

综上所述,声音二维码制作的心脏听诊试题能够显著提高临床医学本科生对于心脏听诊理论知识以及技能操作的掌握,促进师生互动。在新型冠状病毒肺炎疫情防控常态化的形式下,声音二维码这一形式能够帮助临床医学生线下更好地进行临床技能操作训练以及考核,提高学习兴趣以及学习效率。

#### 参考文献

- 徐丹. 心脏听诊的教学体会[J]. 课程教育研究, 2018, 8: 230
- 陈燕, 黄金银, 胡建利, 等. 二维码在课程学习资源建设及教学实践中的应用[J]. 浙江医学教育, 2018, 76(3): 5-7
- Margaret S, Miriam ST, Kelly W. QR Code lecture activity as a tool for increasing nonmajors biology students' enjoyment of interaction with their local environment[J]. J Microbiol Biol Educ, 2018, 19(1): 1-6
- 白益洋, 谭薇, 毕云霞, 等. 分析二维码技术在高校教学中的应用[J]. 电脑知识与技术, 2017, 13(35): 180-181
- 曾丽平, 吴和平, 卢小敏, 等. 基于“二维码技术—手机 App”的病理学实验教学改革实践与研究[J]. 卫生职业教育, 2020, 533(2): 57-58
- 万学红, 卢雪峰. 诊断学[M]. 8版. 人民卫生出版社, 2018: 148-158
- 王巧玲, 邵冰, 陈丽萍, 等. 二维码在断层解剖学实验教学中的应用[J]. 教育现代化, 2019, 6(44): 175-177
- 曲典, 刘志翔, 李延玲, 等. 二维码在医学院校物理演示实验教学中的应用[J]. 卫生职业教育, 2017, 35(1): 41-42
- Brodie K, Madden LL, Rosen CA. Applications of quick response (QR) codes in medical education[J]. J Grad Med Educ, 2020, 12(2): 138-140
- 刘云涛. 二维码技术在医学立体化教材建设中的应用探索[J]. 电子世界, 2016, 13: 105
- 张其鹏. 基于微信的医学教材书网互动服务[J]. 科技与出版, 2015, 12: 93-95
- 董敬蓉. 二维码教学在西医内科教学中的应用思考[J]. 临床医药文献电子杂志, 2018, 247(34): 192-193
- 宝东艳, 贾梓祎, 王爱梅, 等. 速课—二维码教学在执业医师生理教学中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2017, 7: 23-24
- 强薇. 二维码在高等教育传统纸质教材中的应用[J]. 采写编, 2018, 156(1): 151, 178-179
- 解萍, 高步刚. 基于语音播报二维码技术的预防医学实验教学的研究[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2018, 39(20): 96-98
- 宋一志, 霍秀丽, 田明君, 等. 基于二维码技术的解剖标本查询系统的构建[J]. 基础医学教育, 2018, 20(8): 699-702
- 杨丹, 杨志萍, 秦怡, 等. 自制二维码护理技能微课在教学中的应用效果评价[J]. 现代医药卫生, 2021, 37(9): 1574-1576

(收稿日期: 2021-06-08)

(修回日期: 2021-06-13)

## 综合教学方法在肝脏外科中的应用

姜子铭 杨帆 徐海峰 刘伟 桑新亭 杜顺达 郑永昌

**摘要** 肝脏外科的日常教学目前仍以课堂传统授课模式(lecture-based learning, LBL)的教学模式和观摩为主的手术学习模式为主,但传统的教学方法不易使学生理解肝脏外科复杂的疾病和解剖特点。因此,需要更加有效的教学方法来提高教学质量和学生的学习效率。通过联合多种教学模式,如 LBL、基于问题的学习(problem-based learning, PBL)、“基于案例”教学法(case-based learning, CBL)、虚拟现实(virtual reality, VR)技术等,笔者探索出更加有效的综合教学模式,即 PBL + CBL + 3D 打印技术 + 虚拟现实技术,在肝脏外科教学中具有重要价值。

**关键词** 综合教学 PBL CBL 3D 打印 肝脏外科

**中图分类号** R656 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2021.11.036

肝脏外科是传统外科的重点科室,具有手术术式繁多、操作难度高、解剖关系复杂的特点,对手术医生的专业素质要求高,需要医生具备较好地处理手术及术后并发症的能力<sup>[1]</sup>。如今微创技术的发展以及新

一代达芬奇机器人的出现,手术器械更为精细复杂,对术者的操作水平要求更高。相比传统开腹手术中年轻医生可以负责缝合、打结、简单切开、吻合等,目前微创手术可仅由术者和有经验的手术第一助手来完成,这就导致年轻医生动手操作的机会有所减少,而现在的医学发展要求学生进入临床前具有相应的临床操作能力。目前在临床上,有部分临床医生因解剖学知识学习不扎实,尤其是与操作技术密切相关

作者单位:100006 中国医学科学院北京协和医学院(姜子铭、杨帆);100005 中国医学科学院北京协和医院肝脏外科(徐海峰、刘伟、桑新亭、杜顺达、郑永昌);100006 中国医学科学院基础医学研究所/北京协和医学院基础学院人体解剖与组织胚胎学系(刘伟)

的解剖结构、位置毗邻关系和体表投影不清楚,造成许多操作过程的盲目性和不准确性<sup>[2]</sup>。

另外,肝脏外科的实际临床工作中,需要学生具有良好的综合素质,以满足在复杂临床情境下的诊治需求。传统教学方法注重于具体临床知识的全面传授,而忽视了对学生从初诊到治疗的一系列实践能力培养<sup>[3]</sup>。例如,在治疗肝细胞肝癌的患者过程中,学生在不同的课堂上分别学习肝癌发生的病因学、病理学、诊断学以及手术方法,但欠缺整合知识以综合判断患者情况的能力,一定程度上反映了教学与临床需要的脱节。目前以课堂传统授课模式(lecture-based learnin, LBL)的教学方法在教学规范化水平方面存在医生间、医院间的显著差异,不利于我国医学院培养的规范化、标准化<sup>[3,4]</sup>。故目前亟需在全国范围内建立一套行之有效,能够帮助广大实习医生和住院医师学习肝脏外科各类复杂疾病的新颖教学方法。

### 一、国内肝脏外科培养模式的现状

我国目前肝脏外科的培养模式主要分为临床前阶段和临床阶段。临床前阶段主要指在医学院的学习,此阶段肝脏外科的教学主要是在解剖学学习中认识肝脏的解剖结构,授课过程中常使用PPT及课本作为教学用具,对于肝脏的解剖展示局限在二维层面,学生难以清晰、直观地学习和理解肝脏疾病发生过程及其手术术式。

临床阶段的学习以观摩手术为主,学生在两年到两年半的基础理论学习后进入当地实习医院,见习各种科室,学习肝脏外科包括病因学、病理学、围手术期管理等临床知识,然而在肝脏外科学习时间仅仅数月,无法将教材与实践融会贯通,出科后对疾病了解依旧停留在理论层面。目前肝脏外科手术依然以开腹和腹腔镜手术为主,开腹手术受空间限制大,只有主刀医生和第一助手的视野较好。腹腔镜手术虽以电子屏幕显示,但手术实际操作视野有限,学生以观摩为主,加之由于肝内管道系统的复杂性,对于临床经验较少的医学生而言学习仍有较大难度<sup>[5]</sup>。

目前我国医院及医学院肝脏外科教学普遍采用LBL的教学模式,LBL的教学优势是教师可以在短时间内传授疾病如肝癌、肝脓肿从病因、病理到手术指征、手术术式等全面的临床知识<sup>[6]</sup>。但以教师为主的LBL模式在当今医学飞速发展的背景下具有局限性,许多新兴的治疗方案应用的临床情境比较复杂,寥寥数语难以让学生产生深刻印象。且肝脏外科具有解剖结构和血管毗邻情况错综复杂的特点,仅仅通

过幻灯片展示,很难在二维平面上展示病灶情况,这使得临床经验少和阅片能力弱的学生在学习时遇到很大困难。故LBL虽有自己的优势,但很多方面需要有新的教学模式介入补足,提高课堂效率和课堂参与度,重视学生感受,从“以教为主”的教学模式转为“以学为主”的模式。

### 二、临床教学方法在肝脏外科中的应用

目前,新式的临床教学方法种类繁多,应用在各科室包括肝脏外科的主要有PBLbased、CBL、3D打印技术、数字虚拟技术、路径教学方法等。与传统方法比较,新方法更加开发学生的创造力和自我思考能力,有助于提高学生的实践和查阅文献的能力,真正做到以学生为中心,以疾病为导向,切实解决临床问题。各类教学方法可以从不同角度提高学生的临床技能,使得学生在接触临床实际工作时能够满足肝脏外科的临床要求。

1. 基于问题的学习(problem-based learning, PBL):是近年来在医学界广泛推广的一种学习方法,PBL的定义是以临床问题为导向,利用学生的主观能动性,通过查阅资料、咨询专家等方式,解决实际的临床问题。PBL的学习模式中,教师的角色转变为引导和鼓励,并指出后续改进的方向,实际内容主要由学生完成,真正做到以问题为基础,以学生为根本,对于医学学习有极大的裨益。然而,随着时间的推移,许多混合型PBL模式已经变得不那么有效,越来越不符合预期的以学生为中心的学习哲学<sup>[7]</sup>。由于广泛的面对面的PBL小组会议时间,对PBL的不满源于越来越多的学生群体( $n=10$ ),PBL的时间强度(每周两次1.5h的课程),同伴参与不足,以及解说员不同的专业知识、教学经验和热情。学生对PBL的看法下降,可以归因于整个队列缺乏标准化,以及越来越重视时间效率的学习策略。早期的研究同样报道了PBL导师制过程的“随意性”,以及学生问责制的缺失是导致学生不满的主要原因。然而有限的个人责任对小组工作的贡献,学生对混合PBL模型的满意度在最近几年有所下降。

2. “基于案例”教学法(case-based learning, CBL):是“通过使用真实的临床病例为学生做好临床实践的准备”。相比较PBL,CBL选取的病例一般为某疾病的真实和经典病例,通过下发阅读资料,课堂模拟诊治过程的方式,学生在课堂中解决所学习的病例知识点与临床操作要领。通过将知识应用于真实案例,有助于学生在刚接触临床时紧密联系理论与

实践。相比于 PBL, CBL 更侧重于解决一些经典疾病的真实临床问题, 在一些肝脏外科教学实践中应用 CBL 的成功先例显示出 CBL 有助于培养实践能力, 巩固临床知识, 改善团队合作, 提高临床技能, 在医学院的日常教学中, CBL 均显示出其独特的教学优越性<sup>[8-10]</sup>。但 CBL 并不能保证提高学习效果, 与传统的授课方式比较, 在国外一项对 CBL 的研究中表明, 美国大学入学考试(American College Test, ACT)分数较低或完成学分较少的学生在案例研究中获得的学习收益较低<sup>[11]</sup>。与传统的授课方式比较, 在国外一项对 CBL 的研究中表明, ACT 分数较低或完成学分较少的学生在案例研究中获得的学习收益较低。认知负荷理论认为, 案例学习所带来的额外负荷可能会压倒缺乏经验的学生的认知能力。总之, 虽然案例学习增加了一些学生的学习收益, 但由于学生特点的多样性, 这些收益可能不是所有在大型本科课程中的学生都能达到的。

3. 3D 打印技术: 3D 打印技术可以通过 3D 打印机将患者的肝脏在体外打印出来, 目前的 3D 打印技术可以显示非常精细的病灶范围, 有助于术前熟悉患者病变处三维立体结构。同时保存 CT 及 MRI 等资料, 结合 3D 打印模型, 可反复用于之后的教学。3D 打印技术可以通过高分辨 CT(HRCT) 或高分辨率 MRI 进行三维重建, 建立二维影像和三维结构的联系, 有助于提高医生的阅片能力, 建立起肝脏的立体解剖概念, 切实帮助临床工作。另外, 在打印 3D 模型的过程中, 可以利用血管分支工具对肝内脉管系统进行标记, 以区分不同的肝段, 有助于学生理解不同肝段的解剖位置和血管分布情况。若利用患者的影像资料进行重建, 还可以显示病灶的位置和供血情况。

3D 打印的另一优势是可以保存影像资料和 3D 模型, 反复利用模型进行学习, 从各个角度观察, 观察肝门部与肝脏内部解剖结构、血管走行与病灶特点等, 这对于医学生提高影像阅片能力尤为重要。目前已有多家医院进行了 3D 打印技术在临床工作和教学中的开放, 取得了良好的反馈和效果。3D 打印技术解决了肝脏标本供应短缺的问题, 实习期间多人应用同一肝脏标本导致学生未能看到完整肝脏结构, 没有自己动手完全解剖肝脏的机会。但 3D 打印技术成功解决这一问题, 做到学生本科期间可多次打印出所需肝脏, 包括正常肝脏、患病肝脏等, 在理论和实践层面不断强化学习, 为以后临床工作打下基础。

4. 虚拟现实技术: 虚拟现实(virtual reality, VR)

技术是由计算机创建的三维(3D)模拟环境, 根据设备的不同可以进行沉浸式的或是非沉浸式的体验, 联合一定的设备以替代周围环境的感官知觉, 包括头戴式显示器(HMD)、立体声装置或耳机、数据手套等<sup>[12-14]</sup>。VR 技术为外科医生提供了各种感官模拟, 以进行术前计划, 并丰富了对病理变化的理解。开展虚拟解剖实验教学和实体解剖操作虚实双结合新教学模式, 学生可在学习和过程中反复通过 VR 观察或切开肝脏, 深入学习探讨接近真实的肝脏, 多次学习后解剖实体肝脏, 不仅可将肝脏标本的价值最大化, 也让学生解剖真实肝脏过程中寻找与 VR 中肝脏的异同, 反复加深记忆, 在本科学习期间达到住院医师对肝脏结构的掌握标准。

### 三、不同技术在肝脏外科教学中的综合应用情况

1. 多种组合方式在肝脏外科教学中的应用: 新式教学方法在肝脏外科已有相关的应用研究, 如对比 TBL 和 PBL 教学方法在临床本科生和硕士研究生的应用, 有研究表明两者之间出现 4 个关键点: 指导学习、问题解决、协作学习和批判性反思。学生在 TBL 过程中被集体协作解决问题的方法所吸引, 对学习兴趣增加, 认为其优势在于: 小规模学习组, 临床医生的现实指导, 团队准备保证测试, 基础科学知识, 及时的问题反馈等。同时 PBL 的优势在于提出问题后学生可以做出完整的推理过程, 对知识理解加深强化<sup>[15]</sup>。两者各有优缺点, 综合两种方法学习后, 学生提前带着问题思考, 在做好充足准备后小组内讨论学习, 组内良性竞争, 获益明显。

有研究分析了两种新型教学方式的组合式应用, 取得了比较好的效果。采用 CBL 结合 PBL 的复合教学模式, 学生的各方面表现要优于使用单一教学模式或传统教学模式的学生<sup>[16, 17]</sup>。在这种模式下, 学生能够通过 PBL 的学习方式, 锻炼自身查阅文献和解决问题的能力, 培养自身的探索精神, 接触领域前沿从而开拓眼界。而通过 CBL 的学习方式, 学生对于典型病例的掌握要明显优于其他模式, 节省了如 PBL 初期查询资料花费的时间, 教学也更加系统和标准化。另外, 例如综合利用虚拟现实和 3D 打印技术, 可以在了解患者的肝脏解剖结构后, 模拟实际手术过程, 学习肝脏手术的入路和手术解剖关系, 多角度加深对手术术式的理解<sup>[18]</sup>。因此, 综合利用多种新型教学方式, 有助于医学生快速成长和积累临床经验, 锻炼了学生的临床思维和素质, 大大促进肝脏外科的教学。另外, 在其他学科的建设中, 可以见到如“LBL

- CBL - PBL - RBL”四轨教学模式的成功应用, LBL、PBL、CBL、TBL 和 RBL 等多种教学模式整合也在核医学的教学中取得了较好地效果<sup>[19]</sup>。但多种模式的结合不是简单的“一加一”,需要课程设计者在设计课程时理解各教学模式的理念,将各种模式拆分到一个个的教学问题中去,最终使学生可以理解知识的全貌,而不是沉溺于教学模式中产生更多疑惑。目前,国内外普遍认为,多学科整合的学习模式有利于培养学生独立思考,具备自主学习能力和创新能力的符合现代肝脏外科发展需要的复合式人才。

2. LBL - CBL - PBL - RBL 联合应用举例:以肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, hepatoma)为例,学生可在此种联合教学下于一周内掌握肝癌的整体框架和治病原理。在周一至周四,按照 LBL - CBL 模式进行 1h 集中授课,就肝癌的以及相关疾病的病因和病理、临床表现、诊断与鉴别诊断、影像表现等进行系统讲解,充分向学生展现理论层面上肝癌的致病机制

以及相应的诊断治疗方法<sup>[20]</sup>。每周五采用 PBL - RBL 的授课方法。流程如下:选择病例→提出问题→查找文献→分析讨论→总结<sup>[21]</sup>。以肝癌为例:(1)选取当天本科室典型肝癌患者病历,包括其临床资料,影像学检查和实验室检查等。(2)提前下发给学生并提出问题,例如应如何询问病史、补充何种检查、诊断依据、采取哪种手术方法等。(3)查找资料:学生带着上述问题去查找书籍或翻阅文献。(4)分析讨论:肝癌大体病例形态分为 3 型,即结节型、巨块型和弥漫型。传统上以 5cm 为界,将肝细胞癌分为小肝癌和大肝癌两类,学生可根据影像学资料对其类型做出诊断。(5)总结反馈:总结病例特点,分析和讨论相关知识,对疾病的发生、发展进行概括总结,探讨出最适合病例患者的治疗方法与预后分析。课上进行归纳总结和汇报讲课,不同小组间进行比较,由老师进行点评以及做出相应指导改正,最终进行评比以及给出奖励,详见图 1。

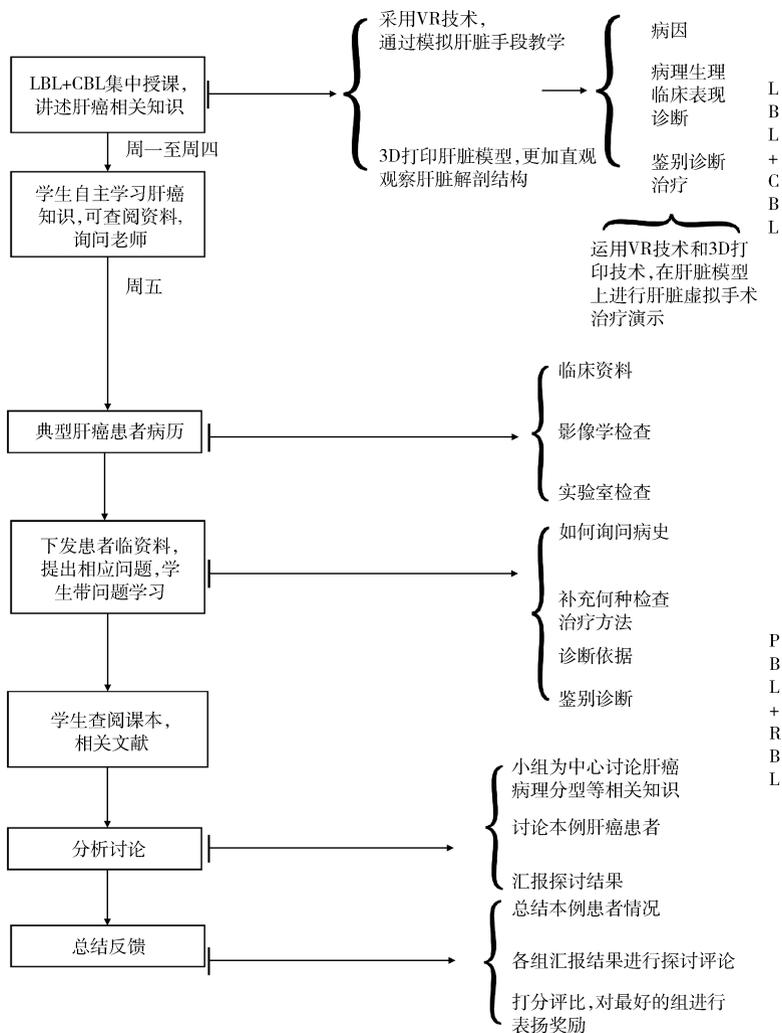


图 1 肝细胞癌 LBL - CBL - PBL - RBL 联合应用流程图

## 四、展 望

各类新式方法在肝脏外科中应用愈发常见,且普遍取得了相较于传统 LBL 方法更好的教学效果。将各类教学方法有机结合,各取所长,既节省了学生的学习时间和学习成本,又取得了更好的学习效果,最终学生的知识掌握情况以及临床实践能力均能有显著的提升。随着腔镜手术与机器人手术在肝脏外科的日常工作中成为普遍选择之一,肝脏外科的疾病谱越发复杂和多样,实际临床工作对学生理解肝脏复杂解剖结构与处理多变临床情况的能力要求越来越高。在此背景下,只有不断地革新教学方法,适应目前的临床需求,才能培养出符合时代要求的合格医生。相信随着多种新型教学模式有机结合,我国能够培养出更多的综合素质全面的肝脏外科医生。

## 参考文献

- Papis D, Vagliasindi A, Maida P. Hepatobiliary and pancreatic surgery in the elderly: current status [J]. *Ann Hepatobil Pancreat Surg*, 2020, 24(1): 1-5
- 谢夏,贺卫卫. 突出高职护理专业特色的人体解剖学教学改革与探究 [J]. *卫生职业教育*, 2021, 39(4): 47-48
- 辛思燕. 高等医学教育中教学模式研究分析 [J]. *教育现代化*, 2019, 6(48): 205-206
- 王珂杰,徐怡,丁文鸽,等. CBL-PBL-LBL 联合教学方法在骨科临床见习教学中的应用 [J]. *中国继续医学教育*, 2020, 12(35): 27-31
- 王强,刘武新,胡明超,等. 腹腔镜模拟操作系统在外科临床实践教学中的价值 [J]. *当代医学*, 2020, 26(24): 183-185
- Zeng HL, Chen DX, Li Q, et al. Effects of seminar teaching method versus lecture-based learning in medical education: a Meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Med Teach*, 2020, 42(12): 1343-1349
- Burgess A, Bleasel J, Haq I, et al. Team-based learning (TBL) in the medical curriculum: better than PBL? [J]. *BMC Med Educ*, 2017, 17(1): 243
- McLean SF. Case-based learning and its application in medical and

- health-care fields: a review of worldwide literature [J]. *J Med Educ Curric Dev*, 2016, 3: 39
- Cloonan M, Fingeret AL. Developing teaching materials for learners in surgery [J]. *Surgery*, 2020, 167(4): 689-692
  - Nordquist J, Sundberg K, Johansson L, et al. Case-based learning in surgery: lessons learned [J]. *World J Surg*, 2012, 36(5): 945-955
  - Rhodes A, Wilson A, Rozell T. Value of case-based learning within STEM courses: is it the method or is it the student? [J]. *CBE Life Sci Educ*, 2020, 19(3): ar44
  - Moit H, Dwyer A, De Sutter M, et al. A standardized robotic training curriculum in a general surgery program [J]. *JSLs*, 2019, 23(4)
  - Chinese SODM, Liver CCOCMDA, Clinical PMCOCMDA, et al. Clinical practice guidelines for precision diagnosis and treatment of complex liver tumor guided by three-dimensional visualization technology (version 2019) [J]. *Nanfank Yike Daxue Xuebao*, 2020, 40(3): 297-307
  - Sampogna G, Pugliese R, Elli M, et al. Routine clinical application of virtual reality in abdominal surgery [J]. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 2017, 26(3): 135-143
  - Burgess A, Roberts C, Ayton T, et al. Implementation of modified team-based learning within a problem based learning medical curriculum: a focus group study [J]. *BMC Med Educ*, 2018, 18(1): 74
  - Zhao W, He L, Deng W, et al. The effectiveness of the combined problem-based learning (PBL) and case-based learning (CBL) teaching method in the clinical practical teaching of thyroid disease [J]. *BMC Med Educ*, 2020, 20(1): 381
  - 张辉. 不同教学方法在肝胆外科教学中的应用分析 [J]. *中国继续医学教育*, 2019, 11(21): 24-26
  - 曾宁,范应方,杨剑,等. 数字虚拟技术在肝胆外科临床教学中的应用研究 [J]. *中国继续医学教育*, 2018, 10(33): 28-31
  - Yang WD, Kang F, MA WH, et al. Integrating LBL, PBL, CBL, TBL and RBL in teaching of nuclear medicine [J]. *Labeled Immunoassays and Clinical Medicine*, 2019, 26(10): 1775
  - 武慧慧,崔曹哲,马彦云,等. 探索 LBL-CBL-PBL-RBL 模式在影像科住院医师规范化培训中的应用 [J]. *中国病案*, 2020, 21(6): 63-65
  - 叶丽君,喻长法,李建华,等. 以问题为导向的教学法在血液学实习带教中的应用 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2020, 30(18): 2304-2305

(收稿日期: 2021-07-26)

(修回日期: 2021-08-10)

(上接第 154 页)

- Wu Y, Dou J, Wan X, et al. Histone deacetylase inhibitor MS-275 alleviates postoperative cognitive dysfunction in rats by inhibiting hippocampal neuroinflammation [J]. *Neuroscience*, 2019, 417: 70-80
- Curtis AM, Fagundes CT, Yang G, et al. Circadian control of innate immunity in macrophages by miR-155 targeting BMAL1 [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2015, 112(23): 7231-7236
- Tran A, He W, Jiang N, et al. NAMPT and BMAL1 are independently involved in the palmitate-mediated induction of neuroinflammation in hypothalamic neurons [J]. *Front Endocrinol*, 2020, 11(11): 351-361
- Oishi Y, Hayashi S, Isagawa T, et al. BMAL1 regulates inflammatory responses in macrophages by modulating enhancer RNA transcription [J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 7086-7100
- Nguyen KD, Fentress SJ, Qiu Y, et al. Circadian gene BMAL1 regulates diurnal oscillations of Ly6C(hi) inflammatory monocytes [J]. *Science*, 2013, 341(6153): 1483-1488
- Purkayastha S, Zhang H, Zhang G, et al. Neural dysregulation of peripheral insulin action and blood pressure by brain endoplasmic reticulum

stress [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2011, 108(7): 2939-2944

- Tamaru T, Ikeda M. Circadian adaptation to cell injury stresses: a crucial interplay of BMAL1 and HSF1 [J]. *J Physiol Sci*, 2016, 66(4): 303-306
- Lu R, Dong Y, Li JD. Necdin regulates BMAL1 stability and circadian clock through SGT1-HSP90 chaperone machinery [J]. *Nucleic Acids Res*, 2020, 48(14): 7944-7957
- 张折折,吴永芳,李学伟,等. 中老年期 CD-1 小鼠海马突触蛋白 Arc 含量改变及其与认知功能下降的相关性研究 [J]. *安徽农业大学学报*, 2019, 46(3): 405-409
- 郭帅,孙聪,王昌图,等. 糖原合成酶激酶 3β 活性增加参与 β 淀粉样蛋白 31~35 诱导的 HT22 海马神经细胞 Bmal1 表达降低 [J]. *中华神经科杂志*, 2020, 53(2): 96-102
- Vandael D, Borges MC, Zhang X, et al. Short-term plasticity at hippocampal mossy fiber synapses is induced by natural activity outbursts and associated with vesicle pool engraving formation [J]. *Neuron*, 2020, 107(3): 509-521

(收稿日期: 2021-05-03)

(修回日期: 2021-05-28)