

# 基于器官系统的虚拟仿真实验项目设计

## ——以呼吸系统为例

叶雪威, 陈俊瑶, 徐晓玲\*

浙江树人学院树兰国际医学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2024年4月26日; 录用日期: 2024年5月24日; 发布日期: 2024年5月31日

### 摘要

器官系统教学法整合基础医学与临床医学的学科知识, 强调以学生为中心。然而, 在教学实践中实验资源有限和临床患者难接触, 理论-实践、基础-临床融合存在困难。依据ESP模拟病人开展的虚拟仿真实验有助于加深记忆和理解, 模拟临床操作过程, 辅助学生练习诊断和鉴别诊断技巧、临床决策的制定, 解决了基础-临床和理论-实践融合的痛点。以新生儿呼吸窘迫征为例设计实验项目让学生从知识、能力和素养层面掌握呼吸系统的基本结构、功能、发病机制、病因及不同疾病程度下的救治等。鼓励学生面对复杂临床问题时, 能够创造性地思考和提出解决方案, 培养创新和解决问题的能力。呼吸系统的虚拟仿真实验项目在医学教育中的应用对于提高学生的学习效果、降低教学成本、促进师生互动以及提升学生的应急处置能力等方面都产生了积极的影响, 对于医学生的未来临床工作至关重要。

### 关键词

器官系统, 虚拟仿真, 实验项目, 呼吸系统, 新生儿呼吸窘迫征

# Design of Virtual Simulation Experiment Based on Organ System

## —Taking the Respiratory System as an Example

Xuewei Ye, Junyao Chen, Xiaoling Xu\*

Shulan International Medical College, Zhejiang Shuren University, Hangzhou Zhejiang

Received: Apr. 26<sup>th</sup>, 2024; accepted: May 24<sup>th</sup>, 2024; published: May 31<sup>st</sup>, 2024

### Abstract

The organ-system teaching method integrates the knowledge of basic medicine and clinical medi-  
\*通讯作者。

cine, and emphasizes the student-centered education concept. However, in the teaching practice, experimental resources are limited and clinical patients are difficult to contact, so there are difficulties in the integration of theory-practice and basic-clinical. The virtual simulation experiments based on ESP simulated patients are helpful to deepen the memory and understanding, simulate the clinical operation process, assist students to practice the diagnosis and differential diagnosis skills, and make clinical decisions, and solve the pain points of the integration of basic-clinical and theory-practice. Taking neonatal respiratory distress syndrome as an example, the experimental project was designed to enable students to master the basic structure, function, pathogenesis, etiology and treatment of different disease degrees of the respiratory system from the level of knowledge, ability and literacy. Students are encouraged to think creatively and propose solutions to complex clinical problems, and to develop innovation and problem-solving skills. The application of virtual simulation experiment project of respiratory system in medical education has a positive impact on improving students' learning effect, reducing teaching cost, promoting teacher-student interaction and improving students' emergency response ability, which is very important for medical students' future clinical work.

## Keywords

Organ System, Virtual Simulation, Experimental Project, Respiratory System, Neonatal Respiratory Distress Syndrome

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

以人体器官系统为主线的教学法,按照形态、功能、诊断和治疗整合基础医学与临床医学的学科知识,帮助学生理解器官间的相互作用及其在疾病中的表现,强调以学生为中心的教育理念[1]。然而,在教学实践中,实验资源有限和临床患者难接触,理论知识与临床实践的融合存在困难。

虚拟仿真实验通过计算机和虚拟现实技术,还原了真实世界的实验环境和临床情景,使得学习者能够在其中进行反复进行知识学习和实验练习[2]。虚拟仿真实验具有高度的灵活性和安全性,且不受时间和空间限制,在医学教育领域的应用非常广泛。通过虚拟仿真实验,可以用来模拟人体形态结构的发生、生理功能的实现、疾病发展机制、药物作用效果和复杂的诊断治疗操作等,为学生提供直观的学习体验,降低高难度实际操作训练中的风险[3]。

在医学专业的呼吸系统教学中,要求学生掌握呼吸系统的解剖结构、肺通气和气体交换、血气分析以及呼吸运动的调节,熟悉和了解常见的呼吸系统疾病及常用治疗手段。然而,由于呼吸系统的解剖结构的复杂性,学生需要通过大量的记忆和理解掌握大量的术语和空间关系;气体交换、血气分析和呼吸调节等生理过程涉及多个系统和复杂的生化反应,学生难以理解这些生理过程的精确机制。在实验室环境中,呼吸系统基础医学实验难度大、操作要求高且成功率低,临床上需要学习如何进行各种呼吸功能测试和操作,低年级医学生较难接触患者,都给呼吸系统教学带来困难。教学过程中要将基础的解剖、生理知识与临床实践相结合,学会如何将理论知识应用到实际的医疗情境中,对教师和学生都是一大挑战。

为了克服这些难点,本实验项目设计通过虚拟仿真实验的高度交互性、可重复性和安全性、案例小组讨论的即时性、沟通协作性等加深学生对呼吸系统知识和技能的理解和掌握,提高学生的参与度和学

习兴趣。

## 2. 基于器官系统的虚拟仿真实验助力呼吸系统教学

### 2.1. 医学器官系统教学法的优势和挑战

器官系统教学法精简了呼吸系统各学科课程间重复的教学内容，形成新的临床整合课程体系及跨学科新的教学运行模式，弥补了传统教育模式的不足，对学生的创新思维和实践能力的培养具有显著效果。此外，器官系统教学法还强调基础与临床阶段的衔接，有助于提升医学生临床整合思维和临床综合运用能力，还对医学教育改革和发展具有深远的影响。然而，这种方法要求教师具备跨学科的专业知识，同时需要充足的教学资源和技术支持，这对许多医学院校来说是一个难题[1]。虚拟仿真实验的设计围绕器官系统的核心，以真实的临床案例为依托，实验的实施结合学科的理论教学和跨学科的实践操作，通过模拟临床情景，让学生在虚拟环境中进行诊断、治疗和患者管理[4]。

### 2.2. 基于器官系统的虚拟仿真实验有利于提高医学生临床能力

围绕 ESP (Electronic Standardized Patient, 数字化标准病人)模拟病人开展的虚拟仿真实验，通过可视化的呼吸系统模型，学生可以更直观地理解复杂的解剖结构和生理过程，有助于加深记忆和理解[5]；精确模拟器官结构、生理反应和病理变化，使学生能够在虚拟环境中获得与真实世界相似的体验；模拟各种操作过程，使学生在没有实际接触患者的情况下，练习诊断和鉴别诊断技巧、临床决策的制定，其安全性和可重复性，帮助学生在实际操作前建立信心和技能，使学生运用所学知识进行综合分析和判断，从而培养其临床思维和问题解决能力；在案例的引导下，学生还可以与同伴一起进行团队合作，模拟多学科协作的临床环境，这对于培养未来的医生在团队中的沟通和协作能力至关重要[6]。

虚拟仿真实验减少了对真实实验材料和动物模型的依赖，降低了教育成本，同时也减少了对环境的影响，可以在没有风险的情况下尝试各种操作，有试错性的安全学习环境；虚拟仿真实验可以随时进行，不受实验室资源和时间的限制；通过模拟紧急情况，如心脏骤停或严重创伤，学生可以学习如何在压力下保持冷静，迅速做出正确的医疗决策和操作；可以根据学生的需求和进度提供定制化的学习内容和难度，使学生能够在自己的节奏下学习和提高；虚拟仿真系统可以提供即时的反馈和评估，帮助学生了解自己的操作是否正确，哪些地方需要改进，从而促进持续的学习和进步。虚拟仿真实验通过提供一个安全、可控且高度真实的学习环境，有效地解决了器官系统教学中的难点，为医学教育带来了革命性的变化[7]。

### 2.3. 虚拟仿真实验解决呼吸系统教学的难点

基于器官系统的虚拟仿真实验为解决呼吸生理教学难点提供了有效的手段。以下是如何利用这种技术来克服教学中的挑战：利用计算机可视化清晰展示呼吸系统的复杂结构；通过旋转、缩放和探索虚拟模型，学生可以更好地理解各个器官之间的空间关系和相互作用，增强了对呼吸系统形态学理解；通过模拟呼吸过程中的气体流动和交换等生理过程，使学生能够直观地观察到吸气和呼气时肺部的变化，理解肺通气的动力和阻力的形成；通过模拟不同疾病程度下的气体交换(如轻度、中度、重度)，学生可以学习到呼吸调节的复杂性[8]。结合真实案例，创建临床病例的虚拟仿真体系，让学生在虚拟环境中进行诊断和治疗，从而将理论知识应用于实际问题解决中；通过模拟不同的临床操作(如气管插管、使用呼吸机)，学生可以在无风险的环境中练习技能和决策，开展临床情境模拟。通过互动式案例讨论和模拟实验，激发学生的参与感和探究精神，鼓励他们主动探索和解决问题[9]。

### 3. 以呼吸系统为例的虚拟仿真实验项目设计

#### 3.1. 根据呼吸系统典型疾病设计具体教学目标

以新生儿呼吸窘迫征(neonatal respiratory distress syndrome, NRDS)为例设计实验项目让学生从知识、能力和素养层面掌握呼吸系统的基本结构、功能、NRDS 的发病机制、病因及不同疾病程度下的救治等。鼓励学生在面对复杂临床问题时,能够创造性地思考和提出解决方案,培养创新和解决问题的能力[10]。

在知识层面上,首先学习人体肺部的组织学结构与胚胎学发生;熟悉胎儿肺部的发育过程,尤其是肺泡的形成;熟悉人体呼吸系统生理学特点的功能,包括呼吸模式、肺通气、肺换气和呼吸调节;掌握 NRDS 的病理生理机制;识别 NRDS 的临床症状、体征掌握临床表现,采用多种辅助检查手段开展诊断和鉴别诊断;了解 NRDS 的药理学治疗原则,包括替代疗法、支持治疗和并发症管理等。

在能力目标上,通过 NRDS 病例分析培养临床推理和问题解决等临床思维能力;在模拟的临床情景中,训练学生制定合理的治疗计划和紧急救治措施,培养临床决策和治疗规划能力;通过虚拟仿真实验,提高学生进行新生儿生命支持操作的技能,如机械通气、给药等操作技能;在小组讨论下的模拟救治过程中,培养学生的团队合作精神和有效沟通技巧;针对疾病的不同严重程度,鼓励学生通过讨论进行多因素分析开展救治,并在实验后进行自我反思和评价,培养学生批判性思维和自我反思能力。

在思政素养上,培养学生对新生儿患者生命安全和健康的责任感,以及遵守医疗伦理的意识;激发学生对医学知识的持续兴趣和更新知识的终身学习意识;通过面对模拟的紧急临床情况,提高学生在压力和挑战下的冷静思考和应对能力;在模拟救治过程中,培养学生对患者及其家庭的情感理解和关怀。

#### 3.2. 围绕新生儿呼吸窘迫征的教学内容与评价反馈

实验的课前准备阶段,需要教师引导学生通过文献学习和虚拟仿真软件的介绍,了解 NRDS 的基本知识。

实验步骤应从基础的组织学和胚胎学知识开始,逐步过渡到解剖学和生理学的学习,然后深入探讨病理生理学和药理学的应用。学习组织学与胚胎学基础,包括学习胎儿肺部的发育过程,包括肺泡和肺血管的形成,肺部的解剖结构;理解肺表面活性物质的产生及其在呼吸功能实现的作用。学习新生儿正常的呼吸模式、肺容量和气体交换机制,探讨 NRDS 病理生理学基础,特别是肺表面活性物质缺乏导致的肺泡塌陷,解析早产儿肺发育不完全与 NRDS 发生的关系分析。NRDS 的临床表现,如呼吸困难、鼻翼扇动、胸廓凹陷等,理解 NRDS 可能导致的并发症。学习 NRDS 的药物治疗原则,包括表面活性物质替代疗法的机制和使用时机,了解支持性治疗,如机械通气、氧疗和液体管理,掌握并发症的药物治疗和预防措施。

通过模拟新生儿呼吸窘迫征等临床情景,让学生练习诊断和救治技能。通过虚拟仿真技术,模拟 NRDS 的临床诊断流程,包括临床评估、胸部 X 光(从双肺透光度、影像学的改变等分为I~IV级)、血液检查及其他辅助检查,包括胃液泡沫稳定试验、血气分析、心脏彩超检查等以诊断 NRDS,并了解患儿的整体健康状况。练习在不同临床情况下对 NRDS 患儿进行救治,如早产儿、低出生体重儿等,学习如何监测治疗效果和新生儿的生命体征,以及如何调整治疗方案,包括使用肺泡表面活性物质、呼吸支持和其他综合治疗措施。最后,利用虚拟仿真软件,以小组为单位综合案例分析模拟 NRDS 患儿的临床情景,包括病情发展、治疗决策和预后评估;分析和讨论不同治疗方案的优缺点,以及对新生儿预后的影响[11]。

在实验过程中,将呼吸生理学与相关的组织学和胚胎学、病理学、病理生理学、诊断和临床治疗等知识相结合,整合不同学科的资源 and 数据,记录每个治疗步骤的决策过程和实施结果,分析治疗效果与新生儿生理参数变化的关系,讨论不同治疗方案的优缺点及其对新生儿预后的影响。通过每个环节的交互性操作反馈、阶段性在线测试环节评估掌握程度;通过虚拟仿真操作的准确性和效率评价学生的临床

技能；通过病例分析报告和小组讨论评估学生的临床思维和决策能力，鼓励学生在实验结束后进行自我反思，提出改进意见。根据评价，教师根据学生交互性操作反馈、模拟病例分析报告和阶段性考核明确学生的学习效果，并调整教学策略[12]。

基于器官系统的虚拟仿真实验的生动和互动学习体验，有效地解决呼吸生理教学中的难点，提高学生的学习效率和教学质量。通过及时反馈和评估，深入获得关于 NRDS 的理论知识并通过实践操作提高临床技能和决策制定能力，能够有效地提升医学生的理论知识、临床技能和创新能力，还能够在安全的环境中练习临床技能和决策制定。

### 3.3. 虚拟仿真实验体系的构建

分析目标学生群体的背景知识、技能水平和学习需求，确保实验设计符合学生的学习阶段和实际需求，创建与教学目标相关 NRDS 的临床情景和病例，覆盖相关的是形态、功能、诊断和治疗情形以及紧急情况的应对。

利用高级计算机图形技术、人工智能和生理学模型，开发能够模拟人体生理和病理生理状态的虚拟仿真系统。该系统应能够根据学生的操作和决策实时响应，提供真实的反馈，开发虚拟仿真系统，将相关的理论知识和临床技能整合到虚拟仿真实验中。这可以通过互动式教学模块、模拟实验操作和案例分析讨论来实现。

设计用于评估学生表现的工具和方法，确保学生能够收到及时、具体的反馈。这可能包括自动评分系统、教师评价或虚拟病人的反馈；在实施前开展专家团队评审、专业教师和学生的试点性测试，确保系统的稳定性和可用性。根据测试结果进行必要的修正和优化，以提高实验的教学质量；对教师进行培训，使他们熟悉系统的操作和教学策略，能够有效地使用虚拟仿真实验平台，并指导学生进行学习。

虚拟实验项目开展中，收集学生的学习数据和反馈，评估实验的效果；定期调整和虚拟仿真实验内容，更新医学前沿。同时，根据学生的反馈和学习成果不断改进教学方法；将虚拟仿真实验项目与其他兄弟医学院校和医疗服务机构共享，促进教育资源的交流和教学方法的推广。

## 4. 结论

虚拟仿真实验项目的呼吸系统实践设计已经在医学教育中显示出积极的教学影响。虚拟仿真实验教学使学生能够在模拟的临床环境中进行实践操作，这有助于提高他们的理论知识和技能水平。虚拟仿真实验使得教学资源可以更加高效地分配和利用，如实验动物和耗材，降低了实验操作中和临床实践可能出现的风险；允许学生根据不同学习需求和能力水平进行调整，提供了个性化的学习路径，从而获得更好的学习体验。虚拟仿真实验教学平台可以让教师更好地了解学生的学习情况和问题，及时进行指导和帮助，增强了师生之间的互动和教学效果[13]。采用多元化的评价体系，不仅考察课程知识点的掌握情况，同时考察学生的能力、交流、协作等方面，构建跨学科的知识体系，为综合医疗服务打下基础。学生在虚拟环境中练习使用呼吸机、进行气管插管等临床技能，培养临床思维和决策制定能力对于未来的临床工作至关重要[14]。

呼吸系统的虚拟仿真实验项目在医学教育中的应用对于提高学生的学习效果、降低教学成本、促进师生互动以及提升学生的应急处置能力等方面都产生了积极的影响。随着计算技术的不断革新和呼吸系统仿真实验的持续完善，该项目有望在未来发挥更加重要的作用。

## 基金项目

本研究受到 2022 年浙江树人学院课程思政示范课程建设项目(NO. 2022KCSZ030)、2022 年浙江省线

上线下混合式一流课程——基础医学导论(人体功能学)建设项目(NO. 2022HHYL550)、2022年浙江省省级课程思政教学研究项目——新医科背景下《人体功能学》课程思政建设(NO. 2022KCSZ198)、2022年教育部产学合作协同育人第二批立项项目(NO. 221003257101324)、2023年浙江树人学院核心课程建设项目(NO. 2023HXKC037)、2023年浙江树人学院“四新”研究与实践项目(NO. yk202406)和2023年“四新”重点教材建设项目(NO. 2022SXJC036)支持。

## 参考文献

- [1] 傅君毅, 胡广鑫, 胡冠焯, 等. 器官系统整合课程现状的思考及展望[J]. 基础医学教育, 2024, 26(2): 133-135.
- [2] 顾黎, 周明华. 国家虚拟仿真实验教学项目共享服务平台对现代远程教育实验教学的启示[J]. 成人教育, 2022, 42(5): 47-52.
- [3] 胡芝芝, 曾锐. 21世纪我国临床医学本科教育改革与发展分析[J]. 医学与社会, 2023, 36(11): 133-137.
- [4] 黄晨, 胡优敏, 刘燕, 等. 虚拟仿真项目助力实验教学的实践与探索[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(10): 225-227+300.
- [5] 袁艺标, 张枫, 高兴亚. 基于ESP的人体动脉血压虚拟实验设计与应用[J]. 实验室科学, 2022, 25(1): 44-46+50.
- [6] 孙林英, 王玉良, 蔡欣, 等. 基于OBE理念的基础医学实验教学改革探索——以ESP虚拟仿真实验技能大赛为例[J]. 现代职业教育, 2023(10): 53-56.
- [7] 李楠, 李平, 袁艺标. 基础医学虚拟仿真实验教学体系建设[J]. 科技风, 2023(32): 19-21.
- [8] 陈立锋, 范凌, 范静, 等. 呼吸系统机能学实验教学改进探索[J]. 河北北方学院学报(自然科学版), 2023, 39(8): 52-53.
- [9] 李丽萍, 高君妍, 林苏扬, 等. 虚实融合模式在生理学实验教学中的效果分析[J]. 基础医学教育, 2023, 25(9): 818-826.
- [10] 迟明, 梅亚波, 封志纯. 新生儿急性呼吸窘迫综合征研究进展[J]. 中国当代儿科杂志, 2018, 20(9): 724-728.
- [11] 朱柳杰, 任广立, 谢聪, 等. 两种不同无创通气策略治疗新生儿呼吸窘迫综合征疗效分析[J]. 天津医药, 2019, 47(10): 1067-1072.
- [12] 周红, 高兴亚, 张枫, 等. 医学生理学呼吸系统“三位一体”整合实验探究[J]. 科教导刊, 2022(31): 40-42.
- [13] 郑春光. 虚拟仿真系统在生理学实验教学中的应用研究[J]. 中国教育技术装备, 2022(19): 135-138.
- [14] 李琰, 张佳琳, 饶星, 等. 基于数字化的高校虚拟仿真实验教学平台建设与实践[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(10): 233-238.