医学模拟教学联合 PBL 等教学方法 在白内障手术培训中的应用

张健 董莹 蒋惠中 戴惟葭 吴航 方薇 刘大川 王亚军

摘要 目的 探讨医学模拟教学与以问题为基础的教学方式(problem-based learning, PBL)等多种教学方法在白内障超声乳化手术(phacoemulsification, Phaco)培训中的应用效果。方法 选取自 2015 年 3 月~2019 年 11 月在首都医科大学宣武医院参加白内障 Phaco 培训的眼科医生共 12 人,随机分为 A、B 两组。A 组学员 7 人,规范完成包括 Phaco 观摩、眼科显微手术模拟器训练教学、动物实验操作、临床手术操作及 PBL 教学等所有培训内容,临床手术操作患者 1081 例(1081 眼);B 组学员 5 人,规范完成包括 Phaco 观摩、动物实验操作、临床手术操作及传统授课教学方法培训内容,手术操作患者 793 例(793 眼);观察比较两组学员临床手术操作完成情况和手术并发症发生比例。**结果** A、B 两组学员平均每位完成手术操作例数分别为 154.43 ± 5.47 和 158.60 ± 3.78 , 差异无统计学意义($P=0.26$);A、B 两组完成 5mm 中央连续环形撕囊比例分别为 23.03% 和 9.46%, A 组比例大于 B 组($P=0.00$);A、B 两组后囊破裂眼数比例分别为 4.81% 和 7.18%, A 组比例小于 B 组($P=0.03$);A、B 两组术中、重度角膜水肿例数比例分别为 8.51% 和 7.44%, 差异无统计学意义($P=0.40$);A、B 两组术眼严重并发症比例分别为 0.56% 和 0.50%, 差异无统计学意义($P=0.88$)。**结论** 在白内障 Phaco 手术培训中应用 PBL 与医学模拟教学等综合教学方法,可以有效减少初学者的手术并发症,提高 Phaco 培训的教学效果。

关键词 PBL 教学法 医学模拟教学 白内障 超声乳化

中图分类号 R4 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2022.01.035

白内障是老年人的常见、多发性眼病。白内障 Phaco 以其切口小、手术损伤轻、术后恢复快而成为目前主流白内障治疗方法;但 Phaco 在全封闭的眼内进行,高负压、高流量以及超声能量的使用要求术者有更高的显微手术技巧和经验。正是由于 Phaco 的操作难度大、围术期易发生严重并发症的特点,使得 Phaco 教学培训时间长、难度大、教学效果因培训内容与方法不同而参差不齐^[1,2]。

近年来,医学模拟教学在医学教育中得到了广泛应用,眼科显微手术模拟器在既往的显微手术培训中显现出独特的教学效果^[3,4]。以问题为基础的教学方式(problem-based learning, PBL)教学模式可以调动学生学习的自主能动性,从而提高教学内容的实施效果^[5,6]。在白内障 Phaco 培训中通过医学模拟教学与 PBL 教学方法、动物实验操作、真实场景手术观摩、反馈性文献教学、情景教学等多模块教学方法相

结合,积累了一些教学经验并取得了较好的效果^[7,8],现报道如下。

一、教学对象

教学对象为 2015 年 3 月~2019 年 11 月在首都医科大学宣武医院眼科参加 Phaco 培训的眼科医生(以下简称学员),共 12 人。所有 Phaco 学员来自国内二甲或以上医疗单位,均为有显微手术经验的眼科医生,取得主治医师或副主任医师职称,工作年限 6~15 年,可以基本独立完成白内障囊外摘除术+人工晶体植入术(intraocular lens implantation, IOL)。

学员分为 A、B 两组,随机抽取分组。A 组学员共 7 人,规范完成所有培训内容,包括应用 EYESI 内眼显微手术模拟器(德国 VRmagic 公司)进行 Phaco 模拟教学、PBL 方式教学、动物实验操作、真实场景手术观摩等多模块教学方法,手术操作白内障患者 1081 例(1081 眼);B 组学员共 5 人,未做眼科显微手术模拟器训练,教学过程采用传统授课教学方法,未引入 PBL 教学方法,其他同 A 组学员,手术操作白内障患者 793 例(793 眼)。本研究符合《赫尔辛基宣言》的原则;所有患者手术操作均在患者及家属知情同意后实施。

二、教学培训方法

1. 手术观摩:在眼科显微手术操作培训之前让学

基金项目:首都医科大学基础-临床科研合作基金重点项目(12JL04)

作者单位:100053 北京,首都医科大学宣武医院眼科(张健、董莹、蒋惠中、戴惟葭、吴航、方薇、刘大川),教育处(王亚军)

通信作者:张健,主任医师,副教授,硕士生导师,电子信箱:drzhangjian@vip.163.com

员观摩真实手术操作与手术录像,包括完美的手术操作与有手术并发症的手术过程共 300 例左右,其中观摩初学者的 Phaco + IOL 操作 100 例左右。

2. 眼科显微手术模拟器训练: EYESI 内眼显微手术模拟器是一个数字化的手术的训练系统,包括数字化模拟显微镜、模型眼、模拟显微器械及计算机系统。通过它可以进行白内障 Phaco 多项步骤的显微基本操作训练,包括模拟进行 Phaco 的撕囊和乳化晶状体核操作训练等。每步可按不同难度多次演练,直到熟练掌握此步骤操作,再进入后续模拟教学环节,最后把 Phaco 操作连续完成,根据学员操作的熟练程度由模拟器综合评分,90 分以上进入下一阶段动物实验培训。

3. 动物实验操作培训:取新鲜的猪眼球,固定于泡沫塑料特制的工作台上,在带教教师(白内障专业副高级职称)指导下在手术显微镜下进行巩膜切口制备及前囊环形撕囊练习;应用动物实验用 Phaco 仪器(Signature, 美国 AMO 公司; Stellaris, 美国博士伦公司)在猪眼球上进行 Phaco 练习,操作 50 例左右猪眼球,能够独立在猪眼球上完成 Phaco 的角膜切口制备、撕囊、水分离、乳化晶状体核、吸出皮质、植入试验用折叠 IOL,90 分以上合格,进入临床真实操作阶段。

4. 临床操作培训:(1)患者的选择:教学患者满足以下所有条件:①年龄 50 ~ 80 岁;②晶状体核硬度 2 ~ 3 级,无晶状体位置异常;③角膜透明,内皮细胞计数 $\geq 1800/\text{mm}^2$;④瞳孔能够正常散大;⑤前方深度正常;⑥无眼部外伤史及眼内手术史,不伴有除白内障之外的其他眼部疾病;⑦患者精神状态良好,对手术效果无特殊要求;⑧全身状况良好;⑨如患者双眼手术,只选取患者首只眼作为学员教学操作病例。

(2)手术仪器:显微镜为 Zeiss lumina T 型(德国蔡司公司)或 Moller - wedle ophthalmic 900(德国 Haag - Streit 公司)。超声乳化仪型号为 Signature 或 Stellaris。超声乳化仪器设置:瓶高 85 ~ 110cm;流速 28 ~ 35ml/min,负压 250 ~ 400,能量最大 60%,冷超乳或微脉冲模式, I/A 流速 30 ~ 35ml/min。(3)手术操作步骤:手术在独立完成 Phaco 5000 例的白内障专科医生指导下进行,学员独立操作循序渐进进行,每一步操作能够独立较熟练完成后晋级下一步操作;如出现手术异常或术中并发症,由带教教师完成后面手术步骤。晋级手术步骤顺序为从后向前,从首尾步骤向中间步骤,最后做超声乳化晶状体核,即晶状体植入后冲洗皮质 10 ~ 20 例→人工晶体植入 + 冲

洗皮质 (IA) 30 ~ 60 例→做透明角膜双平面切口 + 中央连续环形撕囊 50 ~ 100 例→超声乳化晶状体核(分而治之法 20 ~ 50 例, Phaco Chop 法 30 ~ 100 例) 50 ~ 150 例。

5. 教学授课方法:(1)A 组:采取 PBL 综合教学方法。具体内容如下:指导教师围绕 PBL 授课方法进行专项培训、备课,了解 PBL 教学方法,明确教学大纲及每步教学目标、重难点、具体教学内容和评价方法。指导教师依据备课的教学大纲内容列举出典型病例和手术操作易出现的问题(如出现术中后囊破裂等术中并发症的手术病例)设计相关的思考题,如为什么后囊破裂?如何处理最佳?组织学员讨论真实病例;同时让学员查阅文献报道,掌握与本次授课内容相关联的知识,课堂上反馈查阅的文献内容,回答提出的问题;组织学员对 Phaco 的疑难点展开讨论,提出自己的问题与见解;讨论时,由带教老师掌握讨论的主题与进展,并将 Phaco 相关的最新知识点及手术操作的业界发展动向引入到讨论中;最后,由带教老师针对典型病例再次强调 Phaco 中的重点、难点,以强化记忆。(2)B 组:采用传统教学模式,以教师为主体、以讲授为中心对学员进行 Phaco 手术的相关培训。授课中,指导教师向学员详细讲授 Phaco 相关手术步骤及并发症的处理,结合现代多媒体技术呈现授课内容;同时,组织学员在观摩教学录像、动物实验、临床操作阶段进行每步的讨论、学习。

6. 观察指标:观察 A、B 两组接受不同教学方法的学员真实人眼手术时完成 5mm 中央连续环形撕囊的比例、后囊破裂的比例、中、重度角膜水肿的比例以及出现围术期严重并发症的比例。

7. 统计学方法:采用 SPSS 19.0 统计学软件对 A、B 两组培训医生眼科临床工作年限、医院级别、职称等基本资料和临床病例完成 5mm 中央连续环形撕囊的比例、术中、术后并发症比例进行统计学分析,计量资料如符合正态分布,以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,两组培训医生工作年限和完成手术操作眼数组间比较用两独立样本 t 检验;两组计数资料的比较用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

二、结 果

1. 两组学员基本资料:两组学员眼科临床工作年限、医院级别、职称等可能影响培训效果的基本资料及比较详见表 1。其中 A、B 两组学员眼科临床工作年限、医院级别和职称构成组间比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 1 两组学员可能影响培训效果的基本资料 ($n, \bar{x} \pm s$)

观察指标项目	A 组 ($n=7$)	B 组 ($n=5$)	t/χ^2	P
眼科临床工作年限	9.14 ± 2.97	9.86 ± 2.86	-0.383	0.709
医院级别(二级/三级)	3/4	2/3	-	0.689
职称(主治医师/副主任医师)	5/2	3/2	-	0.576

2. 两组学员培训效果:A、B 两组学员培训结束后在指导教师指导下均可基本独立完成常规白内障 Phaco + IOL; 两组学员分部或整体共完成 1874 例(1874 眼)临床手术操作,其中 7 名 A 组学员共完成 1081 例,5 名 B 组学员完成 793 例;A、B 两组学员平均完成手术操作例数组内数据符合正态分布,两组学员手术操作病例均数分别为 154.43 ± 5.47 例和

158.60 ± 3.7 例,差异无统计学意义;A 组 5mm 中央连续环形撕囊比例高于 B 组,差异有统计学意义,后囊破裂比例低于 B 组,差异有统计学意义;A、B 两组中、重度角膜水肿比例及手术严重并发症比例比较,差异无统计学意义(表 2)。严重并发症指晶状体物质进入玻璃体腔、角膜失代偿、术后视网膜脱离和眼内炎的总和。

表 2 两组学员完成手术操作情况和并发症比例 [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

项目	A 组 ($n=7$)	B 组 ($n=5$)	t/χ^2	P
完成手术操作病例数	1081	793	-	-
手术操作病例均数	154.43 ± 5.47	158.60 ± 3.78	1.280	0.260
完成 5mm 中央连续环形撕囊病例数	249(23.03)	75(9.46)	58.961	0.000
后囊破裂病例数	52(4.81)	57(7.18)	4.720	0.036
中、重度角膜水肿病例数	92(8.51)	59(7.44)	0.708	0.400
严重并发症病例数	6(0.56)	4(0.50)	0.022	0.882

四、讨 论

既往外科手术技能多是通过在临床实践中获得,即在专科上级医师督导下,学员通过实践不同步骤、级别的手术操作,逐步获得手术操作经验,最后逐步掌握全部手术操作要领;这种培训模式的操作对象是动物实验与真实患者,此法是手术技能训练的基础。但随着医疗模式及医患关系的变化,直接在患者身上演练临床技能所显现的弊端和问题已经阻碍这种传统手术技能培训教学方法的开展。

白内障 Phaco 学习存在着学习曲线,在 Phaco 学习早期,由于学员对手术操作生疏,导致多种手术并发症的产生^[1,2,9]。为了尽量减少 Phaco 学习的代价,许多研究者对 Phaco 教学模式进行探索、创新。内眼显微手术模拟器就是一项眼科手术教学中标志性的创新,它是用来培训年轻眼外科医生内眼手术技术的一个模拟、交互式学习平台,通过循序渐进的训练方式,让学员能逐步掌握 Phaco 等内眼手术的操作技巧,最终达到独立完成临床手术的要求^[3,4,10]。模拟器自带的学习软件可以使学员模拟操作 Phaco 的每一环节。每项操作完成后,可对学习者的操作进行反馈及打分以便对训练结果进行评价。学员在进入真实人眼操作之前,结合动物实验,反复进行模拟器

训练,给学员提供一个安全的、循序渐进的、人机互动的学习平台,在保证手术安全前提下,尽快提高学习者的内眼显微手术技能^[11]。研究表明接受过白内障手术模拟器训练者 Phaco 手术时间更短、并发症更少;白内障手术模拟器训练可以缩短前 50 个 Phaco 学习曲线,其中手术经验更少的学员更受益^[12]。

本研究显示,A 组学员在真实人眼手术操作之前进行模拟器操作训练后,完成 5mm 中央连续环形撕囊比例明显高于 B 组学员;而后囊破裂比例 A 组明显低于 B 组,这与 A 组学员使用内眼显微手术模拟器有直接关系。但模拟手术与实际手术操作笔者感觉还是有差别,主要有:(1)模拟手术的显微器械操作是虚拟的,器械的手感力度及操作空间感与真实手术器械有区别。(2)模拟眼的组织没有真实生物组织力学回馈。(3)模拟手术的手术视野内影像更清晰,但立体操作空间不够真实。(4)在模拟器上操作学员心理更放松,心理感受不同于实际手术操作。这些模拟操作与真实手术视野下的操作区别,就需要通过动物眼特别是人眼实际反复操作感悟,同时结合带教讲解逐步体会、掌握,这可能也是为什么 A、B 两组受训者在真实眼操作时中、重度角膜水肿与严重手术并发症比例没有区别的原因。

20 世纪 60 年代由美国神经病学教授 Barrows 在加拿大的 McMaster University 把 PBL 引入了医学教育领域。我国最早是 1986 年引进 PBL 的^[13]。其主要方法为将一定的教学内容通过设计提出一些相关的问题,教师把控问题导向,用组织学生讨论等教学方式完成教学内容。这种教学方式可以调动学生学习的自主能动性,使学习者积极参与内容的学习,从而提高教学内容的实施效果^[5,6,14]。

在 A 组学员白内障 Phaco 培训中应用 PBL、反馈性文献教学、情景教学等多种教学方法,体会如下:(1)与传统的授课教学方法比较,PBL 注重培养学员以病例诊治、手术操作为中心的联想式思维和横向思维方式,举一反三,更适合临床操作教学^[14,15]。例如遇到不同级别的晶状体核硬度时,应该采取何种核处理方法最优,让学员展开课堂讨论,最后教师总结、概括。这样通过 1~2 个病例,全面了解了不同级别核硬度的最佳手术处理方法,同时了解不同核处理方法的优劣。(2)PBL 将临床学科的多维知识点全面贯穿于一个或多个真实的病例中,注重培养学员临床工作中解决实际问题的能力,且现场感强烈。在观看真实手术操作时,特别是初学者的手术操作,要求学员即刻说出手术操作的优劣及随后可能出现的术中并发症及避免方法,使学员有身临其境的感触,每一个观摩过程如同亲身操作,快速提高手术操作的实际工作能力。(3)教学中以学生为主体、以问题为中心,真实操作视频及手术录像均是教师及既往学生的操作,画面临场感强,并发症的出现真实,教学过程均为受训者主动参与,较好地解决了灌输式教学中受训者始终处于消极被动地位,这种情景教学与 PBL 相结合,可使操作的临场感真实,使学员对典型病例记忆深刻,教学效果更好^[8,16]。(4)PBL 结合模块化模拟教学重视教学过程评估,在每一个 Phaco 学习模块结束后,进行临床技能考核,考试合格者晋级下一阶段手术操作模块培训。这种模块化模拟教学可使学员知识点掌握循序渐进,操作培训更系统、全面^[17]。(5)组织学员对 Phaco 术中及术后问题进行讨论,同时让学员查阅文献报道,课堂上报告查阅的文献内容,提出自己的问题与见解并讨论之,讨论时由带教老师把控讨论方向,并将专业知识及手术操作的业界最新发展动向引入到讨论中。应用 PBL 与反馈性文献教学相结合的教学方法,更注重培养学员探索、概括能力以及应用图书馆信息服务提高知识的自我晋级能力,使白内障 Phaco 临床教学不仅授之以渔,而

且授之以鱼^[7,18,19]。在比较 A、B 两组学员教学结果时发现 A 组学习效果好于 B 组,不仅因为 A 组学员使用了教学模拟器,同时与 A 组学员应用 PBL 等多种教学方法不无关系。

本研究存在的局限性:(1)本研究为单中心研究,样本量较小,结果的可信度需多中心、大样本量进一步证实。(2)A、B 两组有多种教学方法的不同应用,导致结果不同的影响因素较多,今后应进一步对影响因素做相关性研究。

综上所述,在白内障 Phaco 培训中应用 PBL 与医学模拟教学等多模态教学方法,可以短期内快速提高眼科白内障 Phaco 显微手术操作能力,减少初学者的手术并发症,提高 Phaco 培训效果。

参考文献

- 1 Neiwete L, Reetika S, Sudarshan K, *et al.* Risk factors for intra-operative complications during phacoemulsification performed by residents [J]. *Int Ophthalmol*, 2016, 36(3): 401-406
- 2 代雨岑, 盘如刚, 姚莎莎, 等. 初学者超声乳化白内障手术 1000 只眼的体会[J]. *中国实用眼科杂志*, 2018, 36(4): 303-306
- 3 Cristina LB, Gemini AS, Soo YS, *et al.* Surgical simulator training reduces operative times in resident surgeons learning Phacoemulsification cataract surgery [J]. *Am J Ophthalmol Case Rep*, 2019, 9(17): 100576
- 4 Staropoli PC, Gregori NZ, Junk AK, *et al.* Surgical simulation training reduces intraoperative cataract surgery complications among residents [J]. *Simul Healthc*, 2018, 13: 11-15
- 5 臧丽, 王少清. 对《临床医学 PBL 综合课程》的效果评价[J]. *中华医学教育探索杂志*, 2020, 19(11): 1292-1295
- 6 钟沃权, 孙垂国, 李危石, 等. PBL 与 CBL 在我国进修医师培训中的应用现状与比较[J]. *医学研究杂志*, 2020, 49(6): 181-183
- 7 俞楠泽, 王晓军, 龙笑, 等. 反馈性文献教学在青年医师培养中的实践与评价[J]. *医学研究杂志*, 2020, 49(3): 178-181, 55
- 8 李一凡, 王长远, 贺明轶, 等. 情景模拟教学在急诊住院医师培训中的应用[J]. *医学研究杂志*, 2020, 49(8): 176-179
- 9 刘晓静, 张彦坤. 基层医院白内障手术由小切口向超声乳化转型分析[J]. *河北医药*, 2019, 41(17): 2688-2690
- 10 敖明昕, 王薇, 邱伟强, 等. 眼科住院医师显微手术培训效果评价的质性研究[J]. *中华医学教育杂志*, 2016, 36(5): 772-777
- 11 张潇, 戴荣平, 张美芬. 手术模拟器在白内障手术训练中的应用[J]. *基础医学与临床*, 2018, 38(11): 1661-1664
- 12 Mcannel CA. Continuous curvilinear capsulorhexis training and non-rhexis related vitreous loss: the specificity of virtual reality simulator surgical training (An American Ophthalmological Society Thesis) [J]. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 2017, 115(8): T2-1-T2-8
- 13 李佺, 孙国超, 张德福, 等. PBL 在中国护理教学中的应用现状分析[J]. *继续医学教育*, 2019, 33(12): 16-17

(下转第 162 页)

- 杨 萌 北京协和医院
- 杨昭庆 中国医学科学院医学生物学研究所
- 姚稚明 北京医院
- 叶 路 中国人民武装警察部队后勤学院
- 叶天民 香港大学深圳医院
- 叶卫江 浙江中医药大学附属康复医院
- 叶贤伟 贵州省人民医院
- 殷 峻 上海交通大学附属第六人民医院
- 尹巧香 中国人民解放军空军特色医学中心
- 应乐安 中国人民解放军海军军医大学附属公利医院
- 游斌权 上海交通大学医学院苏州九龙医院
- 于海滨 首都医科大学附属北京佑安医院
- 于秀文 齐齐哈尔医学院
- 于振国 南方科技大学医院
- 俞楠泽 北京协和医院
- 俞文华 杭州市第一人民医院
- 虞喜豪 中国人民解放军海军军医大学第 905 医院
- 袁力勇 宁波市第六医院
- 袁莎莎 中国医学科学院医学信息研究所
- 苑 杰 华北理工大学
- 翟洪波 杭州市第一人民医院
- 詹其林 上海市公共卫生临床中心
- 张 波 中日友好医院
- 张 程 贵州省人民医院
- 张定国 南京医科大学第一附属医院
- 张栋武 广东医科大学附属高明医院
- 张 舸 北京市海淀医院
- 张国华 中国医学科学院肿瘤医院
- 张 勉 中国人民解放军空军军医大学第三附属医院
- 张 松 上海交通大学医学院附属新华医院
- 张晓阳 北京协和医院
- 张亚飞 武汉大学中南医院
- 张逸杰 武汉大学人民医院
- 张园海 温州医科大学附属第二医院
- 张志伟 南华大学肿瘤研究所
- 章卫平 中国人民解放军海军军医大学
- 赵润栓 北京小汤山医院
- 赵雅萍 温州医科大学附属第二医院
- 赵振华 绍兴市人民医院
- 赵志光 温州医科大学附属第二医院
- 赵自刚 河北北方学院
- 郑立红 齐齐哈尔医学院
- 郑明华 温州医科大学附属第一医院
- 郑培奋 浙江医院
- 郑晓群 温州医科大学
- 周 华 北京大学第三医院
- 周惠琼 中国人民解放军总医院第四医学中心
- 周 力 首都医科大学附属北京友谊医院
- 周新建 北京中医药大学东方医院
- 周永明 上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院
- 邹春鹏 温州医科大学附属第二医院
- 左志贵 温州医科大学附属第一医院

(上接第 156 页)

- 14 徐瑾,马楠,李养军,等. PBL 联合 CBL 教学法在眼科临床教学中的应用[J]. 解放军医院管理杂志, 2019,26(11):1079-1081
- 15 韩静,闫小龙. 眼科住院医师规范化培训教学模式的应用研究[J]. 国际眼科杂志, 2017,17(5):904-907
- 16 童平,刘萍. 情景模拟教学模式在眼科教学中的意义分析[J]. 医学美学美容, 2019,28(3):168-169
- 17 张鹏,崔国庆,王梦楠,等. 模块化模拟教学方法在运动医学肩关节镜手术培训中的应用[J]. 中华医学教育杂志, 2020,40

(12):979-982

- 18 袁晶,倪俊,朱以诚,等. 文献批判性阅读在临床教学中的应用: 教学方案与初步实践[J]. 协和医学杂志, 2019, 10(2):189-192
- 19 Chetlen AL, Dell CM, Solberg AO, *et al.* Another time, another Space: the evolution of the virtual journal club[J]. Acad Radiol, 2017, 24(3): 273-285

(收稿日期:2021-06-19)

(修回日期:2021-08-30)