

科研实践共同体对本科生科研能力的影响

——自我效能感的中介作用

任红红, 戚 佳

(中国科学院大学 公共政策与管理学院, 北京 100049)

摘要:科研训练是培养本科生科研创新能力的有效途径,而参与科研实践共同体是科研训练的最主要形式。基于情境学习理论,对 3 所研究型大学的 665 名理工科本科生进行调查,结果显示:参与过科研实践共同体的学生的科研能力水平要高于没有参与过的学生;在控制性别、年级、专业、学习成绩等变量后,参与科研实践共同体能够正向影响理工科本科生的科研能力,团队资源、团队氛围和团队指导维度能够正向影响理工科本科生的科研能力;自我效能感在科研实践共同体和科研能力之间起到中介作用。这一结果对于研究型大学构建科学完善的科研实践共同体和培养拔尖创新人才具有理论和实践意义。

关键词:科研实践共同体;科研能力;自我效能感;拔尖创新人才培养

中图分类号:G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)05-0099-08

2021 年 4 月,习近平视察清华大学时指出,“党和国家事业发展对高等教育的需要,对科学知识和优秀人才的需要,比以往任何时候都更为迫切。加强创新人才教育培养,要把教育摆在更加重要的位置。^[1]”创新型人才是建设创新型国家不可或缺的一部分,高等院校是培养创新型人才的主力军,本科阶段是创新型人才培养的关键时期,开展本科生科研训练是培养学生创新思维、增强科研能力的有效途径,是创新型人才培养的基本条件之一^[2-3]。

推动本科生参与科研训练是中国研究型大学本科教育改革的热点和重要举措。教育部《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》(2018)^[4]等政策,倡导推动科研项目吸纳本科生参与研究,为本科生参与科研创造条件,推动学生早进课题、早进实验室、早进团队,搭建学生科学实践平台,增强学生创新精神和科研能力。当前,本科生参与科研的主要形式有参与“大创”项目、参与导师课题研究以及大学生科技创新团队等,无论哪种形式,本质都是参与科研实践共同体的活动^[5]。而理工科本科生的科研训练,因为大部分涉及实验室研究,基本上是以学生参与由老师和学生共同构成的科研团队形式展开的,因此科研实践共同体是

理工科本科生参与科研活动的重要实践形式,是影响其科研能力的重要因素。20 世纪 80 年代形成的情境学习理论为探索科研实践共同体与学生科研能力的培养提供了理论基础,该理论的核心特征“合法的边缘性参与”和“认知学徒制”解释了本科生参与科研实践的过程,老师为学生提供真实的研究情景,学生加入实践共同体在真实情景中获取知识,通过合法使用团队资源,随着时间的推移与经验的增加,慢慢从做简单的、外围的工作到被允许做重要的工作,最终进入科研团队的核心,要求学生在真实情景中学习、在实践共同体中学习、在反思中学习,这契合了本科生参与科研实践共同体和创新人才培养的实践特点。

现有关于本科生科研训练的研究主要集中在探究本科生科研训练的意义^[6],总结高校开展本科生科研训练的现状和问题^[7],以及介绍国外科研实践的先进经验与启示等^[8]。研究科研训练层面对个体科研能力影响的较少,科研实践共同体对科研能力的影响因素研究也较为片面,更是缺乏实证研究^[9]。因此,聚焦理工科本科生参与科研训练的学习性过程,基于情境学习理论,探究科研实践共同体对理工科本科生科研能力的影响,为完善本科生

收稿日期:2022-01-05

基金项目:国家社科基金全国教育科学“十三五”规划国家一般项目(BIAI70171)。

作者简介:任红红(1994—),女,安徽宿州人,中国科学院大学公共政策与管理学院,硕士研究生,研究方向为高等教育管理;戚佳(1999—),女,重庆人,中国科学院大学公共政策与管理学院,硕士研究生,研究方向为高等教育管理。

科研训练体系、提升本科生科研训练效果提供基于实证研究的参考依据。

1 文献综述及研究假设

1.1 本科生科研能力

对于本科生科研能力的理解目前还没有统一的标准。有些研究者从大学生科研的情况出发来解读大学生科研能力的内涵,把大学生科研能力理解为收集资料、课题设计、实验实施、数据分析、撰写论文以及独立思考、团队协作等能力^[10]。或信息加工、独立分析判断与决策、实践以及撰写科研成果等方面的能力^[11]。有些研究者认为大学生科研能力不只要看科研情况还应该包括创新思维和创新精神等方面,认为大学生科研能力是了解并熟悉相关专业科研的基本流程,利用创新思维深化专业知识,对相关问题提出自己独到的见解,并作出归纳总结的能力^[12]。或者是指学生科研意识、科研知识和科研精神方面的能力^[13]。本研究倾向于从理工科本科生科研训练的过程来理解科研能力的内涵,主要包括文献梳理、发现问题、数据收集和分析、撰写论文以及独立思考等能力。

1.2 科研实践共同体

科研实践共同体是围绕着一个共同感兴趣的领域或问题互动而建立起来的学习系统,是通过知识学习、共享和交换来实现共同目标的团队^[14]。共同体成员在问题的探讨过程中互相帮助,共同努力,分享观点和资源,并通过真实的任务增进彼此的沟通和交流。根据温格的实践共同体概念,科研实践共同体的核心要素有“领域”“共同体”和“实践”。在本科生参与的科研实践共同体中,“领域”指成员的研究问题和研究兴趣。对科研训练内容感兴趣是本科生参与科研训练的前提,本科生对研究问题不感兴趣,会对参与科研实践缺乏信心。基于此,本研究将把个人兴趣作为控制变量。“共同体”要素一方面是指共同体成员建立的组织关系,既团队资源,包括有形资源(财力、物力、人力资源等)和无形资源(发展能力、关系资源等);另一方面是成员个体自身的认知、对共同体价值和文化的共识以及与其他成员间进行互动,形成了广泛层面上的团队氛围^[15]。“实践”要素是指本科生参与科研实践共同体的学习过程,在认知学徒制理论支持下,老师为学生提供真实的研究情景,指导学生在该情境下通过合法的边缘性学习获取知识,成长为掌握了一定科研知识和技能的學生。因此,根据核心要素,本研究把科研实践共同体划分为团队资

源、团队氛围和团队指导3个维度。

1.3 科研实践共同体与本科生科研能力

已有研究发现依托科研团队开展本科生科研实践能够更加有效地提高学生综合素质,激发个人科研创新能力^[16-17]。科研团队的资源、管理能力和发展能力能够影响拔尖创新人才的能力素质^[18],实践过程中团队氛围对成员的创造力有直接影响^[19],老师指导的有效性对学生科研能力的提高具有重要作用^[20]。情境学习理论认为,通过适宜的学习环境,激发学习者的情境思维,能够让学习者在情境中获得知识、培养能力以及发展智力^[21],因此本科生通过参与科研实践共同体,在团队资源和氛围的影响下,经过团队指导能够有效获取知识和科研能力。基于此,本文提出以下研究假设。

H1:科研实践共同体对理工科本科生科研能力有显著正向影响。

H1a:团队资源对理工科本科生科研能力有显著正向影响。

H1b:团队氛围对理工科本科生科研能力有显著正向影响。

H1c:团队指导对理工科本科生科研能力有显著正向影响。

1.4 科研实践共同体与科研自我效能感

自我效能感是著名心理学家 Bandura 在 20 世纪 70 年代提出的社会认知理论核心概念之一。Bandura 认为自我效能感是指人们对自身完成某项任务或工作行为能力的信念,并不是指技能本身,而是对自己能否利用所拥有的技能去完成工作行为的自信程度^[22]。科研自我效能感是自我效能感在科技创新领域的具体应用。本文以理工科本科生的科研自我效能感这一具体领域为研究对象,把科研自我效能感定义为理工科本科生对自身能否运用掌握的科研技能与能力完成科研工作任务自信程度。实证研究发现,科研训练环境能够显著影响学生科研自我效能感^[23],其中人际互动体验和科研与实践相结合对科研自我效能感的影响最大。可见科研实践共同体提供的科研训练、科研氛围有利于培养学生坚定的科研信心。基于此,提出以下研究假设。

H2:科研实践共同体对理工科本科生科研自我效能感有显著正向影响。

H2a:团队资源对理工科本科生科研自我效能感有显著正向影响。

H2b:团队氛围对理工科本科生科研自我效能

感有显著正向影响。

H2c:团队指导对理工科本科生科研自我效能感有显著正向影响。

1.5 科研自我效能感与本科生科研能力

关于科研自我效能感的影响作用,有学者认为科研自我效能感是创新行为的重要动机之一,影响个体未来的创造行为和最终表现^[24]。实证研究表明,自我效能感能够显著影响个人创新行为,是影响学生创新能力的重要因素,自我效能感水平越高,个人创新能力也越强^[25]。具体到科研实践共同体方面,科研自我效能感在一定程度上体现了学生参与科研训练的原生动力和目标定向,积极的科研自我效能感有助于学生在科研训练中提升自身的科研能力和创新素质。基于此,本研究提出以下假设。

H3:科研自我效能感对理工科本科生科研能力具有显著正向影响。

1.6 科研自我效能感的中介作用

Phillips 等对科研训练环境、科研自我效能感和科研生产力三者之间的关系研究表明,科研自我效能感对科研训练环境和科研生产力有着非常显著的影响,科研自我效能感在科研训练环境和科研生产力之间起到明显的中介作用^[26]。根据自我效能感理论,参与科研实践共同体的学生在科研训练过程中会进一步提升自己对科研能力的自信,科研信心强的学生相信通过自己的努力和钻研能够产生出新的想法或观点,相信自己能够找到研究问题的方法,顺利解决问题并产出科研成果。因此本研究提出以下假设。

H4:科研自我效能感在科研实践共同体和科研能力之间起到正向中介作用。

H4a:科研自我效能感在团队资源和科研能力之间起到正向中介作用。

H4b:科研自我效能感在团队氛围和科研能力之间起到正向中介作用。

H4c:科研自我效能感在团队指导和科研能力之间起到正向中介作用。

综上所述,本研究构建理论框架如图 1 所示。

2 研究设计

2.1 量表设计

本研究采用问卷调查的方法研究科研实践共同体对科研能力的影响。为确保研究工具的信度和效度,在查阅梳理文献和认知访谈之后,根据前文假设和已有成熟量表,整合开发出《本科生参与

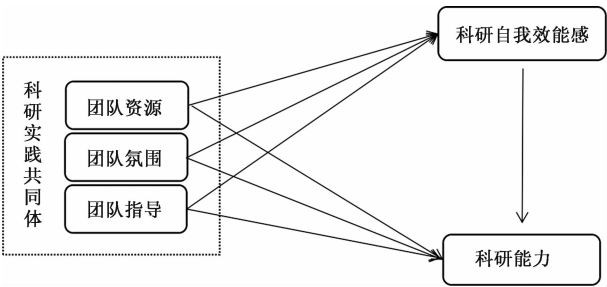


图 1 理论框架

科研实践共同体和科研能力调查问卷》。确定问卷后,征集专家意见并进行预调研,根据反馈意见对量表进行调整后形成最终问卷,问卷主体共包括 4 部分,分别是背景信息、本科生参与科研实践共同体实践情况、科研能力自评和科研自我效能感测量。

背景信息部分由学生的基本信息以及参与科研实践的情况共同组成,科研实践共同体部分在团队资源维度借鉴修改了 Van Den Hooff 的问卷;团队氛围上借鉴并修改了 Carson^[27]的问卷;团队指导上借鉴并修改了 Smith^[28]的问卷。本科生科研能力的自我测评部分评价指标参考改编自 Kardash^[29]提出的 14 种学生科研能力。科研自我效能感部分的测量基于 Bieschke^[30]设计的量表。量表部分主要采取 Likert 五点计分法,“0”代表“非常不同意”,“5”代表“非常同意”。

2.2 数据来源和样本分布

基于代表性和实际可行性原则,本研究选取了较早开始本科生科研训练实践的 G 校、B 校和 S 校为案例高校,3 所高校均是以理工科教育见长的研究型大学,如今已形成了较有规模的本科生科研训练体系。在正式发放问卷之前,笔者进行了预调研和认知访谈,根据预调研中存在的问题对问卷进行了修改和完善,提高问卷的有效性。在 3 所高校团委老师和本科部教务管理老师的帮助下,问卷正式发放时采取分层抽样的方式,并通过滚雪球方式招募更多参与调查者。受疫情影响,主要通过问卷星平台线上进行问卷的发放与回收。共有 742 名本科生填写了问卷,为了使数据更加有效,剔除了用时过短、非目标专业等类型的无效问卷,最后保留有效问卷 665 份,有效回收率 89.6%。其中男生 397 人(59.7%)、女生 268 人(40.3%);从学校分布来看,G 校、B 校和 S 校分别为 282 人(42.4%)、180 人(27.1%)、203 人(30.5%);从年级来看,低年级 316 人(47.5%)、高年级 349 人(52.5%)。在被调查的 665 名理工科本科生中,8 成以上的学生对参

与科研训练感兴趣,其中 354 人参加过科研实践共同体的科研活动,占比 53.2%。

2.3 信效度检验

运用 SPSS26.0 对问卷进行可靠性检验(表 1)。问卷总体内部一致性系数(Cronbach'α)为 0.963,科研实践共同体、科研能力和科研自我效能感 3 个部分量表的信度系数(Cronbach'α)均大于 0.9,科研实践共同体的各个维度 α 系数均大于 0.8,且删除项后的 α 系数全部大于 0.8,不需要删除任何项。可见,本研究所使用的问卷量表具有很高的内在一致性,信度良好。

表 1 内部一致性信度分析结果

序号	量表	Cronbach'α
1	科研实践共同体	0.988
	维度	
	团队资源	0.855
	团队氛围	0.921
	团队指导	0.834
2	科研能力	0.945
3	科研自我效能感	0.945
	合计	0.963

本研究量表编制是建立在成熟量表和调研访谈的基础上,问卷形成后首先进行了预调研,根据预调研结果和专家建议进行了多次的修改与调整。成熟的量表选取和修改使得正式问卷的内容效度符合问卷设计的要求,因此内容效度合理。在结构效度上,采用 AMOS 23.0 进行验证性因子分析,对问卷的结构效度进行检验。分析结果见表 2,CMIN/DF = 4.387, RMSEA = 0.069, NFI、CFI、IFI、TLI 值均大于 0.9,可见本研究所使用量表的结构效度良好。

表 2 验证性因子分析结果

模型	CMIN/DF	RMSEA	NFI	CFI	IFI	TLI
判断标准	<5	<0.08	>0.9	>0.9	>0.9	>0.9
问卷量表	4.387	0.069	0.958	0.968	0.968	0.965

3 研究结果

3.1 本科生参与科研实践共同体的描述性统计与相关分析

在计算了 665 名被调查的学生科研能力测量平均分后发现,那些参与过科研实践共同体实践的学生科研能力得分($M=3.62, SD=0.64$)明显高于没有参与过科研实践共同体的学生($M=3.22, SD=0.66$),科研自我效能感($M=3.8047, SD=0.70$)同样高于没有参与过科研实践共同体的学生($M=$

$3.6697, SD=0.71699$)。并通过方差分析检验参与科研实践共同体与否则本科生科研能力、科研自我效能感是否有差异,经过独立样本 t 检验(表 3),发现科研能力 $P=0.000$,科研自我效能感 $P=0.014$,可见参与过科研实践共同体和没有参与过的理工科本科生,二者的科研能力之间具有显著差异,科研自我效能感之间具有显著差异。初步支持假设 H1、H2。

表 3 参与科研实践共同体与否的独立样本 t 检验 ($N=665$)

变量	参与科研实践共同体	平均值	标准差	t	P
科研能力	是	3.6182	0.64850	7.937	0.000
	否	3.2157	0.65707		
科研自我效能感	是	3.8047	0.69197	2.467	0.014
	否	3.6697	0.71699		

针对参与过科研实践共同体的 354 名学生进行核心变量的相关分析,以探究科研实践共同体、科研能力和科研自我效能感的影响关系,根据 Pearson 相关性检验(表 4),科研实践共同体、科研能力和科研自我效能感之间两两相关,均在 0.01 的水平上显著,初步支持了假设 H1、H2 和 H3。

表 4 核心变量的 Pearson 相关性检验 ($N=354$)

变量	1	2	3
1. 科研实践共同体	1		
2. 科研能力	0.328**	1	
3. 科研自我效能感	0.139**	0.603**	1

注:**表示 $P<0.01$;双侧检验。

3.2 本科生科研能力影响因素的回归分析

在回归模型中加入经过虚拟化的学生个体因素方面的变量,得到表 5 中的回归模型 1,分析结果显示,回归模型整体检验的 F 值达到了 0.001 显著性水平,其中投入时间、性别、个人兴趣和学习成绩对科研能力有显著效应,为使回归模型更为有效,把学生个体因素设置为控制变量。模型 2、模型 3 检验科研实践共同体和科研自我效能感对科研能力的影响;模型 4 检验科研实践共同体对科研自我效能感的影响。

排除了相关变量的干扰之后,各回归模型的方差膨胀系数(VIF)均小于临界值 10,说明各模型不存在严重的多重共线性问题。由表 5 可知,模型 2 中 $R^2=0.291$,较模型 1 解释力有所提升, F 值达到 0.001 的显著性水平,表明科研实践共同体能够显著影响本科生的科研能力,假设 H1 成立。回归模型 3 中整体检验达到 0.001 显著性水平,控制变量

和科研自我效能感能够解释科研能力 41.9%的变化,科研自我效能感能够显著影响本科生的科研能力,假设 H3 成立。检验科研实践共同体对科研自我效能感的影响,得到整体情况的回归模型 5, $P<0.001$,可见科研实践共同体能够正向显著影响科研自我效能感,假设 H2 成立。

表 5 本科生科研能力的影响因素分析:模型 1、2、3、4($N=354$)

变量		科研能力				科研自我效能感
		模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
控制变量	男(女)	0.192***	0.191***	0.099*	0.110*	0.170***
	G 校(S 校)	-0.010	-0.041	-0.097	-0.100	0.124*
	B 校(S 校)	0.089	0.089	0.049	0.054	0.075
	一年级(四年级)	0.036	0.033	0.010	0.012	0.043
	二年级(四年级)	-0.075	-0.099	-0.066	-0.078	-0.046
	三年级(四年级)	-0.039	-0.061	-0.110*	-0.111*	0.106
	理科(工科)	-0.012	-0.026	-0.019	-0.025	-0.003
	初中及以下(博士)	0.056	-0.033	-0.100	-0.119	0.181
	高中或中专(博士)	0.124	0.016	-0.027	-0.055	0.151
	大专(博士)	0.031	-0.055	-0.113	-0.132	0.163
	大学本科(博士)	0.185	0.065	-0.002	-0.031	0.201
	硕士(博士)	0.044	-0.045	-0.055	-0.081	0.076
	优异(一般)	0.132*	0.111*	0.040	0.042	0.144**
	良好(一般)	0.157**	0.129*	0.102*	0.096*	0.069
	偏下(一般)	-0.011	-0.011	0.010	0.007	-0.039
	靠后(一般)	0.038	0.039	0.078	0.074	-0.073
	有(无)	0.076	0.074	0.072	0.071	0.006
	是(否)	0.154**	0.149**	0.060	0.069	0.167***
	10~24 h(不足 10 h)	0.210***	0.118*	0.097	0.071	0.098
	24~40 h(不足 10 h)	0.235***	0.136*	0.153**	0.121**	0.031
	40 h 以上(不足 10 h)	0.173**	0.073	0.086	0.055	0.040
科研实践共同体		—	0.348***	—	0.148**	0.421***
科研自我效能感		—	—	0.540***	0.475***	—
R^2		0.192	0.291	0.419	0.433	0.366
F		3.758***	6.165***	10.846***	10.977***	8.695***

注:*、**、***分别表示 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ 、 $P<0.001$;括号中为参照组;表中显示标准化回归系数。下同。

模型 5 检验科研实践共同体各维度对科研能力的影响。如表 6 所示,模型 6 中控制了学生个体因素的相关变量之后,以科研能力作为因变量对团队资源、团队氛围、团队指导分别进行回归,回归模型整体检验 F 值均达到了 0.001 的显著性水平,科研实践共同体各维度要素(团队资源、团队氛围、团队指导)能够显著影响本科生的科研能力,较之模型 1 对科研能力影响的解释力均有提升,假设 H1a、H1b、H1c 成立。团队指导相比于团队资源和团队氛围对科研能力的影响程度较大。模型 7 中检验科研实践共同体各维度对科研自我效能感的影响,整体检验 F 值均达到了 0.001 的显著性水平(表 6),团队资源、团队氛围和团队指导均能够正向显著影响科研自我效能感,假设 H2a、H2b、H2c 成立。

表 6 本科生科研能力的影响因素分析:模型 5、6($N=354$)

变量		科研能力			科研自我效能感		
		模型 6-1	模型 6-2	模型 6-3	模型 7-1	模型 7-2	模型 7-3
控制变量		—	—	—	—	—	—
科研实践共同体	团队资源	0.294***			0.362***		
	团队氛围		0.324***			0.416***	
	团队指导			0.364***			0.385***
R^2		0.263	0.279	0.301	0.330	0.365	0.344
F		5.378***	5.831***	6.483***	7.405***	8.650***	7.890***

3.3 科研自我效能感的中介作用分析

前文相关分析表明科研实践共同体正向显著影响科研能力(H1),科研实践共同体正向显著影响科研自我效能感(H2),科研自我效能感正向显著影

响科研能力(H3)。科研实践共同体和科研自我效能感同时对本科生科研能力有显著正向影响,如表 5 模型 4 所示,科研实践共同体对科研能力影响的回归系数较模型 2 减少,可见科研自我效能感在科研实践共同体和科研能力之间起到了显著的正向中介作用。为进一步检验科研自我效能感的中介效应,本研究采用 SPSS 的 PROCESS 插件进行中介效应检验。结果表明,从整体来看科研实践共同体与科研自我效能感有正向显著效应($\beta=0.028$, $P<0.001$),科研自我效能感与科研能力有正向显著效应($\beta=0.549$, $P<0.001$),科研实践共同体与

科研能力直接效应显著($\beta=0.047$, $P<0.001$),科研实践共同体与科研能力总效应显著($\beta=0.062$, $P<0.001$),假设 H4 成立。从科研实践共同体各维度来看,科研自我效能感 Sobel 检验 z 对应的 P 值均小于 0.05。表 7 显示团队资源、团队氛围和团队指导与科研自我效能感直接效应和总效应显著,科研自我效能感中介效应检验的 95% Bootstrap 置信区间不包括 0,说明中介效应显著。可见科研自我效能感在团队资源和科研能力、团队氛围和科研能力、团队指导和科研能力之间均起到了显著的正向中介作用,假设 H4a、H4b、H4c 成立,影响路径如图 2 所示。

表 7 科研自我效能感的中介效应

变量	效应值	Boot 标准误	<i>t</i>	<i>P</i>	BootCI 下限	BootCI 上限
团队资源						
总效应	0.062	0.006 9	8.842 3	0.000 0	0.047 7	0.074 9
直接效应	0.047	0.005 6	8.291 5	0.000 0	0.035 6	0.057 6
间接效应	0.015	0.004 4	—	—	0.006 4	0.023 5
团队氛围						
总效应	0.062	0.006 9	8.895 0	0.000 0	0.048 1	0.075 4
直接效应	0.047	0.005 6	8.306 9	0.000 0	0.035 7	0.057 9
间接效应	0.015	0.004 4	—	—	0.006 6	0.024 0
团队指导						
总效应	0.063	0.006 9	9.110 8	0.000 0	0.049 3	0.076 4
直接效应	0.048	0.005 6	8.521 7	0.000 0	0.036 7	0.058 7
间接效应	0.015	0.004 4	—	—	0.006 7	0.024 0

注:Boot 标准误、Boot CI 下限和 Boot CI 上限分别指通过偏差矫正的百分位 Bootstrap 法预计的间接效应的标准误差、95%置信区间的下限和上限。

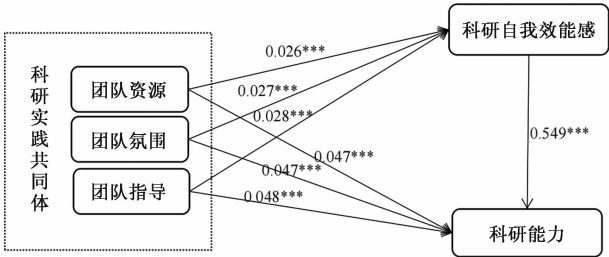


图 2 科研自我效能感的中介路径

4 结论与建议

本研究选取科研实践共同体为自变量,理工科本科生科研能力为因变量,自我效能感作为中介变量,基于情境学习理论构建了科研实践共同体对理工科本科生科研能力影响的模型,探索其影响路径,研究发现:

1)本科生参与科研实践共同体是培养学生科研能力的重要形式,参与科研实践共同体与否本科生科研能力具有显著差异。那些参与过科研实践的学生的科研能力,明显高于没有参与过的学生。

参与科研实践共同体是有效提升本科生科研能力的训练方式,有助于学生从科研新手成长为掌握一定科研技能与方法的熟手。

2)在一定程度上,科研团队资源越丰富、团队氛围越融洽、团队指导越有效,对学生科研能力培养的影响越大。其中团队资金、设备等有形资源和团队管理能力、知名度等无形资源对于学生科研能力的影响是一个长期的过程,对学生科研能力的内在素质提升影响较为缓慢,团队丰富的资源有利于学生更加自信地进行科研实践,其更多的能力提升是通过科研实践的训练过程,团队成员之间知识共享、互相帮助,实现全渠道的有效的沟通交流更加有助于培养学生科研信心,获取科研相关知识和技能,老师、学长的指导是科研实践过程中影响本科生科研能力的重要因素。

3)参与过科研实践学生的科研自我效能感显著高于未参与的学生,本科生参与科研实践共同体并通过自我效能感影响其科研能力,科研自我效能

感在学生科研创新能力培养中发挥了一定的中介作用。本科生参与科研实践共同体锻炼完成科研任务的信念,正向积极的影响自身的科研信心,具有高科研自信的学生在科研中更不容易被挫折影响,容易获得对自身能力的积极感知,激发自身的科研兴趣,进一步促进自身科研能力的提高。

针对上述研究发现,本文对中国研究型大学科研实践共同体的构建和理工科本科生科研能力的培养提出以下建议:

1)健全完备的本科生人才培养体系,提高思想认识,形成制度优势。教育主管部门和高校应把本科生科研实践纳入学生创新人才培养制度,教育部门、高校和社会力量协同打造培养平台,形成多渠道、多方式、全面立体的本科生科研创新人才培养体系。通过政策支持、资金投入和专家指导,为本科生配备专业学术导师,鼓励本科生参与到导师的课题组中,鼓励本科生参与各类科研实践项目,从思想上认识到这并不是一项形式上的课外实践活动,而是高校培养拔尖创新人才的重要手段,让学生在科研活动实践中获得对科研能力的积极信念,锻炼科研技能,促进科研能力的提高。但是对于科研创新人才的培养不可“一刀切”,要关注学生参与科研训练的原动力,防止逆反心理,引导学生带着兴趣和问题参与到科研实践共同体,逐渐形成本科生人才培养的制度文化。

2)构建科学的科研实践共同体,注重培养过程,提高培养质量。研究发现本科生参与的科研实践团队其资金、设备等硬件资源基本能够满足学生科研需要,构建科学的科研实践共同体除了基本的硬性条件支持外,更要注意健全完备的制度保障,完善科研项目管理和激励体系,提供从学生需求出发的网络、软件、数据库、研究方法课程、技能培训课程等;建设良好的团队文化氛围,明确研究问题,专注科研目标,形成科研团队的凝聚力和向心力;注重老师、学长和本科生之间的有效沟通,团队内部实现全渠道式不拘泥于形式的沟通交流方式方法,保证沟通的及时性和有效性;更重要的是,发挥老师在团队中的核心引领作用,老师要积极引导团队成员相互信任、相互帮助、知识共享,通过激励和监督手段促进老师对学生开展有效指导,担负起指导新手学生的责任,根据新老学生的能力水平提出差异化的培养建议,提升本科生人才培养质量;同时要合理设置科研实践时长,设置全方位、针对性、更权威的考核方式,保证科研训练质量,避免科研

训练中单纯的“走过场”“挣学分”现象。

参考文献

[1] 习近平在清华大学考察时强调坚持中国特色世界一流大学建设目标方向,为服务国家富强民族复兴人民幸福贡献力量[EB/OL]. [2021/10/15]. http://china.cnr.cn/news/20210420/t20210420_525466016.shtml.

[2] 周光礼,周详,秦惠民,等.科教融合学术育人:以高水平科研支撑高质量本科教学的行动框架[J].中国高教研究,2018(8):11-16.

[3] 王根顺,王辉.我国研究型大学本科科研能力培养的途径与实践[J].清华大学教育研究,2008(3):44-48.

[4] 中华人民共和国教育部.教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见.教高〔2018〕2号[EB/OL]. [2021/10/20]. http://www.moe.gov.cn/src-site/A08/s7056/201810/t20181017_351887.html.

[5] 郭卉,韩婷,黄刚.大学生科技创新团队:最有效的本土化大学生科研学习形式:基于三所研究型大学的调查[J].高教探索,2018(1):5-10.

[6] 邱学青,李正.加强本科生科研培养拔尖创新人才[J].中国高等教育,2010(6):36-37.

[7] 于天卉.本科生科研能力现状及培养策略[J].现代交际,2021(11):106-108.

[8] 李正,林凤,卢开聪.美国本科生科研及对我国的启示[J].高等工程教育研究,2009(3):79-85.

[9] 陶金国,张妍,廖莉莉.大学生科研创新能力影响因素的实证研究[J].高校教育管理,2020,14(3):104-112.

[10] 朱道立,王康乐,陈佩林,等.大学生科研创新能力培养和优良学风建设的改革与实践[J].微生物学通报,2013,40(2):328-333.

[11] 张冰融,宋雪.大学生科研创新能力培养的探索与实践[J].现代教育管理,2014(6):71-75.

[12] 王辉,宋春初.大学生科研创新能力的培养与研究[J].河北工程技术高等专科学校学报,2012(1):73-75.

[13] 顾维维.基于要素的本科生科研能力培养体系研究[J].才智,2015(12):50.

[14] 郑燕林,李卢一.“在线教育实习共同体”的概念框架、目标、构成、特征与培育[J].远程教育杂志,2011,29(2):44-49.

[15] 刘敏.团队氛围对研究生科研能力的影响[D].太原:山西财经大学,2018.

[16] 乔祖琴.科研团队育人对大学生创新能力培养的实证研究:以南京邮电大学材料科学与工程学院为例[J].滁州职业技术学院学报,2017,16(3):15-16.

[17] 李峰,姚亲琪.基于团队联合指导的本科生科研创新能力培养模式研究[J].知识经济,2020(18):174-175.

[18] 白冰,郭志琼.高校科研团队资源能力对研究生拔尖创新人才培养的影响及对策[C]//Proceedings of 2018 3rd International Conference on Education Research and Reform (ERR 2018) (Advances in Social and Behavioral Sciences, VOL. 24), 2018:445-449.

[19] 钟芳冰,彭灿,陈悦.团队氛围对个体创造力与团队创造

力的影响[J]. 价值工程, 2011, 30(15): 12-13.

[20] 黄锁义, 李容, 潘乔丹, 等. 本科生导师制下大学生科研创新能力培养的研究与实践[J]. 高教论坛, 2011(2): 22-24.

[21] BROWN J S, COLLINS A, DUGUID P. Situated cognition and the culture of learning[J]. Educational Researcher, 1989, 18(1): 32-42.

[22] BANDURA A. Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change[J]. Advances in Behaviour Research & Therapy, 1977, 1(4): 139-161.

[23] 杨洋. 科研训练环境对研究生科研自我效能感的影响[D]. 武汉: 华中师范大学, 2017.

[24] FORD C M. A theory of individual creative action in multiple social domains[J]. Academy of Management Review, 1996(4): 1112-1142.

[25] 高田钦, 王保健. 硕士生创造性人格和创新自我效能感对创新能力的影响[J]. 中国高教研究, 2016(12): 52-55.

[26] PHILLIPS J C, RUSSELL R K. Research self-efficacy, the research training environment, and research productivity among graduate students in counseling psychology[J]. The Counseling Psychologist, 1994(4): 628-641.

[27] CARSON J. Shared leadership in teams: An investigation of antecedent conditions and performance[J]. Academy of management Journal, 2007, 50: 1217-1234.

[28] SMITH K. Top management team demography and process: The role of social integration and communication[J]. Administrative Science Quarterly, 1994, 39(3): 412-438.

[29] KARDASH C M. Evaluation of undergraduate research experience: Perceptions of undergraduate interns and their faculty mentors[J]. Journal of Educational Psychology, 2000(1): 191-201.

[30] BIESCHKE K. The utility of the research self-efficacy scale[J]. Journal of Career Assessment, 1996(4): 59-75.

The Influence of Community of Scientific Research Practice on the Scientific Research Ability of Undergraduates:
The mediating effect of self-efficacy

REN Honghong, QI Jia

(School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Scientific research training is an effective way to cultivate undergraduates' scientific research innovation ability, and the participation in community of scientific research practice is the main form of scientific research training. Guided by Situational Learning Theory, 665 undergraduates of science and engineering from three research universities were investigated. The results show that students who have participated in the community of scientific research practice have a higher level of scientific research ability than students who have not participated. After controlling variables such as gender, grade, major and academic achievement, participating in community of scientific research practice can positively affect the scientific research ability of undergraduates of science and engineering, among which the dimensions of team resources, team climate and team guidance can positively affect the scientific research ability of undergraduates of science and engineering. Self-efficacy plays a mediating role between community of scientific research practice and scientific research ability. These results have theoretical and practical significance on research universities' construction of a scientific and perfect community of scientific research practice and its cultivation as well as cultivate top-notch innovative talents.

Keywords: community of scientific research practice; scientific research ability; self-efficacy; the cultivation of top-notch innovative talents