

# 培养合格的医师-科学家

赵明明<sup>1</sup>, 郭欣<sup>1</sup>, 董尔丹<sup>1,2\*</sup>

1. 北京大学第三医院心内科, 血管医学研究所, 国家卫生健康委员会心血管分子生物学与调节肽重点实验室, 心血管受体研究北京市重点实验室, 北京 100191;

2. 北京大学心血管研究所, 分子心血管学教育部重点实验室, 北京 100191

\* 联系人, E-mail: donged@bjmu.edu.cn

健康是人类社会生存和发展的永恒话题. 医学的发展主要经历了古代经验医学、近代实验医学和现代系统医学3个阶段, 伴随着神灵医学、自然哲学医学、机械论医学、生物医学、生物心理社会医学等不同的医学模式阶段<sup>[1,2]</sup>. 从历史上看, 从远古的经验医学到近现代的实验医学决定了医学的实践性和科学性. 古代医学科学先驱, 通常仅依靠非正式的科学培训以及他们的洞察力和好奇心进行疾病的治疗. 现在大多数医师既接受医学教育, 还完成正规的强化的科学训练. 现代医师在临床实践中提出临床问题, 通过科学研究发现解决方案, 最终将临床观察转化为研究结果, 推动医学发展<sup>[3]</sup>. 随着医学的发展, 人类社会建立了健康促进体系以达到增进个体和群体健康的目标, 其核心部分是医学研究与实践<sup>[4]</sup>.

近代以来医学取得突破性进展的同时, 医学科学发展又面临新挑战. 医学逐渐发展成为由各个专科组成的学科, 继而学科越分越细, 医生越来越成为专科人员<sup>[5]</sup>. 复杂的临床问题需要不同领域的专家共同合作, 然而基础医学研究和医学临床实践在显著分离, 基础科学家和临床医生之间的鸿沟不断扩大<sup>[6]</sup>. 医师-科学家(physician-scientists)是既具有高超临床技术, 又具有优秀科研能力的创新型临床医学人才. 医师-科学家可以发现人类健康的新威胁, 开发潜在的新疗法或预防手段, 领导科研团队并促进学科间知识交流, 是开展转化医学研究的重要推动力. 因此, 培养既具有优秀临床实践能力, 又具有扎实科研能力的医师-科学家至关重要. 本文综述了美国和中国医师-科学家培养的现状, 结合医师-科学家在基础研究和临床研究中面临的障碍, 探讨了相应的策略和建议, 为我国培养合格的医师-科学家提供新路径.

## 1 医师-科学家概述

根据美国医学院协会(Association of American Medical Colleges, AAMC)的定义, 医师-科学家是致力通过科学研究寻求有关健康、疾病的新知识的医师(具有或不具有额外学位的医学博士)<sup>[7]</sup>. 医师-科学家对人类健康有深入的临床知识, 同时具有科学研究的能力, 将医生和科学



**董尔丹** 中国工程院院士, 北京大学博雅讲席教授, 北京大学第三医院研究员, 北京大学心血管研究所所长, 分子心血管学教育部重点实验室主任. 任教育部科技委委员、中国病理生理学会血管医学专业委员会主任委员、中华医学会医学科学研究管理学会分会候任主任委员等. 长期从事心血管基础研究和

科技工程管理研究, 获何梁何利基金科学与技术进步奖.

家融于一身. 由于研究对象的不同, 医师和科学家在知识获取途径、关注重点、决策、对标准和规范的态度、对专家意见和错误的回应, 以及经济收入等方面截然不同(表1)<sup>[8]</sup>. 医师-科学家是医学与科学的桥梁, 不仅通过科学研究应对临床挑战, 也关注临床发现对学科发展的机遇. Zemlo等人<sup>[3]</sup>总结了医师-科学家的共同特征, 他们在临床研究中提出相关问题, 从而推动基础科学与临床科学相结合的研究发展; 他们将临床观察转化为可检验的研究假设, 将科学研究结果转化为临床治疗方法, 推动医学发展; 他们保证了医学教育的卓越, 坚持科学是医学的基础, 在临床实践和科学研究中都保持科学严谨的态度; 他们具有推动该领域发展的专业视角.

医师-科学家对生物医学研究发展作出巨大贡献, 包括遗传性疾病、新兴传染病的详细描述以及新疾病的鉴定, 对疾病机制理解, 对药物不良反应的研究, 以及推动新治疗方法、设备和技术的发展<sup>[9]</sup>. 2014年, 美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, NIH)医师-科学家人才工作组(Physician-Scientist Workforce Working Group, PSW-WG)研究报告指出, 37%的诺贝尔生理学或医学奖得主拥有医学博士学位; 拉斯克医学奖中, 41%的基础医学研究奖获得者 和 65%的临床医学研究奖的获得者有医学博士学位. 69%的 NIH 主席拥有医学博士学位, 70%的“十大药企”首席科学家拥有医学博士学位<sup>[10]</sup>.

医师-科学家是医学与科学之间的桥梁, 是医学科学

表1 医生和科学家的不同属性

Table 1 Attributes that distinguish physicians and scientists

特质	科学家	医师
知识途径	发现	应用
关注重点	发现一般规则	患者或疾病的独特特征
决策	保守	快速
服从标准和规范的态度	几乎从不	几乎总是
对待专家意见	质疑权威	尊重权威
对错误的回应	潜在创新的基础	总结教训, 避免类似错误
经济收入	创造性和企业家精神	充足, 有保障

创新的动力. 近代以来医学实践取得了长足的进步, 但与此同时, 基础生物医学研究和医学临床实践在显著分离. 不断扩大的鸿沟在基础生物医学科学家和临床医生之间形成了语言障碍, 现在临床医生职业生涯中对分子生物学和遗传学的基本词汇缺乏理解, 生物医学研究人员也逐渐失去对临床医学快速发展的追踪<sup>[6]</sup>. 同时, 基础科学与临床实践之间的鸿沟还具有科学性和文化性. 科学鸿沟很大程度上是由于 20 世纪下半叶在分子生物学和遗传学早期医学研究中的还原论造成的<sup>[6]</sup>. 这种对医学科学采用简化论方法的研究认为, 将复杂的系统简化为其最小的、单个的部分进行研究, 才能理解复杂的系统. 还原主义使医学研究越来越远离患者整体<sup>[11]</sup>. 近年来, “系统生物学”和“整合医学”的概念逐渐兴盛, 促进医学研究恢复基础科学、临床研究和医学实践之间的联系<sup>[5]</sup>. 跨学科团队科学作为一种新趋势, 正在改变传统单一科学家独立研究的模式<sup>[12]</sup>. 经过医学和科学深入系统培训的医师-科学家, 是推动跨学科团队合作、促进基础和临床转化的重要角色.

## 2 医师-科学家的培养

医师-科学家的出现和发展受 20 世纪医学教育、科学和临床领域变化的影响. 1910 年, Flexner<sup>[13]</sup>确定了医学教育的必要性, 提出将科学进步与临床指导相结合. 医学和科学领域不断发展的新趋势为医师和科学家提出了新挑战, 医学和科研以及它们的训练途径变得越来越复杂和专业, 临床和基础的鸿沟增加, 细分领域的活动结合起来变得更加困难. 疾病机理和临床转化都需要具有临床知识和最新科学研究技能的医师-科学家. 因此医师-科学家的培养需要严格的科学训练以及临床训练.

### 2.1 美国医师-科学家的培训计划

1956 年起, 美国 NIH 陆续启动了实验性的培训项目 (Experimental Training Program) 和医学生科研培训项目 (Medical Student Research Training Program), 为医学生提供夏季研究经验或额外几年的研究时间. 现在所熟知的

MD-PhD 双学位项目始于 1956 年, 凯斯西储大学 (Case Western Reserve University) 是首次提供 MD-PhD 双学位的医学院. 随着 MD-PhD 概念在研究型医学院的兴起, MD-PhD 对 NIH 的支持需求愈发显著. 1964 年, NIH 的国立综合医学科学研究所 (National Institute of General Medical Sciences, NIGMS) 通过医学科学家培训计划 (Medical Scientist Training Program, MSTP) 与医学院合作, 资助攻读 MD-PhD 双学位的学生. MSTP 注重科学研究的质量和严谨性, 对培训人员和课程采用高标准, 强化医学教育中的科学研究<sup>[14]</sup>.

NIH 的 MSTP 在过去 50 多年中不断发生变化. 1974 年的国家研究服务奖 (National Research Service Award, NRSA) 法案重组了 NIH 所有的培训项目. MSTP 设立了机构资助项目 (T32) 和个人奖学金项目 (F30)<sup>[15,16]</sup>. 在过去的 30 年中, 一个充满活力的 MD-PhD 培养社区逐渐建立. 自 1985 年以来, 美国科罗拉多大学 (University of Colorado) MSTP 组织了全美 MD-PhD 学生会议. 1995 年, 全美医学博士计划协会建立. 该组织促进了 MD-PhD 培训和录取的最佳实践方法, 并与美国医学院协会 (Association of American Medical Colleges, AAMC) 建立了联系. AAMC 的 MD-PhD 部门建立了美国医学院申请开展 MD-PhD 计划的应用程序, 并制定了相关规则, 进一步促进了 MD-PhD 项目的发展和壮大. 2005 年, 美国医师-科学家协会 (American Physician Scientists Association, APSA) 成立, 致力于帮助医师-科学家实现他们的教育和职业目标<sup>[14]</sup>.

MD-PhD 双学位计划使培训人员能够将科学研究与临床培训相结合, 为之后的研究奠定基础. 目前, MSTP 支持 50 个 MD-PhD 项目, 累计资助 MD-PhD 培训人员超过 10000 名<sup>[14]</sup>. 平均获得 MD-PhD 双学位的时间约为 8 年, 每年 MD-PhD 毕业生达 550 人, 超过 80% 人员毕业后仍然从事临床相关的基础科学、转化、临床试验和卫生服务等研究工作<sup>[17]</sup>. 多项研究报告表明<sup>[7,10,17]</sup>, MD-PhD 与 MD 相比, 科研基金申请率和资助率更高. MD-PhD 项目成功为美国生物医学领域培养杰出科学家和顶尖人才.

### 2.2 中国医师-科学家的培养现状

目前我国与发达国家的医疗和基础研究水平差距逐渐缩小, 已经具备从事转化医学和精准医学研究的条件, 正在迎来创新驱动的健康促进时代. 这需要大量的医师-科学家来参与这一场新的医学发展.

致力于培养医师-科学家的 MD-PhD 项目在国际医学教育领域已有 60 多年的历史, 但在国内仍处于起步的探索阶段. 北京协和医学院从 1995 年起选拔 8 年制临床医学专业优秀学生进行“8 年+3/4 年”连续培养, 是国内最早的 MD-PhD 双学位项目<sup>[18,19]</sup>. 近年来, 国内著名医科大学医学院陆续开展 MD-PhD 计划<sup>[18,20-22]</sup>, 培养既能从临床角度进行基础研究, 又能运用实验室技术探究人类疾病诊疗新

方法的医师-科学家。

在推动临床医学科学技术转化、发挥临床创新的过程中,研究型医院的概念被提出。研究型医院是推动临床与科研融合的医院发展模式,强调临床与科研并举,且突出科研的主体地位和自主创新的发展目标,依靠科技创新带动临床诊疗水平的提高<sup>[23]</sup>。研究型医院以完成临床医疗工作为基本任务,以培养优秀人才为突出优势,以创新性科学研究为重要使命,以制定和修订临床医学标准和规范为水平标志的大型综合型医院<sup>[24]</sup>。建设成为研究型医院是目前中国众多大型综合性医院的发展方向与目标,也是提升医疗技术及教学、科研实力的必经之路。然而,大学生成长为科学家需要很长的路,从年轻医师中选择具有一定科研潜质的人员重点培养成为研究型医师,会缩短医师-科学家的培养周期,是现阶段行之有效的路径<sup>[25]</sup>。此过程中,医师-科学家的培养是研究型医院建立过程中的重要一环,应鼓励更多研究型医院中的医生参与临床研究和基础研究。

### 3 医师-科学家的困境

#### 3.1 美国医师-科学家队伍正在“消失”

美国的 MD-PhD 双学位项目为美国转化医学、精准医学提供了高端创新型人才<sup>[26,27]</sup>。但是多项研究报告表明<sup>[28-30]</sup>,美国的医师-科学家正在成为“濒临灭绝”的职业。从事研究工作的美国医师比例从 20 世纪 80 年代总医师人数的 4.7% 峰值降至 2014 年的约 1.5%<sup>[15]</sup>。NIH 成立 PSW-WG 以评估和加强医师-科学家人力。2014 年,PSW 研究报告发现,医师和医师-科学家在 2000~2012 年研究项目基金的获得人数保持稳定,但比例明显降低;2003~2013 年 NIH 基金规模未发生变化,考虑通胀因素,2013 年实际比 2003 年降低 21.9%,医师-科学家面临更大的竞争压力;此外,获得 NIH 研究项目资助的医师-科学家的平均年龄逐步增长,预测未来随着资深医师-科学家的退休,医师-科学家的人数将下降<sup>[10]</sup>。

影响医师-科学家数量下降趋势的原因包括:培养训练时间过长、学业费用负担沉重、NIH 的资助基金申请竞争压力增加、临床工作和科学研究难以平衡、在职业生涯中缺少导师的指引、学术和企业的报酬差异等<sup>[31]</sup>。据 PSW-WG 评估,若保持医师-科学家队伍现有规模,预计每年需要培养 1000 名医师-科学家<sup>[10]</sup>。

#### 3.2 医师-科学家面临的阻碍

随着医学发展到新的阶段,医师-科学家对当代医学发展至关重要。即使美国作为医学发展较为先进的国家,依然面临基础研究与临床应用相脱节的情况<sup>[27]</sup>。为了应对这些挑战,需要包括临床医生以及患者在内的相关者更多地参与临床研究。尽管临床研究被认为是医学知识发展的

关键,但是医生科学家在参与临床研究和试验方面面临着各种障碍,包括医生个人、研究课题和研究机构或医院 3 个层面的因素。

对于医师-科学家,由于高负荷的临床工作,缺少进行临床科研的时间和精力;临床医生本身的研究领域和学术水平不同,对临床研究的方法和流程不熟悉,也导致对临床研究缺乏兴趣,甚至产生畏难情绪;失衡的薪资水平,与高负荷的工作量和长时间的训练不匹配,进一步加重家庭经济负担。临床科研方面,不恰当课题的选择,如缺乏相应的临床科研理论基础、临床应用微弱等;随着科技发展和学科细分,临床研究方法具有越来越高的复杂性和专业性;此外,如何招募到合适的患者也具有挑战。在研究机构或医院层面,缺乏充足的研究经费支持、完善的临床试验管理流程和行政支持。同时,成功的医师-科学家导师对医生开展临床试验有积极的引导作用,研究机构或医院缺乏临床研究文化,跨专业有组织的医师-科学家职业发展计划,以及医师-科学家导师的指导,支持和反馈等(表 2)<sup>[32]</sup>。

### 4 策略建议

第一,培养合格的医师-科学家首先应该正确认识医师-科学家在医疗创新中的角色,医师-科学家是沟通基础科学研究和临床应用的桥梁,是我国当代医学发展所需;正确理解临床与科研的关系,临床是实践,科研是理论,从实践中检验理论,再由理论指导实践;正确评价医师-科学家的重要性和必要性,以长远的眼光看待医学科学的发展趋势,给予医师-科学家应有的重视与尊重<sup>[25]</sup>。

第二,中国的医师-科学家培养,应该针对医师-科学家职业发展中的关键阶段建立科学的培养体系<sup>[9]</sup>。医学院应创造条件,努力将学生培养成医师-科学家,研究型医院鼓励培养研究型医生,都是我国现行探索的发展路径。学校是医学生科研的启蒙地,应强调基础科学和临床转化研究技能的培养,为具有科研热情和能力的医学生提供科学研究机会,激发其科研兴趣;临床早期是医师-科学家发展的关键阶段,为医师设立研究奖学金、培训班和研讨会,并提供与医师-科学家导师合作交流的机会,有助于医师和科学家的角色整合,提高医师进行临床研究的意识;有较好科研基础的中青年医师,作为医师-科学家重点培养对象,医院应该给予充分的导师指导、经费支持和时间保证,帮助医生将研究知识与临床工作联系起来。

第三,研究机构或医院层面提供充足的科研支持。一方面,提供科研工作的基础设施,包括科研场地、仪器设备以及平台支撑,设立专业的行政部门来处理与临床研究有关的流程问题和后勤事务。另一方面,保障医师-科学家研究时间和科研经费资助,支持课题的研究,积极发展导师制,引导年轻医生的发展,促进和基础研究单位的合作;此外,在医疗机构层面建立医师-科学家职业发展办公室,提供个性化培训和职业发展计划;帮助他们解决不同阶段

表2 医师参与临床研究的障碍

Table 2 Barriers to physician participation in clinical research

医生个人	
时间和精力	高负荷的临床实践工作
	大量的基金申请文书工作
	繁琐的行政事务
	独立之前经历长时间的培养
对科研的认识	对临床研究不重视
	对临床研究的的方向和方法缺乏热情和兴趣
	对临床研究的畏难情绪
个人背景能力	临床医生本身的研究领域和学术水平
	对临床研究方法和流程不熟悉
	缺乏对正在进行的临床试验的了解
经济负担	失衡的薪酬
临床研究	
课题选择	缺乏临床和科研理论基础
	无意义的临床研究问题
	临床实践价值微弱
研究方法	越来越高的复杂性和专业性
患者相关	招募合适的患者参与临床研究冲突 潜在的医疗实践和临床研究的冲突
研究机构或医院	
研究经费	临床研究的经费难获得
	基金和经费支持形式单一
	未保证充足的研究时间
支持体系	缺乏临床试验管理流程
	缺乏临床研究文化
	缺乏跨专业有组织的医生-科学家职业发展计划
	缺乏医师-科学家楷模和导师的支持、指导和反馈

的主要障碍,使医生有限的时间更多地放在研究上;同时办公室将负责跟踪收集医师-科学家职业数据,评估医师-科学家人力<sup>[33,34]</sup>。

第四,医师-科学家的工作应该得到合理的评价和激励。科学研究工作从选题到研究的整个过程都需要投入巨大的精力与时间,工作中不应单纯采用临床工作量(门诊

量、查房数、手术例数)来进行绩效评定,同时在职称评定、工作与生活等各方面制订相应的标准,适当提高医师-科学家的待遇<sup>[32,35]</sup>。财务奖励包括加薪、晋升、参加会议的补助金等,非财务奖励包括正式的机构认证、研究所新闻、研究论文共同作者等,体现对研究工作的认可,具有“象征性”<sup>[31]</sup>。针对临床工作和基础研究,完善评估机制,同时建立研究资助指南,设定研究专项基金,促使医师-科学家成为有保障,有吸引力的职业。

第五,营造科研创新的学术环境。为确保医师参与临床研究,研究机构或医院需要发展一种重视研究并提倡循证医学和实践的组织文化,提供定期的支持、反馈和指导,维持医师-科学家对研究的热情;在学术和医疗领域内创建以医师为中心的协会论坛和全国性的组织网络,如“医师-科学家联盟”、“医师-科学家青年社区”等,促进医师-科学家广泛的合作交流,支持医师-科学家队伍的发展。

第六,医师-科学家应积极参与基础和临床研究。首先,基础研究需要扎实的研究基础和硬件设施,对于医生个体而言,积极寻找导师和基础科研合作者,将他们招募到指导团队,这些经验丰富的导师可以提供科学的研究方法和研究基础。其次,医师-科学家可以通过参加各项基础培训课程和科研项目,学术论坛和会议交流,提高科研素养和科研能力。再次,复杂的临床问题需要跨学科团队合作,不同团队之间的合作会提供互补的专业知识,才能实现临床现象转化为科学问题,科学解题转化为临床实践。但是对于每个项目,都应事先确定每个研究者的角色以及谁是项目的“推动者”<sup>[7]</sup>。最后,作为医师-科学家需要同时兼顾临床与科研,通过时间管理平衡多项工作,将整块连续的时间运用到具有创造力的核心工作中,确保研究时间和精力投入。

科研成果转化为临床实践的巨大潜力和医学科学发展面临的复杂挑战,凸显了医师-科学家的重要性和必要性。医师-科学家不仅具备扎实的临床技能,而且具备强大的科学研究能力,能够自如地运用现代生命科学的新知识和新工具创造性地解决临床问题。现阶段,医学和科学及其培养路径变得越来越复杂和专业化,使多个领域的活动结合起来更加困难。科学研究也变得越来越专业化,需要更长的培训时间才能成为独立的科学家。在这种情况下更应该鼓励医生参与到临床试验和基础研究中,通过多种潜在的途径确保医师-科学家队伍的可持续发展。

致谢 感谢国家自然科学基金(82070235)和北京市自然科学基金重点项目(7191013)资助。

### 推荐阅读文献

- 1 Feng X W. Philosophy of Medical Science and Technology (in Chinese). Beijing: People's Medical Publishing House, 2002 [冯显威. 医学科学技术哲学. 北京: 人民卫生出版社, 2002]

- 2 Zheng J Z. Introduction of Clinical Medicine (in Chinese). Beijing: China Medical Science Press, 2016 [郑建中. 临床医学导论. 北京: 中国医药科技出版社, 2016]
- 3 Zemlo T R, Garrison H H, Partridge N C, et al. The physician-scientist: Career issues and challenges at the year 2000. *Faseb J*, 2000, 14: 221–230
- 4 Dong E D, Hu H, Hong W. Toward a roadmap from translational medicine to medical practice (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2013, 58: 53–62 [董尔丹, 胡海, 洪微. 浅析转化医学与医学实践. 科学通报, 2013, 58: 53–62]
- 5 Dong E D. The holistic integrative medicine and the integrative management of medical research in China (in Chinese). *Negative*, 2017, 8: 11–16 [董尔丹. 整合医学与医学研究. 医学争鸣, 2017, 18: 11–16]
- 6 Schafer A I. Perspective: The successful physician-scientist of the 21st century. *Science*, 2010, doi: 10.1126/science.caredit.a1000054
- 7 Association of American Medical Colleges. National MD-PhD Program Outcomes Study. Washington DC: Association of American Medical Colleges, 2018
- 8 Schwartz D A. Physician-scientists: The bridge between medicine and science. *Am J Respir Crit Care Med*, 2012, 185: 595–596
- 9 Salata R A, Geraci M W, Rockey D C, et al. U.S. Physician-scientist workforce in the 21st century: Recommendations to attract and sustain the pipeline. *Acad Med*, 2018, 93: 565–573
- 10 National Institutes of Health. NIH Physician-Scientist Workforce (PSW) Working Group Report. Bethesda: National Institutes of Health, 2014
- 11 Rigby M R. The role of the physician-scientist in bridging basic and clinical research in type 1 diabetes. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*, 2010, 17: 131–142
- 12 Steer C J, Jackson P R, Hornbeak H, et al. Team science and the physician-scientist in the age of grand health challenges. *Ann NY Acad Sci*, 2017, 1404: 3–16
- 13 Flexner A. Medical Education in the United States: A Report to the Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching. New York: Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 1910
- 14 Harding C V, Akabas M H, Andersen O S. History and outcomes of 50 years of physician-scientist training in medical scientist training programs. *Acad Med*, 2017, 92: 1390–1398
- 15 Garrison H H, Deschamps A M. NIH research funding and early career physician scientists: Continuing challenges in the 21st century. *Faseb J*, 2014, 28: 1049–1058
- 16 Williams C S, Iness A N, Baron R M, et al. Training the physician-scientist: Views from program directors and aspiring young investigators. *JCI Insight*, 2018, 23: e125651
- 17 Brass L F, Akabas M H, Burnley L D, et al. Are MD-PhD programs meeting their goals? An analysis of career choices made by graduates of 24 MD-PhD programs. *Acad Med*, 2010, 85: 692–701
- 18 Guo Q Y, Du J, Tang X L. American physician-scientist's training model and the reference for US (in Chinese). *Chin J Med Educ*, 2018, 38: 141–146 [郭倩影, 杜建, 唐小利. 美国医师-科学家的培养模式及其借鉴. 中华医学教育杂志, 2018, 38: 141–146]
- 19 Gao X H, Xia Y Q. Practice of M.D/Ph.D training program (in Chinese). *China Higher Med Educ*, 2001, 4: 14–15 [高小惠, 夏艳秋. 双博士(M.D/Ph.D)学位教育的实践. 中国高等医学教育, 2001, 4: 14–15]
- 20 Dong W J, Yan H, Lü Y, et al. Construction of the physician scientists training mode of MD-PhD program (in Chinese). *Med Educ Res Pract*, 2017, 25: 329–331 [董炜疆, 颜虹, 吕毅, 等. 医师科学家培养模式的构想——MD-PhD 双博士学位项目探索. 医学教育研究与实践, 2017, 25: 329–331]
- 21 Li X B, Huang G, Gu M M. The M.D-Ph.D program in U.S.A (in Chinese). *Fudan Educ Forum*, 2009, 7: 84–87 [李小波, 黄钢, 顾鸣敏. 美国 M.D-Ph.D 双博士学位计划. 复旦教育论坛, 2009, 7: 84–87]
- 22 Gao H, Wu S, Tong Z H, et al. Exploration and practice of the training mode of medical talents—Lessons from MD/PhD programs in the United States (in Chinese). *Shanghai Manage Sci*, 2015, 37: 95–99 [高红, 吴晟, 童曾瀚, 等. 复合型高端医学人才培养模式的探索与实践——借鉴美国 MD/PhD 项目的经验. 上海管理科学, 2015, 37: 95–99]
- 23 Yao J. Theoretical interpretation of research hospitals in China (I): An overview of research hospital theory (in Chinese). *J Chin Res Hosp*, 2015, 2: 58–63 [姚军. 中国研究型医院理论解读(一) 研究型医院理论概览. 中国研究型医院, 2015, 2: 58–63]
- 24 Qin Y H. Experience and practice of developing hospital in researching (in Chinese). *Chin Hosp*, 2005, 9: 1–4 [秦银河. 建设研究型医院的探索与实践. 中国医院, 2005, 9: 1–4]
- 25 Ou J S. Training of physician scientists to meet the needs of contemporary medical developments (in Chinese). *China Higher Educ*, 2017, 2: 48–49 [区景松. 培养医师科学家是当代医学发展所需. 中国高等教育, 2017, 2: 48–49]
- 26 Goldstein J L, Brown M S. History of science. A golden era of Nobel laureates. *Science*, 2012, 338: 1033–1034
- 27 Dzau V J, Fineberg H V. Restore the US lead in biomedical research. *JAMA-J Am Med Assoc*, 2015, 313: 143–144
- 28 Mirmira R G. The vulnerable physician-scientist. *Mol Endocrinol*, 2014, 28: 603–606

- 29 Wyngaarden J B. The clinical investigator as an endangered species. *N Engl J Med*, 1979, 301: 1254–1259
- 30 Schafer A I. The vanishing physician-scientist? *Transl Res*, 2010, 155: 1–2
- 31 Albers L L, Sedler K D. Clinician perspectives on participation in research. *J Midwifery Women Health*, 2004, 49: 47–50
- 32 Rahman S, Majumder M A, Shaban S F, et al. Physician participation in clinical research and trials: Issues and approaches. *Adv Med Educ Pract*, 2011, 2: 85–93
- 33 Ogdie A, Shah A A, Makris U E, et al. Barriers to and facilitators of a career as a physician-scientist among rheumatologists in the US. *Arthritis Care Res*, 2015, 67: 1191–1201
- 34 Tong C W, Ahmad T, Brittain E L, et al. Challenges facing early career academic cardiologists. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63: 2199–2208
- 35 Jain M K, Cheung V G, Utz P J, et al. Saving the endangered physician-scientist—A plan for accelerating medical breakthroughs. *N Engl J Med*, 2019, 381: 399–402

Summary for “培养合格的医师-科学家”

## To train the qualified physician-scientists

Mingming Zhao<sup>1</sup>, Xin Guo<sup>1</sup> & Erdan Dong<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Beijing Key Laboratory of Cardiovascular Receptors Research, Key Laboratory of Cardiovascular Molecular Biology and Regulatory Peptides of National Health Commission, Department of Cardiology and Institute of Vascular Medicine, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China;

<sup>2</sup>Key Laboratory of Molecular Cardiovascular Science of Ministry of Education, Institute of Cardiovascular Sciences, Peking University, Beijing 100191, China

\* Corresponding author, E-mail: donged@bjmu.edu.cn

As advances in medicine have progressed, the development of medical science faces the challenge of significant separation between basic medical research and medical clinical practice. As the bridge between medicine and science, physicians-scientists have a unique potential to combine clinical perspectives with scientific insights. They are defined as doctors with professional degrees who have training in clinical care and are engaged in independent biomedical research. Physician-scientists continue the great pace of recent biomedical research, translate scientific findings to clinical applications and play a vital role in promoting the development of medical science.

Without supporting efforts of physician-scientists who have been systematically trained in medicine and science, pressing challenges cannot be met at the forefront of biomedicine. Given the importance of developing the physician-scientist workforce, well-known MD-PhD training programs started in the 1950s. These programs expanded significantly when the Medical Scientist Training Program (MSTP) was launched in 1964 by the National Institute of General Medical Sciences (NIGMS) at the National Institutes of Health. MSTP has supported over 10000 students who have successfully trained outstanding biomedical scientists and top talents for the United States. In China, the era of health promotion driven by innovation is upon us, and a large number of physician-scientists are needed to meet the development of medical science. Some practices provide preliminary exploration for training physician-scientists, such as MD-PhD programs supported by famous medical schools and the inception of a research hospital.

However, physician-scientists have become an “endangered species”. It has been reported that physician-scientists are less likely to play a major role in biomedical research than they were in the past in the United States. This article examines the barriers of physician-scientists with regard to participation in clinical research, such as physician-, research subject-, and institution- and research hospital-related barriers. The future viability and vitality of the physician-scientist workforce pose unique challenges.

To encourage physician-scientist participation, strategies are proposed to provide a new path for cultivating excellent physician-scientists. These strategies include proper understanding of the role of physician-scientists in medical innovation, scientific training systems at critical stages of career development, adequate research support from institutions and hospitals, reasonable evaluation and incentive systems, encouraging innovative academic culture, and personal active participation and effort.

The great potential of translating scientific achievements into clinical practice and the complex challenges facing the development of medical science suggest the importance and necessity of physician-scientists. A variety of potential approaches should be taken to ensure physicians-scientists’ participation in clinical trials and basic research as well as the sustainable development of the physician-scientist team.

**physician-scientist, MD-PhD, medical science, clinical research**

doi: 10.1360/TB-2020-1037