

提升高校科技创新能力的学科交叉实证研究

——以医工学科交叉为例

戴智华^{1,2}

(1.上海交通大学机械与动力工程学院,上海 200240;2.上海交通大学安泰经济与管理学院,上海 200030)

摘要:实施学科交叉、综合集成的研发战略,可以有效发挥高等学校的学科综合优势,克服因资源分散而缺乏有效配置的弱点,并已成为高校冲击世界一流大学的必然趋势。针对国内已建立医工学科交叉高校存在的共性难题,以2007—2010年上海交通大学资助的210项医工学科交叉基金项目为研究对象,对医工学科交叉进行了实证分析和案例研究,并针对现有医工学科交叉中存在的问题,结合管理分析和统计工具,提出了若干可操作性的政策建议和结论,可供其它高校和科研机构借鉴。

关键词:科技创新;学科交叉;案例研究;SWOT分析;政策建议

DOI:10.3969/j.issn.1001-7348.2011.21.032

中图分类号:G644

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2011)21-0147-04

0 引言

2009年,麻省理工学院校长苏珊·霍克菲尔德年在美国艺术与科学院科技政策论坛的演讲上提到:“科技发展到今天,随着各学科之间的融合越来越密切,学科之间一开始曾经的主从关系已演变成一种平等的合作关系,各学科都从这种结合中获益匪浅”。^[1]世界各国高校已经形成共识:要成为一所世界上一流的大学,必然要有优秀的医学院,医学与其它学科交叉是现代医学发展的必然趋势,现代医学领域的重大原创性突破几乎都是学科交叉的产物。

在现有的研究学科交叉的文献中,杨海燕^[2-3]指出,美国的一流大学哈佛大学、麻省理工学院、斯坦福大学、普林斯顿大学等都斥巨资成立了跨越医学、生物学、工程学科、理化科学等多个学科的跨学科群研究单位,并建立了交叉学科教师聘任和评价体系,完善了交叉学科研究的资助体系和交叉学科人才培养的新机制;霍克^[4]、薛澜等人^[5]指出,英国剑桥大学、牛津大学等高校把基础学科作为学科交叉建设的基石,并设置了学科交叉研究中心和设定了研究中心两类学科交叉研究机构;马跃等人^[6]运用系统动力学的观点,对交叉学科研究的动力机制进行了分析,提出了交叉学科研究的动力源;吴丹青等人^[7]通过学科交叉的组织管理

研究,初步总结了学科交叉的模式,并提出学科交叉必须注重与国家目标和市场需求、学科建设、研究基础及人才队伍相结合;顾鸣敏等人^[8]提出,综合性大学或理工科大学与独立设置的医科类院校合并,明显提升了这些高校在生命医学领域的综合实力。然而,由于合并的时间尚短,以及有关医工交叉合作的理念欠清晰、体制欠顺畅、举措欠得力,导致目标难明确、机制难保障及发展难作为的共性难题,未能如愿形成医工交叉合作的高地及高峰现象。他同时提出应着重在理念、目标、体制、机制、人才和特色等方面狠下功夫,全面推进医工结合的建议。目前,虽然有不少文献研究学科交叉,但研究医工学科交叉的文献较少,特别是针对医工学科交叉进行实证研究的文献就更少。本文以医工学科交叉为例,从2007—2010年上海交通大学资助的210项医工学科交叉基金项目,以及医工学科交叉典型案例中开展实证研究,针对实证研究中挖掘出的问题,结合管理分析和统计工具,提出了若干可操作性的政策建议和结论。

1 医工学科交叉实证研究

1.1 医工学科交叉基金项目实证分析

2005年7月18日,在教育部和上海市的大力支持下,上海交通大学实现了与原上海第二医科大学的强

收稿日期:2011-09-27

基金项目:国家自然科学基金项目(70772067);上海交通大学2010年文科创新基金项目(201004B)

作者简介:戴智华(1978—),男,江西乐安人,上海交通大学安泰经济与管理学院博士研究生,上海交通大学机械与动力工程学院助理研究员,研究方向为科研管理、高教管理、技术创新管理。

强合并。合并后,上海交通大学(以下简称“学校”)确定了建设“综合性、研究型、国际化大学”进而建设世界一流大学的宏伟目标,并提出了建设“两个一流”(世界一流大学,世界一流医学院)的奋斗目标,始终贯彻“两个遵循”(遵循医学院办学规律,遵循综合性大学格局下医学发展规律)的办学理念,目前已基本形成了“以一流的理科为基础,以强大的工科、生命医学学科和管理学科为主干”的学科框架,契合了学校一直以来提出的“理学、工学、生命医学、人文社科四大学科领域协调发展、三大主干学科带动作用更加明显”的学科布局,初步完成了由理工科大学向综合性大学的转变,把潜在比较优势变为了发展竞争优势^[9]。

学校船舶与海洋工程学科、材料科学与工程学科、机械工程学科、动力工程及工程热物理学学科、控制科学与工程学科、计算机科学与技术学科、力学学科、生物医学工程学科8个工科学科为国家一级重点学科。在11个未被国家一级重点学科覆盖的国家二级重点学科中,与医学学科有关的病理生理学学科、儿科学学科、口腔临床医学学科、内科学学科、生物化学与分子生物学学科、外科学(骨外,整形)学科、遗传学学科有7个,比例高达63.6%,足可见医学学科之强。目前,学校拥有上海近一半的优势附属医院资源,医疗服务社会成绩也非常卓越。在附属的12家医院中,3级甲等医院有11所:瑞金医院、仁济医院、新华医院、市第一人民医院、市第六人民医院、第九人民医院、市儿童医院、市胸科医院、市精神卫生中心、中国福利会国际和平妇幼保健院、市儿童医学中心;三级乙等医院1所:市第三人民医院。

理工科教师擅长的研究方向和成果,往往是解决医学难题的关键技术,而医学院和附属医院的研究项目常常会为以理工科教学科研为主的教师们以启发,并结出硕果。通过实质性的项目合作,充分发挥医工学科交叉的强大优势,聚焦相关领域发展的关键科学问题,为今后其它相关学科的交叉和发展提供强大支撑。基于此,自2007年以来,学校特设立“医工学科交叉研究基金”,该基金对具有明确的研究目标、能产生较大的交叉性成果、与国家各类重大科技计划有良好衔接、可望取得国家重大项目的预研项目提供资助,鼓励开展创新性科学研究。2007—2010年,学校共资助医工学科交叉基金项目210项。其中,重大项目4项,重点项目23项,面上项目183项,资助总经费近2000万元。

图1为2007—2010年资助的医工学科交叉基金项目研究领域分布图,资助的项目研究领域主要集中在新型生物医用材料(49项,占23%),数字化医学(42项,占20%),自由选题(42项,占20%),创新精密医学仪器设备(33项,占16%),临床数据采集、处理与发掘(21项,占10%)。从资助的研究领域可以看出,结合项目作到了发挥学校材料科学与工程学科、控制科学与工程学

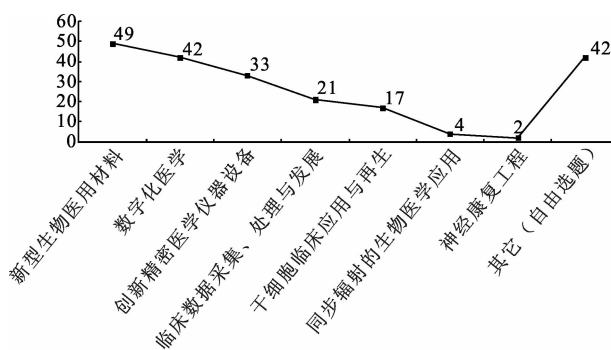


图1 2007—2010年资助的医工学科交叉基金项目研究领域分布

科、计算机科学与技术学科、生物医学工程学科、机械工程学科国家重点学科与医学资源的强强结合。

表1为2007—2010年资助的医工学科交叉基金项目牵头单位分布,资助项目牵头单位分布比例为:校本部院系(66项,占32%),医学院(7项,占3%),附属的12家医院(137项,占65%),即校本部院系、医学院、附属医院三者的比例为10:1:20。这一比例充分揭示了资助项目以具有一线实践和需求牵引的附属学院为主、校本部院系为辅、兼顾医学院部分资源的特征。因此,科研项目来源于实践需求,具有非常强的应用价值。

表1 2007—2010年资助的医工学科交叉基金项目牵头单位分布

资助项目牵头单位	资助项目数
校本部院系	66
医学院	7
瑞金医院	19
仁济医院	10
新华医院	10
市第一人民医院	11
市第六人民医院	35
市第九人民医院	33
市儿童医院	3
市胸科医院	3
市精神卫生中心	3
中国福利会国际和平妇幼保健院	2
市儿童医学中心	6
市第三人民医院	2

通过医工学科交叉研究基金的“孵化”,多项医工学科交叉基金项目获得了国家自然科学基金和“863计划”项目等纵向项目的支持,并取得了一系列成果。医学院国家自然科学基金项目持续快速增长,项目数由原来的60多项突破到100项以上。近5年来,获得国家“973计划”首席项目5项,获国家级科技奖13项,在全国医学院校名列前茅;上海市科技一等奖23项;新增教育部重点实验室1个,教育部工程研究中心1个和上海市重点实验室5个;新增4个国家重点学科(病理学和病理生理学、骨外科学、心血管内科学和遗传学)。内科学晋升为国家二级学科重点学科,成为全国仅有的两个内科学国家二级重点学科之一,医工学科交叉的互动加速了全校的科技成果转化。

1.2 医工学科交叉典型案例研究

学校医学院附属第九人民医院戴尅戎院士与校机

械与动力工程学院王成焘教授通过 20 多年的学科实质性合作,将计算机技术引入为特殊病人定制专用人工关节的研发工作,实现了在临床疑难病人中使用计算机辅助与加工的定制型人工关节,将这一技术从髋关节开始,延伸到膝、肩、踝、肘、腕、骨盆等全身各个部位,满足了越来越广泛的临床需求。这些合作已在人工关节的研究领域取得重大进展,成果之一“个性化假体 CAD/CAM 技术与计算机辅助临床工程系统”项目于 2004 年获得国家科技进步二等奖。戴尅戎教授也因在人工关节、形状记忆合金的医学应用、骨科生物力学、腕部损伤、骨质疏松症等众多领域中通过多学科交叉所取得的成绩,先后获得国家级、市级等 28 项奖励,并获得申请及授权专利 11 项。通过对两位教授进行深度访谈及其案例的深度挖掘,提炼出了他们 20 多年来医工学科交叉获得成功的原因有如下几点:

(1)好的医工学科交叉需要选准切入点,即选准课题研究的方向。选择的标准:①应用价值——医学实践中的需要;②需考虑在现有条件下的可行性。目前,医学科学的目标已从“治病救人”转变为“维护与促进人类健康”,这一转变使得医工学科交叉的视野大大扩展,从病人、疾病,扩大到健康的群体。从防治疾病、维护健康中存在的问题出发,确定科学的研究方向,制定研究计划,称为“需求驱动型”研究,将临床需求上升为科学问题。

(2)好的医工学科交叉需要双方的相互信任和理解以及长期的磨合。所谓“隔行如隔山”,医、工两个团队要想加强合作,进行深入探索与研究,需要两个团队的长期合作与不断磨合。为此,科研工作者需具备选择良好合作者的敏感性和判断力。两校的合并为医工学科交叉创造了更为优越的条件。从一位工科专家与

一位医学专家的结合,发展到一个平台与另一平台的对接,为科研和临床工作者提供了更为广泛的选择范围,使合作能够更加多元化、深入和持久。

(3)好的医工学科交叉的研究成果,最终都需要形成产业化。两位教授的结合,无论是在技术层面还是理论层面的研究与应用都取得了巨大成果。同是,他们也清晰地看到,临床数字技术要想继续发展,就必须形成一个完整的技术系统。因为,现在手术要求精确化、微创化、信息化,这都离不开数字技术的支撑。而以后的研究重点将向信息化、一体化方向发展,而这些研究成果,最终都需要形成产业化。

2 医工学科交叉中存在的问题及改进的政策和建议

2.1 医工学科交叉中存在的问题

在医工学科交叉实证研究中,把所资助的每个项目的学科进行一一分解,并结合学校现状,列出了医工学科交叉的优势、劣势、机会、威胁(SWOT)分析表^[10],得出现有医工学科交叉中存在的问题:

(1)交叉的医学学科集中于某一学科的偏多,交叉的理工学科和医学学科“一一对应”的较多,没有形成“一对多”和“多对多”的学科交叉模式。以 2007—2010 年学校资助的 210 项医工学科交叉基金项目为研究对象,按医学优势资源与理工优势学科进行统计聚类分析^[11],结果表明,学校围绕着骨科合作的最多,儿科合作的最少,显示出合作中存在着“偏科”的问题。目前,医工学科交叉项目还是采用研究课题组单一学科或有限合作的模式,即“一一对应”的模式,没有形成理工学科和医学学科“一对多”和“多对多”的学科交叉模式。

表 2 医工学科交叉的 SWOT 分析表

优势/S	劣势/W
S1 学校领导及主管部门高度重视	W1 医学学科与工科学科内在的差异
S2 学校强大工科及医学学科资源	W2 科研发展基金资助和评价模式单一化
S3 实质性的交叉平台建立(Med-X 等)	W3 医工交叉的产学研转化链尚未形成
S4 先进的研究平台及活跃的研究生	W4 教学和人才培养方面的融合难
机会/O	威胁/T
O1 世界一流大学医工学科交叉的大趋势	T1 医工学科交叉近中远期具体目标的建立
O2 强强合并后深度融合的提出	T2 校本部、医学院、附属医院难以高度统一
O3 强强合并后体制机制的探索创新	T3 医工学科短期成果显现难,需要长期磨合
O4 强强合并后新的交叉学科增长点	T4 国际优势医疗和工程企业的长期投资

(2)科研发展基金资助和评价模式单一化。主要依靠校科研发展基金,只能支持一些小规模的预研 idea,部分重大重点项目虽是热点领域,但较国际性大公司而言尚缺乏比较优势。难以培育和酝酿具有重大潜力的项目。另外,项目评审专家库较少,项目评议方式单一,仅由某个学科的专家独立进行打分评议,结题考核方式也较单一。

(3)医工交叉的产学研转化链尚未形成。将基础研究的成果迅速、有效地转化为预防和医疗手段,这通

常被称为“从实验台到病床旁”,即“B to B”——“from Bench to Bedside”。这一过程的循环成为“转化医学”更为重要,即运用于临床后,再从中发现和提出问题,进行基础研究,取得成果后又用于临床。现有的医工交叉合作还仅限于项目的单一合作,取得成果后又转化到临床的较少,而且医工交叉并未形成高校、科研院所与产业界的成果转化链。

(4)医工交叉教学和人才培养方面的融合难。在我国高等教育体系中,医学院一直作为一个相对独立

的学院存在,并且具有很高的知识壁垒性,外行很难进入。这种发展形成了固定的思维和教学模式,使得理工科学生和医学学科的学生界限很明显,两者交流甚少。目前,医工学科交叉还只停留在科研项目的合作上,虽然在申报课题合作的时候实现了一体化,但在人才培养上却没有作到同步一体培养。

2.2 医工学科交叉改进的政策建议

通过分析医工学科交叉中存在的问题,以及结合医工学科交叉实证研究结果和医工学科交叉的SWOT分析,提出了医工学科交叉改进的政策建议:

(1)建立医工学科交叉近、中、远期具体目标,并围绕其进行多学科交叉模式合作。在学校发展战略和创新体系下,建立医工交叉的近期、中期和远期目标,并细化到季度,鼓励“一对多”和“多对多”的多学科交叉模式发展,强调按需要由多学科组成课题攻关小组或综合平台,发挥各自优势,通力合作,以提高医疗总体水平,做大做强合作。

(2)转变科研发展基金资助方式和评价模式。在项目资助方式方面,与国际优势医疗企业和工程企业开展战略合作,携手多方筹资,形成多元化的科研发展专用基金,做到专款专用,鼓励医工学科交叉的几方单位争取企业等校外资金的注入,优先支持有校外资金注入配套以及第一申请人为医院工作者的项目;在项目评价模式方面,从项目初期和成果验收等方面考虑项目的实践性和可推广性,缩短实验室研究和实际应用的差距,加快国内国外专家库的建立,成立专门的多学科评审组联合同时评议学科交叉项目^[12],并建立评价意见的反馈机制。在评价医工交叉基金的成效时,将研究者前后的研究转变作为项目评价的因子之一。

(3)促进转化医学及医工交叉的产学研转化链的形成,并搭建实质性的国家(省部)医工学科交叉基地和平台。从机制上尝试建立新的评价标准:不再量化SCI论文发表数量,而要追求“转化率”——“有多少个课题项目转化成功,能应用于临床惠及病人”,充分整合各类资源和力量,真正实现研究模式的转变,产出真正能够转化的成果,促进高校、科研院所与产业界的成果转化链。同时,从强强合并的外延扩张转向高质量研究,建立一些实质性的国家(省部)医工学科交叉基地与平台,逐步在优势的医工学科交叉中申请搭建国家(省部)医工学科交叉基地与平台。

(4)多渠道打开医工交叉教学和人才培养通道:通过打破医工学科专业界限,采用宽口径的教学模式,开设学科前沿互选课程,建立医工双导师联合培养研究生制度等,来完善转专业和转导师制。

3 结论

(1)在世界一流大学的建设过程中,医工交叉已成

为抢占制高点的必然趋势。医工学科交叉机制有机配置了高校各种分散资源,为高校的科研发展带来了新的发展机遇和效应,促进了学科发展融合。通过激励保障机制以及优秀学科人才引进培养的积累,医工学科交叉可望取得一系列重大的原创性研究成果,从而带动高校整体科技创新能力的建设。

(2)医工交叉合作需要不同学科之间的深度融合,并在此基础上产生新的学科生长点。笔者在实证研究中发现,合作后往往短期成果显现难,需要长期磨合,克服医学学科与工科学科内在的差异,并要合理定位,制定细化的医工学科交叉近、中、远期具体目标。

(3)医工交叉合作的初期要通过科研合作的形式。笔者在实证研究中发现,要通过转变科研发展基金资助方式和评价模式来培育和酝酿具有重大潜力的项目,并从机制上建立新的评价标准,促进医学及医工交叉的产学研转化链的形成。

(4)重视医工交叉人才的培养。通过多渠道打开医工交叉教学和人才培养通道,使其在人才培养上作到与科研同步一体培养,最终促进医工交叉的深度融合和共赢发展。

参考文献:

- [1] 方陵生. 生命科学的第三次革命——麻省理工学院校长苏珊·霍克菲尔德的演讲[J]. 世界科学, 2009(7): 2-5.
- [2] 杨海燕. 美国高校交叉学科发展的制度保障[J]. 中国高等教育, 2009(21): 77-78.
- [3] 杨海燕. 美国研究生阶段交叉学科的发展及其对我国的启示[J]. 中国高教研究, 2008(8): 40-44.
- [4] 保罗 K. 霍克, 黄崑, 常青. 跨学科研究中心——战略与管理问题[J]. 科学学与科学技术管理, 1993(5): 44-48.
- [5] 薛澜, 龚绪. 欧洲的学科政策及学科交叉研究[J]. 科学学与科学技术管理, 1998(8): 49-51.
- [6] 马跃, 蔡兵, 于小娟. 交叉学科研究的成长环境与动力机制分析[J]. 研究与发展管理, 2007, 19(5): 105-119.
- [7] 吴丹青, 张菊, 赵杭丽, 等. 学科交叉模式及发展条件[J]. 科研管理, 2005, 26(5): 157-160.
- [8] 顾鸣敏, 李培勇. 我国研究型大学医工结合的现状及对策建议[J]. 医学教育探索, 2010, 9(5): 577-580.
- [9] 马德秀. 着力三个突破 建设高水平研究型大学[J]. 中国高等教育, 2010(3): 7-9.
- [10] 斯蒂芬·P·罗宾斯. 管理学[M]. 孙建敏, 译. 第九版. 北京: 中国人民大学出版社, 2008.
- [11] 王学民. 应用多元分析[M]. 第二版. 上海: 上海财经大学出版社, 2004.
- [12] 周建中. 国外科研资助机构学科交叉项目的评议机制研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2008(2): 9-13.

(责任编辑:王敬敏)