通过渐进式动物实验课程促进本科生研究能力的提升

吴海波[1#,*] 冯 辉[2,3#] 杜永亮[1] 林小溪[1] 付蓓蓓[1] 罗 阳[2,3,4*]
1 重庆大学生命科学学院，重庆 400044
2 重庆大学医学院智慧检验与分子医学中心，重庆 400044
3 生殖健康与数字诊疗重庆市重点实验室，重庆 400044
4 昆明医科大学生命科学与检验医学学院，云南 昆明 650500

[摘要]高校生物学实验教学旨在通过基于问题导向的独立操作、观察和分析，培养学生实践技能和解决问题的能力。然而，传统的动物实验课程存在学科知识孤立、实验过程机械化、问题设计不足、实验报告过于标准化和缺乏个性化学习等诸多问题。为解决以上问题，我们提出采用渐进式动物实验课程模式，注重学科融合、实验设计的灵活性、主动学习和个性化学习。该模式通过逐步提升学习难度，使学生深入了解实验原理，培养独立完成研究的能力。操作上，可制作实验微课、设计综合型实验、鼓励研究创新型实验，并采用严格的实验课考核标准。这些改革措施有望更好地培养学生操作技能，激发其对科学研究的兴趣，培养创新能力和实践经验，为未来科研奠定基础。
[关键词]渐进式；实验课程；教学改革；研究创新；能力提升
DOI：10.33142/fme.v5i1.12414 中图分类号：G642 文献标识码：A

Promoting the Improvement of Undergraduate Research Abilities through Progressive Animal Experiment Courses

WU Haibo[1#,*], FENG Hui[2,3#], DU Yongliang[1], LIN Xiaoyuan[1], FU Beibei[1], LUO Yang[2,3,4*]
1 School of Life Sciences, Chongqing University, Chongqing, 400044, China
2 Smart Laboratory and Molecular Medicine Center, School of Medicine, Chongqing University, Chongqing, 400044, China
3 Reproductive Health and Digital Diagnosis and Treatment, Chongqing Key Laboratory, Chongqing, 400044, China
4 School of Life Sciences and Laboratory Medicine, Kunming Medical University,Kunming, Yunnan, 650500, China

Abstract: The aim of biological experimental teaching in universities is to cultivate students' practical skills and problem-solving abilities through problem oriented independent operation, observation, and analysis. However, traditional animal experiment courses have many problems, such as isolated subject knowledge, mechanized experimental processes, insufficient problem design, overly standardized experimental reports, and a lack of personalized learning. In order to address the above issues, we propose adopting a progressive animal experiment course model, emphasizing subject integration, flexibility in experimental design, active learning, and personalized learning. This mode gradually increases the difficulty of learning, enabling students to gain a deeper understanding of experimental principles and cultivate the ability to independently complete research. In terms of operation, it is possible to create experimental micro courses, design comprehensive experiments, encourage innovative research experiments, and adopt strict assessment standards for experimental courses. These reform measures are expected to better cultivate students' operational skills, stimulate their interest in scientific research, cultivate innovative abilities and practical experience, and lay the foundation for future scientific research.
Keywords: progressive; experimental courses; teaching reform; research innovation; ability improvement

实验教学是高等教育教学的重要形式，是学生在教师指导下利用仪器设备进行独立实践、观察和分析，旨在培养他们的实践技能和技巧。这种教学形式的核心任务是通过基础实验技能训练，提高学生分析和解决问题的能力，同时培养其在实践过程中理论联系实际的学术风格、实事求是的科学态度以及创新思维。当前社会对人才的高标准、严要求，以及大学生对创新意识和实践能力提升的迫切需求，使得各大高校纷纷将实验教学纳入重要的教学改革议程中，认为实验教学是培养创新人才不可或缺的一环[1]。良好的实验

教学不仅有利于巩固学生对理论知识的理解，而且培养了他们的动手操作能力和观察力[2]。在传统动物实验课程中，本科生通常仅仅是观察和模仿已知的实验步骤，缺乏实际操作的机会。本文在总结分析本科生动物实验课程教学过程中存在问题的基础上，依据渐进式教学的原理和应用提出几点实验教学改革的建议，探讨渐进式教学对于

#共同第一作者
*通讯作者，E-mail：hbwu023@cqu.edu.cn（吴海波）；luoy@cqu.edu.cn（罗阳）

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

培养学生实际动手和研究设计能力的潜在影响，以期为提高动物实验课程教学质量，提升学生的实践水平提供参考。

1 传统动物实验课程模式的不足

传统动物实验课程实施过程中，学生通常仅仅是按部就班地跟随实验步骤操作，缺乏对实验设计和数据分析的深刻理解。这种模式极大限制了学生对科学研究全貌的认识与理解，阻碍了他们发展独立思考及研究设计能力的机会。

1.1 学科知识孤立

传统动物实验课程通常将不同学科的知识划分为独立模块，学生在实验中只能获得固定且有限的学科交叉经验。这种孤立的教学模式限制了学生对学科整体性的把握，难以激发他们对不同领域间内在有机联系的深刻理解和兴趣。为解决这一问题，可考虑采用综合设计型实验课程，将原本独立的学科知识整合到一个实验课程中，通过设计涵盖多个学科知识的实验任务，使学生在实际操作中能够主动涉足多学科领域，促使他们在实验的顶层设计阶段逐渐形成更为综合的学科观。这种设计不仅能够加深学生对学科间关联性的认识，也有助于培养他们更为全面的科学素养。此外，跨学科实验案例和问题的引入，也有助于学生在解决实际问题的过程中自然而然地接触到不同学科的知识。通过强调学科之间的交叉点和共同点，打破传统学科的壁垒，激发学生对跨学科、交叉学科的兴趣，使其更好地理解和应用所学知识。

1.2 实验过程机械化

传统教学模式下，学生常常只是机械地按照预定步骤进行实验，缺乏对实验全程的深刻理解[3]。这种机械化的实验操作不仅仅限制了学生的创造性思维，也阻碍了他们对科学研究的深入参与，导致了学生难以获得对实验背后科学原理、实验目的和实际应用场景的直观认识。因此，教学改革需要突破实验过程的机械化，鼓励学生在实验中主动思考、提出问题，并通过实践深化对科学问题及原理的理解。新的教学模式应当注重激发学生的学科热情，着力培养他们在实验中培养创新思维和批判性思考的能力。

1.3 研究问题设计的欠缺

传统实验教学模式下，学生通常只是负责执行老师提供的标准实验方案，极少通过思考和讨论提出自己感兴趣的研究问题，导致学生过于依赖既定的实验设计，缺乏在实际科研中进行创新的机会。这种做法忽略了培养学生提出和解决科学问题的重要性，极大地限制了学生独立从事科学研究能力的培养。为了克服这一问题，新的教学模式应该更加注重激发学生的研究兴趣，鼓励他们在实验过程中积极思考和质疑，提出有挑战性的问题。通过引导学生参与实验设计，培养他们独立思考和敢于创新的能力。在此过程中，教师应该鼓励学生在实验课程中提出自己的科学问题，以增强他们在科学领域中主动探索的热情和积极性。这样的改革将有助于培养学生独立进行科学研究的信心和技能，为他们未来的科学生涯奠定坚实基础。

1.4 实验报告的标准化

传统实验课程的研究报告往往被标准化，过于强调形式和结构，忽视学生对实验结果的深层次分析和对问题的独立见解，极大限制了学生在报告撰写过程中发挥创造性和批判性思维的机会。

1.5 缺乏个性化学习

传统实验课程通常采用一刀切的教学方式，无法满足不同学生的个性化学习需求，导致部分学生丧失学习兴趣，影响了他们的学术表现。在详细讨论传统动物实验课程模式的问题时，可以通过举例说明、引用相关研究成果、分析学生反馈等方式，充分展示这些问题对学生学习和发展的影响。同时，提出这些问题的存在并不是批评传统教学模式的唯一目的，而是为了引入渐进式动物实验课程模式，以期解决这些问题并改善实验课程教学效果。

2 渐进式动物实验课程模式

渐进式动物实验课程模式的核心理念是通过逐步提升学习难度，使学生循序逐渐深入了解实验原理、设计研究问题，并最终能够独立完成一项小规模研究。该模式旨在激发学生的研究兴趣，提高他们的独立思考和创新能力。

2.1 学科融合与交叉

在渐进式动物实验课程模式中，学科融合与交叉的理念深刻影响着学生未来的学术发展。这一模式不是单一学科知识的传递，而是将生物化学、微生物学、分子生物学等多个相关学科有机融合，搭建一个系统而全面的学科框架。这种融合不仅拓宽了学生的学科视野，还促使他们更深入地理解不同学科间的内在联系。在该模式下，学生将不再被束缚于狭隘的学科界限，而是被引导去思考学科之间的交叉点和互动关系。通过综合性的实验设计，他们需要在动物实验中融合多个学科的知识，因此实验不再是孤立的特定事件，而是一个综合性的科学探究过程。这样的学科交叉培养了学生跨学科思维能力，使其能够更好地适应未来复杂多变的科研环境。

2.2 实验设计的灵活性与自主性

渐进式动物实验课程模式注重实验设计的灵活性与自主性，旨在激发学生的创造力和主动性，使其在科研探索中获得更深层次的理解。这一模式鼓励学生以实际科学问题为出发点，提出能够激发创新思维的独立研究问题，其特色在于学生不再是被动接受实验任务，而是成为实验设计的主导者。通过这个过程，他们逐渐培养出自主思考和独立思维的能力，从而更好地理解科学研究的本质。灵活性的实验设计使学生能够根据问题的复杂性和实验条件的变化，灵活调整实验方案，培养了他们在解决实际问题时的能动性和适应性。这种实践中的自主性不仅有助于

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

学生深入思考实验原理，还促使他们更积极地参与实验过程，加深他们对科学研究本质的认识。

2.3 实验过程中的主动学习

渐进式动物实验课程模式强调培养学生的主动学习范式，旨在通过多元化的参与方式激发他们的积极性，促使其在实践过程中逐渐形成知行合一的践行能力和经验。提前预习是该模式中的关键步骤，学生通过深入了解实验原理和相关知识，为实验过程中的问题解决提供理论依据。这不仅培养了学生主动获取知识的习惯，也为更高层次的实验活动打下基础。小组合作被视为促进实验主动学习的有效手段。学生在小组内分担研究任务，通过相互合作完成实验，培养了团队协作和沟通技能，形成更为全面的实践认知。问题解决是实验过程中的另一重要环节，面对实验中的挑战，学生通过解决问题掌握了实验技巧、锻炼了动手实践能力，同时也强化了对实验原理的直观理解。这一主动学习的过程不仅让学生获得实验技能，更重要的是培养了他们对科学实验的热爱和深刻理解。这样的深度参与有助于将理论与实践有机结合，为其未来的学术研究奠定坚实基础。

2.4 个性化学习与反馈机制

在渐进式动物实验课程模式中，个性化学习和反馈机制被视为重要因素，致力于激发学生兴趣、引导学科发展，并提供有针对性的支持。其中，个性化学习强调根据学生的兴趣和学科发展方向，为其设计个性化的实验项目。这不仅能够满足学生对特定领域的好奇心，更能够激发他们在学科深度探索中的热情。通过选择符合个人兴趣的实验项目，学生更有可能全身心投入到实验活动中，取得更好的学习效果。同时，教师在该过程中也扮演重要角色。通过定期反馈，教师能够及时了解学生在实验中的表现，指导他们的独立研究方向。这种定期反馈机制不仅提供了学科上的指导，也促使学生更好地发挥自身优势，培养出自主学习和独立思考的能力。通过这样的个性化学习和反馈机制，学生能够更好地理解自己在学科领域的兴趣和优势，有助于塑造他们更具深度和广度的学科发展路径。

3 渐进式动物实验课程模式的实际操作

3.1 制作实验微课，加强预习

为了确保学生在有限的实验课时间内能够充分掌握相关实验内容，建议学生进行充分的课前预习，深入了解实验的目的和要求、实验原理、涉及的仪器设备使用方法以及操作步骤等关键信息[4]。在该阶段，教师可以将每个实验制作成微课，提前发给学生进行自主观摩学习。由于微课具有主题突出、内容具体、时长短等独特优势，尤其适合学生在碎片化的时间里反复观看，有助于他们在实验开始前详细了解实验步骤和操作规范，不仅有利于提高学生自主探索的能动性，还有利于提高实验教学的效能[5]。

3.2 实验选择与设计

综合设计型实验是一种旨在促进学生掌握学科基础知识和提高综合技能的实验模式。这类实验与多门课程知识和多种实验技术密切相关，被纳入“限选实验”范围，要求学生在其中选择并完成数项实验。特别适用于生物专业高年级（大三及以上年级）学生。然而，动物学实验课程中的大多数实验均属于基础型实验，且每门实验课程都是相对独立的小实验，前后实验之间甚至缺乏联系。例如，各实验课程中都设置了独立的实验，学生虽然学会了每个独立的实验，但却难以将其串联起来，缺乏对实际应用的整体理解[6]。

为解决这一问题，在综合设计型实验课程设置中，建议将一部分实验设计成小而精致的课题，每个课题解决一个实际问题，有助于学生系统掌握专业知识。以细菌感染性疾病为例，课程设计包括：（1）选择李斯特菌培养液，培养至对数生长期，离心并收集李斯特菌；（2）实验小鼠接种李斯特菌，观察发病症状；(3)观察小鼠的生理状况，记录体温、体重等变化。定期采集血液及组织样本，分析病原体在小鼠体内的感染和扩散程度；（4）解剖小鼠，收集肝脏、肺、脾脏等器官，利用平板菌落计数法检测各器官内李斯特菌的繁殖情况。这样的设计不仅让学生有机会学到传染病学、免疫学、解剖学、微生物学等课程相关的多个知识点，还能将这些知识有机串联起来，更有利于学生在实践中系统掌握细菌性疾病的造模过程，真正做到“学以致用”，为将来从事精细化的动物学实验工作打下良好的基础。

3.3 鼓励学生参与研究创新型实验

鼓励学生参与研究创新型实验在动物实验课程中尤为重要。传统的动物实验教学往往将学生局限在刻板固定的实验操作中，缺乏对科学研究深度的参与和理解[7]。因此，引入研究创新型实验的理念，可以为学生提供更富挑战性和有深度的学术体验。在动物实验课程中，鼓励学生参与研究创新型实验意味着为他们提供更多关于实验设计和解决科学问题的机会。学生不仅仅是执行预定的实验步骤，更要积极参与实验的设计和方案构思。这种积极性的学习方式可以激发学生对动物实验的浓厚兴趣，使他们更加深刻地理解动物学科知识。为落实这一理念，教师可以设置一系列涵盖不同方面的创新型实验项目，鼓励学生选择感兴趣的主题并提出自己的研究问题。例如，可以设立关于动物生态、行为、生理等方面的实验项目，让学生参与到真实世界的科学研究中。此外，教师还可以引导学生与相关领域的科研人员或机构合作，提供动物实验项目的参与机会，使学生能够真实地感受科研工作的过程。通过这样的动物实验课程设计，不仅能够培养学生的实际操作技能，更能激发他们对科学研究的兴趣和热情，使学生更好地理解和应用动物实验课程中所学的知识，培养出更具创新能力和实践经验的专业人才。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

3.4 采用严格的实验课程考核标准

尽管各高校已纷纷将实验实践课程纳入了教育教学改革中，但是部分学生未能充分认识到实验课程的重要性。由于传统实验课主要以实验报告为考核依据，未能真正考察学生的实际操作水平，导致一些学生对实验课缺乏正确认识，出现课上态度不端正、甚至逃避等情况，给教学效果带来了不良影响。为解决这一问题，建议将实验课的考核重心转向实际操作技能，如可采用随机抽取题目的方式，要求学生在考试中进行实操，以真实的操作能力评估学生的实验技能。此外，还可以采用小型技能竞赛等创新性的考核方式，例如组织实验小组或班级间的比赛，不仅能激发学生学习兴趣，提升实验操作技能，还有助于加强团队协作和互帮互助的意识，从而达到共同提高的教学目的[6]。

4 结语

实验课程改革是高校生物学领域中引领学生培养科研思维的起步之地。通过转变教学方式，紧密迎合科研发展的需求，将成为推动实验课程改进的关键和动力。相较于理论教学，实验教学更突显学生主体性，激发其积极学习科学知识的能动性；更注重实践与理论相结合，强调动手操作，促使理论知识在实际操作中得以应用；更强调培养学生研究探索的深度，致力于培养学生的创新意识和创造力；更倡导综合设计和多元分析相结合的教学模式，旨在提升学生的综合科学素质。考虑到实验动物学作为一门强调实践性的课程，为了确保学生能够积累充分的实际经验，必须进行积极的实验性培训。希望能通过渐进式动物实验课程改革，构建与实际动物实验和研究密切相关的实验项目体系，培养出具备高水平能力和素质的动物实验人才，为其未来的科研道路奠定坚实基础。

参考文献

[1]于兵川，吴洪特.实验教学与科研有机结合培养学生创新意识和能力[J].实验室研究与探索，2010(2)：3.
[2]宋晓华.药理学实验教学对学生加强素质教育与培养创新能力的体会[J].中国校外教育，2015(1)：1.
[3]刘朋，张青，王桂花，等.应用型高等院校《土木工程材料实验》教学改革的探究[J].中外企业家，2019(10)：1.
[4]郝秋娟，李树立，李娜，等.生物工业分析实验教学改革及实践[J].广东化工，2013，40(22)：2.
[5]王新国，秦智伟，张永强.高校微课资源建设的探索与实践[J].高等农业教育，2014(6)：3.
[6]张传美，孙健，单虎，等.分层次设计，提高动物医学专业实验教学水平[J].山东畜牧兽医，2023，44(1)：73-76.
[7]胡先运，江家志，刘瑛.开展生物化学实验竞赛提高实验教学质量[J].基层医学论坛，2016，20(4)：2.

作者简介：吴海波（1987.2—），男，汉族，湖北人，理学博士，重庆大学教授，研究方向微生物学；冯辉（1981.2—），女，汉族，河北人，理学博士，重庆大学教授，研究方向病原-天然免疫互作；杜永亮（2001.8—），男，汉族，河南人，理学学士，重庆大学硕士研究生，研究方向微生物学；林小湲（1991.7—），女，汉族，四川人，理学博士，陆军军医大学副教授，研究方向病原生物学。付蓓蓓（1995.2—），女，汉族，河北人，理学博士，陆军军医大学博士后，研究方向微生物学；罗阳（1978.5—）男，汉族，重庆人，医学博士，重庆大学教授，研究方向临床检验诊断学。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.