

# 功能数字人的人体机能学实验新体系

刘宣宣<sup>1</sup> 王觉进<sup>2</sup> 陈艾东<sup>2\*</sup>

1 南京医科大学康达学院生理学教研室 2 南京医科大学生理学系

DOI:10.12238/bmtr.v4i4.5442

**[摘要]** 人体机能十分复杂,受多种因素影响,传统动物实验或人体试验无法实现单因素分离,不能紧密结合临床和让学生得到系统的科研训练,也不利于学生自主学习和探索未知领域的能力的培养,为此,我们创建了人体核心指标及时运算实时输出的数字人、基于整合可分离式医学实验操作平台为内核的动物实验和人体机能试验,实现功能数字人新的教学模式,很好地解决上述问题。本项目包括机械、生理、临床案例和实时考核四个模块。通过功能数字人整合模式,培养学生应用基础医学知识解决临床问题和探索关键科学问题的能力,本文就此做系统阐述。

**[关键词]** 功能数字人; 机能学实验; 科研训练; 临床案例; 实时考核

**中图分类号:** R24 **文献标识码:** A

## A New System of Ergonomic Experiments for Functional Digital Human

Xuan Liu<sup>1</sup> Juejin Wang<sup>2</sup> Aidong Chen<sup>2\*</sup>

1 Department of physiology, Kangda college, Nanjing Medical University

2 Department of science, Nanjing Medical University

**[Abstract]** The functions of the human body are very complex and are affected by many factors. Traditional animal experiments or human experiments cannot achieve single-factor separation, cannot be closely combined with clinical practice and allow students to receive systematic scientific research training, and are not conducive to students' ability to learn independently and explore unknown areas. For this purpose, we have created a digital human with real-time output of the core indicators of the human body, animal experiments and human function experiments based on the integrated and separable medical experimental operation platform as the core, and realized a new teaching mode of functional digital human. to solve the above problems. This project includes four modules: mechanics, physiology, clinical cases and real-time assessment. Through the functional digital human integration model, students can develop their ability to apply basic medical knowledge to solve clinical problems and explore key scientific problems. This article makes a systematic exposition on this.

**[Keywords]** functional digital human; functional experiment; scientific research training; clinical case; real-time assessment

### 引言

医学教育的目标是培养具备生命科学和医学的知识,能够从事临床和科学研究的专门人才。这不仅要求学生学习医学相各学科的基本理论和基本技能,同时要将所学的知识结合临床和科研,以适应今后工作研究的需要。人体机能学实验是一门包含生理学、病理生理学、药理学的实验课程,从正常的生理功能活动和生理机制到疾病的病理生理变化,再到药物的干预治疗,是医学生的必修实验课程。传统的实验课程是以验证式动物实验为主体,实验操作单一、启发性小,不能充分体现医学生以岗位胜任力导向的培养目标,同时,单纯动物实验与临床结合不够紧密,不符合医学教育早临床、反复临床和自主学习的要求,无

法适应新形势下医学专门人才的需要。此外,单一的动物实验也无法激发学生的学习兴趣,不利于学生临床思维能力培养。传统动物实验和人体机能实验所测得的数据,往往是各种因素相互作用的综合结果,因素之间无法分离,难以探索单因素的具体作用。机能实验作为医学生探讨生理功能和机制的首个操作环节,在医学教育中发挥着重要作用,基于以上基本情况,我校借助ESP (Electronic Standardized Patient, 电子式标准化病人/功能数字人) 时运算仿真技术、基于整合可分离式医学实验操作平台为内核的动物实验和人体机能实验,利用临床数据建立的数学模型,人工智能进行数据整理和分析,模拟以人为核心技术的生理驱动的人体功能虚拟仿真系统,该系统能够充分发挥学生

在实验教学中的主动性,同时培养学生整合式思维能力<sup>[1]</sup>,有利于探索更适合医学学生的实验教学模式,以实现新形势下医学专业人才培养目标。

### 1 功能数字人在人体机能学实验中的实施过程

虚拟仿真实验系统是以数字仿真技术和计算机虚拟现实为核心的虚拟操作系统,它具有实时动态性和可操作性,并且允许重复操作。在进行功能数字人(SP)体机能实验的第一步是课前预习,教师在上课前将引导学生通过电子设备观看操作讲解视频,预习实验内容,提前为上课内容做好了解,同时增加学生学习兴趣。第二步是开展课堂虚拟仿真实验,面对我校临床医学专业的学生实施,学生具备一定的基础医学知识,同时对临床知识很感兴趣,动手操作能力较强。虚拟实验课每班25-30名学生,一位老师带教,每小组3-5人进行虚拟操作实验。实验分为四个模块:

“机械模型”模块,学生通过反复尝试,观察、分析单因素对人体生理机能的影响,从物理学角度直观地认识人体机能和影响因素,教师提出讨论题,小组讨论后汇报。“生理模型”模块,学生对各种生理指标进行动态实时调控,以所学生理学知识为基础,解释单一因素作用引发的机体生理功能的调节机制,并完成实验报告。“临床案例分析”模块,虚拟操作系统会每组随机分配临床案例。在同一个疾病模型内,系统可以模拟多种疾病状态,实时改变疾病状态下生理参数,例如,危重症状态下模拟常见呼吸系统、消化系统、内分泌系统和心血管系统相关疾病等,学生通过对患者体征和临床监测指标、临床表现等进行记录和分析,依据所学知识,找出临床案例中引起机体生理功能异常的主要因素,并开展小组讨论,以便课后查阅该疾病的最新研究成果和治疗方案,锻炼学生对知识的总结和应用能力。“总结与评价”模块,总结本实验需掌握的相关知识点,教师对学生操作的数据进行分析总结,并帮助学生一起归纳本节课的学习要点,完成形成性评价,此外,学生相互之间互评,促进学生间相互学习。系统也会自动记录每位学生的访问信息、操作过程和考核的结果,生成评价报告,并给出错题解析,使得学生在实验操作过程中目标更明确,更清晰地查漏补缺。大量及时有效数据的呈现,可促使教师调整教学内容和方法,提高教学效果,最终达到增强学生自主学习、分析问题、解决问题能力的目标<sup>[10]</sup>。传统动物实验教学的最终成绩大都是以实验报告作为考核指标,学生的实验操作过程无法实时记录,造成了不少学生只注重实验报告,不注重实验过程,无法形成有效的过程性评价。此外,传统动物实验教学形式不能有效地帮助教师真正了解学生的实践操作水平和能力,不能全面地评价学生的成绩。该虚拟操作系统的实施不仅可以帮助学生深刻理解人体机能活动的发生机制,掌握机体各项生理功能的调节规律,更有利于学生在基础知识的学习阶段了解临床常见疾病的主要发病机制,促使学生夯实基础知识,早接触临床。实验课后,教师会在超星学习通平台布置临床案例延伸阅读作业,引导学生查阅临床疾病的临床表现和诊疗手段,促使学生从基础知识跨越到临床知识,激发学生的学习兴趣和临床思维能力。

### 2 功能数字人在人体机能学实验中的实施效果

首先,功能数字人(SP)教学模式不仅有利于激发学生的学习主动性,提高学习积极性、培养学生的学习兴趣,也有利于增加学生的实验参与度,学生对于数字化的实验学习模式更感兴趣,达到提高教学效果的目标,本实验项目通过实时动态的画面转换,有助于学生形成深刻的图像记忆,提升实验教学效果。第二,加深对学生所学知识的理解。例如传统动物实验和人体机能实验所测得的动脉血压变化往往是各种因素相互作用的综合结果,因素之间无法分离,难以探索单因素的具体作用。本项目借助ESP实时运算仿真技术,实现单因素分离,有助于学生深刻理解动脉血压的调节机制和影响因素<sup>[3]</sup>。第三,可以提高学生对知识的运用能力。本项目引入临床常见的与血压变化密切相关的失血性休克、心源性休克和过敏性休克等危急重案例,模拟疾病发生过程人体机能相关指标的变化,引导学生思考并分析功能异常的主要原因,培养学生对所学知识的运用能力<sup>[4]</sup>。最后,此教学模式主要体现了“早临床”和“自主学习”的教学理念<sup>[9]</sup>。实现了学生为主体,教师作为引导角色在实验教学活动中的地位,包含观察现象、发现问题、解决问题、查阅资料等步骤,不同于传统的实验教学模式,对于学生培养良好的思维能力和创新解决问题能力起到很好的启发和引导作用。

### 3 功能数字人的创新性

功能数字人教学模式实现了基础学科之间的横向整合,基础与临床知识的纵向整合,同时将理论与实践贯穿结合。实验内容在整合人体解剖学、生理学、病理生理学和药理学多学科知识的同时,引入临床疾病案例,培养学生应用基础知识分析解决临床问题的能力。第一,本项目将理论学习与虚拟现实技术相结合,在提供虚拟实验场景的同时给予学生自由探索的空间。“机械模型”和“生理模型”中的指标均设计为有刻度、可连续调节的滑块,学生像做“游戏”一样地进行反复尝试,在体验学习乐趣的同时促进其对知识的建构,学生的主体地位、学习能力和学习兴趣都得到了加强。第二,本项目有明确的实验任务和考核要求,学生需要完成各项指标的观测,提交实验报告,并通过考核。通过明确的任务驱动,加强学生对学习资源的积极主动搜索和运用,以小组团队形式开展实验,有利于学生进行自主探索和团队协作,提高实验教学效果。第三,本项目设计的调节虚拟仿真实验与人体机能指标综合实验等实体实验结合,形成完整的教学体系,帮助学生深刻理解人体各项生理功能的机制,提高实验教学效果。

此过程中体现了以学生为主体,增加了学生学习兴趣,让学生在各种“生理模型”模块中自由探索体验式学习,尽可能多地获取具体经验和相关数据,在体验学习乐趣的同时促进其对知识的建构。通过“做中学”,学生的主体地位、学习能力和学习兴趣都得到了很好的加强。此外,促使学生在实验操作中融会贯通,引导学生自主学习。通过完成相关任务,使学生在“机械模型”和“生理模型”中,深入学习和理解人体的机能和调节的生

理学基础,并应用所学知识,对临床案例中相关疾病的病理生理机制及治疗原则进行有效演绎推理。让学生自己去查阅最新的科研材料,促使学生在基础阶段接触科研文献,有利于形成良好的临床思维。促进学生对学习资源的积极主动应用,有利于培养学生知识结构的整体性、全面性和融通性,锻炼其综合分析和自主学习能力,在虚实互补中,提高教学效果。本方法与实体动物实验的内容不重复,而是相互补充。借助ESP内核,成功地实现了“单因素分离”。这种“单因素冲击响应”模式,使探索单因素的具体作用成为可能,这是传统动物实验、人体机能试验无法替代的。通过虚实结合,提高了实验教学的完整性和教学效果。最后,形成性评价的实施,精准指导学习过程,使得学生在每次实验中都能有所启发、有所收获<sup>[5-6]</sup>。本项目的4个模块均设置了考核或评价环节,实现了教学和评价融合。教师通过分析学生操作数据和实验考核成绩,实时分析学生实验操作中存在的问题,及时对实验教学内容及进度进行调控,以实现因材施教。

#### 4 总结

医学生的培养目标是要求学生具有良好的发现问题、分析问题和解决问题的能力,同时具备基本临床思维能力和科学研究的实际工作能力<sup>[8]</sup>。人体机能实验作为基础医学实验教学的重要组成部分,是培养学生实际操作能力的基础。功能数字人的实施不仅对学生实践操作能力和临床思维能力的培养发挥重要作用,同时对于高校教师加强自身医学知识储备,实现基础医学和临床医学的融合起到很好的督促作用,激发高校教师不断学习,与时俱进。当前国内许多医学院校仍然在开展传统的动物实验和人体机能试验,无法实现单因素分离,不利于充分调动学生的学习兴趣 and 自主学习能力<sup>[7]</sup>。本校基于功能数字人机能实验室是基础医学国家级虚拟仿真实验教学中心和基础医学国家级实验教学示范中心。其中,“信息技术与医学教育深度融合的创新实践”获国家级教学成果二等奖,“医学教育的信息化流程再造”获江苏省教学成果特等奖,本实验方法非常值得在医学院校推广。

#### [基金项目]

2020年度江苏高校哲学社会科学研究一般项目(020SJA2441)  
2022年度江苏省高等学校基础科学(自然科学)面上项目。

#### [参考文献]

- [1]王曜晖,周万津,李春鸣,等.虚拟仿真实验教学项目在临床医学等专业学生培养中的应用[J].医学教育管理,2020,6(05):483-486.
- [2]周前.机能学虚拟仿真实验教学实践与开展现状探讨[J].现代职业教育,2020,(43):148-149.
- [3]黄华,马元,王宁,等.信息化临床思维模拟培训与考核系统在临床医学专业学生临床思维能力评价中的应用[J].中华医学教育杂志,2019,(08):630-634.
- [4]付玉洁,娄晨曦,闫一璇.医教协同背景下临床教学基地建设的问题与思考[J].文化产业,2021,(10):102-103.
- [5]王雪芹,丁焕香,张红品.信息化教学质量评价体系的构建及实践研究——以临沂大学体育专业理论课为例[J].哈尔滨体育学院学报,2019,37(03):6-10+16.
- [6]李茜,黄睿彦,张怀平,等.信息化教学质量评价与监控体系的构建[J].医学教育管理,2018,4(01):6-10.
- [7]王丹,杨斯闲,董志恒,等.人体形态学虚拟仿真实验教学平台的建设与实践[J].中国实验诊断学,2020,24(10):1755-1757.
- [8]陈艾东,王觉进,高兴亚.“三位一体”机能实验教学新体系建设初探[J].生理学报,2020,72(06):724-729.
- [9]聂黎虹,李光华,侯玲,等.“人体生理学与病理生理学”课程的实践思考[J].科教文汇(上旬刊),2018,(10):75-76+80.
- [10]刘畅,王冰梅,杜艳伟,等.形成性评价在人体机能学实验课程中的实践应用[J].教育教学论坛,2020,(34):229-230.

#### 作者简介:

刘宣宣(1987--),女,汉族,江苏徐州人,硕士研究生,讲师,研究方向:生理学教育教学研究。

#### 通信作者:

陈艾东。