

Development and Application of a Comprehensive Experimental Teaching Project Based on ESP Virtual Patient Pregnancy Hypertension Virtual Simulation

Weiwei Tian¹ Chaoxia Tian² Hongmei Li^{2*} Aimei Liu²

1. Shanxi Fenyang Hospital, Fenyang, Shanxi, 032200, China

2. Fenyang College, Shanxi Medical University, Fenyang, Shanxi, 032200, China

Abstract

Objective The purpose of this study is to explore the development and application effects of a virtual simulation comprehensive experimental teaching project for gestational hypertension, which is oriented towards solving clinical problems. **Methods** Developing a virtual simulation comprehensive experimental teaching project for gestational hypertension. We selected 60 undergraduate midwifery students from our school in 2020 as the experimental group, and 52 undergraduate midwifery students from 2019 as the control group. The control group chose traditional case teaching methods for the comprehensive experimental course of gestational hypertension, while the experimental group chose the developed virtual simulation comprehensive experimental teaching method for gestational hypertension. We compared the operational results of the two groups' comprehensive experiments, Statistical experimental group students learning duration of virtual simulation projects and evaluation of the effectiveness of virtual simulation comprehensive experimental projects. **Results** The performance of the experimental group students in the offline operation assessment of pregnancy induced hypertension was significantly higher than that of the control group ($P < 0.05$). The average practice duration of the experimental group students in virtual simulation online was (35.78 ± 8.42), and the average score was (92.74 ± 6.23). 96.7% of students believe that it can improve their ability to analyze problems and solve clinical problems. **Conclusion** The virtual simulation comprehensive experimental teaching project for pregnancy induced hypertension can help improve students' operational skills, autonomous learning abilities, and enhance their overall quality.

Keywords

virtual simulation experiment teaching; Pregnancy induced hypertension; Midwifery education

基于电子化标准化病人在妊娠高血压虚拟仿真综合实验教学项目的研发与应用

田威威¹ 田朝霞² 李红梅^{2*} 刘爱梅

1. 山西省汾阳医院, 中国·山西 汾阳 032200

2. 山西医科大学汾阳学院, 中国·山西 汾阳 032200

摘要

目的 探讨以解决临床问题为导向的ESP在妊娠高血压虚拟仿真综合实验教学项目的研发及应用效果。**方法** 研发ESP妊娠高血压虚拟仿真综合实验教学项目, 选择我校2022级助产本科生60人作为实验组, 选择2021级助产本科生52人作为对照组, 对照组妊娠高血压的综合实验课选择传统的案例教学方法, 实验组选用研发的ESP妊娠高血压虚拟仿真综合实验教学方法, 比较两组的综合实验的操作成绩, 统计实验组学生ESP虚拟仿真项目学习时长及对ESP虚拟仿真综合实验项目的效果评价。**结果** 实验组学生对妊娠高血压病人线下操作考核成绩显著高于对照组 ($P < 0.05$), 实验组学生ESP虚拟仿真线上平均练习时长为 (35.78 ± 8.42), 平均成绩为 (92.74 ± 6.23)。96.7%的学生认为能够提高分析问题、解决临床问题的能力等。**结论** ESP妊娠高血压虚拟仿真综合实验教学项目有助于提高学生的操作水平, 自主学习的能力以及提升个人的综合素质。

关键词

虚拟仿真实验教学; 妊娠高血压; 助产教育

【基金项目】山西医科大学汾阳学院教改课题(项目编号: FJ2024006); 山西省高校教学改革创新课题(项目编号: J20241699)。

【作者简介】田威威(1980-), 男, 中国山西孝义人, 本科, 副教授, 从事重症医学, 临床护理教育研究。

1 引言

随着时代信息化的到来, 虚拟仿真通过实物和物理效应呈现出模拟情景, 目前已经广泛应用于医学教育与临床医学等多个方面^[1]。虚拟仿真实验教学是高等教育信息化建设的重要内容, 更是学科专业与信息技术深度融合的产物^[2]。

教学结合虚拟仿真技术体现学科交叉融合的重要性,加强了学生的学习效果,同时也提高了教学质量^[9]。

妊娠高血压是妇产科护理学教学的重点和难点,是护生必须掌握的知识和技能,但妊娠高血压的评估和处理在学校教学中存在综合病例资源有限,学习方式单一等困难,这些都降低了学生的学习积极性,不利于学生临床思维的培养及临床实践能力的发展。随着时代信息化的到来,教学结合虚拟仿真技术将难懂晦涩的内容具象化,可视化,目前已经广泛应用于医学教育与临床教学等多个方面。有研究发现电子化标准化病人(electronic standardized patient, ESP)可模拟人体的生理、病理生理状态下生命机体功能的变化,将理论、案例、实践进行有机融合,进一步加深学生的理解。鉴此,我院通过研发基于ESP妊娠高血压虚拟仿真项目,旨在虚拟仿真教学中融入案例教学,提升学生临床思维能力及实践能力,取得良好效果,现报告如下。

2 基于ESP虚拟病人妊娠高血压虚拟仿真综合实验教学项目的研发

2.1 项目的设计思路

本项目基于学生助产综合实训能力和解决临床问题为导向的设计原则,以妊娠高血压案例以及各个不同情景的发生为设计依据,全程以“知识-虚拟-实操-反思”四步为设计主线,阐述妊娠高血压患者不同阶段的生理、心理变化。学生通过理论知识的学习,开放式的问答评估,团队合作的处理方式,融入课程思政后学生对患者的人文关怀,掌握妊娠高血压患者重症子痫前期出现问题的处理方法。

2.2 研发目的

该项目是为了满足互联网+时代下医学教育的需要,解决实践环节不足、医学知识脱离实际等问题,从而培养具有临床思维、实践能力的高素质专业人才。其中,该项目的主要内容为建立基于ESP的助产综合仿真实验平台,使学生通过互动仿真实验获得必要的技能、知识和经验。

该项目的研发旨在培养学生临床思维能力。实践操作能够很好的帮助学生将理论知识更好应用于临床实践中。此外,该仿真实验平台的形式也可以更好的满足学生知识的需求和对临床经验的追求,从而提高学生的实践能力和创新思维。

同时,该项目的开发还注重培养学生快速适应新技术和新环境的能力。随着科技的不断进步和新技术的不断出现,影响学生未来发展的不仅仅是知识,而是掌握这些知识的能力。因此,该项目的实践操作可以更好的帮助学生了解新技术和快速适应新环境的能力,为未来的发展打下坚实的基础。

2.3 妊娠高血压虚拟仿真综合实验项目的操作流程

学生登录平台后,可以看到左侧为实验目的和实验内容,实验目的为:①能应用临床思维方法对妊娠高血压疾病病人进行健康评估,分析病情;②能识别重度子痫前期患者

并初步处理。能对重度子痫前期患者进行护理和执行医嘱;③能与病人、家属及相关医务工作人员进行有效的沟通;④能进行有效的团队协作。实验内容:妊娠高血压疾病的综合护理包括:重度子痫前期患者的初步处理,重度子痫前期患者的用药护理、健康教育等,重点病人的交接班等。右侧为三个模块分别是:血液循环生理模型、临床案例分析、总结与评价。

点击血液循环生理模型出现的界面为:左侧是模拟心电图监护仪,模拟孕妇当时的心率、血压、中心静脉压、血氧饱和度、呼吸值,中间截面为血液循环的动态图,右侧为动脉血压形成及影响因素的生理知识回顾以及相关的妊娠高血压的知识点测试。点击临床案例分析会出现情景一、情景二、情景三,点击情景一后会有案例介绍,有弹框提示等,通过开放式的问答,学生可以掌握其知识点,结束后会有相应的练习时间及每一步的测试成绩。

2.4 妊娠高血压虚拟仿真综合实验项目的案例情景

学生点击临床案例后会出现以下场景:首先是案例介绍:田某,女,30岁,高中老师。病史:平素月经周期规则,周期28-30天,LMP2022.4.15,EDC2023.02.4日。停经40天自测尿妊娠试验阳性,并感轻微早孕反应,孕期无发热及服药史,无腹痛、阴道流血等。停经4月余始感胎动,持续至今。孕中晚期无眼花、无胸闷、心悸等。孕期定期产前检查,停经30周产检查血压:145/85mmHg,诊断“妊娠期高血压”,予口服降压药治疗并嘱监测血压,血压控制于135-145/75-85mmHg。既往体健。月经婚育史:LMP2022.4.15,0-0-0-0。家族史:父母健在,父亲患高血压5年,规律口服药物治疗,血压控制可。情景及任务具体见表1。

3 项目应用

3.1 一般资料

选择我校2022级助产本科生60人作为实验组,选择2021级助产本科生52人作为对照组,两届学生均为女生,年龄均在18-23岁之间,自愿参加本次研究,身体无任何疾病并且连续上学,中途无长时间请假或者休学退学者。两届学生均在大三第二学期进行本研究,均完成了三年的基础课程及专业课程,学习了助产专业的相关知识,两组学生入学成绩,前期的助产学成绩比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表2。

3.2 研究方法

选择人卫出版社余艳红、陈叙主编的《助产学》为教材,操作流程均为我院编写的《新编护理技能评价标准》中册,对照组妊娠高血压的综合实验课选择传统的案例教学方法,实验组在传统教学的基础上融合妊娠高血压虚拟仿真综合实验教学方法,两组学生授课的内容、教材的选用、授课教师、教学大纲、时数(4小时)均相同。10人为一个小班,三个授课教师同时上课,两轮结束。以下是实验组与对照组的课前、课中、课后的具体安排。见表3。

表1 妊娠高血压虚拟仿真项目的案例情景展示

情景	任务、角色、实验室用物准备	通过沟通涉及的知识点	涉及的课程思政元素
情景一：现在为2023.01.05 9:00，在产检门诊叫号系统正常运行，孕妇们有序坐着等待叫号。孕妇田某是15号，前面还有6个号，等待过程中她突感头痛、眼花，感觉很不舒服，所以让她妈妈搀扶着来到导诊台，询问导诊护士能否提前就诊，这时候9号孕妇家属过来对着护士说：我是9号，我等得快半个小时了，怎么还没叫我们！随后出现孕妇的心电监护仪上的模拟指标，及病人的检测指标。	<p>任务1：你作为门诊导诊护士，请根据目前情况进行处理。</p> <p>角色一：田某/田某家属，角色二：9号孕妇/家属，角色三：门诊导诊护士，实验室用物准备：血压计、听诊器、体温计、多普勒胎心仪、耦合剂、纸巾。</p>	<p>角色一家属：我女儿高龄产妇产呀，现在这样危不危险呀？</p> <p>角色三：询问田某的病史</p> <p>角色一家属：我女儿有高血压，不知道现在血压多少？宝宝现在有没有危险？护士，医生什么时候过来呢？</p> <p>角色三：测量生命体征、听胎心、呼叫医生，开启绿色通道。点实验用物系统就可以测量产妇的生命体征及胎心，并在监护仪上进行显示。</p> <p>角色一家属：她为什么会头痛、眼花呀？</p> <p>角色三：结合患者妊娠期高血压病史及本次问诊识别重度子痫前期可能</p> <p>角色二：护士，我等了半个小时了，我9号都还没看，她15号怎么就能看了，这不是插队吗？还超级VIP呢？什么意思啊？</p> <p>角色三：运用恰当的沟通技巧向9号患者及家属解释原因并进行安抚，向9号解释15号病人病情的严重性。</p>	<p>妊娠期高血压疾病病情是可逐渐加重，早期可无特殊症状，及时发现并干预，母婴预后极好，且带来的经济压力小，但若忽略、不重视、未及时干预，可造成胎儿宫内窘迫、甚至死胎，母体可并发胎盘早剥、子宫卒中甚至子宫切除，若进展为子痫，可并发脑出血、MODS、甚至危及生命。因此通过本课的学习，希望学生能运用发展的眼光看问题，即使当下病情不是很严重、但这个疾病是可以进展的疾病，在日常工作中需认真、细心，才可在危险到来前就意识到并将其消除。培养学生细心、认真的品质。</p>
情景二：现为上午9:30。经初步处理后孕妇田某急诊收住入院，入院后查体显示：T36.8℃,P90次/分，R18次/分，BP170/95mmHg，腹围92cm。宫高34cm，头先露，方位左枕前，胎心152次/分，宫缩：未触及。阴道指诊：头先露，宫口未开，胎膜未破。医生接诊后开出医嘱。	<p>任务2：你作为责任护士，请遵医嘱进行入院评估、环境介绍、静脉采血、胎心监护。</p> <p>角色一：田某，角色二：田某家属，角色三：责任护士</p> <p>实验室准备：留尿标本用物（尿杯、一次性尿常规标本容器、量杯、集尿瓶、防腐剂）、胎心监护用物（医嘱单、胎心监护仪、耦合剂、纸巾）、静脉给药用物（医嘱单、治疗盘、治疗车、25%硫酸镁10ml数支、5%葡萄糖100ml、50ml注射器、蓄电充足的推注泵、止血带、敷贴、标签、延长管、静脉留置针）、叩诊锤</p>	<p>角色二：护士，我家里人很担心她，能不能多来几个人一起看着，也可以多说话。</p> <p>角色三：环境布置：避免声光刺激。</p> <p>角色一：我有点胸闷等。</p> <p>角色三：协助病人取左侧卧位，吸氧，微量泵安装并给药。</p> <p>角色一：“护士，这是什么药？是不是有副作用呢？”“我怎么觉得好热呀、口很干，怎么回事呀？”</p> <p>角色三：硫酸镁用药护理：备好10%葡萄糖酸钙拮抗中毒关注膝腱反射、尿量，关注血压并记录，告知药物不良反应（药物的作用及副作用），告知病人吸氧和静脉泵入硫酸镁过程中不要随意调节氧流量和泵速等注意事项。</p> <p>角色二：这个管子（尿杯）给我女儿是干什么用的，怎么用啊？</p> <p>角色三：指导病人如何留取尿常规标本和24小时尿蛋白标本，如何记录24小时出入量。</p> <p>角色一：“护士，我想吃炸鸡腿可以吗？”“我可不可以出去走走？”</p> <p>角色三：对病人进行健康宣教：环境：避免声光刺激（减少陪伴人数）；饮食：控制水钠、脂肪的摄入；补充蛋白；运动：防跌倒；其他：保持情绪的稳定，避免增加心理负担等。</p>	<p>孕妇可能由于血压高，怕出现一些脑血管意外等特别焦虑、不安，对生孩子有些恐慌，学生可以通过书本的知识和技能，让学生对产妇的状况达到理解和共情，培养学生人文关怀的职业精神。</p>
情景三：经过2个多小时的治疗与护理，现为上午11点55分，护士们要进行日常交班。	<p>任务3：你们作为责任护士和交班护士，如何在床旁进行交接班。其中角色一：责任护士，角色二：交班护士，角色三：田某家属。</p>	<p>角色一和角色二：进行床旁交接班，交接班时按照正确的站位：接右交左。</p> <p>角色三：把窗帘拉开、手机看视频音量特别大、高声和产妇说话，并且喂产妇吃油腻的食物炸鸡腿。</p> <p>角色一：告知角色三这些都不可以。并且和角色二交接班内容为：</p> <ol style="list-style-type: none"> ①目前患者情况（生命体征、出入量膝腱反射、胎心情况）； ②入院后的治疗及护理措施； ③已执行医嘱和未执行的医嘱； ④已执行/未执行的医技检查、预约情况； ⑤24小时尿蛋白目前收集的情况； ⑥检查检验结果； ⑦管路情况、输液（入量）、微量注射泵目前走速等。 	<p>要求学生在学习上需要精益求精、科学严谨的学习态度，培养学生的责任心，进一步明白母婴安全的重要性。</p>

表2 两组助产本科生《助产学》成绩比较

组别	n	年龄(岁)	助产学成绩(分)
对照组	52	21.21 ± 0.78	79.77 ± 4.43
实验组	60	21.47 ± 0.44	80.02 ± 3.27
t 值		0.510	0.343
P 值		0.611	0.733

表3 实验组与对照组的课前、课中、课后的教学方法对比

	对照组	实验组
课前	教师通过学习通平台发布任务, 学生通过账号密码登陆后, 可以自行查看学习任务及内容, 并且提前通过预约实验室, 小组进行模型人的演练。	学生通过虚拟仿真平台线上自主学习相关知识, 了解实验的目的、原理及内容, 查看临床案例内容, 了解妊娠高血压综合实验项目需要掌握的内容。提前通过预约实验室, 小组进行模型人的演练。
课中	教师示范, 学生分组进行演练, 教师指导点评, 小结。	教师带领学生, 首先进行妊娠高血压的分组案例讨论并汇报, 培养学生发现问题、综合解决问题的能力。通过虚拟仿真平台进行讲解各种角色及涉及的知识点, 通过语音问诊, 对病人的病情进行评估, 有电子病历可以明确诊断, 选择护理措施有相应的对虚拟病人的救治, 模拟临床真实的妊娠高血压的病人, 培养临床思维能力, 加强理论与实践的联系。通过教师示范操作, 学生分组角色轮流扮演进行练习, 教师进行全程指导, 鼓励并指出操作过程中的不足, 然后进行实验讨论与总结。
课后	学生自行开放实验室练习。	学生在线完成虚拟仿真的自测与考核。90分以下的重新进行学习及考核。学生自行开放实验室练习。

3.3 评价方法

3.3.1 实验组学生虚拟仿真综合实验项目学习情况

教师登录系统后在教师管理端查看学生每一个测试点的成绩及学习时长。

3.3.2 两组助产本科生妊娠高血压线下操作考核成绩比较

两组学生均是在完成本项目的实验内容学习后的第二周进行线下一个老师对一组学生进行考试, 学生在规定的时间内由自己的授课教师根据评分标准进行评分。

3.3.3 教学效果调查问卷

自行设计虚拟仿真综合实验认可度问卷, 问卷共七个条目, 包括: 自主学习能力、解决临床问题的能力、个人综合素质等, 每个条目均设置“是, 尚可, 不是”三个选项, 经过咨询助产护理学及统计学方面的4名教授, 多次修改后, 测得问卷 Cronbach's α 系数为 0.902, 信效度良好。妊娠高血压线下操作考核结束后发放调查问卷, 当场填完回收, 发放问卷 60 份, 回收 60 份, 回收率 100%。

3.4 统计学方法

采用 EpiData 3.1 软件由双人录入数据, 应用 SPSS27.0 统计软件进行数据分析。计量资料采用均数 \pm 标准差描述, 采用 *t* 检验; 定性资料用百分比描述, 采用描述性分析。以 ($P < 0.05$) 为差异具有统计学意义。

4 结果

4.1 实验组学生妊娠高血压虚拟仿真项目练习时长及考核成绩

教师登录后台管理系统可以清楚的查看学生练习时长以及考核成绩, 实验组学生虚拟仿真线上平均练习时长为

(35.78 \pm 8.42), 平均成绩为 (92.74 \pm 6.23)。

4.2 两组助产本科生妊娠高血压线下操作考核成绩比较

实验组线下操作考核成绩优于对照组, ($P < 0.05$) 差异具有统计学意义。见表 4。

表4 两组助产本科生妊娠高血压线下操作考核成绩比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	操作成绩
对照组	52	88.98 \pm 1.24
实验组	60	92.45 \pm 2.17
t 值		10.560
P 值		$P < 0.001$

4.3 实验组学生对虚拟仿真训练的学习效果评价

绝大多数学生表示虚拟仿真的综合实验项目可以提升他们的理论知识学习成绩, 可以提升自己的使命感, 还可以提高分析问题解决问题的能力及自主学习的能力。见表 5。

表5 实验组学生对虚拟仿真训练的学习效果评价 [n=60, 人数(百分比, %)]

项目	是	尚可	不是
能够提升自主学习能力	53 (88)	5 (9)	2 (3)
沟通能力提高	51 (85)	8 (13)	1 (2)
对患者有共情意识	52 (87)	7 (11)	1 (2)
提高临床实践能力	51 (85)	9 (15)	0 (0)
提高分析问题、解决临床问题的能力	58 (96)	1 (2)	1 (2)
提升自己的使命感	57 (95)	2 (3)	1 (2)
个人综合素质提高	46 (77)	11 (18)	3 (5)

5 讨论

5.1 妊娠高血压虚拟仿真综合实验项目的应用优势

5.1.1 妊娠高血压虚拟仿真综合实验项目能够提升学生自主学习的能力

从实验组学生妊娠高血压虚拟仿真综合实验项目练习时长、考核成绩以及表5中可以看出：88.3%的学生认为可以提升学生自主学习的能力，相比较传统的案例教学，虚拟仿真技术使学生有身临其境的感觉，和ESP开放式的问答，让学生更感兴趣，更加积极地进行练习，这种教学模式可促进学生自主学习，主动学习，取得了较好的教学效果。

基于ESP的妊娠高血压虚拟仿真实验项目的实施，解决了护理学习阶段临床见习时间短、所见典型病例不全面的难题，拓展思维能力训练的途径，为医学教育提供学习新手段。另外该平台以情景模拟的形式搭建多个学习场景，为学生进入临床前提供一次完整的临床工作场景再现，使学生沉浸式体验妊娠高血压患者护理问题的发生发展演变过程，在整个教学过程中教学生学会独立思考、学会构思、自主钻研、多种方式的主动实践。以学生为主体，使得学生在牢固掌握的理论基础上也得到了扎实的实践工作体验，同时也保证了先仿后作，先虚后实的良好效果。

这种模式将临床辩证思维特色案例巧妙融合于助产实验教学中，全面提升了学生操作水平和临床辩证思维能力。能够帮助学生以更新颖的形式全面理解助产学的理论知识，规范学生的技能操作手法和操作流程，更好的提高其批判性思维能力，也缓解了教师的教学负担。

5.1.2 妊娠高血压虚拟仿真项目的实施能够提高学生综合素质

从表4可以看出，实验组线下操作考核成绩优于对照组，说明虚拟仿真综合实验训练可以帮助学生提高学习效率，这与王小燕的研究结果一致，从表5可以看出，76.7%的学生认为学生在综合能力素质等方面都有提高。通过虚拟妊娠期高血压疾病患者的情景再现培养了学生对案例分析的能力，提高了护理实践能力，强化学生的护理观念，对病人有共情的意识，让学生对自己的专业更加有使命感，培养了学生在紧急关头临危不乱，勇于直面解决问题的精神和创新意识。同时带动了案例式、研究式、渐进式、多样化等实验教学形式的应用，培养了学生的创新意识和合作意识。

5.1.3 妊娠高血压虚拟仿真项目的实施使得实验的经济性得以提高，避免资源浪费

ESP解决了传统实验教学中难以供应学生人均实验资源以及实验材料和设备数量有限的问题。同时利用3D仿真技术呈现并实现操作性的模拟实验。不仅深化了学生对妊娠

高血压的认识，而且强化了学生的实践动手能力。学生对实验器材和设备的规范性得到了提高，使得每个学生都有动手机会，也改善了传统模式中实验资源利用率不高的弊端，减少了资源浪费，缓解了实验压力。

5.2 妊娠高血压虚拟仿真项目的临床意义

创新决定未来，培养学生的创新能力重点培养学生的创新思维。在传统教学的基础上，结合人机交互的情景模拟真实再现临床操作场景，学生可灵活选择情景模式，改善在学习过程中的学习体验，ESP系统地将不同学科的教学模式和数字技术相融合，并且利用机能学实验的真实性与虚拟技术的可重复性，避免了传统实验的局限性和不可重复性的缺点。

5.3 妊娠高血压虚拟仿真综合实验项目的不足之处

在该项目的使用过程中需要专门的虚拟仿真平台，此项目和其他企业的平台没有兼容性，所以在开发或者购置其他项目的虚拟仿真项目时需要固定企业合作的平台，另外虚拟仿真对于电脑的配置要求相对较高，配置低的电脑会出现各种问题，会影响到上课的效果。此外，对于妊娠高血压虚拟仿真的综合项目，设置的三个情景较为固定，且为重度子痫前期的一些症状，在临床中情境复杂多变，不可能按照设定的模式进行病情演变，因此，在后续的教学过程中，多结合临床去扩展案例，更新案例，继续开发项目，多方位的提升学校的教学质量。

6 展望

随着国家新工科建设的战略举措的推进，大力推动教育信息化的改革，不断完善虚拟仿真项目的建设。本项目将基于ESP妊娠高血压综合实验项目与虚拟仿真结合，实现教学资源与网络相结合，使得学生的专业综合实验和仿真实习进一步得到提高、加强临床与医学教育之间的联系、也为虚拟仿真项目的建设提供了新方向。目前，本项目主要面向在校学生的综合实践学习和仿真实习；而在未来的五年内，逐步拓展面向校外的开放共享、共建共享。

参考文献

- [1] 吴文哲,季林丹,陈坤.虚拟仿真实验教学项目建设的挑战与对策[J].中国大学教学,2023,(10):69-74.
- [2] 冯雪梅,倪雯雯,王艳霞,等.基于思维导图的医学功能学虚拟实验教学探究[J].实验室研究与探索,2022,41(07):202-205. DOI:10.19927/j.cnki.syyt.2022.07.043.
- [3] Li J, Liang W. Effectiveness of virtual laboratory in engineering education: A meta-analysis. PLoS One. 2024 Dec 30;19(12):e0316269. doi: 10.1371/journal.pone.0316269. PMID: 39775269; PMCID: PMC11684589.