

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20255454

· 论 著 ·

医院感染预防与控制课程知识图谱的构建及可用性评价

刘金平^{1,3}, 马瑶瑶¹, 张冰², 赵梦寒¹, 郭紫晴¹, 祁琪², 茅一萍^{1,2}

(1. 徐州医科大学护理学院, 江苏 徐州 221004; 2. 徐州医科大学附属医院感染管理科, 江苏 徐州 221006; 3. 徐州医科大学附属医院重症医学科, 江苏 徐州 221006)

[摘要] **目的** 构建医院感染预防与控制课程知识图谱并进行可用性评价。**方法** 基于建构主义学习理论和教学设计(ADDIE)模型,整合医院感染预防与控制相关书籍、指南、文献等多种来源知识,借助超星泛雅平台知识图谱技术,设计和构建医院感染预防与控制课程知识图谱。采用便利抽样法选择 30 名医学生试用课程知识图谱,填写系统可用性量表和使用效果调查问卷,评估知识图谱的可用性。**结果** 医院感染预防与控制课程知识图谱包含 379 个知识点,关联 520 道试题和 56 个学习资源。经测试,知识图谱可用性总分为(70.50±12.20)分。在使用效果同意度调查问卷的四个维度中,满意度占比 93.33%~96.67%,学习态度占比 90.00%,学习能力占比 93.33%~96.67%,学习资源支持度占比 83.33%~90.00%,总体满意度较高。**结论** 医院感染预防与控制课程知识图谱可用性良好,能够实现学生个性化自主学习,提升学习效率。

[关键词] 医院感染预防与控制; 知识图谱; 医学教育; 可用性评价

[中图分类号] R181.3⁺ 2

Construction and usability evaluation of knowledge graph of healthcare-associated infection prevention and control course

LIU Jinping^{1,3}, MA Yaoyao¹, ZHANG Bing², ZHAO Menghan¹, GUO Ziqing¹, QI Qi², MAO Yiping^{1,2} (1. School of Nursing, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221004, China; 2. Department of Infection Management, The Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221006, China; 3. Department of Critical Care Medicine, The Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221006, China)

[Abstract] **Objective** To construct a knowledge graph of healthcare-associated infection (HAI) prevention and control course, and evaluate its usability. **Methods** Based on the constructivist learning theory and the analyze-design-develop-implement-evaluate (ADDIE) model, knowledge from various sources such as books, guidelines, and literature related to HAI prevention and control were integrated. The knowledge graph of HAI prevention and control course were designed and constructed with the support of knowledge graph technology in Chaoxing Fanya platform. Thirty medical students were selected by convenience sampling method to try out the course knowledge graph. System usability scale and usage effect questionnaire were filled out to evaluate the usability of the knowledge graph. **Results** The knowledge graph of HAI prevention and control course contained 379 knowledge points associated with 520 test questions and 56 learning resources. After testing, the total score ([70.50±12.20] points) was obtained for the usability of the knowledge graph. Among the four dimensions of the usage effect agreement questionnaire, satisfaction, learning attitude, learning ability, and learning resource support accounted for 93.33%–96.67%, 90.00%, 93.33%–96.67%, and 83.33%–90.00%, respectively, with a high overall satisfaction rate.

[收稿日期] 2024-09-05

[基金项目] 江苏省高等教育学会“十四五”高等教育科学研究规划课题(YB025);徐州医科大学附属医院发展基金资助项目/创新团队基金资助项目(XYFC2021002)

[作者简介] 刘金平(1995-),女(汉族),江苏省徐州市人,硕士研究生在读,主要从事医院感染管理研究。

[通信作者] 茅一萍 E-mail: 385524376@qq.com

Conclusion The knowledge graph of HAI prevention and control course has good usability, which can realize students' personalized independent learning and improve their learning efficiency.

[Key words] healthcare-associated infection prevention and control; knowledge graph; medical education; usability evaluation

医院感染不仅导致患者住院时间延长,影响患者和医护人员身心健康,还增加社会负担,浪费医疗资源,是一个备受全球关注的公共卫生问题^[1]。作为医护人员的储备力量,医学生对医院感染预防与控制(以下简称“感控”)知识和技能的重视程度和掌握情况在很大程度上影响医院感控的效果与患者的生命健康^[2]。研究^[3]发现,医学生对感控知识和技能掌握不足易导致其职业暴露及医院感染的发生。在“互联网+”时代建立教育教学新模式的背景下,各教学平台逐步发展,慕课、国家虚拟仿真试验项目等网络学习资源不断涌现,给学生提供了多样、丰富的学习资源^[4-5],但也带来了一些问题,如知识碎片化、线上学习资源质量参差不齐等^[6]。教育者难以为学生提供一对一的实时指导,学生个性化、多样化的学习需求得不到满足。在此情况下,课程知识图谱(knowledge graph)可以为其提供解决方案^[7]。

知识图谱的概念由谷歌公司于 2012 年 5 月最先提出,并应用于提升搜索引擎的能力^[8]。2021 年 10 月超星泛雅集团在泛雅平台推出知识图谱模块。与概念图^[9]和思维导图^[10]不同,知识图谱以“图”的方式描述真实世界的事物及其关系,实体之间通过关系连接,形成网络知识结构^[11]。随着知识图谱的兴起,教育知识图谱也迅速发展,目前已应用到医学教育领域,如基础医学^[12]、生物医学^[13]、护理学^[14]等,主要用于知识管理、辅助教学、个性化学习等方面^[15]。本研究基于建构主义学习理论^[16]和教学设计(analyze-design-develop-implement-evaluate, ADDIE)模型^[17],借助超星知识图谱技术,进行感控课程知识图谱的搭建,并进行可用性评价,通过评价知识图谱的可用性,为下一步将该图谱应用于教学及评价其对改善学生学习能力及学习效果奠定基础。

1 对象与方法

1.1 感控课程知识图谱的构建

1.1.1 组建研究团队 本研究团队共 12 名成员,包括教育专家、感控专家、感控教师、硕士研究生、本科生和知识图谱技术工程师各 2 名。参与本研究的教师和知识图谱技术工程师均有 5 年以上相关工作

经验。教育专家、感控专家负责全面沟通协调,并审核知识图谱设计方案及发布内容;感控教师负责拟定知识图谱发布内容;技术工程师负责按照知识图谱设计方案协助知识图谱的构建,并进行测试及维护;硕士研究生和本科生负责检索文献,协助知识图谱发布内容的编写及可用性测试。

1.1.2 理论基础 采用建构主义学习理论,注重学生的主动参与和个性化学习。学生通过与环境互动和经验积累,主动构建知识,加强理解^[16]。课程设计鼓励学生提问、探索和参与任务,以促进对知识的深入理解。使用 ADDIE 模型指导感控课程知识图谱的分析、设计、开发、实施和评价^[17]。在分析阶段,针对感控课程的教学环境、学习者、课程内容和教学目标进行分析;在设计阶段,基于分析结果进行课程框架设计、实体构建和课程资源整合;在开发阶段,搭建知识图谱,并完成整体在线课程建设;在实施阶段,授课教师基于课程学习目标,做好教学准备,并结合知识图谱,引导学生进行学习;在评价阶段,进行形成性评价和终结性评价,并根据评价结果,对课程知识图谱进行优化和改进,以提高教学效果。

1.1.3 感控课程知识图谱数据来源 本研究以《医院感染控制》《医院感染预防与控制》《医院感染学(第二版)》^[18-21]等书籍为主要数据来源,梳理感控课程知识实体与实体关系;结合《常用临床医学名词》2023 版、相关指南、文献等,扩充感控课程知识实体与实体间关系。

1.1.4 感控课程知识图谱构建方法 感控课程知识图谱作为教育知识图谱的一种,对知识的专业性和准确度要求高,本研究采用自顶向下的人工手动构建与自底向上的机器自动生成相结合的方法构建知识图谱,从而提高知识的精度和构建效率。

1.1.5 感控课程知识图谱具体构建流程

1.1.5.1 梳理知识点和关系,构建知识树 知识内容的梳理是对原有课程内容的结构化重构,知识点梳理的颗粒度要细,一般划分知识点层级为 3~5 级,并且要涵盖教学大纲的内容^[15]。根据文献^[22]研究和团队讨论,参照上述多种数据源,以领域专家的意见为指导,梳理感控课程的知识结构和知识点的层级关系,按照内容的聚合度划分模块,共划分出

“医院感染概述”“医院感染暴发调查”“微生物与感染”“抗菌药物合理使用”“多重耐药菌的防控”“标准预防”“职业防护”“医务人员手卫生”“清洁、消毒与灭菌”“医院废物管理”10 大模块,作为一级知识点;

然后在各模块内再梳理出子级知识点。知识点关系的梳理是对知识点的三种关系进行标注,包括“前置”“后置”和“关联”关系。标准预防知识点的梳理见图 1。

一级知识点	二级知识点	三级知识点	四级知识点	五级知识点	六级知识点	七级知识点
标准预防						
	标准预防的重要意义					
	标准预防的概念					
		标准预防的定义				
		标准预防的内涵				
		标准预防措施				
			手卫生			
			个人防护			
			呼吸咳嗽礼仪			
			诊疗器械清洁消毒灭菌			
			环境表面清洁消毒			
			医用织物规范处置			
			安全注射			
			预防锐器伤			
			患者安置			
			医疗废物的处置			

图 1 感控课程知识点的梳理举例

Figure 1 Examples of sorting out knowledge point of HAI prevention and control course

1.1.5.2 知识图谱的导入 本课程知识图谱采用人工 Excel 模板导入方式实现(见图 1)。知识点间的关系梳理完成后,在超星知识图谱模块将其导入,最终形成 10 个知识模块、66 个核心知识点,共计 379 个子知识点的感控课程知识图谱。

1.1.5.3 知识图谱的关联 知识图谱的关联主要包括学习资源、考核资源、拓展资源和其他资源的关联,形成一个“既见树木,又见森林”的感控课程知识网络。学习资源主要包括学习微视频、课件、各类文档等;考核资源主要包括题库、测验、作业、考试等;拓展资源主要包括智能推荐的超星图书、期刊及教学案例等;其他资源主要包括课程大纲、电子教材等。关联时将相应的资源和知识点对应准确,可以通过专家定义和自动关联等方式实现。

1.1.5.4 知识点的标记 知识点的标记助力知识点多维呈现:知识点的标签主要包括重点、难点、考点和课程思政等,也可通过新建添加新的标签,不同标签对应不同的颜色,以便学习者进行有目标的学习;添加教学目标,以便学习者明确知识点所要达成的具体目标,学习的同时知其所以然;知识点认知维度按照布鲁姆教育目标分类理论^[23]分为 6 个层次,依次为记忆、理解、应用、分析、评价、创造;知识点选择分类维度主要包括 4 类,分别为事实性、概念性、程序性和元认知,以便学习者清晰区分知识点层面,便于多维度分析;知识点的颜色和形状可以根据学习者的喜好设置,使图谱差异化展示,便于学习者区

分各级知识点,促进更好的学习。

1.1.6 知识图谱的功能

1.1.6.1 知识图谱的学习模式 知识图谱建设完成,学习者可以通过四种模式学习,主要包括:途径一,图谱模式,智能伴学,全图显示知识点;途径二,大纲模式,进度明了,显示所有学习情况;途径三,导图模式,自由切换,满足学生个性化自主学习,有智能推荐的学习路径、知识点精准检索等;途径四,问题模式,问题视角学习,提高知识点应用能力。

1.1.6.2 智能推荐学习资源和学习路径 知识点有多重扩展资源可供拓展学习,主要包括开放课、期刊、图书、视频、文档、音频、链接和图片等,学生可以根据个人需求进行拓展知识的学习。

1.1.6.3 知识图谱的学情分析 教学者可以通过 3 个视角进行学情分析:视角 1,总览知识点情况;视角 2,知识点为单位,掌握学情;视角 3,学生为单位,了解个体。

1.2 感控课程知识图谱学习平台的可用性评价

1.2.1 评价对象 采用便利抽样法,选取徐州医科大学 2023 级继续教育学院的医学生(含在职)作为研究对象。纳入标准:①无知识图谱学习经历者;②自愿参与本研究。排除标准:正在参与其它教学研究。Virzi 等^[24]研究表明,大多数可用性问题可以在 5~15 名参与者中发现,本研究最终纳入 30 名医学生,其一般资料见表 1。

表 1 医学生一般资料($n=30$)Table 1 General information of medical students ($n=30$)

变量	类别	人数(名)	构成比(%)
性别	男	1	3.33
	女	29	96.67
年龄(岁)	18~25	20	66.67
	26~30	4	13.33
	31~40	3	10.00
	41~50	3	10.00
专业	护理	10	33.34
	药学	9	30.00
	临床医学	6	20.00
	康复	1	3.33
	检验	3	10.00
	预防	1	3.33
对教学视频辅助学习感兴趣程度	非常感兴趣	23	76.67
	一般	7	23.33
通过网络查询收集学习资料	经常	25	83.33
	偶尔	5	16.67
在我看来,超星泛雅知识图谱平台可以用于自主学习	非常同意	13	43.34
	同意	16	53.33
	不清楚	1	3.33

1.2.2 评价方法

1.2.2.1 知识图谱平台可用性评价 采用系统可用性量表(system usability scale, SUS)进行知识图谱学习平台的可用性评估,该量表由 Brooke 等^[25]编制而成,中文版由我国学者李永锋等^[26]翻译并修订。该量表共计 10 个条目,采用 Likert 5 级评分法,1 代表“非常不同意”,5 代表“非常同意”,其中 1、3、5、7、9 题为正向题,2、4、6、8、10 题为反向题,正向题得分 = 条目对应分数 - 1,反向题得分 = 5 - 条目对应分数,量表得分需要转换为百分制,所有条目总分 $\times 2.5$ 即为总得分,量表总分 100 分,分数越高表示可用性越好,量表总得分 > 50 分为可用, > 60 分为可用性良好。该量表的 Cronbach's α 系数为 0.91。

1.2.2.2 感控课程知识图谱医学生使用体验及使用效果评价 在查阅文献^[27]和咨询专家的基础上设置 4 个开放性问题:①当您使用该知识图谱平台时,您的总体感受如何?②您认为该平台给您提供

了什么有益的学习帮助?③您建议如何改进或优化该知识图谱平台?④您愿意继续使用该知识图谱平台来帮助您学习吗?为什么?在 30 名医学生中,采用目的抽样法,以资料饱和为原则,共访谈 14 名医学生(编号为 N1~N14)。此外,研究团队查阅文献^[28]自行设计问卷以调查使用效果,并根据研究的实际情况,在有关专家的指导下进行修改后,作为医学生使用知识图谱后的问卷调查。调查维度分为满意度、学习态度、学习能力和学习资源支持度。通过问卷调查,研究基于知识图谱的学习方式能否满足学习者构建感控知识结构的需求,并改善学习效果。

1.3 统计学方法 应用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据处理;对于计量资料,正态分布的变量采用均数 \pm 标准差表示;计数资料采用频数和百分比描述;学生体验的访谈资料采用描述性分析。

2 结果

2.1 感控课程知识图谱学习平台可用性评价 本研究采用 SUS 对 30 名医学生进行了调查,结果显示,医学生对感控课程知识图谱学习平台的可用性评价总分为 (70.50 ± 12.20) 分,表明该平台具有良好的可用性。见表 2。

表 2 感控课程知识图谱学习平台可用性评价得分($n=30$)Table 2 Usability evaluation scores for the learning platform of knowledge graph of HAI prevention and control course ($n=30$)

条目	得分($\bar{x} \pm s$)
我愿意经常使用知识图谱学习平台	2.93 \pm 0.85
我认为知识图谱学习平台过于复杂了	2.40 \pm 0.71
我认为知识图谱学习平台很容易使用	2.93 \pm 0.77
我需要专业人员的帮助才能使用知识图谱学习平台	2.33 \pm 1.01
我觉得知识图谱学习平台的多个功能整合得很好	3.33 \pm 0.54
我觉得知识图谱学习平台有太多不连贯的地方	2.73 \pm 0.63
我觉得大多数人都能很快学会使用知识图谱学习平台	3.13 \pm 0.62
我觉得知识图谱学习平台使用起来很麻烦	2.87 \pm 0.72
在使用知识图谱学习平台的过程中,我感觉很自信	3.13 \pm 0.67
我需要学习很多东西,才能学会使用知识图谱学习平台	2.40 \pm 1.02
总分	70.50 \pm 12.20

2.2 医学生使用体验及使用效果评价 访谈资料显示,医学生认为感控课程知识图谱是一种全新的学习体验。N3、N7:“第一次接触这样的形式,很新奇,知识图谱不同于传统的学习方式,可以呈现整个课程框架的内容,学习起来很方便、舒服,能够激起学习的兴趣”。N4、N14:“知识图谱能够帮助我更快速的理解知识、更好地复习和巩固已学知识,使复杂的知识结构变得更加直观和清晰,极大地提升了学习效率”。N5:“学习时还可以进行自测,并且可以知道自己的学习进度,学习过程一目了然”。知识图谱对学习的帮助。N1、N2:“知识图谱有多种学习模式,学生可以根据自己的喜好或习惯进行选择。对我而言,通过这种新的学习方法,学习内容更清楚,能让思路更加明确,能够有效巩固所学的知识点”。N12、N13:“知识点分类详细,可以清楚地了解学习进度和掌握程度,未掌握的可以从网页跳转,有效提高学习效率,避免浪费时间,而且可以反复学

习,可以更好的总结每节课的重点,课堂概念更加简洁清晰;重点、难点等标识的很清楚,对于一些有疑问的地方可以直接点击进入学习,便于查询及理解记忆,操作起来很方便”。医学生对知识图谱建设也提出了一些建议。N11:“使用过程中有极个别链接资源打开之后显示未读,完成情况反应不及时,希望可以优化”。N6:“我建议图谱里的试题内容更完整,充实,比如增加题型”。所有医学生均表示愿意继续使用知识图谱的方式学习。N9:“我愿意继续使用,因为上手简单,对于上班族来说,可以节约很多时间和精力,提高学习效率,并且知识点比较集中,是一种可以学到知识的学习方式”。N10:“能够拓展思维,操作便捷,有利于学习”。N8:“在一开始使用时感到操作复杂,但熟悉后认为易于使用”。此外,对 30 名医学生进行使用效果问卷调查,结果显示,多数学生对感控课程知识图谱的使用效果表示肯定,见表 3。

表 3 感控课程知识图谱学习平台使用效果调查(n=30)

Table 3 Usage effect of learning platform of knowledge graph of HAI prevention and control course (n=30)

调查维度	项目	非常不同意 (名)	不同意 (名)	一般 (名)	同意 (名)	非常同意 (名)	同意度 (%)
满意度	课程知识图谱界面简洁明了	0	0	2	12	16	93.33
	课程知识图谱操作方便简单	0	0	1	18	11	96.67
	课程知识图谱交互效果良好	0	0	2	14	14	93.33
	课程知识图谱能够清晰展示知识体系的结构	0	0	1	12	17	96.67
	课程知识图谱具有高效的可视化查询功能	0	0	2	11	17	93.33
	课程知识图谱具有全面管理知识的功能	0	0	1	15	14	96.67
学习态度	课程知识图谱提高了我对课程的学习兴趣	0	0	3	16	11	90.00
	课程知识图谱提高了我对课程学习的自信心	0	0	3	16	11	90.00
	课程知识图谱提高了我对课程学习的主动性/效率	0	0	3	16	11	90.00
学习能力	课程知识图谱提高了我对课程知识结构的整体把握	0	0	2	15	13	93.33
	课程知识图谱提高了我对课程知识的记忆	0	0	2	15	13	93.33
	课程知识图谱提高了知识关联的能力	0	0	1	17	12	96.67
学习资源支持度	我喜欢课程知识图谱这种学习资源	0	0	5	15	10	83.33
	如果条件允许,以后课余时间我也会利用知识图谱这种学习资源主动学习	0	0	4	16	10	86.67
	知识图谱这种学习资源可以应用到其它课程中	0	0	3	19	8	90.00

3 讨论

3.1 感控课程知识图谱学习平台可用性良好 可用性评价是评价信息类平台不可或缺的环节,是线上学习成功实施的关键因素之一,也是提高学生质量的关键手段^[29]。一些学者建议在进行大型正式试验之前应投入一定的时间和资源进行可用性评估^[30]。本研究结果显示,学生对于平台的 SUS 总得分为(70.50±12.20)分,提示学生认为该平台的可用性良好;在使用效果问卷的四个维度中,满意度占比 93.33%~96.67%,学习态度占比 90.00%,学习能力占比 93.33%~96.67%,学习资源支持度占比 83.33%~90.00%,表明学生对平台的同意度给予了较高的评价,认为其在使用过程中未出现明显的漏洞和故障,稳定性较高,各环节根据内容及功能需求分类,方便学生进行自主学习。访谈资料显示,学生普遍认为知识图谱的内容专业、清晰、易懂,有助于学习,能够满足其个性化学习需求,并愿意在以后的学习中继续使用,这与荣欣雯等^[14]的研究结果相似。有一名学生在使用时感到操作复杂,但熟悉后认为易于使用,可能与不同学生对新的学习工具的使用习惯、接受度有所差异有关。推测可用性良好的原因如下:首先,本研究基于建构主义学习理论和 ADDIE 模型,并通过跨学科团队的合作,实现了课程开发的系统化和科学化,在这一过程中,始终遵循以学生为中心的教育理念,利用知识图谱清晰展现课程知识点,促进学生对知识的深入理解、掌握和应用。其次,知识图谱的构建紧密结合教学实际,整合了教学主题、知识点、资源类型、教学活动和评价方法,以图谱形式直观地展现了课程全貌,增强了课程内容的逻辑性和结构性。最后,知识图谱整合了多样化的教学资源,如课件、视频和题库等,使学习者能够根据知识点和概念方便地检索和利用所需资源。综合来看,该知识图谱融合了传统教学内容与现代数字化技术,为学生提供了一个新颖、便捷的学习模式,具有坚实的科学基础和良好的实际应用前景。

3.2 感控课程知识图谱学习平台有助于学生的个性化自主学习 传统医学教育模式往往无法满足学生对个性化学习的追求,面对众多且相互交织的知

识点,学生迫切需要一种数字化工具,既能清晰地展示知识结构,又能提供随时随地的学习支持,以补充和扩展课堂学习。感控课程知识图谱作为一个在线学习系统,能够为学生提供个性化的学习路径,智能推荐学习资源,允许他们在任何时间和地点进行自主学习。这与利用知识图谱技术融入教学的其他研究^[12]结果一致。根据本研究结果,学生在使用知识图谱进行学习时表现出明显的自主性和灵活性,如在线学习时长、完成进度、试题自测等。学生能够根据自己的时间安排进行学习,实现高度个性化的自主学习。因此,感控课程知识图谱平台有效地支持了学生随时访问教育资源,根据自己的实际学习需求进行自我学习管理,并开展个性化学习,从而提升学习成效。

3.3 感控课程知识图谱有助于提升学生的学习效果和学习效率 本研究结果显示,知识图谱的学习方式获得了学生的普遍认可,学生均认为这种学习方式方便、新颖,更有利于学习。感控课程融合了丰富的教学资源,知识点繁多,逻辑关系复杂,普通的学习方式已不能满足学生个性化的学习需求,而知识图谱可以形成结构完整的知识网络,以“图”的方式呈现知识点,且具备知识点的搜索功能,能够为学生提供清晰、直观的知识结构。此外,知识图谱还可以实时反馈学习进度,支持多种学习模式和自选测试题目数量,满足学生不同的学习需求,有助于复习和巩固所学知识。因此,借助知识图谱这种数字化的学习工具,学生可以根据规划好的学习路径进行知识点的学习,有助于加强知识点间的联系以及对知识的理解和记忆,便于知识点的掌握和复习,从而提高学习效果,提升学习效率^[22]。

3.4 感控课程知识图谱学习平台的局限及优化策略 该平台一定程度上满足了学生个性化自主学习的需求,但仍有一些问题需要改进,如知识图谱在手机端操作不方便、数据同步不及时等,要定期对平台进行排查和维护,保证学生在使用过程中学习进度的及时更新,减少因技术问题带来的困扰;同时,要动态追踪学生在知识学习过程中的实际需求,不断对感控知识图谱进行针对性、个性化完善。

综上所述,数字化学习工具对提升学生个性化的自主学习起了重要作用。本研究基于建构主义学习理论和 ADDIE 模型,借助超星泛雅平台,构建和试用

感控课程知识图谱,实现了学生便捷、自主的学习,激发了学生的学习兴趣,提升其学习效果,下一步将探讨该知识图谱在提升学生学习能力方面的效果。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Suleyman G, Alangaden GJ. Nosocomial fungal infections: epidemiology, infection control, and prevention[J]. *Infect Dis Clin North Am*, 2021, 35(4): 1027-1053.
- [2] 刘金帅, 张晓霞, 郭芳芳, 等. 2006—2021 年长治医学院医院感染学本科教学实践与探索[J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32(24): 3788-3792.
Liu JS, Zhang XX, Guo FF, et al. Practice and exploration of undergraduate teaching of nosocomiology in Changzhi Medical College from 2006 to 2021[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2022, 32(24): 3788-3792.
- [3] 丁思艳, 邵小青, 茅一萍, 等. 医学实习生职业防护意识和行为现状分析[J]. *中国感染控制杂志*, 2016, 15(10): 796-799.
Ding SY, Shao XQ, Mao YP, et al. Current status of occupational protection awareness and behavior among medical interns[J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2016, 15(10): 796-799.
- [4] Papadakis S. MOOCs 2012-2022: an overview[J]. *Adv Mob Learn Educ Res*, 2023, 3(1): 682-693.
- [5] 王秀清, 王姣, 陈鑫蕊, 等. 应用型高校临床技能虚拟仿真实验教学中心的建设实践[J]. *中国继续医学教育*, 2024, 16(2): 173-176.
Wang XQ, Wang J, Chen XR, et al. Construction and practice of virtual simulation experimental teaching center for clinical skills in applied universities[J]. *China Continuing Medical Education*, 2024, 16(2): 173-176.
- [6] 师咏诗, 钟秋安. 关于医学信息化线上教学的思考[J]. *继续医学教育*, 2022, 36(12): 25-28.
Shi YS, Zhong QA. Reflections of online teaching in medical informatization[J]. *Continuing Medical Education*, 2022, 36(12): 25-28.
- [7] Xia XN, Qi WX. Learning behavior interest propagation strategy of MOOCs based on multi entity knowledge graph[J]. *Educ Inf Technol*, 2023, 28(10): 13349-13377.
- [8] Geller T. Talking to machines[J]. *Commun ACM*, 2012, 55(4): 14-16.
- [9] Lucero M, Montanero M, van Boxtel C. Semiempty collaborative concept mapping in history education: students' engagement in historical reasoning and coconstruction[J]. *Instr Sci*, 2024, 52(4): 557-581.
- [10] Shi YH, Yang HY, Dou Y, et al. Effects of mind mapping-based instruction on student cognitive learning outcomes: a Meta-analysis[J]. *Asia Pac Educ Rev*, 2023, 24(3): 303-317.
- [11] Tian L, Zhou X, Wu YP, et al. Knowledge graph and knowledge reasoning: a systematic review[J]. *J Electron Sci Technol*, 2022, 20(2): 100159.
- [12] 闫景瑞, 邓为民, 张士杰, 等. 基础医学教育阶段核心课程知识图谱的构建与应用[J]. *中华医学教育杂志*, 2024, 44(3): 176-179.
Yan JR, Deng WM, Zhang SJ, et al. Construction and application of knowledge graph of core courses in basic medical education stage[J]. *Chinese Journal of Medical Education*, 2024, 44(3): 176-179.
- [13] 周航. 生物医学类专业课程知识图谱构建与应用[D]. 长春: 吉林大学, 2023.
Zhou H. Construction and application of curriculum knowledge graph in biomedicine[D]. Changchun: Jilin University, 2023.
- [14] 荣欣雯, 史蕾, 秦芳, 等. 基于知识图谱的高仿真模拟教学在“急危重症护理学”中的应用[J]. *护理学报*, 2024, 31(16): 12-16.
Rong XW, Shi L, Qin F, et al. Application of high-fidelity scenario simulation teaching based on knowledge graph in emergency and critical care nursing[J]. *Journal of Nursing (China)*, 2024, 31(16): 12-16.
- [15] Abu-Salih B, Alotaibi S. A systematic literature review of knowledge graph construction and application in education[J]. *Heliyon*, 2024, 10(3): e25383.
- [16] Bada SO. Constructivism learning theory: a paradigm for teaching and learning[J]. *J Res Method Edu*, 2015, 5(6): 66-70.
- [17] Nadiyah RS, Faaizah S. The development of online project based collaborative learning using ADDIE model[J]. *Procedia Soc Behav Sci*, 2015, 195: 1803-1812.
- [18] 黄勋, 李六亿. 医院感染控制[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023.
Huang X, Li LY. Healthcare-associated infection control[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2023.
- [19] 茅一萍, 顾玉明. 医院感染预防与控制[M]. 南京: 东南大学出版社, 2021.
Mao YP, Gu YM. Prevention and control of healthcare-associated infection [M]. Nanjing: Southeast University Press, 2021.
- [20] 吴建浓, 干铁儿. 医院感染预防与控制[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2023.
Wu JN, Gan TE. Prevention and control of hospital infection [M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2023.
- [21] 王力红, 朱士俊. 医院感染学[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2024.

- Wang LH, Zhu SJ. Nosocomiology[M]. 2nd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2024.
- [22] 赵万祥, 李滔, 刘强, 等. 以活动为导向的有机化学知识图谱构建与实践[J]. 化学教育(中英文), 2024, 45(4): 113 - 120.
- Zhao WX, Li T, Liu Q, et al. Construction and practice of activity-oriented knowledge graph in organic chemistry[J]. Chinese Journal of Chemical Education, 2024, 45(4): 113 - 120.
- [23] Adams NE. Bloom's taxonomy of cognitive learning objectives [J]. J Med Libr Assoc, 2015, 103(3): 152 - 153.
- [24] Virzi RA. Refining the test phase of usability evaluation: how many subjects is enough? [J]. Hum Factors, 1992, 34(4): 457 - 468.
- [25] Brooke J. SUS: a "quick and dirty" usability scale[M]//Usability evaluation in industry. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 1996: 4 - 7.
- [26] 李永锋, 李慧芬, 朱丽萍. 基于眼动追踪技术的车载信息系统界面设计研究[J]. 包装工程, 2015, 36(12): 65 - 68.
- Li YF, Li HF, Zhu LP. The interface design of in-vehicle information systems based on eye-tracking technology[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(12): 65 - 68.
- [27] Leng MM, Sun Y, Li C, et al. Usability evaluation of a knowledge graph-based dementia care intelligent recommender system: mixed methods study[J]. J Med Internet Res, 2023, 25: e45788.
- [28] 曾先慧. 中职《移动电子商务》课程知识图谱的构建与应用研究[D]. 广州: 广东技术师范大学, 2021.
- Zeng XH. Research on the construction and application of knowledge graph of *Mobile E-commerce* course in secondary vocational schools[D]. Guangzhou: Guangdong Polytechnic Normal University, 2021.
- [29] Cimiano P, Paulheim H. Knowledge graph refinement: a survey of approaches and evaluation methods[J]. Semant Web, 2017, 8(3): 489 - 508.
- [30] Panchea AM, Todam Nguepnang N, Kairy D, et al. Usability evaluation of the SmartWheeler through qualitative and quantitative studies[J]. Sensors (Basel), 2022, 22(15): 5627.

(本文编辑: 翟若南)

本文引用格式: 刘金平, 马瑶瑶, 张冰, 等. 医院感染预防与控制课程知识图谱的构建及可用性评价[J]. 中国感染控制杂志, 2025, 24(5): 666 - 673. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20255454.

Cite this article as: LIU Jinping, MA Yaoyao, ZHANG Bing, et al. Construction and usability evaluation of knowledge graph of healthcare-associated infection prevention and control course[J]. Chin J Infect Control, 2025, 24(5): 666 - 673. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20255454.