

# 虚拟仿真技术在神经生物学教学方法的设计与评估

王 银, 彭 涛, 李云鸿, 宿瑞琼, 潘晓玥, 王俊燕, 毕逢辰\*

宁夏医科大学基础医学院, 宁夏 银川

收稿日期: 2024年3月18日; 录用日期: 2024年4月16日; 发布日期: 2024年4月23日

## 摘 要

神经生物学作为研究神经系统结构和功能的学科, 对于学生理解大脑和神经系统的运作机制至关重要。本文探讨了虚拟仿真技术在神经生物学教学方法的设计与评估, 以提高学生的学习体验和知识掌握程度。首先, 介绍虚拟仿真技术在教育领域的应用潜力。其次, 探讨虚拟仿真技术在神经生物学教学方法的设计, 包括虚拟实验和模拟演示以及虚拟现实案例和情境设计。然后, 讨论虚拟仿真技术在神经生物学教学方法的评估框架, 包括学生问卷调查、知识测试、实验技能评估和学习成绩分析。最后, 探讨虚拟仿真技术在神经生物学教学方法面临的挑战和未来发展方向。

## 关键词

虚拟仿真技术, 神经生物学, 教学方法

# Design and Evaluation of Virtual Simulation Technology in Neurophysiology Teaching Methods

Yin Wang, Tao Peng, Yunhong Li, Ruiqiong Su, Xiaoyue Pan, Junyan Wang, Fengchen Bi\*

School of Basic Medicine, Ningxia Medical University, Yinchuan Ningxia

Received: Mar. 18<sup>th</sup>, 2024; accepted: Apr. 16<sup>th</sup>, 2024; published: Apr. 23<sup>rd</sup>, 2024

## Abstract

Neurophysiology, as the study of the structure and function of the nervous system, is essential for

\*通讯作者。

文章引用: 王银, 彭涛, 李云鸿, 宿瑞琼, 潘晓玥, 王俊燕, 毕逢辰. 虚拟仿真技术在神经生物学教学方法的设计与评估[J]. 教育进展, 2024, 14(4): 665-669. DOI: 10.12677/ae.2024.144570

students to understand the mechanisms of the brain and nervous system. This paper discusses the design and evaluation of virtual simulation technology in neurophysiology teaching methods to enhance students' learning experience and knowledge mastery. Firstly, the application potential of virtual simulation technology in education is introduced. Secondly, it discusses the design of virtual simulation technology in neurophysiology teaching methods, including virtual experiments, simulation demonstrations, and virtual reality case and situation designs. Then, we delve into the evaluation framework of virtual simulation technology in neurophysiology teaching methods, including student questionnaires, knowledge testing, experimental skill assessment, and learning performance analysis. Finally, the challenges and future development directions of virtual simulation technology in neurophysiology teaching methods are discussed.

## Keywords

Virtual Simulation Technology, Neurophysiology, Teaching Method

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

神经生物学是研究脑的科学，与生理学、病理生理学、解剖学等基础医学科目密切相关。作为 21 世纪生命科学研究领域的重点前沿学科，神经生物学深受当今生物医学界的高度关注。近二十年来，美国及中国的“脑计划”相继启动，神经科学得到迅速发展。神经生物学的教学目的不仅是为了培养学生对理论知识的熟悉及掌握，更重要的是培养学生的科研思维能力。但是，神经生物学传统教学方法存在着理论抽象、实验条件受限等问题为教学带来一定的障碍。虚拟仿真技术为学生在神经生物学学习过程中提供了更具沉浸感和互动性的学习体验。学生可以通过神经生物学的研究了解神经元的结构和功能，如轴突、树突和突触等；神经冲动的传导过程；髓鞘的形成等等。

## 2. 虚拟仿真技术在神经生物学教学中的应用潜力

虚拟仿真技术又称人工环境，是一种由计算机辅助生成的高技术模拟系统，旨在利用计算机生成关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟人为环境，并能与之“交互”。在神经生物学教学中融入虚拟仿真技术，将授课内容情境化、可视化是对传统教学模式重要的补充和进阶。虚拟仿真技术能够创造逼真的三维(3D)环境，使学生能够身临其境地进行实验和观察。在神经生物学教学中，虚拟仿真技术可以模拟神经元活动、突触传递和神经回路等复杂的生理过程，使学生更直观地理解和体验神经生物学的原理[1]。学生可以通过虚拟仿真技术观察神经元的兴奋和抑制过程，了解神经递质的释放和再摄取机制。

## 3. 虚拟仿真技术在神经生物学教学中的应用

### 3.1. 虚拟实验和模拟演示

虚拟仿真技术可以帮助学生进一步理解神经生物学活动，建立具象化图谱。神经活动模拟软件可以帮助学生更好地理解神经元是如何工作的，以及它们如何相互作用以产生大脑功能。通过虚拟仿真模拟演示，学生可以直观地观察到神经元电信号传导、突触传递、兴奋性和抑制性输入等过程。这种可视化模拟技术为学生提供了一个直观的观察方法，帮助学生进一步探索神经网络在不同刺激和条件下的生

理学表现。NEURON 虚拟技术可以进行神经元活动模拟，学生可以通过该软件了解神经元内部电活动的原理和模式，观察神经系统对信息的即时处理，进一步了解电信号和化学信号的传播分布和相互作用[2]。通过虚拟实验和模拟演示，学生可以操作虚拟仪器、观察神经元活动，并进行数据分析和解释。这种实践性的学习方式可以加强学生对神经生物学概念的理解和应用能力[3]。

### 3.2. 虚拟现实案例和情境设计

学生的科研思维不是一朝一夕就能培养形成的，这就要求我们在理论课的教学过程中，将实验设计和科研思维融入理论教学。由于实验条件的限制，学生们的想法并不能全部实现，而虚拟仿真技术则为学生提供新的实验方式。教师可以设计虚拟现实案例和情境，让学生应用神经生物学知识解决实际问题。通过虚拟情境中的角色扮演和决策制定，学生可以探索神经科学领域的挑战和应用，培养实践能力和批判性思维[4]。

随着神经科学的发展，许多脑功能虚拟仿真技术被应用在神经生物学科研中如 NEST [5]、NEURON [6]、GENESIS [7]、Nengo [8]、Brain [9]等。NEURON 是模拟单个神经元和神经元构成的网络的模拟器，能够构建具有复杂性质和生理特性的神经元模型，并建立神经网络。GENESIS 的目标是建立从神经细胞子结构、生理反应，到单个复杂神经元模型，再到大规模神经网络的模拟。Brian 也是一款优秀的脉冲神经网络模拟器，主要用于建立放电神经元模型。这些虚拟仿真技术在神经生物学研究中扮演着重要的角色。首先，这些技术提供了一个模拟大脑和神经系统功能的实验环境，使研究人员能够以安全、可控的方式进行实验。其次，虚拟仿真技术为研究人员提供了一种探索大脑复杂结构和功能的手段，使他们能够模拟神经元之间的相互作用、突触传递以及整体神经网络的行为。虚拟仿真技术还使研究人员在不同尺度上进行研究，从单个神经元到整个大脑网络。通过虚拟仿真，研究人员能够模拟和理解神经元活动的动态过程，探索各种刺激条件下的神经网络效应，并对神经系统中的异常活动进行建模和分析。此外，虚拟仿真技术对于研究神经系统疾病和障碍也具有重要意义，它能够帮助研究人员模拟和理解神经系统疾病的发病机制，为疾病的诊断和治疗提供新的视角。例如，在研究癫痫或帕金森病等疾病方面，虚拟仿真技术可以模拟疾病发作时神经网络的异常活动，为疾病的研究和治疗提供重要线索。

以上脑功能虚拟仿真技术不仅可以解读实验数据、预测实验现象，还可以帮助学生尽快进入研究者角色，从现实案例中学习神经网络构成及神经研究。基于计算机的模拟和虚拟现实环境，学生可以亲身体验神经系统的工作原理、神经元活动以及不同脑区域之间的相互关系。教育者应用虚拟仿真技术为学生创造出沉浸式的学习环境，使学生能够更直观地理解复杂的神经科学概念并应用于实验科研中。虚拟仿真技术为我国培育更多的神经生物学科研人才提供新的方法及基础。

## 4. 虚拟仿真技术在神经生物学教学中的评估

为了评估虚拟仿真技术的神经生物学教学方法对学生的学习效果和动机的影响，可以采用多种评估方法[10]。

### 4.1. 学生问卷调查

通过学生问卷调查收集学生对虚拟仿真技术在教学过程中的主观评价，包括学习体验、学习动机和学习成果的感知等。学生可以反馈他们在虚拟实验中的参与感和对神经生物学概念的理解程度。

### 4.2. 知识测试

通过知识测试评估学生对神经生物学知识的掌握程度，比较虚拟仿真技术的教学方法与传统教学方法之间的差异。学生可以通过虚拟实验的模拟进行神经元结构和功能的考核。

### 4.3. 实验技能评估

通过评估学生在虚拟实验中的操作技能和实验设计能力,判断虚拟仿真技术的教学方法对学生实验技能的提升效果。学生可以进行虚拟实验,评估他们在实验操作和数据分析方面的能力。

### 4.4. 学习成绩分析

比较虚拟仿真技术的教学方法与传统教学方法的学习成绩,分析学生在知识掌握和应用能力方面的提升程度。学生在通过虚拟实验学习后的知识测试成绩可以与传统教学方法的成绩进行对比。

## 5. 潜在挑战和未来发展方向

利用 3D 可视化技术建立的神经生物学虚拟仿真平台可以帮助学生直观地感受神经元活动、突触传递和神经回路等复杂的生理过程,将某些在真实情境下无法直观看到的界面展示给学生,帮助学生理解和掌握学习内容。此外,虚拟仿真可以为学生提供虚拟场景并授予学生虚拟身份,学生可以是临床医师,可以是科研工作者。虚拟仿真项目不仅是真实教学的有力补充和辅助,也是医学生提前了解今后工作方向的一扇窗口。在动物实验的虚拟仿真设计中,虚拟仿真技术可以帮助学生了解实验过程并帮助学生在真实的实验过程中建立“手感”,减少了实验动物的消耗,符合实验动物“3R”原则。虚拟仿真技术融合神经生物学教学能够更好地帮助学生理解、掌握相关知识并为学生提供一个自由探索的实验平台。

虽然目前虚拟仿真技术融合神经生物学教学仍面临一些挑战,如教育资源的开发与分享、虚拟现实技术的成本和设备要求、教师培训与支持等[11]。但我们相信,在今后随着虚拟仿真技术的不断发展和普及,虚拟仿真技术融合神经生物学教学方法将在培养学生创新思维和研究能力方面发挥重要作用[12]。合理利用虚拟仿真教学项目,能够优化教学过程,使学生能够更直观、更深刻地理解教学内容。神经生物学作为一门与临床、实验科学密切相关的课程,需要更多途径充实实践教学,虚拟仿真是一种可行的方式。教师作为项目设计的主要人员,要以教学目标为导向,贴合教学内容,注重思维培养,合理利用先进的多媒体技术,虚实结合,使虚拟仿真项目更好地为教学服务。

综上所述,虚拟仿真技术融合神经生物学教学方法能够提供更具沉浸感和互动性的学习体验,促进学生对神经生物学知识的理解和应用能力的培养。通过合理的设计和科学的评估,可以为神经生物学教育的创新提供指导,并推动学生在神经科学领域的发展和成长。

## 基金项目

宁夏医科大学自治区级本科教育教学改革研究与实践项目“基于虚拟仿真技术融合生理学理论与临床病例一体化教学模式的探索与思考”(编号:bjg2021041)。

## 参考文献

- [1] 秦尚尧,袁一旻,苏志达,等.提高发育神经生物学教学授课质量的探讨[J].基础医学教育,2022,24(12):932-935.
- [2] Hines, M.L. and Carnevale, N.T. (1997) The NEURON Simulation Environment. *Neural Computation*, **9**, 1179-1209. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.6.1179>
- [3] 魏绪红.翻转课堂在“神经生物学”教学中的应用[J].教育教学论坛,2022(51):57-60.
- [4] 单立冬,姜岩,陆薇薇,等.金课视角下神经生物学教学改革初探[J].基础医学教育,2022,24(2):77-80.
- [5] Gewaltig, M.O. and Diesmann, M. (2007) NEST (NEural Simulation Tool). *Scholarpedia*, **2**, 1430. <https://doi.org/10.4249/scholarpedia.1430>
- [6] Iacoboni, M., Molnar-Szakacs, I., Gallese, V., et al. (2005) Grasping the Intentions of Others with One's Own Mirror Neuron System. *PLOS Biology*, **3**, e79. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0030079>

- 
- [7] Bower, J.M. and Beeman, D. (1995) The Book of GENESIS: Exploring Realistic Neural Models with the General Neural Simulation System. *The Quarterly Review of Biology*, **70**, 534-535. <https://doi.org/10.1086/419236>
- [8] Stewart, T.C., Tripp, B. and Eliasmith, C. (2009) Python Scripting in the Nengo Simulator. *Frontiers in Neuroinformatics*, **3**, 7. <https://doi.org/10.3389/neuro.11.007.2009>
- [9] Goodman, D.F.M. and Brette, R. (2009) The Brian Simulator. *Frontiers in Neuroscience*, **3**, 192-197. <https://doi.org/10.3389/neuro.01.026.2009>
- [10] 王亚周, 张坤, 薛茜, 等. 神经生物学经典发现案例的设计、编写及在基础医学八年制神经生物学 PBL 教学中的应用[J]. 解剖学杂志, 2021, 44(4): 360-362.
- [11] 孙定亚, 邵麒, 曹莉, 等. 转型期医学神经生物学教学改革思考[J]. 基础医学教育, 2020, 22(6): 393-395.
- [12] 刘玲, 武胜昔, 薛茜, 等. 科研反哺在神经生物学本科教学中的实践探索[J]. 基础医学与临床, 2021, 41(12): 1848-1851.