**新医科背景下生物信息学跨学科人才培养的探索与实践**

1李永海 2赵兴华 1李萌 1管丽红 1徐志浩

（1新乡医学院 生命科学技术学院 河南新乡 453003；2新乡医学院 基础医学院 河南新乡 453003）

**[摘要]**在“新医科”的教育发展时代背景下，探索符合新时代需求的跨学科人才培养体系对医学教育的改革和发展至关重要。生物信息学为新兴的交叉学科，传统的教学内容和教学方法已不能适应新的学科发展要求。在过去的几年中，课程组通过在教学实践中探索建立新的学科人才培养体系，如推进教科研一体化、组建多学科知识背景的教学团队和推行绿色课堂文化等措施，逐步完善生物信息学交叉学科课程和培养体系的建设，以培养具有医学知识背景，能够适应社会发展需求、具有可持续发展能力的生物信息学创新型应用人才，取得了一定成效，对医学院校进一步做好生物信息学交叉学科人才培养具有一定的借鉴意义。

Exploration of Interdisciplinary Talent Cultivation System in Bioinformatics under the Background of New Medical Science

1LI Yonghai LI 2Zhao Xinghua 1Li Meng 1Guan Lihong

（1School of Life Science and Technology, Xinxiang Medical University, Xinxiang, Henan 453003；2School of Basic Medical Sciences, Xinxiang Medical University, Xinxiang, Henan 453003）

In the context of the educational development era of "new medical science", exploring interdisciplinary talent cultivation systems that meet the needs of the new era is crucial for the reform and development of medical education. Bioinformatics is a typical interdisciplinary new medical major, and traditional teaching content and methods can no longer meet the development requirements of the new discipline. In the past few years, the course team has gradually improved the construction of interdisciplinary courses and training systems in bioinformatics by exploring the establishment of new disciplinary talent training systems in teaching practice, such as promoting the integration of teaching and research, forming teaching teams with multi-disciplinary knowledge backgrounds, and promoting green classroom culture, in order to cultivate students with medical knowledge backgrounds who can adapt to the needs of social development Innovative and applied talents in bioinformatics with sustainable development capabilities have achieved certain results, which has certain reference significance for medical colleges to further cultivate interdisciplinary talents in bioinformatics.

**[关键词]**新医科；多学科交叉融合；生物信息学；创新型复合人才

**[基金项目]**：新乡医学院2021年教育教学改革研究项目（No. 2021-XYJG-56）

**[作者简介]**：李永海，新乡医学院生命科学技术学院教师，博士，副教授。研究方向：干细胞基础及转化应用。

**[联系方式]E-mail：yonghaili@126.com Tel:0373-3029887**

在新的时代背景下，高等学校的教学模式与办学理念也在发生着深刻的变化，尤其是交叉学科的不断发展，对人才培养，也提出了新的要求和挑战。2018年，国务院印发关于新时代教育改革发展的重要文件中首次正式提出“新医科”概念。党的二十大报告也明确指出复合型人才培养是新医科建设的核心内涵，应打破学科壁垒，通过多学科的深度交叉融合，促进医工、医理、医文交叉融合，健全以职业需求为导向的人才培养体系，推进“医学+X”多学科背景的复合型创新拔尖人才培养，建立新的复合型人才培养动力体系，创新育人模式。2023年3月，教育部等五部门联合印发《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》，提出“加强新医科建设”，要面向人民生命健康，落实“大健康”理念，加快构建服务生命全周期、健康全过程的医学学科专业体系，要瞄准医学科技发展前沿，大力推进医科与理科、工科、文科等学科深度交叉融合，培育“医学+X”、“X+医学”等新兴学科专业。在“健康中国”发展战略和新医科建设的背景下，不少高校积极探索“医学+”专业的发展路径，在高招中体现对培养复合型医学创新人才的重视。不管是新兴院校还是传统强校，融合“医、理、工”学科的“生物医学工程”和“智能医药工程”等专业，称为大学的热门专业。

生物信息学（Bioinformatics）是一门综合运用数学、计算机科学和生物学的各种工具，来阐明和理解大量生物数据所包含的生物学意义的交叉学科。它随着1990年人类基因组计划的实施和信息技术的发展而诞生，在现代生命科技领域占据不可或缺的地位[1]。随着高通量测序技术的深入发展，各种组学的兴起以及基于大数据的精准医疗的推行，不仅丰富和扩展了生物信息学的内涵和外延，也为生物信息学的快速发展提供了新的机遇，生物信息学现已发展成为当今生命科学和医学领域最具吸引力的前沿学科[2]。

生物信息学不仅是一门学科，更是一种重要的研究开发工具，生物信息学的技术和方法的应用对传统生命科学、医疗、健康等行业和领域带来新的挑战和变革。在大数据时代，生物信息学的发展已与生物医学大数据紧密结合起来，为了满足医疗卫生和“健康中国”国家战略的需求，亟需培养医学与生物信息学交叉融合的创新型应用人才，使学生具备能够应用生物信息学方法去解决医学科学问题的思维模式和能力。这就要求生物信息学的教育模式由传统的教育模式向多元化的教育模式转变，即多学科融合的教育模式 [3]。通过与医学等多学科融合的教育改革推动生物信息学在医学中的应用和发展，实现生物信息学与医学的深度融合，提升生物信息学的学科教学水平，从而提高生物信息学跨学科人才培养质量。

**一、明确培养目标，构建跨学科人才培养体系**

人才培养体系是专业建设的核心。习近平总书记指出，创新是改革开放的生命，改革是激活的创新引擎。新时代高等教育综合改革，必须以“创新是第一动力，人才是第一资源”为指导思想，全面实施推动新驱动发展战略。在信息化时代，高等教育的创新发展，需要“牢牢把握科技进步的大方向、牢牢把握产业革命的大趋势、牢牢把握集聚人才的大举措”，只有这样，才能培养适应未来社会发展需要、并具有一定国际竞争力的创新型应用人才[4]。目前，随着医学、生物信息学、云计算、人工智能等技术的飞速发展，医学诊疗模式发生了很大变化。在教育部提出发展“新医科”的背景下，人才培养目标和培养模式应顺应时代的需求，着重落实“卓越医生教育培养计划2.0”，进一步提高当前医学教育质量，树立符合“新医科”要求的医学教育理念，这一理念的提出对生物信息学和医学的发展提出了新的挑战和要求[5]。

综合学科发展和学校发展实际，我们提出了“抓基础、重实践，以交叉、促创新”的人才培养理念，以科研创新和医学实践问题为导向，开展以生物功能分析、疾病基因诊断、靶向药物研发为核心的项目教学，在实践中不断提高学生运用生物信息学和医学知识分析问题和创新能力，使学生可以胜任就业后科研或医疗服务方面的岗位要求。

**二、突出专业特点，构建多学科交叉融合的特色课程体系**

跨学科培养医学生的课程体系，应更加注重医学学科与生物信息学学科的相互渗透和交叉，打破学科间的知识壁垒。在明确“新医科”人才培养目标的基础上，课程结构应更加注重学生的素质教育，全面衡量、重新配置，建立适应生物信息学发展和应对医学教育新发展的全新课程体系。

随着医学的飞速发展，生物信息学在疾病相关基因的筛选和检测、精准医疗服务、药物研发等医学相关应用研究方面发挥着重要作用。因此在设置课程内容时进一步调整课程体系，增加医学与生物信息学融合的内容，突出生物信息学的专业特点。在临床专业学生生物信息学的课程体系中应增加与生物信息学技术相关的课程内容，如计算机技术、专业英语、生物学、数学等，以弥补交叉学科课程内容的短板，奠定医学生学习生物信息学课程扎实的理论基础，从而优化课程设置与培养模式。同时，课程内容在注重基础知识学习的前提下，应紧跟科技发展前沿，注重生物信息学在医学领域应用的典型性和前沿性。

在一年级，抓好学生数理科学、计算机、生物医学和生物信息学基础入门课程的学习，培养学生的学习兴趣和学习方法，使学生打下良好的知识基础；在二年级学习课程中除了进一步丰富和深化以上学习内容外，注重学生对学科交叉的一些只是内容的理解和掌握，并在实践课程中对学生进行科研思维的训练，让学生学会用生物信息学的知识和技能解决生物及医学中遇到的实际问题；三年级的教学内容中，着重以项目训练为主，开展一些综合实验课程，结合基础医学的一些探究实验，让学生掌握运用生物信息学的方法进行高通量数据分析、生物软件的开发、药物设计中的分子对接、药靶筛选、疾病分子诊断以及遗传咨询中的遗传病识别、风险评估等问题，以适应企事业单位的岗位专业和知识需求；四年级主要是学生实习和毕业设计，教师结合自己的科研课题设计一些创新性的研究内容，让学生进行探究实践，学会就科研过程中的具体问题，运用自己的数理基础和计算机基础以及医学知识解决诸如生物信息学大数据处理，细胞聚类分析、细胞类型识别和交互分析等。

**三、改革教学方法和手段，构建交叉学科共享平台，倡导“教科研”一体化**

生物信息学是收集和分析复杂的生物数据，从而推动跨生物医学、农业与环境领域等研究的科学，是生物和生物医学科学中各种研究项目的重要组成部分。生物信息学涉及多个相互交叉的学科领域，是一门理论和实践并重的学科。因此，在合理安排教学进程、优化教学内容的同时，授课教师也需要对教学方法和手段进行改革，建立一种新的理论和实践并重且相互融合的教学方法。新的教学模式采取以学生为主体的“师生互动”模式，灵活应用探索研究型、启发式、任务驱动法、案例分析法和讨论法等教学方式，突出学生的主体地位，调动学生学习的主动性，充分利用网络学习平台，实现“教学资源共享”，提高学生对理论知识的理解和掌握程度。

实践训练是生物信息学人才培养的载体，建立学科交叉的共享平台可以优化资源配置，提高学生对交叉学科知识的融会贯通，训练学生融合的创新思维，培养学生设计和动手能力，实现生物信息学的学科优势与临床资源的优质资源互补。多学科融合实践训练应以临床问题为导向，培养学生利用生物信息学技术解决临床问题、产生医学成果的新思维。本着平等互利、优势互补的发展原则，推进院校与企事业单位达成教学、科研及生产实际相结合，以校企合作的形式打造学生实践教学新平台，拓宽学生实习、就业新渠道，在促进企事业单位技术创新进步的同时，实现院校人才实践培养的目标。

生物信息学的发展日新月异，任课教师应时刻关注学科前沿动态，不断更新教学内容，将最新科研成果融入教学，开展教学科研一体化。任课教师将科研课题的内容设计为学生的实践内容，让学生充分发挥动手能力，同时把本学科最新发展成果引入教学，让科研反哺教学，加强理论和实践的融通和内化，培养学生的开放性思维。任课教师还应引导学生融入导师团队，鼓励学生申请大学生创新创业项目，推动理论与实践的结合，达到以学促练、以练促用的目的。

**四、“外引内培”组建多学科知识背景的教学团队**

我国著名教育家、高等教育学科奠基人和开拓者、全国教书育人楷模潘懋元先生指出，推动高等教育内涵式发展的关键在于课程、教学与师资，其中师资是建成高等教育强国的根本。高校应大力推动创新创业教育，培养创新人才，没有创新型的教师队伍，高等教育强国只能是无源之水、无本之木[6]。

良好的教学团队是支撑教学顺利有效进行的重要条件。要想从真正意义上建立医工融合创新教育模式，增加医学相关专业背景的教师，发展医工融合创新型教学队伍，是医工融合跨学科人才培养的保证。而教学人才是制约我国生物信息学发展的主要因素。因此，首先要转变传统的人才引进观念，将生物信息学专业列为人才紧缺专业，从国内外高校和企业引进高质量的生物信息学教学人才。其次，鼓励和派遣任课教师、研究生到国内外拥有生物信息学王牌专业的知名院校、研究所、实验室学习先进的教学经验、最新的科研成果和专业技能，培养一批高质量的医工融合教师队伍。第三，鼓励并支持任课教师积极参加国内外举办的生物信息学相关会议，及时了解并掌握该学科的研究热点和方向，并融入课程教学，丰富生物信息学教学内容。最后，加强与生物信息公司之间的合作与交流，学习其先进的技术与经验。通过项目合作，任课教师可以在与工程师进行问题交流与讨论的过程中逐渐提升生物信息学分析的能力，从而使理论与实践相结合。专业的师资团队能够将教学和科研融会贯通，真正做到将生物信息学为生命科学和医学研究服务；能够及时且全面地把握科学前沿和发展动态，抓住课程的重点；能够将最新的科学研究与课堂知识进行关联。 依托于具备多学科知识背景教学团队的教学活动，不但能够拓宽学生的知识面，同时还能够激起学生的兴趣[7]。

**五、发展绿色教育理念，全面推行思政建设**

十八届五中全会提出了“创新、协调、绿色、开放、共享”的五大发展理念，这五大发展理念是“十三五”期间我国政治、经济、社会、文化和生态建设必须遵循的基本原则，高等教育亦不例外。新时代绿色大学建设，将绿色发展理念渗透到教学过程的各个方面，引领教育新风尚，全方位育人。坚持绿色的发展理念，就是要坚持加强教师师德建设，营造绿色的课堂文化，通过课程思政培养学生的核心素养，保证教育的健康、可持续发展[3]。

现代医学的发展关系到人民生命健康和国家重大需求，因此思政教育必须融入课堂。鉴于此，新医科背景下基于生物信息学的医工融合人才培养目标除了要求学生具备生物医学基础知识、计算机技术、大数据专业知识、工程理论知识、临床医学知识等，还应具有良好的职业道德和高尚的人文情怀。课程体系构建中应充分发挥思政教育优势，全面推动绿色思政建设，开展绿色课程文化，从根本上落实立德树人，培养高校学生的工匠精神、科研意识及爱国敬业精神，塑造学生正确的世界观、人生观、价值观。通过介绍生物信息学的发展历史和前沿进展，融入国家发展战略和家国情怀，树立理想信念；通过讲述生物信息学在医学领域的应用，融入实践操作和医者人文精神，树立职业道德；通过讲述生物信息学技术在各行业和领域的发展和创新，融入创新思维，树立科学精神。这种多学科融合育人模式的绿色课堂，将知识传授和价值引领紧紧地联系在一起，使医学生的培养能够适应未来社会医疗的需求，实现可持续发展。

**六、结语**

生物信息学是融理、工、医于一体的特色学科，发展“大健康”、“大数据”和“智能医学”产业的新形势下，以医疗大数据为基础的精准医疗迅猛发展，大批智能医疗和基因产业兴起，急需集理、工、生物医学知识结构于一体的复合性生物信息学专业的高端特色人才。打造生物信息学专业人才培养平台，是时代赋予高校“创新和跨越式”人才培养的重要举措。

新时代的教育教学需紧跟国家有关“新工科、新医科”建设一流本科专业的理念，培养具有理学、工学和生物医学知识结构的复合型、创新型的高端人才，面向解决生物医学问题(预防、诊断、治疗等)的高科技研究领域。生物信息学学科在生物医学大数据与精准医学时代，以社会需求为导向，专业目标与定位紧跟领域前沿，重点培养服务于国家医疗“大健康”、“大数据”产业的高端人才。

生物信息学多学科融合教学改革是“新医科”发展的重要体现。生物信息学跨学科人才培养是推动医学学科发展的重要力量，在生物医学大数据时代，如何培养适合健康中国时代发展的生物信息学跨学科专业人才，兼顾理论知识储备和实践能力的培养，是生物信息学多学科融合教育的首要目标，而高质量、可持续发展的多学科交叉融合的课程体系是培养生物信息学跨学科专业人才的基础。因此在现有的教学实践中，教师需要不断地更新自己的教育教学理念，改革教学方法，针对生物信息学课程特点及发展现状，通过建立多元化、创新的教学新模式、组建高质量学科融合的教师队伍、加强思政教育等措施，最终形成“新医科”背景下的具有专业特色的、完善的“生物信息学”多学科交叉课程体系，培养高素质的生物信息学创新型复合应用人才。

医学生作为医学科研的主体，在临床实践过程中，科研思维创新以及适应时代复合型、交叉型人才需求的大数据时代进程中，学习、掌握并高效利用生物信息学的技术和方法为临床实践服务势在必行。因而，生物信息学在医学生的教学科研活动中具有重要作用。在“新医科”背景下，医学生必须能够利用生物信息学的基本思路和方法解决医学问题，才能成为适应大数据时代发展、与时俱进，成为具有创新思维的高尖端人才，才能满足现代医学发展的需要，促进医学进步及科研成果的临床转化。

**参考文献**

1. 徐娟, 李永生, 邵婷婷, 等. 关于生物信息学专业本科生培养方案改革的思考[J]. 赤子, 2017，(25): 88.
2. 李黎明. 生物信息学本科课程的教学实践与探索[J]. 高教学刊, 2016, 20: 166-167.
3. 王莉, 林佳, 曹蕾, 雷天宇. 基于“新发展理念”的医工融合教学探析—以《生物信息学前沿》为例[J].华北理工大学学报(社会科学版), 2022, 22(01): 142-146.
4. 2016年2月1日至3日习近平主席赴江西看望慰问广大干部群众调研考察南昌大学时的讲话[N]. 人民日报, 2016-02-04.
5. 中国新闻网.教育部谈如何发展新工科、新医科、新农科、新文科[EB/OL]. <http://www.chinanews.com/wap/detail/zw/gn/2019/02-26/876>4951. Shtml, 2019-2-26.
6. 潘懋元.新时代中国高等教育改革与发展：今天、明天与后天[J].高等教育研究, 2020, 41(09): 1-3.
7. 罗晓霞，夏占峰，王建明. 生物信息学课程“教研一体化”教学模式初探[J]. 教育现代化, 2017, 52: 57-59.