

# 人机交互技术在解剖学教育中的应用<sup>\*</sup>

马鹤桐 杨 林 李 姣

(中国医学科学院/北京协和医学院医学信息研究所 北京 100020)

〔摘要〕 阐述人机交互技术在解剖学教育中的应用, 介绍人机交互技术相关教学工具, 对比传统教学工具与人机交互教学工具在解剖学教学中的优劣势, 促进教育工作者采用新型教学技术。

〔关键词〕 解剖学教育; 人机交互; 智能技术

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2021.06.013

**Application of Human Computer Interaction in Anatomy Education** MA Hetong, YANG Lin, LI Jiao, Institute of Medical Information, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100020, China

〔Abstract〕 The paper expounds the application of Human Computer Interaction (HCI) technology in anatomy education, introduces teaching tools related to HCI technology, and compares the advantages and disadvantages of traditional teaching tools and HCI teaching tools in anatomy teaching, so as to promote educators to adopt new teaching techniques.

〔Keywords〕 anatomy education; Human Computer Interaction (HCI); intelligent technology

## 1 引言

解剖学教育作为医学教育重要组成部分, 在人工智能技术发展与应用的环境下其教学手段不断向信息化、智能化转变。据美国医学会数据显示 2000-2015 年美国有 15 项国家报告呼吁教育变革<sup>[1]</sup>。随着信息源增多, 基于记忆的课程正在

向信息整合与利用转变<sup>[2]</sup>。在临床医学教育中, 外科手术相关教育与安全操作训练需深入理解与掌握解剖学知识<sup>[3]</sup>。人机交互技术作为人工智能技术的重要环节, 在教学手段及工具中不可或缺。人机交互技术应用于解剖学教育理论学习和实际操作方面, 贯穿于医学教育教授、练习、模拟等环节。通过辅助教学工具、资源整合平台、即时反馈技术、教学场景创新等方面的综合运用以增强学生自主性, 加强互动讨论、激发独立思考, 进而提升教育质量, 培养高水平医学人才。本研究对人机交互技术在解剖学教学中的工具进行梳理, 以便从业者及学生能够更好地理解并使用可获取的技术工具, 帮助其提升理论与实践素养。传统解剖学教学工具及人机交互技术辅助教学工具在教学中的应用, 见图 1。

〔修回日期〕 2020-12-23

〔作者简介〕 马鹤桐, 硕士, 助理研究员; 通讯作者: 李姣, 博士, 研究员。

〔基金项目〕 中国医学科学院医学与健康科技创新工程 (项目编号: 2018-I2M-AI-016); 中国医学科学院中央级公益性科研院所基本科研业务费 (项目编号: 2018PT33024)。

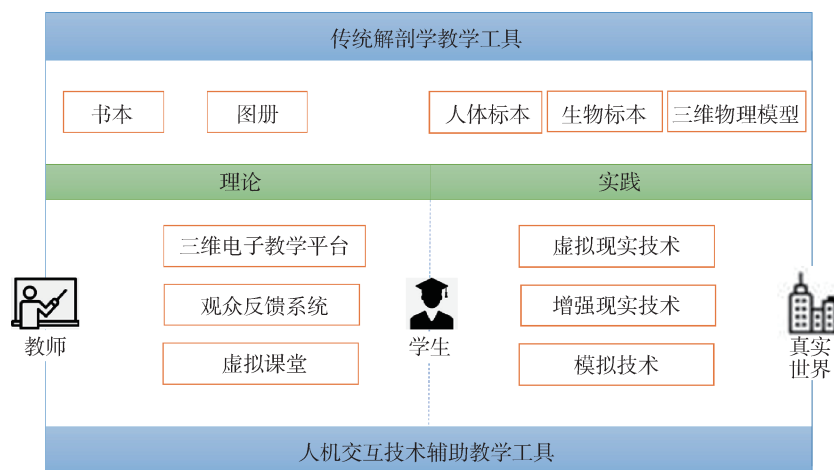


图1 解剖学传统教学与人机交互技术辅助教学

## 2 解剖学传统教学工具

### 2.1 概述

在传统解剖学教育中授课讲座、书本、讲习班是较为基础的教育方式<sup>[4]</sup>。人体解剖学课程分为《系统解剖学》和《局部解剖学》，前者主要为理论授课，补充一定实验课程，后者则以操作为主，解剖固定的标本，教学中6~8名学生共用1份标本<sup>[5-6]</sup>。在未采用人机交互技术的解剖学实验教学中，经常被用到的教学工具包括人体标本、生物标本与三维物理模型<sup>[7]</sup>。

### 2.2 人体标本解剖

Patel等发现在被采访的解剖学家中69%选择使用人体标本解剖方式<sup>[8]</sup>。人体标本解剖在400余年的时间中一直是解剖学教学的主要手段，其优势是可以增强学生主动和深度学习，帮助学生为实操技能打好基础并使其提前感知死亡<sup>[9]</sup>，此外还能够提升很多医学专业能力，如团队合作、应对压力以及同情心等方面<sup>[10]</sup>。但其劣势是人体标本不易于保存，解剖学教学过程对尸体数量需求较大，而往往实际尸体数量较少，无法满足教学需求。

### 2.3 生物标本解剖

不同于尸体标本解剖，生物标本是已经解剖

完成并经塑化处理。生物标本不需要学生从表皮开始一层层完成解剖，其需要精细技术以及大量时间，生物标本则直接将相应器官、组织展示给学生。生物标本的优势在于对于特定部位的学习更加省时<sup>[11]</sup>。Yeager等发现通过人体标本和生物标本学习解剖学的结果并没有显著不同<sup>[12]</sup>。

### 2.4 三维物理模型

近些年三维打印(3D Printing)技术的飞速发展使得三维物理模型可以应用在解剖学教育中。Estevez等设计一款3D物理工具并进行对比实验，实验表明相对于控制组，使用3D解剖学工具的实验组总体分数显著较高<sup>[13]</sup>。Huang等通过不同层面设计探究在解剖课堂中物理模型、虚拟现实模型与3D打印模型对学习效果的影响，发现3D打印模型是其中最有价值的工具<sup>[14]</sup>。相似地，Chen等针对解剖学教学中的骨骼部分进行随机受控试验，发现3D模型有准确和快速生产的特点，能够较好地辅助解剖学学习<sup>[15]</sup>。不少学者指出传统解剖学教育存在部分亟待解决的问题，如理论与临床脱节，教学资源稀缺，教学方法老旧，未能融入新技术等<sup>[16]</sup>。针对这些问题，国内改革实践要求更多地引入新技术、新理念，越来越多的解剖学教育通过搭建数字化实验室打造信息化教学平台，引入人机交互技术。

### 3 人机交互解剖学教学工具

#### 3.1 概述

人机交互技术的飞速发展给解剖学教育领域带来巨大变革,该技术嵌入到解剖学新兴产品与工具中并取得很好成效。对该领域从业者来说,理解新兴教育模式、使用新型教学工具、学习智能教学应用越发重要。三维电子教学平台,虚拟现实(Virtual Reality, VR),增强现实(Augmented Reality, AR),模拟,课程管理技术等工具在解剖学教学中常被采用<sup>[17]</sup>。

#### 3.2 三维电子教学平台

纳入医学数字图像、计算机技术,以构建数字化、完整人体三维模型的解剖学教学平台,相比传统解剖学教学模式,该平台能够建立清晰三维图像,可随意旋转,使得整个结构更加立体、清晰、系统,富有层次并易于交互<sup>[18]</sup>。很多学者在已有教学研究基础上自行开发针对特定问题的工具。如 David Brazina 等针对 DICOM 格式的医学数据开发可视化工具,该工具主要应用于 3D 解剖学模型上,用户通过输入进行交互,通过测试获得反馈<sup>[19]</sup>。Aldis 等通过摄影测量设置和软件生成 8 个区域解剖标本的数字 3D 模型,获得斯坦福大学教师认可<sup>[20]</sup>。Allen 等设计基于 3D 电子解剖模型和传统尸体实验室学习的对比试验,每一组都接触以上两种学习工具,发现一开始使用 3D 电子模型学习的学生成绩显著高于对应组,后接触 3D 模型的学生成绩较之前也有显著提高<sup>[21]</sup>。

#### 3.3 虚拟现实技术与增强现实技术

在辅助教学质量提升方面发挥重要作用。通过相关技术,VR 能够构建逼近真实世界的虚拟环境,AR 则能够允许用户在看到真实世界的基础上将虚拟内容进行叠加<sup>[22]</sup>。AR 与 VR 不同之处在于 AR 能够将计算机生成的内容整合到真实世界,以达到增强用户真实感知的效果<sup>[23]</sup>;VR 能够帮助学生在虚拟场景下看到模拟的东西并动手解剖,在虚拟智

能三维空间中进行交互<sup>[24]</sup>。McNulty 等研究表明就 VR 有效性和成本效益方面,学生普遍较为满意<sup>[25]</sup>。AR 在解剖学教育中被广泛应用,通过创建身体结构的幻觉展示帮助学生可视化复杂的解剖结构,进而提升教学质量<sup>[26]</sup>。

#### 3.4 模拟技术

作为人工智能技术在教育中的常见应用,是一种在专业人士指导下模仿或放大真实体验的技术,旨在通过反思、反馈和练习来减少在现实生活中类似的风险,在解剖学教育中被越来越多地应用,如通过模拟帮助学生反复练习以增强技能;利用模拟技术可多次创建高成本、高风险或现实中少见的情景,规避患者安全与隐私问题<sup>[27-28]</sup>,如现实中人体标本资源较少,学生可通过模拟技术提供的模拟场景练习解剖技巧等特定技能。LapSim 是用于练习腹腔镜手术技巧的一个虚拟模拟器<sup>[29]</sup>,能够帮助用户进行虚拟手术练习,有助于提升技能与兴趣。此外模拟技术常在中心平台使用,以便在教学中提供各项支持,如贵州医科大学于 2016 年完成智能临床技能中心构建并通过其模拟真实临床环境为学生提供技能训练,同步收集操作数据并反馈评分,同时该校举办该类比赛激励学生更好地完成模拟操作,以提升临床操作准确率<sup>[30]</sup>。

#### 3.5 课程管理

除以上主流教学辅助工具外,其他解剖学人机交互辅助教学工具还包括获取学生真实反馈的工具,如观众反馈系统是一种用来提升主动学习度的工具,学生可以通过人机交互方式实时评估课程,授课教师可以检测学生不完全理解的内容,以便能够及时给予更清晰的表述或讲解,帮助学生深刻理解,促进学生参与<sup>[31]</sup>。旨在加强学生互动,提升其自主性的虚拟课堂,允许学生在互动环境中通过举手问问题、投票参与、测试等方式获得指导。为学生提供反馈的工具,如电子徽章,由机构、组织、团体或个人授予以表示完成的项目、掌握的技能或经验标记。在日常学习中引入电子笔记、社交媒体、游戏等方式也能够通过人机交互模式帮助学生

自主学习，获得更多学习乐趣，提升学习效率<sup>[27]</sup>。

## 4 人机交互教学工具在解剖学教学中的比较优势（表 1）

表 1 传统教学工具与人机交互教学工具  
在解剖学教学中的对比

| 项目   | 传统教学工具      | 人机交互教学工具                        |
|------|-------------|---------------------------------|
| 教学内容 | 理论、实践       | 多用于实践                           |
| 教学模式 | 二维          | 三维                              |
| 教学设备 | 书本、图册、标本等教具 | 工作站，3D 电视、3D 眼镜、智能手机、平板等        |
| 教学角色 | 主要教学工具      | 多为辅助教学工具                        |
| 教学形态 | 多为静态        | 多为动态教学及混合教学                     |
| 教学功能 | 观看          | 任意角度观看、旋转、缩放、平移、选择结构、高亮结构、提供标签等 |
| 教学方式 | 讲座、实验       | 平板扫描、智能手机 APP、电脑模型、空间可视化视频等     |
| 教学技术 | 无           | 虚拟现实、增强现实、空间可视化、数字虚拟模拟技术等       |

### 4.1 教学内容

传统教学工具既有助于理论的部分，如书本、图册等，又有应用于实践的部分，如大体解剖。人机交互教学工具则多用于实践，如可任意旋转的 3D 模型能够帮助学生在任意视角下深入了解解剖结构空间关系，也有少部分工具用于理论教学，如空间 3D 教学视频，通过空间三维可视化以及在视频中的解说帮助学生了解解剖结构具体细节。

### 4.2 教学模式

传统教学工具多以二维为主，如书本和图册上的图片，学生只能从某一特定视角了解，而人机交互教学工具则多以三维形式出现，允许学生与工具的互操作，可将结构旋转为任意视角，提供平移、缩放、透明模式等辅助功能。三维模式包括空间以及普通三维模式，空间三维模式通过空间三维可视化技术为

学生呈现更加立体的可视化结构，但其无法支持与学生的交互；普通三维模式无法呈现空间可视化，但支持学生多种操作互动，部分工具提供在线测试及反馈功能，帮助学生了解自身知识薄弱点。

### 4.3 教学设备

传统教学主要包括书本、图册、标本等教具，具有一定局限性。人机交互工具则更多结合目前学生普遍使用的工作站、移动工作站、3D 电视、3D 眼镜、智能手机、平板电脑等设备，为学生提供不同体验。

### 4.4 教学角色

传统教学工具为主要教学工具，在教学中占有重要地位。人机交互教学工具则多为辅助传统教学的教学工具，其目的在于弥补传统教学工具的部分局限性。

### 4.5 教学形态

传统教学工具多为静态，如图集。人机交互教学工具多为动态，包括视频、互动形式等，部分基于 AR 的教学工具提供混合教学模式，如既提供图集、视频也支持学生与模型的互动。

### 4.6 教学功能

传统教学工具功能较为单一，主要支持学生通过观看来学习，人机交互教学工具则提供更多功能，方便学生通过多种渠道吸收知识，如任意旋转、观看、缩放、平移、选择、高亮、提供标签等。部分工具提供基于某一结构可能的临床案例及其病变演变过程。人机交互教学工具在原有观看的维度上增加同步音频（如空间三维视频解说）、人机交互（如三维模型中的互操作）等元素，帮助学生多管齐下，促进对于解剖结构的深入理解。

### 4.7 教学方式

传统教学方式包括听讲座、做实验等，未涉及其他资源。人机交互教学工具则引入不少其他元



素,如在 AR 工具中可能涉及通过平板电脑扫描标记获取资源、通过智能手机 APP 获取相关知识、通过电脑模型进行互动、通过空间可视化视频了解解剖结构具体细节等。

#### 4.8 教学技术

传统解剖学教育并未涉及一些特定的教学技术,而人机交互教学工具则引入 VR、AR、空间可视化、数字虚拟模拟等教学技术,从而为传统教学补充更多元素,使得学生能够在更多维度上实现认知升级。综上,人机交互教学工具更适用于实践操作学习环节,在提供多维视角、丰富学生体验、强化理解与认知等方面具有优势,可与传统教学工具交叉互补,弥补传统教学工具局限性的同时促进学生对于解剖学知识的深入理解与掌握。

#### 5 结语

本研究总结人机交互技术在解剖学辅助教学工具中的应用,利用该技术及时收集学生理论知识不足之处,个性化制定学习和复习方案,有效帮助学生准确、全面、系统、清晰地掌握解剖学理论知识。通过可视化展示、多维度感知、交互式操作等学习体验,将临床实践与解剖教学相结合,能够在有效提升解剖知识学习效果的同时增强学习兴趣与参与度。此外研究分析对比传统教学工具与人机交互教学工具在解剖学教学中的优劣势,帮助学生了解人机交互教学工具优势与传统教学工具局限,促进教育从业者了解人机交互教学工具对于传统教学工具的补充,以及在哪些方面能够更好地改进,帮助学生深入了解学习解剖学。人机交互技术为解剖学提供高效的教学辅助工具,同时为理论与实践相结合的临床技术发展提供有力支撑。在人工智能技术快速应用的背景下新的医学教育模式探究和新的教育工具研发成为医学教育技术重要发展领域。

#### 参考文献

1 Melinda Beck. Innovation Is Sweeping Through U. S. Medi-

cal Schools [EB/OL]. [2020 - 11 - 19]. <https://www.wsj.com/articles/innovation-is-sweeping-through-u-s-medical-schools-1424145650>.

- 2 Wartman S A, Combs C D. Medical Education Must Move from the Information Age to the Age of Artificial Intelligence [J]. *Academic Medicine Journal of the Association of American Medical Colleges*, 2018, 93 (8): 1.
- 3 Turney B W. Anatomy in a Modern Medical Curriculum [J]. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 2007, 89 (2): 104 - 107.
- 4 Wynter L, Burgess A, Kalman E, et al. Medical Students: what educational resources are they using? [J]. *BMC Med Educ*, 2019, 19 (1): 36.
- 5 孙燕,高璐,马丽香,等.中美人体解剖学教育教学法的差异及启迪 [J]. *解剖学研究*, 2018 (4): 284 - 286.
- 6 孙燕,高璐,马丽香,等.融入医学人文教育的局部解剖学教学模式的创新和实践 [J]. *中国高等医学教育*, 2019 (2): 57 - 58.
- 7 Estai M, Bunt S. Best Teaching Practices in Anatomy Education: a critical review [J]. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 2016 (208): 151 - 157.
- 8 Patel K M, Moxham B J. Attitudes of Professional Anatomists to Curricular Change [J]. *Clinical Anatomy*, 2006, 19 (2): 132 - 141.
- 9 Fruhstorfer B H, Palmer J, Brydges S, et al. The Use of Plastinated Prosections for Teaching Anatomy - the view of medical students on the value of this learning resource [J]. *Clinical Anatomy*, 2011, 24 (2): 246 - 252.
- 10 Böckers A, Jerg - Bretzke L, Lamp C, et al. The Gross Anatomy Course: an analysis of its importance [J]. *Anatomical Sciences Education*, 2010, 3 (1): 3 - 11.
- 11 Leung K K, Lu K S, Huang T S, et al. Anatomy Instruction in Medical Schools: connecting the past and the future [J]. *Advances in Health Sciences Education*, 2006, 11 (2): 209 - 215.
- 12 Yeager V L. Learning Gross Anatomy: dissection and prosection [J]. *Clinical Anatomy*, 1996, 9 (1): 57 - 59.
- 13 Estevez M E, Lindgren K A, Bergethon P R. A Novel Three - dimensional Tool for Teaching Human Neuroanatomy [J]. *Anatomical Sciences Education*, 2010, 3 (6): 309 - 317.
- 14 Huang Z, Song W, Zhang Y, et al. Three - dimensional

- Printing Model Improves Morphological Understanding in Acetabular Fracture Learning: a multicenter, randomized, controlled study [J]. Plos One, 2018, 13 (1): e0191328.
- 15 Chen S, Pan Z X, Wu Y Y, et al. The Role of Three - dimensional Printed Models of Skull in Anatomy Education: a randomized controlled trail [J]. Scientific Reports, 2017, 7 (1): 575.
- 16 欧阳琳, 王云贵, 马腾. 局部解剖学课程教学模式的改革与探索 [J]. 局解手术学杂志, 2017, 26 (4): 301 - 302.
- 17 Stanford University. The Stanford Virtual Heart [EB/OL]. [2020 - 12 - 19]. <https://www.stanfordchildrens.org/en/innovation/virtual-reality/stanford-virtual-heart>.
- 18 万丽丹, 伍洪昊. 数字化虚拟人解剖学教学平台的应用现状 [J]. 中国组织化学与细胞化学杂志, 2017, 26 (6): 625 - 628.
- 19 Brazina D, Fojtik R, Rombova Z. 3D Visualization in Teaching Anatomy [J]. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2014 (143): 367 - 371.
- 20 Petriceks A H, Peterson A S, Angeles M, et al. Photogrammetry of Human Specimens: an innovation in anatomy education [J]. Journal of Medical Education and Curricular Development, 2018 (5): 1 - 10.
- 21 Allen L K, Eagleson R, Ribaupierre S. Evaluation of an Online Three - dimensional Interactive Resource for Undergraduate Neuroanatomy Education [J]. Anatomical Sciences Education, 2016, 9 (5): 431 - 439.
- 22 白雪, 李志军, 张少杰, 等. 虚拟现实技术在医学教育中的应用与探讨 [J]. 卫生职业教育, 2017, 35 (12): 32 - 34.
- 23 Hugues O, Fuchs P, Nannipieri O. New Augmented Reality Taxonomy: technologies and features of augmented environment [M]. New York: Springer, 2011: 47 - 63.
- 24 Trelease R B. Anatomical Informatics: millennial perspectives on a newer frontier [J]. The Anatomical Record, 2002, 269 (5): 224 - 235.
- 25 McNulty J A, Sonntag B, Sinacore J M. Evaluation of Computer - aided Instruction in a Gross Anatomy Course: a six - year study [J]. Anatomical Sciences Education, 2009, 2 (1): 2 - 8.
- 26 Thomas R G, William J N, Delieu J M. Augmented Reality for Anatomical Education [J]. Journal of Visual Communication in Medicine, 2010, 33 (1): 6 - 15.
- 27 Miedany E Y. Simulation in Medical Education, in Rheumatology Teaching: the art and science of medical education [M]. Switzerland: Springer International Publishing Cham, 2019: 259 - 283.
- 28 Datta R, Upadhyay K K, Jaideep C N. Simulation and Its Role in Medical Education [J]. Medical Journal Armed Forces India, 2012, 68 (2): 167 - 172.
- 29 Surgical Science. LapSim [EB/OL]. [2020 - 11 - 19]. <https://surgicalsecience.com/systems/lapsim/>.
- 30 张牡丹, 戚璐, 俞思伟, 等. 智能模拟临床技能教学的探索与实践 [J]. 轻工科技, 2019, 35 (4): 196 - 198.
- 31 Jacob V J, Doris O, Anne - Kathrine H F. Good Experiences with an Audience Response System Used in Medical Education [J]. Danish Medical Bulletin, 2011, 58 (11): A4333.

## 《医学信息学杂志》开通微信公众号

《医学信息学杂志》微信公众号现已开通, 作者可通过该平台查阅稿件状态; 读者可浏览当期最新内容、过刊等; 同时提供国内外最新医学信息研究动态、发展前沿等, 搭建编者、作者、读者之间沟通、交流的平台。可在微信添加中找到公众号, 输入“医学信息学杂志”进行确认, 也可扫描右侧二维码添加, 敬请关注!



《医学信息学杂志》编辑部