·教学改革·

本科生创新科研人才培养策略与实践：以广东医科大学本科生循证医学课题组为例

曹咏[1,2]　温颖[1,3]　林树锃[1,4]　刘镛[1,3]　李江滨[5]　黄遵楠[1,6]

[1]广东医科大学大数据挖掘和精准药物设计重点实验室，东莞　523808；[2]广东医科大学人文与管理学院，东莞　523808；[3]广东医科大学药学院，东莞　523808；[4]广东医科大学第二临床学院，东莞　523808；[5]广东医科大学医学技术学院，东莞　523808；[6]广东医科大学研究生院，东莞　523808

通信作者：黄遵楠，Email：zn_huang@gdmu.edu.cn

【摘要】 高校本科生具有极大的学术潜力，要想培养本科生创新科研人才，重点在于改进本科生的培养方式，激发学生的学术潜能。本文以广东医科大学循证医学课题组为例，系统性地剖析了该课题组对本科生创新人才培养的具体举措与相关实践经验。课题组以培养本科生人才为目的，在培养过程中创新性地运用了“导生制”“PBL”模式、即时反馈机制等方法，形成了完备的人才培养体系，发掘出了一批优秀的本科生人才。通过创新性的科研训练，这些本科生在学术科研方面取得了诸多成果。希望本课题组的实践经验能为高校本科生培养提供参考借鉴。

【关键词】 本科生；　创新科研；　人才培养；　循证医学

【中图分类号】 R-05

基金项目：广东省高等教育教学改革项目（2019268）

DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20211114-01449

Strategy and practice of cultivating undergraduate innovative scientific research talents: taking an undergraduate research team of evidence-based medicine in Guangdong Medical University as an example

Cao Yong[1,2], Wen Ying[1,3], Lin Shuhuang[1,4], Liu Yong[1,3], Li Jiangbin[5], Huang Zunnan[1,6]

[1]Key Laboratory of Big Data Mining and Precision Drug Design of Guangdong Medical University, Dongguan 523808, China; [2]College of Humanities and Management, Guangdong Medical University, Dongguan 523808, China; [3]School of Pharmacy, Guangdong Medical University, Dongguan 523808, China; [4]The Second School of Clinical Medicine, Guangdong Medical University, Dongguan 523808, China; [5]School of Medical Technology, Guangdong Medical University, Dongguan 523808, China; [6]Graduate School, Guangdong Medical University, Dongguan 523808, China

Corresponding author: Huang Zunnan, Email: zn_huang@gdmu.edu.cn

【Abstract】 Undergraduates in colleges and universities have great academic potential. In order to cultivate undergraduate innovative scientific research talents, the key is to improve the cultivation mode of undergraduates and stimulate students' academic potential. Taking the evidence-based medicine research group of Guangdong Medical University as an example, this paper systematically analyzes the specific measures and relevant practical experiences of the research team in the cultivation of undergraduates. The research team creatively uses the methods of "student guidance system", "PBL" mode and real-time feedback mechanism, and a complete talent training system has formed to explore a group of excellent undergraduate talents. Through innovative scientific research training, these undergraduates have made many achievements in academic research. This paper hopes these strategies and experiences can provide some reference for the

cultivation of undergraduates in colleges and universities all over the country.

【Key words】 Undergraduate; Innovative scientific research; Talent training; Evidence-based medicine

Fund program: Higher Education and Teaching Reform Project of Guangdong Province (2019268)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20211114-01449

2019年，教育部印发《关于深化本科教育教学改革 全面提高人才培养质量的意见》，强调本科教育的重要性，指出高校要加快构建人才培养体系，以此来顺应知识经济时代的需求，推动创新型现代化国家建设，培育优秀创新人才。为响应国家政策，各大高校开始广泛地开展本科生创新教育。当前，各大高校中主流的本科生人才培养途径为“本科生科研训练计划”。该项目起源于国外研究型高校。麻省理工学院院长马戈立特于1969年开创了本科生参与科研训练的先河，创立了“本科研究机会计划”，鼓励本科生加入导师的课题研究。20世纪80年代，加州大学洛杉矶分校为本科生成立科研中心，支持本科生参与科研。斯坦福、加州伯克利两所大学也分别于1994、1997年成立了本科生科研办公室，组织本科生踊跃开展科研。在我国，清华大学在调查分析国外科研训练活动的基础上，于1995年提出了“学生科技训练”。复旦大学在1998年启用了“本科生学术研究资助计划”[1]。而后，许多高校陆续开展大学生科研训练。本科生科研训练的概念一直延续至今并不断发展。然而，国内外存在教育资源、制度、理念的差异，在实践的过程中，高校科研训练更多地流于形式，较难激发本科生的科研潜能。许多国内高校仍保留着“填鸭式”的教育理念，对学生急于“传授”而疏于“启发”；有些则唯成果至上，急于让学生在短时间内创造出学术成果，而对学生的科研能力、思维是否有本质上的提高缺乏关注。事实上，科研活动不仅要“重结果”，更要“重过程”，高校应该在科研活动过程中进行改革与创新，尽可能地让学生在参与科研时学有所得，从而整体提升本科生的创新能力和科学探究能力。能力有所提高，自然就能出成果。因此，在当前的高校科研教学背景下，怎样真正提升本科生的创新与研发能力，培育出本科生创新型人才，成了亟待解决的问题。

1 本科生创新科研人才的内涵

创新型人才是指具备创造精神和创造力的人才。国内对创新型人才培养的特点，主要立足于创新的实用性，通过培养人的创新性、创新能力、创新思维，强调创造“新事物”，提出“新构想”等，并将创新理念付诸实践[2]。对于本科生，笔者认为，本科生的科研创新应着重于科研思维的引导和科研技能的学习。如在本科生的科研训练实验项目中增加探究性实验的比例，指导学生中英文论文写作，培养本科生大学阶段的英文文献阅读能力、自学能力等。对于本科生的培养，本课题组制定了一系列培养策略，旨在培养出能够独立进行文献检索、完成科研课题、同时具备相关计算软件使用能力的本科生；在学有余力的同时，鼓励本科生学习论文写作，并力求发表学术论文，为学生下一步进修、深造打下基础。

2 广东医科大学循证医学课题组本科生培养策略与实践

2.1 从“导师制”到“导生制”

“导师制”是一种教育制度，是指由教师对本科生的学习、生活、品德培养等各个方面进行指导，切合每个学生的实际，因材施教，是当前高校本科生培养的重要方式[3]。牛津大学曾采用“导师制”对学生进行系统性教育。“导生制”这种制度，是指由学生中年长或者成绩优异的学生担任导生，由教师先亲自培训、教导这些导生，再由这些导生来教授其他学生。该方法由英国传教士贝尔和兰卡斯特所创，曾在欧美国家广受欢迎[4]。广东医科大学循证医学课题组在“导师制”和“导生制”的基础上确立了一种新型的学习方式，即以学生为主导、导师从旁辅助的学习模式。在这种模式中，研究生或优秀高年级本科生在教学第一线充当“导生”这一角色，导师则在幕后指导，进行“传帮带”，由学生自主学习和探索，同时课题组由“导生”领导，充分发挥学生的主观能动性。

课题组主要由导师、导生和学员组成，组织架构如图1所示。导师指实验室带头人（principle investigator，PI）、专职研究教授或博士后，导生指研

究生或优秀高年级本科生(3至5年级),学员为本科生(1至2年级)。日常学习过程中,将领导权交给导生,主要由导生带领学员进行科研知识的系统性学习。成立科研讨论组,课题组导生作为课题组组长带领指导学员进行理论知识学习、计算机软件使用、论文检索与研究等,组织开展课题组小组会议、科研讲座、组间学术交流、专题报告等学术活动。学习过程中由导生对本科生学习情况向教师进行实时反馈,教师能够实时跟进课题组的学习进度,并及时就存在的问题进行解决与指导。

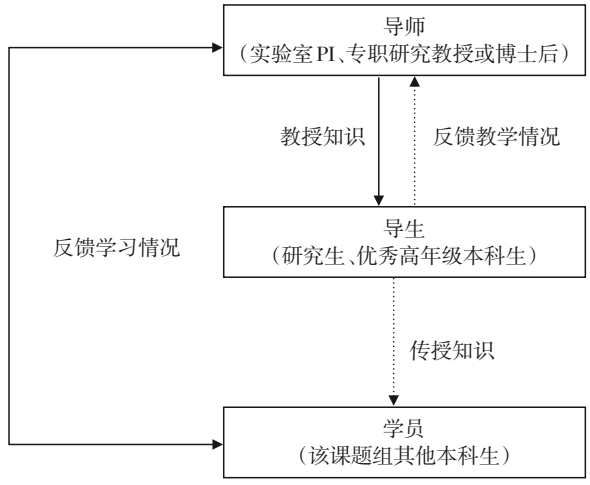


图1　课题组组织架构

作为导生的研究生或高年级本科生与课题组低年级的本科生之间没有距离感,能够充分交流学习感悟,相较于传统的导师制能够更加了解本科生的学习状态。课题组成员间团结协作,不仅能够提升学习效率,创造学习氛围,还增强了课题组的团队凝聚力。

2.2　结合"PBL"模式和"CBL"模式

以问题为基础的学习(problem-based learning, PBL)是指以问题为引导、学生为主体、教师为辅助的开放式学习方法[5]。该模式注重由导师引导,学生进行探索研究与演绎,最后由导师进行讲解与点评。CBL(case-based learning)指案例导向式教学,指教师根据理论知识选取典型案例,将学生引入具体情境中,由学生对案例进行研究讨论,并剖析报告,从中学习相关知识的方式[6]。本课题组充分发挥了"PBL"模式与CBL教学法的优点,并强调集体合作、互动式教学、促进团队合作、提高学生分析与研究问题的能力。

首先,由导师安排课题领域基础知识、方法和典型素材、经典文献的自学,并提出相关研究问题。本科生在课余时间独立或者通过合作完成学习任务。然后,由导生每个月组织开展组会汇报,课题组每个成员在组会上进行学习成果展示。在小组会议中,由学生自主筛选相关科研文献或者案例进行汇报分析,将从中获得的科研知识和启发,向其他同学分享;导师从旁引导,提出问题或思考,引导学生进行开放性探讨,并且在组会结束时总结会议要点和进行疑难问题解答。通过汇报与讲解,导师能了解学员的学习进度与知识盲区,并进行针对性的指导。

2.3　采取量化评估的即时反馈机制

在每次组会后,课题组采用量化评估方案,运用"打分制""评价制",由导师、导生和其他学员对学员学习成果汇报进行量化评分与评价。这种评分与评价不在于分数本身,而在于让学员发现自身存在的问题并能够得以改进,用于激励学生,让分数成为动力而非束缚。

导师或者研究生制定量化互评分数表,在学生参与课题汇报、学术探讨等活动后进行分数互评。评价项目主要包括汇报内容、汇报表现、表达方式、汇报的条理性、新颖度等。学员对汇报者的汇报情况进行综合打分,并且评估这次汇报所达成的学习效果,由汇报者进行总结。最后计算出平均分为最终得分,以分数为标准对学员汇报情况进行评价。实行奖惩制,得分高的学员可以作为课题组代表,参加课题组间学术交流,可由导师引荐,获得其他导师培养的机会;对得分末尾的同学进行补习,再由组长或者导师进行培训,最后进行合格考试,考核通过后才能在课题组中继续学习。通过末尾淘汰制可以淘汰学习积极性不高的学员。

通过分数制,量化评估每一位学员的表现,并让学员及时发现问题、解决问题,有利于学员的自我提高。通过每一次的打分,学员能够清晰、直观地发现自身的进步。通过淘汰制,又让学员有了危机意识,每位学员不甘人后,你追我赶,推动了课题组整体科研水平的提高。

2.4　实施完备的本科生培养教学流程

人才培养需要一套成熟完整的流程,按部就班地完成每一个阶段需要做的任务,才能更好地巩固科研知识,学习科研技能,实实在在地提高科学创新能力。本课题组就本科创新型人才培养流程进行了探索,形成了完备的人才培养方案,计划在2至3年内培养本科生创新能力并力求发表SCI等学术

论文，最终获得了显著成效。

具体做法为：课题组每年12月接受新的本科学员，进行严格考核。进入课题组后，由导师或导生进行循证医学领域基础知识及技能培训，文献检索、科研论文写作等技巧讲解，引导学员自主学习科研知识。学习过程中穿插组会、学术交流、学习考核等方式，评估学员学习情况，及时引导学员学习方向，并由导师或导生对每一名学员的学习进展进行考核。考核结果优异的学员可以进行撰写论文的初步准备，开展科研活动与课题研究，并成为课题组科研骨干，争取在后续的1至2年内完成科研课题。定期召开组会，由导生等高年级学生汇报课题研究或论文写作进展；导师指导导生等高年级骨干学生开展完成课题后的SCI论文写作和修改，指导学生如何投稿、评审后的修改并最终发表高质量SCI论文。在课题完成后，有想法、有余力、想继续做课题研究的科研骨干还可申请成为新一届的“导生”。

2.5 基于循证医学的教学与研究

循证医学（evidence-based medicine，EBM）是整合最佳研究证据、临床经验和患者价值观的一门学科[7]。系统评价（systematic review，SR）和Meta分析是EBM中最佳证据的重要来源，同时也是循证医学研究者的重要研究工具。一方面，开展系统评价和Meta分析的过程需要进行广泛的文献回顾和大量的数据分析，能有效培养和提高本科生文献的检索、管理能力和统计分析能力。另一方面，系统评价和Meta分析对湿实验条件依赖性低，研究时间、地点灵活，适合医学本科生课业繁重、课余时间少的特点。因此，广东医科大学循证医学课题组立足于此，将循证医学作为医学生科研人才培养的切入点，通过确立循证医学为教学的基本内容和研究方向，帮助医学本科生建立循证医学的严谨现代医学理念。

3 广东医科大学循证医学课题组本科生人才培养成果

通过以上因地制宜、因材施教的人才培养策略，循证医学课题组本科生人才培养取得了丰硕的成果。

在2015至2020年寒暑假期间，本教学科研团队对广东医科大学2013至2018级的临床医学、药学等专业的200余名本科生进行了科研训练。这些本科生中有一批对科学研究抱有极大热情的优秀学生。其中，循证医学课题组成员采用循证医学方法，在各自感兴趣的领域，如遗传学、药理学、流行病学等，对癌症、衰老等重大复杂疾病进行了深入的研究，致力于为精准医学提供更有力的证据。例如，课题组成员在《药理学》课程的学习中了解到非甾体类抗炎药对结直肠癌具有预防作用，而对其他癌症如皮肤癌方面有无预防作用的证据存在矛盾。因此，他们提出了探索其抗癌作用的临床流行病学课题[8]。此外，在大量的数据分析实践中，他们还认识到现有遗传关联性Meta分析的分层或分组分析方法存在局限性，经过查阅文献、深入思考和精心设计，提出了标准分层分析方法，发表了2篇SCI论文[9-10]。在此期间，由刘镛（教师，2019年升为副教授）、刘旭（2014级临床医学本科生，目前在徐州医科大学医学院攻读研究生）和林树锃（2015级临床医学本科生，目前在南方科技大学医学院攻读研究生）3位“导师/导生”依次负责的课题组传承团队进行了指导。至今，共发表该领域SCI论文12篇和其他英文学术论文2篇，累计影响因子44.8分，他引次数147次。特别是林树锃“导生”团队，有7名本科生以第一或共同第一作者在循证医学领域发表SCI论文5篇，累计影响因子26.7分，单篇最高影响因子7.658分，他引次数35次[8-12]。林树锃带领的受训学生团队4年时间内共获大学生创新创业训练计划项目国家级4项和省级2项，以及广东省科技创新战略专项资金暨攀登计划项目1项。在这些学术论文和科研项目基础上，他们获得“挑战杯”广东大学生课外学术科技作品竞赛2017年第十四届二等奖1项、2019年第十五届一等奖1项和二等奖1项、2021年第十六届一等奖1项和三等奖1项。此外，林树锃本人获2018年校“十佳励志学子”、2019年广东医科大学“年度科技人物”、2019年广东省教育厅“助梦扬帆-优秀大学生海外研学项目”；在校本科生期间，林树锃获得国家励志奖学金、广东医科大学特别奖学金等；其科技创新突出成果多次被《东莞日报》、东莞时间网、广东医科大学校媒体等宣传报道。

4 对于本科生创新人才培养的思考与未来展望

首先，激发与培养本科生的创新思维至关重要。其次，应尊重每个学生的个性化差异，让学生挖掘他们的潜力，提倡跨学科交叉渗透的科研训

练，并鼓励他们进行跨院校、跨学科、跨领域的学习交流。这样，学生可以发掘自己擅长并感兴趣的领域，为后续的研究和职业发展奠定基础。最后，在科研学习过程中，学生应得到及时、有效的学习成果反馈与评价。科研训练不仅要重视人才培养的形式与过程，还要重视学习内容的创新性和实用性。学生的评价指标应包括学生所学内容的新颖性，鼓励他们对科研领域背景与前沿有深入了解，对科研文献资料进行深度剖析与解读，培养批判性思维，学研结合、辩证地进行科研。

基于此，广东医科大学循证医学课题组在本科生培养的过程中，改进了许多策略与方法，在培养方式上也实现了诸多创新。首先，本课题组在指导本科生进行科研的过程中，由“导生制”代替“导师制”，实现“传帮带”小组开放式管理模式。“导生制”将科研的主动权完全交给学生，导师不提出课题，而由学生或者“导生”自主提出课题思路，开展新的科研项目，并由自主探索研究完成所构思的课题。在此过程中，导师的主要工作是从旁辅助，在学生进行课题汇报、小组会议或者导生交流时对学生的课题思路进行点评，主要起到拓展与指点的作用。其次，“传帮带”的方式还让本科生从科研助手做起，借助团队中教师或研究生、高年级本科生的引导，培养独立的研究能力。优秀本科生在掌握一定研究能力后，可以提出新课题并成为“导生”，作为新项目主持者，带动下一届本科生。这种方式不仅实现了课题组中师生们学术的传承，还能让学生在不同的研究领域中交叉融合。为了加强课题组内的交流和学习，他们采用了小组汇报的形式，并且组会在寒暑期里的间隔时间较短，以此来检验课题组成员学习成果。这种方式对学生的学习起到了有效的督促作用。通过以上方法培养出的本科生展现出极大的科研潜力，本课题组也取得了丰硕的科研成果。

通过本研究发现，本科生具有极大的科研潜力，因此，高校应该采取措施开展科研相关活动，鼓励本科生学习并参与科研，充分挖掘他们的潜力。在当前国家高度重视创新，投入大量资源培养、引进创新型人才的背景下，大学生作为创新的主力军，更应积极投身科研、注重创新。对于高校而言，采取有效措施激励和培养学生的科研能力是至关重要的。这不仅有助于提升本科生的学术素养和研究能力，也有助于为国家和社会输送更多的优秀人才和创新力量。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　曹咏、温颖、林树镕、黄遵楠：提出论文构思、撰写论文；刘镛、李江滨：提出建议、审订论文、推荐期刊

参考文献

[1] 邴浩. 国内外本科生科研训练计划的比较研究[J]. 教育学术月刊, 2014(5): 106-111.

[2] 刘宝存. 创新人才理念的国际比较[J]. 比较教育研究, 2003, 24(5): 6-11. DOI: 10.3969/j.issn.1003-7667.2003.05.002.

[3] 陈丰才. 本科生导师制：高校教育管理的制度创新[J]. 职业时空, 2009, 5(1): 19-20. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8963.2009.01.009.

[4] 丁云霞. 导生制：历史发展与概念界定[J]. 理工高教研究, 2010, 29(2): 36-39. DOI: 10.3963/j.issn.1671-606X.2010.02.008.

[5] 姜萍, 杨振宁, 商庆新, 等. PBL教学模式在高等医学教学改革中的应用分析[J]. 中国中医药信息杂志, 2005, 12(3): 104-105.

[6] 陈玉荣. 试论案例教学法[J]. 中国职业技术教育, 2004(31): 19-21. DOI: 10.3969/j.issn.1004-9290.2004.31.008.

[7] Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, et al. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions [M]. 2nd Edition. Chichester (UK): John Wiley & Sons, 2019.

[8] Ma YK, Yu PJ, Lin SH, et al. The association between nonsteroidal anti-inflammatory drugs and skin cancer: different responses in American and European populations [J]. Pharmacol Res, 2020, 152: 104499. DOI: 10.1016/j.phrs.2019.104499.

[9] Lin SH, Liu X, Yao B, et al. Controlling for confounding factors and revealing their interactions in genetic association meta-analyses: a computing method and application for stratification analyses [J]. Oncotarget, 2018, 9(15): 12125-12136. DOI: 10.18632/oncotarget.24335.

[10] Lin SH, Ma YK, Huang ZN. Advanced stratification analyses in molecular association meta-analysis: methodology and application [J]. BMC Med Res Methodol, 2020, 20(1): 147. DOI: 10.1186/s12874-020-01020-z.

[11] Zhang MT, Lin SH, Yuan XL, et al. HLA-DQB1 and HLA-DRB1 variants confer susceptibility to latent autoimmune diabetes in adults: relative predispositional effects among allele groups [J]. Genes, 2019, 10(9): 710. DOI: 10.3390/genes10090710.

[12] Tang SQ, Yao B, Li N, et al. Association of dopamine beta-hydroxylase polymorphisms with Alzheimer's disease, Parkinson's disease and schizophrenia: evidence based on currently available loci [J]. Cell Physiol Biochem, 2018, 51(1): 411-428. DOI: 10.1159/000495238.

（收稿日期：2021-11-14）

（本文编辑：张学颖）