

基于虚拟仿真实验教学系统的骨髓细胞学检查学习平台的构建*

张杨¹ 陈凤花¹ 梁涛¹ 高紫薇¹ 胡丽华¹ 王琳¹

[摘要] 目的:模拟骨髓穿刺、显微镜使用及骨髓细胞形态学检查全过程,构建骨髓细胞学检查虚拟仿真教学系统。方法:通过采集高性能图像,构建立体沉浸式虚拟三维系统,开发虚拟现实交互平台,以平台为基础构架,完成虚拟仿真实验教学系统。结果:建立虚拟仿真模块——骨髓穿刺、骨髓片制作、显微镜使用、正常/异常骨髓细胞形态鉴别、与临床病例的对应及分析,同时搭建完善的线上学习及考核平台。结论:骨髓细胞学检查虚拟仿真教学系统的构建增加了学生模拟临床锻炼的机会,使其不受时空限制,随时随地反复练习。该教学系统极具趣味性和可操作性,能提高学生的主观能动性,更好地培养出实践能力突出、综合素质优异的卓越医学人才。

[关键词] 虚拟仿真系统;骨髓细胞学检查;医学检验;临床血液学检验

DOI:10.13201/j.issn.1004-2806.2023.08.017

[中图分类号] R551.3 [文献标志码] A

Construction of bone marrow cytology examination learning platform based on virtual simulation experiment teaching system

ZHANG Yang CHEN Fenghua LIANG Tao GAO Ziwei HU Lihua WANG Lin

(Department of Clinical Laboratory, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430022, China)

Corresponding author: WANG Lin, E-mail: lin_wang@hust.edu.cn; HU Lihua, E-mail: xh-hulh@126.com

Abstract Objective: To construct a virtual simulation teaching system for bone marrow cytology by simulating the whole process of bone marrow puncture, microscope use and bone marrow cell morphological examination. **Methods:** By collecting high performance images, the three-dimensional immersive virtual 3D system was constructed, the virtual reality interactive platform was developed, and the virtual simulation system was completed based on the platform framework. **Results:** Virtual simulation modules were established, including bone marrow puncture, bone marrow slice making, microscope use, normal/abnormal bone marrow cell morphological discrimination, correspondence and analysis with clinical cases. A complete online learning and assessment platform was built. **Conclusion:** The construction of virtual simulation teaching system of bone marrow cytology examination can make students get the opportunity of similar clinical exercise at any time, and achieve repeated practice outside the laboratory. The teaching system is very interesting and operable, can improve students' learning enthusiasm, and better train excellent medical talents with strong ability and high comprehensive quality.

Key words virtual simulation system; bone marrow cytology; medical laboratory; clinical hematology examination

国际化标准组织发布的《医学实验室质量和能力的要求》(ISO15189)指出:“医学实验室除对患

者的标本进行各种检测外,还要能提供检测结果的解释以及实验室所涵盖的内容和范围之内的咨询性服务”^[1]。由此可见,随着医学检验技术的发展,对医学检验技术专业学生的要求越来越高,亟需培养出专业理论扎实,临床技能突出,综合素质高的学生。

虚拟仿真教学平台的实验教学相比传统的教学模式,优势更为突出,可以显著减少用于实验室

*基金项目:华中科技大学实验技术研究项目(No:2021074, 2023098);华中科技大学第一临床学院教学改革研究项目(No:2021017,2021050);华中科技大学第一临床学院毕业后教学改革研究项目(No:2022052)

¹华中科技大学同济医学院附属协和医院检验科(武汉, 430022)

通信作者:王琳, E-mail: lin_wang@hust.edu.cn; 胡丽华, E-mail: xhhulh@126.com

改造、建设以及维护的资金,同时节省了时间和空间成本^[2-3]。虚拟仿真教学平台的实验教学,利用软件虚拟实验界面模拟现实中的实验流程,在实验全过程中,操作者不需要直接接触临床患者,不需要准备实验器材或实验试剂,学生也不用局限于实验场所。这一新型的教学模式更适合当代大学生的喜好,对于一些难以在实际中开展,但对学生培养却又至关重要的实验,完全可以在虚拟仿真教学平台进行,学生可以利用独立的空间来登录系统,进行有效学习^[4-5]。

作为医学检验技术专业的核心课程之一,《临床血液学检验》是以血液病学理论知识为基础,以人体的血细胞、骨髓细胞及血液内各种凝血因子为检测对象,以实验室检测指标的检测方法为手段,以疾病的明确诊断或辅助诊断、疗效观察、预后判断为目的,并能把理论-检验-疾病相结合,与各基础学科及临床紧密联系的一门实践性很强的应用学科^[6-8]。而骨髓细胞学检查则是《临床血液学检验》及《实验诊断学》课程的重点内容。在临床实习过程中,学生将直面白血病患者进行骨髓穿刺,可能出现心理上的恐惧,或者因操作不熟练取材困难等特殊情况。骨髓细胞学检查虚拟仿真教学系统的应用,可以弥补临床上无法多次进行实际操作的不足,帮助学生反复练习以减少心理上的恐惧,极大地提高了学生的操作熟练度^[9]。

目前国内外少有骨髓细胞学检查相关虚拟仿真项目^[10],为此,课题组利用数字化虚拟技术弥补了实验教学过程中骨髓标本病种不全、学生实际操作机会不多、课时不足等诸多缺陷,使学生不用局限于固定的时间和固定的场所,很方便地登录虚拟实验教学系统来进行不同疾病骨髓细胞形态学的练习;同时学生可以通过自主操作多次练习,增强其自主学习的自觉性和能力。

1 虚拟仿真实验教学系统的构建

通过骨髓细胞学检查相关检验项目的编制、视频拍摄、建模、场景模拟等工作,搭建出虚拟仿真实验室。在虚拟实验室中,学生首先了解骨髓穿刺的适应证,熟悉骨髓细胞学检查需要在哪些临床情景下进行。然后,通过系统指令模拟骨髓穿刺过程。穿刺完成后,对标本进行处理,模拟骨髓细胞涂片的制备与染色、学习显微镜的使用与注意事项等,最后进行细胞形态的观察与鉴别。在完成细胞识别后,学生通过答题的方式来掌握不同异常细胞形态对应的临床相关疾病、疾病特征、治疗方案的选择、疗效监测以及其他疾病的鉴别诊断等。最后是基于临床病例的虚拟考核系统。学生在考核过程中首先接触的是患者的临床病例资料,根据患者临床表现和病史情况,选择合适的检测项目,接着在

虚拟仿真系统中进行实践操作,获取样本后在系统中进行实验室检测,通过检测结果分析可能的临床诊断,向临床医生反馈及沟通,最后审核报告。考核结束后系统对案例有总结和点评,适当融入思政元素,引导学生对血液系统肿瘤患儿的关注与关爱。

虚拟仿真实验教学系统主要由以下几个内容组成,分别是:病史分析与实验项目选择、标本采集、标本处理、细胞形态识别及报告解读等,适用于多个专业的学生。不同专业的学生可以结合自身专业特点,选择不同的侧重点进行学习,如医学检验技术专业的学生主要选择标本的实验室检查技术、报告解读及临床反馈;而临床医学专业的学生则更重视疾病的临床信息,如何选择合适的检查项目,如何进行样本采集、实验室检查及临床诊断。见图 1。

2 骨髓细胞学检查的实验内容和步骤

2.1 实验内容

虚拟仿真实验教学系统主要由 3 个内容组成,分别是:①骨髓穿刺、骨髓片制备:学生在虚拟仿真操作中了解并熟悉骨髓穿刺的操作流程,掌握骨髓片制备与染色方法。学生可多次重复虚拟操作,待熟练后进行真实的骨髓穿刺技能操作。避免学生因与患者初次直接接触而产生的骨穿恐惧感,以及因操作不当而导致的患者安全隐患;②显微镜下识别细胞形态:显微镜直接链接线上细胞形态图库,学生通过学习使用虚拟显微镜,从多个角度观察正常或异常细胞的图片,通过大量的辨识训练从而掌握骨髓细胞形态识别方法;③临床异常骨髓细胞形态对应疾病:实验室的其他检查手段和疾病诊疗方法串联起细胞形态识别板块,不同的细胞形态对应不同的临床表现,学生正确识别细胞形态后,做出初步的判断,再根据疾病选择其他辅助检查项目并作出相应临床疾病的诊断等。

2.2 实验步骤

2.2.1 骨髓穿刺适应证 虚拟实验室通过人机对话的形式,演练患者出现何种症状时需要进行骨髓细胞学检查,如各种贫血、各种类型的白血病、淋巴瘤等血液系统疾病,判断骨髓造血状况:红系、白系、巨核系细胞造血状况,有无异常血细胞的存在;血液系统疾病治疗后再复查骨髓象,对疗效进行评估等。

2.2.2 骨髓穿刺操作模拟 根据系统提示,仿真模拟骨髓穿刺的全过程,包括穿刺前准备,穿刺点的选择,穿刺操作,穿刺完成后标本的处理。

2.2.3 骨髓片制备 模拟骨髓片制备的全过程,并以人机对话的方式进行考核,涉及骨髓片的制作技巧,如标本量的选择,推片时的角度与速度的控制,以期获得厚薄适宜的骨髓涂片。



图 1 骨髓细胞学检查虚拟仿真教学系统

2.2.4 骨髓片染色 模拟骨髓片染色的全过程,并以人机对话模式进行考核,如遇染色偏红或偏蓝,应如何通过改变染液配比及染色时长的控制,从而获得染色良好的骨髓片。这些步骤完成以后,可以组织学生进行讨论,对操作过程中的技巧和注意事项予以解释,加深学生印象。

2.2.5 显微镜模拟操作 显微镜的使用是骨髓细胞学检查的基础和必备技能。系统可以模拟显微镜的使用和调试方法,训练内容为如何调节光圈及反光镜,移动装片,使用粗、细准焦螺旋调出清晰的视野,选择合适的镜头(高低倍镜、油镜)。

2.2.6 细胞形态识别 虚拟仿真系统的内容包括对骨髓片染色质量的判断,合适镜检视野的选择,以及红系、白系、巨核系细胞的具体形态的观察;首先用低倍镜快速浏览全片,观察骨髓增生情况,低倍镜下找到合适的视野,然后调整为油镜,接着进行 200 个骨髓有核细胞的分类,通过各系增生情况的判断及不同阶段细胞比例的计算完成骨髓报告,系统性学习骨髓象细胞分类的全过程。

2.2.7 电子图库资源学习 进入电子图库,系统随机选取正常和(或)异常的红系、白系、巨核系细胞形态,由学生鉴别并选出正确答案。

2.2.8 异常细胞形态及对应疾病 学生进入题库

进行细胞辨识,将不同的细胞形态与对应的疾病进行匹配。作答后系统将会进一步给出疾病相应临床表现、其他辅助检查项目、鉴别诊断、临床治疗、疗效监测指标等相关问题。

3 虚拟仿真教学系统考核方式

系统构建时将基于临床病例的实践考核方式融入了系统,考核方式为临床情景实践考核。系统首先给出患者的临床病例资料,学生可以详细了解病史情况以及基础的体格检查或者实验室检查结果,通过分析患者临床表现,选择适用于该患者的检测项目,接着在虚拟仿真系统中进行实践操作,获取虚拟样本后在系统中利用现有的手段开展实验室检测并获取检测结果。学生需要基于检测结果并结合患者病史情况,分析可能的临床诊断,最终审核检测报告。学生完成考核后,系统会基于本案例给出一段总结和点评,其中融入有思政元素,引导学生对血液系统肿瘤患儿的关注与关爱。

本项目结合了武汉协和医院丰富的临床资料及先进的诊疗理念,建设骨髓细胞学分析相关检验虚拟仿真实验系统。一方面,骨髓细胞形态检测作为多种疾病的辅助检查手段之一,更是部分血液疾病诊断金标准,重要性不言而喻。学生通过系统性虚拟仿真实验的学习,从而掌握骨髓分析和检测的

方法;另一方面,该项目将骨髓细胞形态与不同疾病相结合,使学生了解可能对应的疾病及后续需要选择的辅助检查项目,进而拟定合适的治疗方案,真正实现临床诊断与治疗相结合。基于构建好的虚拟仿真的检验实验平台框架,可在后期建设中添加其他检验项目模块,包括骨髓活检、细胞化学染色、骨髓细胞 RNA 提取,PCR 扩增技术等等。

本课题组创建的骨髓细胞学检查虚拟仿真教学系统,与传统教学方式相比,有以下优势:①通过建立骨髓细胞形态学电子图片资源库,构建数字化虚拟实验教学系统,给学生提供了一个自主学习血液病骨髓细胞形态学的平台,通过反复练习巩固从而提高骨髓细胞辨识能力。此外,临床实践中一些罕见疾病的骨髓图片较难收集,或者年代久远的涂片染色质量明显下降,而图片电子资源库的建立则完美地解决了这个问题。②骨髓穿刺是临床基本技能,也是执业医师考试的必考项目之一。通过虚拟仿真教学系统进行训练,学生可以随时反复操作,改善了因人数众多、实践场所限制、临床技能教学资源匮乏等客观因素导致学生不能得到充分训练的现状,有望提高执业医师考试通过率。③虚拟实验教学系统具有形象性、趣味性、安全性、重复性、即时性高等特点,充分调动了学生的学习热情,培养学生的创新意识和自主学习能力。④实践教学内容中融入病例教学,提升学生思维能力。“病例教学”是深受学生喜欢的一种教学方法,在一定程度上提高了学生的学习积极性和主动性,加强其文献检索能力,自学能力、分析并解决问题的能力。⑤考核方式是基于临床病例的综合实践考核,且巧妙融合了思政元素,加深了学生对临床专业的理解,全面提高学生合理选择检验项目、标本采集、标本处理及报告解读等多方面的能力,解决传统教学中长期以来“重检验轻临床,重理论轻实践”的问题,最重要的是培养了学生临床疾病的诊疗思维,这与 ISO15189 的要求是相符的。使学生走向工作岗位以后以最快的速度适应临床实验室的工作要求。

骨髓细胞学检查虚拟仿真系统充分利用国内外前沿资源,极大地丰富了传统实验教学基础上的骨髓片的种类,改善了既往实验教学中疾病病例种类少、临床资源有限等现状,同时打破时空限制,有效解决既往存在的理论与实践教学可能脱节的问

题^[11]。学生利用电子设备学习,可以随时与老师沟通交流并与同学展开讨论,充分发挥学生的主观能动性,激发学生学习兴趣,提高学生学习效率,从而巩固学生理论基础、提高学生实践技能,培养学生自主学习、实践操作、临床诊疗等综合素质和职业能力,提高《临床血液学检验》和《实验诊断学》课程实验教学水平,以期培养出实践能力突出、综合素质优异的医学专业人才。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 22576.1-2018, 医学实验室质量和能力的要求[S]. [2018-12-28]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?FileName=SCSF00055456&DbName=SCSF>.
- [2] 王静,查静茹,汪卓赞. 基于虚拟现实技术的临床实践教学体系构建策略探讨[J]. 临床医药实践, 2021, 30(2):130-133.
- [3] 岳梅,张叶江. 虚拟现实技术在远程医学教学中的应用场景[J]. 中国中医药现代远程教育, 2020, 18(21):43-45.
- [4] 李艳君,黄德生,关鹏,等. 虚拟仿真技术在我国医学教育领域相关研究中应用的科学知识图谱分析[J]. 中华医学教育杂志, 2020, 40(12):992-996.
- [5] 刘奔,董雯,孙杰,等. 虚拟仿真教学平台在实践教学中的应用——以“临床血液学检验技术”课程为例[J]. 湖北理工学院学报, 2022, 38(3):69-72.
- [6] 李海燕,黄君华,黄凤霞,等.《临床血液学检验》教学改革探索与实践[J]. 继续医学教育, 2021, 35(2):2-4.
- [7] 莫武宁,李山,林发全,等. LBL+TBL 教学在临床血液学检验教学中的效果评价[J]. 国际检验医学杂志, 2017, 38(9):1288-1289.
- [8] 金花,樊志菲,杨艳,等. 互联网时代《临床血液学检验》混合式教学模式探索研究[J]. 中国新通信, 2023, 25(5):242-244.
- [9] 刘家秀,许国莹,李靖,等. 医学检验虚拟仿真实训教学平台的构建与应用[J]. 中国医学教育技术, 2019, 33(1):83-86.
- [10] 付阳,陈思,夏君香,等. 构建外周血细胞分析相关手工检验的虚拟仿真项目[J]. 国际检验医学杂志, 2021, 42(16):2035-2038.
- [11] 赵晓艳. 对分课堂和案例教学在基于虚拟仿真技术的临床血液学检验实验课中的应用[J]. 创新创业理论研究与实践, 2022, 5(8):152-154.

(收稿日期:2023-07-18)