫生经济学评价指标为药物费用、检查费用和总费用。结果:①骨密度评价,激素组在腰椎L1、腰椎L2、腰椎Total的骨密度治疗前后的差异在统计学上具有显著性意义,Vit D+钙剂组在腰椎L2部位的骨密度治疗前后的差异在统计学上具有显著性意义,其它部位的骨密度改变无显著性意义;②生命质量评价,激素组在RP、RE两个维度治疗前后的差异具有显著性意义,二膦酸盐组在SF、GH两个维度的差异有显著性意义,3组方案在SF-36总分的差异均有显著性意义;③医疗费用评价,第一次随访结束时,3组方案在药物费用、检查费用以及总费用上的差异在统计学上均没有显著性意义;在第二次随访结束时,药物费用的差异在统计学上具有显著性意义,Vit D+钙剂组低于激素组和二膦酸盐组,其它的在统计学上无显著性意义;④多投入-多产出的DEA综合评价,在第一次随访结束时,二膦酸盐组和激素组的效率值 $\theta=1$,即DEA有效;Vit D+钙剂组 $\theta<1$,即DEA无效,说明在3组方案中,二膦酸盐组和激素组是等效的,Vit D+钙剂组相对较差,且根据松弛变量($\pm S$),其可以提高的产出指标是骨密度;在第二次随访结束时,3组方案的效率值 $\theta=1$,即均为DEA有效,表明3组方案是等效的。结论:①如果从骨密度角度来判断,二膦酸盐组相对最好;如果从生命质量角度判断,激素组相对最好;如果从医疗费用角度判断,Vit D+钙剂组相对最好;如果综合考虑上述3个方面,则在短时间内Vit D+钙剂组相对较差,但从长远来看,3组方案是等效的;②如果仅从某一个方面评价医疗方案,则可能出现“盲人摸象”的现象,因此有必要进行多指标综合评价,而本研究采用的数据包络分析是一个比较理想的方法;③根据第一次随访结束时与第二次随访结束时的结果差异,揭示了在医疗方案评价中需要考虑的一个重要变量——时间。

[关键词] 骨密度;生命质量;数据包络分析

[中图分类号] R977.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2006)04-0044-05

Abstract: Objective: Taking primary osteoporosis as example, this study was designed to evaluate three therapeusis by multidimensional, especially biology, social psychology and health economics indexes and to provide new pathway and methods for the elder's diseases and the other chronic disease comprehensive evaluation. Methods: The three therapeusis are Vit D+ Ca, estrogen and diphosphonates. The biology indexes are bone mineral density of lumbar (L1-4), total lumbar, thighbone neck and Ward's triangle area. The social psychology indexes are quality of life SF-36 eight dimensionalities and sum total. The health economics indexes are drug cost, examine cost and total cost. Results: ① According to the bone mineral density, the estrogen treatment's effect was significantly worse than before at L-1, ;L-2 and L-Total, VitD+ Ca treatment was significantly worse than before at L-2 and the others were not significant. ② According to the quality of life, the Estrogen treatment effect was significantly better than before at RP and RE, diphosphonates treatment had significant difference at SF and GH, three therapeusis were significantly better than before at SF-36 Total. ③ According to the medical cost, by the end of the first follow-up, there were no significant statistical difference among the three therapeusis and by the end of the second followed-up, the drug cost was significant statistical different and the Vit D+ Ca was cheaper than the others. ④ According to the Data Envelopment Analysis, the data of first follow-up show that DEA of both diphosphonates treatment and estrogen treatment were useful ($\theta=1$), and DEA of Vit D + Ca treatment was not useful ($\theta<1$). The bone mineral density of Vit D + Ca treatment could be improved further according to the relaxation variable. The second follow-up showed that DEA of all the three treatments were useful, and all the relaxation variables were zero. Conclusion: ① According to the bone

收稿日期: 2005-08-20

基金项目: “十五”国家科技攻关计划项目(2001BA702B04)

作者简介: 梁 渊,男,武汉市航空路13号华中科技大学同济医学院公共卫生学院社会医学系,讲师,主要研究方向为卫生技术评估;
E-mail: liangyuan217@sohu.com

mineral density, the diphosphonates is the best; According to the quality of life, estrogen is the best and according to the cost, the Vit D + Ca is the best. According to the three aspects, in short-term effect, the effect of estrogen and diphosphonates are equivalent, and VitD+ Ca is relative worst; but in long-term effect, the three treatment are equivalent. ② Evaluation of therapeusis may take the different conclusions if clinical practices consider only one aspect. The A index implicates the different result from the B index as well as the C index; the results are even contrary. These phenomena are “The Blind Men and the Elephant”. When clinical practices choose the therapy method, they need a comprehensive evaluation way and the DEA is a good technique. ③ According to the difference of the first and second follow-up, the study open out an important variable-time, which means that the variety of the effective of the drug go along with time and which directs medical and nurse practice.

Key Words: primary osteoporosis; quality of life; data envelopment analysis
Document: A

CLC Number: R977.4
Article ID: 1000-7857(2006)04-0044-05

老年疾病绝大多数是病因不清、发病机制复杂的慢性非传染性疾病。患病率的持续增长与病程的迁延不愈,不仅给老年患者带来了难以形容的痛苦,而且也给社会发展带来了沉重的经济负担。以骨质疏松症为例,根据 5 年来我国大量采用的双能 X 线骨密度测量仪 (DEXA) 测量的结果分析推算,按我国 2000 年人口调查的基本数据,我国 2000 年时原发性骨质疏松症患者的总人数为 8 826 万人,占总人口的 6.97%,其中女性的人数为 7 557 万例,男性的人数为 1 269 万例,男女性别之比为 1:6。据预测,到 2025 年,我国骨质疏松症的患病率将达 13.3%^[1-2]。

关于骨质疏松症治疗方案的评价已有不少研究,且已取得一些有价值的成果^[3-5],但仍存在 2 个方面的问题。① 在评价指标上,现有研究主要采用的是临床指标,如骨密度 BMD、尿吡啶酚 PYD、血骨钙素 BGP 等,而对社会心理等指标重视不够。② 在评价方法上,现有研究主要采用的是某一个方面指标的自身前后对照或空白对照,缺乏将多个维度的指标同时考虑在内的综合分析。根据生物-心理-社会医学模式,疾病(尤其是慢性非传染性疾病)是多因多果的,在诊断和治疗时需要考虑其“多因”,在疗效评价时需要考虑其“多果”^[6],如果仅用某一个维度的指标进行方案优劣评价,则可能用甲维度指标判断的结果与用乙维度指标判断的结果不一致,出现类似“盲人摸象”的现象。这种在评价指标和评价方法设计上的局限性,不仅使得研究结果缺乏说服力,而且也不能正确指导临床实践。

受“十五”国家科技攻关计划——“老年疾病医疗后果评价系统研究”资助,本文以原发性骨质疏松症为例,从生物学、社会心理学和卫生经济学等多个维度对 3 种治疗方案的优劣进行了系统评价,研究的目的不只局限于为原发性骨质疏松症治疗方案选择提供科学依据,更为重要的是为老年疾病及其它慢性疾病治疗方案的综合评价提供了新的思路和方法。

1 材料与方法

1.1 研究对象

研究对象来自 2002 年 6-10 月在华中

科技大学同济医学院附属协和医院骨科就诊患者。病例诊断标准为 1994 年 WHO 推荐标准^[7]($\bar{x}-2.5s$),并排除了合并严重营养不良,严重肝、肾功能损害,子宫、乳腺等疾病的患者。

1.2 治疗方案

凡符合研究标准的患者,经知情同意下,随机分配至 Vit D+钙剂治疗组、激素治疗组和二膦酸盐治疗组。Vit D+钙剂组选用钙尔奇 D(美国惠氏-百宫制药有限公司),600 mg/片,口服、每日 1 次;激素组选用利维爱(南京奥加农制药有限公司),2.5 mg/片,口服、每日 1 次;二膦酸盐组选用邦得林(成都菊乐企业股份有限集团公司),200

mg/片,口服,每日 2 次。在基线调查的基础上,每隔 6 个月左右进行 1 次随访,共随访 2 次。随访结束时(2003 年 12 月)获得 3 组完整有效的病例 150 例,其中 Vit D+钙剂组 54 例,激素组 48 例,二膦酸盐组 48 例。

1.3 评价指标

1.3.1 生物学指标

采用的是 WHO 推荐的金标准——骨密度 BMD;测量工具是美国 Hologic 公司生产的 QDR-2000 型双能 X 线骨密度测量仪;测量部位是腰椎 L1-4、腰椎总骨密度 L-total、股骨颈 Neck 和 Ward's 三角区。

1.3.2 社会心理学指标

采用的是生命质量指标(quality of life,

表 1 原发性骨质疏松症 3 种治疗方案治疗前后骨密度变化
Tbl. 1 Comparative results of bone mineral density before and after the treatment of three drugs of primary osteoporosis

分析指标	不同治疗方案人群治疗前后 BMD($\bar{x}\pm s$)		
	Vit D+钙剂组	激素组	二膦酸盐组
腰椎 L1			
基线	0.738 7 $\pm$ 0.109 7	0.735 0 $\pm$ 0.103 5	0.697 8 $\pm$ 0.197 7
No1 随访	0.721 7 $\pm$ 0.150 5	0.715 2 $\pm$ 0.103 6*	0.708 6 $\pm$ 0.164 3
No2 随访	0.738 2 $\pm$ 0.129 4	0.714 5 $\pm$ 0.110 5*	0.725 5 $\pm$ 0.156 4
腰椎 L2			
基线	0.790 3 $\pm$ 0.107 0	0.789 1 $\pm$ 0.107 4	0.736 6 $\pm$ 0.169 7
No1 随访	0.789 4 $\pm$ 0.142 0	0.781 1 $\pm$ 0.113 8	0.756 4 $\pm$ 0.141 5
No2 随访	0.766 0 $\pm$ 0.131 3*	0.768 5 $\pm$ 0.121 0*	0.757 4 $\pm$ 0.152 3
腰椎 L3			
基线	0.823 5 $\pm$ 0.135 9	0.815 9 $\pm$ 0.112 5	0.770 7 $\pm$ 0.184 7
No1 随访	0.817 5 $\pm$ 0.165 8	0.810 0 $\pm$ 0.105 8	0.784 6 $\pm$ 0.144 4
No2 随访	0.811 7 $\pm$ 0.150 7	0.791 9 $\pm$ 0.120 9	0.795 4 $\pm$ 0.155 3
腰椎 L4			
基线	0.863 0 $\pm$ 0.126 1	0.840 5 $\pm$ 0.106 9	0.802 5 $\pm$ 0.200 1
No1 随访	0.856 8 $\pm$ 0.166 7	0.839 9 $\pm$ 0.104 5	0.807 0 $\pm$ 0.166 6
No2 随访	0.845 3 $\pm$ 0.142 8	0.842 6 $\pm$ 0.111 8	0.818 2 $\pm$ 0.168 2
腰椎 Total			
基线	0.808 3 $\pm$ 0.112 0	0.802 0 $\pm$ 0.097 0	0.751 6 $\pm$ 0.189 6
No1 随访	0.801 8 $\pm$ 0.148 2	0.792 3 $\pm$ 0.096 9	0.784 8 $\pm$ 0.210 6
No2 随访	0.795 1 $\pm$ 0.131 3	0.785 8 $\pm$ 0.106 9*	0.763 8 $\pm$ 0.180 1
股骨颈 Neck			
基线	0.659 8 $\pm$ 0.090 3	0.679 1 $\pm$ 0.091 4	0.640 7 $\pm$ 0.093 2
No1 随访	0.657 9 $\pm$ 0.093 3	0.676 3 $\pm$ 0.093 2	0.648 9 $\pm$ 0.087 6
No2 随访	0.668 6 $\pm$ 0.095 4	0.673 7 $\pm$ 0.093 9	0.641 0 $\pm$ 0.090 4
Ward's 三角区			
基线	0.479 3 $\pm$ 0.119 9	0.528 8 $\pm$ 0.143 8	0.469 8 $\pm$ 0.130 5
No1 随访	0.476 4 $\pm$ 0.115 1	0.509 0 $\pm$ 0.118 5	0.477 8 $\pm$ 0.113 2
No2 随访	0.484 2 $\pm$ 0.106 7	0.519 4 $\pm$ 0.128 2	0.458 5 $\pm$ 0.121 4

注:★表示经 Dunnett's 检验,与基线测量值相比差异有显著性。

表 3 原发性骨质疏松症不同治疗方案治疗费用比较
Tbl. 3 Comparative results of medical cost before and after the treatment of three drugs of primary osteoporosis

分析指标	不同治疗方案费用($\bar{x}\pm s$)			秩和检验	
	Vit D+钙剂组	激素组	二磷酸盐组	χ^2	P
第一次随访					
药物费	1 873.93±1 757.42	2 190.79±1 678.03	2 161.02±1 281.01	5.870 4	0.053 1
检查费	428.57±98.73	438.71±108.56	400.0±0.000	2.075 3	0.354 3
总费用	2 650.99±2 426.90	2 901.70±2 214.67	2 363.63±1 358.72	1.348 6	0.508 5
第二次随访					
药物费	2 421.00±2 295.64	2 911.00±1 902.06	2 898.74±1 570.65	13.778 6	0.001 0
检查费	629.41±100.09	640.32±108.34	600.00±0.000 0	2.868 9	0.238 2
总费用	3381.40±2 292.70	3 837.53±2 375.79	3 169.44±1 661.87	4.570 4	0.101 8

表 4 数据包络分析的投入-产出指标
Tbl. 4 Indexes of input and output of data envelopment analysis

分析单元	投入指标(千元)		产出指标(提高率%)		
	总费用	L_{total}	Neck	Ward's	QOL
第一次随访					
Vit D+钙剂组	2.651	-1.577 4	-0.629 9	-0.295 8	1.676 1
激素组	2.902	-0.860 6	-0.464 1	-1.851 9	6.960 3
二磷酸盐组	2.364	6.125 1	0.884 5	1.702 2	0.981 1
第二次随访					
Vit D+钙剂组	3.381	-1.645 7	1.644 8	2.626 9	2.880 1
激素组	3.838	-2.011 8	-1.183 9	-1.721 2	7.883 0
二磷酸盐组	3.169	7.351 6	0.082 7	-0.375 9	1.664 7

表 5 数据包络分析的结果
Tbl. 5 Result of data envelopment analysis

决策单元	效率值(θ)	排序	$-S_1$	$+S_1$	$+S_2$	$+S_3$	$+S_4$
第一次随访							
Vit D+钙剂组	0.915 3	2	0	6.890 5	0.357 6	1.584 9	0
激素组	1	1	0	0	0	0	0
二磷酸盐组	1	1	0	0	0	0	0
第二次随访							
Vit D+钙剂组	1	1	0	0	0	0	0
激素组	1	1	0	0	0	0	0
二磷酸盐组	1	1	0	0	0	0	0

质量,但总体特征是激素组效果相对最好,二磷酸盐组相对最差,此结果与骨密度评价结果相反。

2.4 医疗费用比

统计结果显示,在第一次随访结束时,3组方案在药物费用、检查费用以及总费用上的差异在统计学上均没有显著性意义;在第二次随访结束时,药物费用的差异在统计学上具有显著性意义,Vit D+钙剂组低于激素组和二磷酸盐组,其它的在统计学上无显著性意义。

因此,如果从医疗费用的角度来评价,Vit D+钙剂组在药物费用上优于激素组和二磷酸盐组。

2.5 多投入-多产出的数据包络分析

2.5.1 数据包络分析的投入-产出指标

为综合评价3种治疗方案,本研究采用了数据包络分析(DEA),其突出优点是能够同时把多个投入指标和多个产出指标纳入分析模型,且各指标的量纲可以不同。纳入的分析指标共5个,其中投入指标为治疗总费用,产出指标为腰椎L-total、股骨

颈Neck以及Ward's三角区骨密度的改变率和SF-36总得分的改变率(见表4)。

2.5.2 数据包络分析的结果

由于本研究产出指标出现了负值(治疗后骨密度降低),因此选择了数据包络分析C²GS²模型。该模型加入约束条件 $\Sigma\lambda_i=1$,消除基本模型C²R的锥性假设。结果显示,在第一次随访结束时,二磷酸盐组和激素组的效率值 $\theta=1$,即DEA有效;Vit D+钙剂组 $\theta<1$,即DEA无效,说明在3组方案中,二磷酸盐组和激素组是等效的,Vit D+钙剂组相对较差,且根据松弛变量($\pm S$),其可以提高的产出指标是骨密度。在第二次随访结束时,3组方案的效率值 $\theta=1$,即均为DEA有效,表明3组方案是等效的(见表5)。

3 结论与建议

3.1 研究的基本结论

1) 根据不同维度指标的判断结果,可以得出如下结论:如果从骨密度角度来判断,二磷酸盐组相对最好;如果从生命质量

角度判断,激素组相对最好;如果从医疗费用角度判断,Vit D+钙剂组相对最好;如果综合考虑上述3个方面,则在短时间内Vit D+钙剂组相对较差,但从长远来看,3组方案是等效的。

2) 本研究以原发性骨质疏松症为例,通过对骨密度、生命质量、医疗费用以及多指标评价的分析,揭示这样一个现象:如果仅从某一个方面评价医疗方案,则可能出现“盲人摸象”的现象,即不同的研究者往往各持一方、众说纷纭、莫衷一是,因此有必要进行多指标综合评价,而本研究采用的数据包络分析是一个比较理想的方法。

3) 根据第一次随访结束时与第二次随访结束时的结果差异,揭示了在医疗方案评价中需要考虑的一个重要变量——时间。其重要性体现在两个方面。①有的药物经过一段比较短的时间即出现明显效果,如二磷酸盐组对骨密度,激素组对生命质量,但有的则需要比较长的时间(这个时间的长短不同于临床上的观察时间,而是实验流行病学研究中的数月甚至数年,这一点在国内现有领域研究中没有被重视)。如Vit D+钙剂组,从长远来看,其与另外两组的差异在统计学上并无显著性意义。②有利于指导临床治疗和护理,如对二磷酸盐组和Vit D+钙剂组的患者,在早期应更多地关注其生命质量,而对那些社会心理状况比较差的患者,在早期则可给予激素治疗,以改善其生命质量。

3.2 对研究结果的讨论与建议

由于临床病例随访十分艰难(本研究在基线调查的基础上进行了2次随访),尽管本研究受国家“十五”科技攻关项目资助,但随访的病例数仍然偏少,3组完整病例只有150例(450次),因此可能对研究结论有一定的影响。另外,由于本研究纳入评价的治疗方案比较少,对数据包络分析也有一定的影响,但此方法本身的优点及其在医疗方案综合评价中的应用和推广都是值得肯定的。因此,建议后续研究开展多中心的合作,这样不仅可以提高样本例数,而且还有利于增加评价方案的种类,特别是中医治疗方案。

参考文献(References)

- [1] 赵燕玲,潘子昂,王石麟,等.中国原发性骨质疏松症流行病学[J].中国骨质疏松杂志,1998,4(1):1-4.
- [2] 朱汉民.原发性骨质疏松症防治的进展和趋势[J].老年医学与保健,2003,2.
- [3] 周智广,李霞.原发性骨质疏松症的诊断与治疗[J].中华老年医学杂志,2003,22(6):328-329.
- [4] 彭绩,周海滨,梁渊,等.绝经妇女骨质疏松治疗效果的Meta分析[J].医学与社会,2004,17(3):7-9.
- [5] 李勇,李晖.骨质疏松症的药物治疗进展[J].

As₂O₃ 联合 FP99 诱导骨肉瘤细胞 MG-63 凋亡的初步研究

Preliminary Study on the Apoptosis by Treating Human Osteosarcome MG-63 with As₂O₃ Combined with FP99

肖 涛/XIAO Tao^{1,2},李康华/LI Kang-hua³,方建珍/FANG Jian-zhen²,王万春/WANG Wan-chun²,李桂源/LI Gui-yuan¹

1. 中南大学湘雅医学院,长沙 410078
2. 中南大学湘雅二医院,长沙 410011
3. 中南大学湘雅医院,长沙 410078

1. Xiangya School of Medicine, Central South University, Changsha 410078, China
2. The Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China
3. Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China

[摘要] 采用噻唑蓝(MTT)法发现 FP99 能够协同三氧化二砷(As₂O₃) 抑制人骨肉瘤细胞 MG-63 的生长,并采用流式细胞计数进一步证实 FP99 加强 As₂O₃ 对 MG-63 细胞凋亡的诱导作用;进而检测了 Caspase-3 的活性,发现 As₂O₃ 联合 FP99 作用 MG-63 细胞后, Caspase-3 的活性显著提高,提示我们 As₂O₃ 联合 FP99 增加 MG-63 细胞的凋亡率的机制可能是通过提高 Caspase-3 激酶活性,从而促进了整个凋亡通路的激活,最终导致细胞凋亡的增加。

[关键词] FP99; As₂O₃; MG-63 细胞; 凋亡; Caspase-3

[文献标识码] A

[中图分类号] R730.54, Q255

[文章编号] 1000-7857(2006)04-0048-03

Abstract: FP99 is an active substance from nightshade. We found the proliferation of MG-63 cells was inhibited by FP99 combined with As₂O₃ through MTT assay. In addition, the results indicated that the percent of apoptosis was elevated after treated by As₂O₃ combined with FP99 in MG-63 cells. To account for the mechanism of apoptosis in MG-63 cell, the detection of Caspase-3 activity was performed. The results indicated that the activity of Caspase-3 was increased after treated with As₂O₃ combined with FP99. We conclude that As₂O₃ combined with FP99 elevated apoptosis in MG-63 cell through increasing activation of Caspase-3.

Key Words: FP99; As₂O₃; MG-63 cell; apoptosis; Caspase-3

Document Code: A

CLC Numbers: R730.54, Q255

Article ID: 1000-7857(2006)04-0048-03

1 引言

FP99 是从一种茄科植物的根和叶中提取的活性物质,具有止痛消肿、祛风解毒的作用,民间用于毒蛇咬伤、痈疮肿痛及肝癌

的治疗。我们经过一系列实验研究发现,其水溶性成分具有抑制动物肿瘤及促进荷瘤动物免疫功能和延长寿命的作用。

在先前的研究中我们发现,采用不同浓度 As₂O₃ 处理骨肉瘤

收稿日期: 2005-06-30

基金项目: 湖南省自然科学基金项目(03JJY4030)

作者简介: 肖 涛,男,长沙市人民路 39 路中南大学湘雅二医院骨科研究室副主任,副教授,研究方向为骨肉瘤的基因治疗;

E-mail: xiaotaoxyl@163.com

李桂源(通讯作者),男,中南大学副校长,教授,研究方向为癌变与侵袭原理、基因治疗;E-mail: Ligy@xysm.net

- 中国骨质疏松症杂志,2002,8(1):84-86.
- [6] 梁渊,梅桥生,田怀谷,等. 如何正确认识生物-心理-社会医学模式的概念及其指导作用[J]. 医学与社会,2004,17(5):1-3.
- [7] KANIS JA, MELTON LJ 3rd, CHRIS-TIANSEN C, et al. The diagnosis of osteoporosis. J Bone Miner Res[J]. 1994, 9(8): 1 137-1141.

- [8] BADIA X, DIEZ -PEREZ A, ALVAREZ -SANZ C et al. Measuring quality of life in women with vertebral fractures due to osteoporosis: a comparison of the OQLQ and QUALEFFO[J]. Qual Life Res. 2001,10 (4): 307-317.
- [9] BADIA X, DIEZ -PEREZ A, ALVAREZ -SANZ C, et al. Measuring quality of life in

women with vertebral fractures due to osteoporosis: a comparison of the OQLQ and QUALEFFO[J]. Qual Life Res. 2001,10 (4):307-317.

- [10] 魏权龄. 数据包络分析 [J]. 科学通报, 2000,45(17):1 793-1 809.

(责任编辑 李慧政)