·协和麻醉毕业后教育探索专栏·

远程交互教学在超声气道管理的图像识别和学习意图上的效果评价

田园[1]　郎珈馨[1]　张越伦[2]　于春华[1]

[1]中国医学科学院　北京协和医学院　北京协和医院麻醉科，北京　100730；[2]中国医学科学院　北京协和医学院　北京协和医院医学科学研究中心，北京　100730

通信作者：郎珈馨，Email：langjx09@163.com

【摘要】 目的　比较超声气道管理的远程交互教学前后，图像识别能力和学习意图的差异，以从客观和主观上评价教学效果。**方法**　招募北京协和医院麻醉科工作的61名医师作为研究对象，通过远程交互教学进行培训，并使用问卷调查来评价教学前后在客观图像识别能力和主观学习意图方面的差异。采用配对t检验和Wilcoxon配对秩和检验进行统计分析。**结果**　共有48名麻醉医师完成了教学及评估。教学前后，麻醉医师对超声气道相关解剖结构识别的准确率从(45.98 ± 18.57)%提高到(88.38 ± 7.92)%，误诊率由(60.68 ± 29.83)%降低到(8.53 ± 4.34)%，差异均具有统计学意义(t=14.74，P<0.001；t=−6.00，P<0.001)。教学前后气管插管的超声识别准确率从(42.50 ± 19.62)%提升至(66.25 ± 23.40)%，差异具有统计学意义(t=−4.08，P<0.001)。教学前后超声气道管理综合评估的准确率从(45.61 ± 17.00)%显著提高到(85.80 ± 7.69)%，误诊率则由(59.41 ± 29.05)%显著降低至(8.46 ± 4.27)%，差异均具有统计学意义(t=14.48，P<0.001；t=−6.00，P<0.001)。然而，教学后，尽管麻醉医师在临床应用情景、超声切面与体表标志、超声图像特征等方面的学习意图有所下降，但在操作方法的学习意图方面并未观察到明显变化。**结论**　远程交互教学有助于麻醉医师超声气道相关图像识别能力的提升，并满足特定学习需求。

【关键词】 超声；　气道管理；　远程教学；　交互教学；　影响因素

【中图分类号】 R445.1

基金项目：中央高水平医院临床科研业务基金(2022-PUMCH-A-148)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240329-01921

[7] Gungor I, Gunaydin B, Oktar SO, et al. A real-time anatomy ıdentification *via* tool based on artificial ıntelligence for ultrasound-guided peripheral nerve block procedures: an accuracy study [J]. J Anesth, 2021, 35(4): 591-594. DOI: 10.1007/s00540-021-02947-3.

[8] Bowness J, Varsou O, Turbitt L, et al. Identifying anatomical structures on ultrasound: assistive artificial intelligence in ultrasound-guided regional anesthesia [J]. Clin Anat, 2021, 34(5): 802-809. DOI: 10.1002/ca.23742.

[9] Connor CW. Artificial intelligence and machine learning in anesthesiology [J]. Anesthesiology, 2019, 131(6): 1346-1359. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002694.

[10] Bowness JS, El-Boghdadly K, Woodworth G, et al. Exploring the utility of assistive artificial intelligence for ultrasound scanning in regional anesthesia [J]. Reg Anesth Pain Med, 2022, 47(6): 375-379. DOI: 10.1136/rapm-2021-103368.

[11] Bowness JS, MacFarlane AJR, Burckett-St Laurent D, et al. Evaluation of the impact of assistive artificial intelligence on ultrasound scanning for regional anaesthesia [J]. Br J Anaesth, 2023, 130(2): 226-233. DOI: 10.1016/j.bja.2022.07.049.

[12] 易斌，陈芋文，钟坤华，等. 人工智能在麻醉学专业硕士临床技能培训考核中的应用可行性探讨[J]. 医学教育研究与实践，2019，27(3)：421-425. DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2019.03.015.

[13] 傅海龙，蒋鑫，王启龙，等. 人工智能在临床麻醉教学领域应用现状研究[J]. 中华医学教育探索杂志，2023，22(9)：1295-1298. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210711-01405.

[14] Chae D. Data science and machine learning in anesthesiology [J]. Korean J Anesthesiol, 2020, 73(4): 285-295. DOI: 10.4097/kja.20124.

[15] Wang F, Kaushal R, Khullar D. Should health care demand interpretable artificial intelligence or accept "black box" medicine? [J]. Ann Intern Med, 2020, 172(1): 59-60. DOI: 10.7326/M19-2548.

（收稿日期：2024-02-08）

（本文编辑：邬小梅）

Effectiveness of distance interactive learning in image recognition and learning intentions for ultrasound airway management

Tian Yuan[1], Lang Jiaxin[1], Zhang Yuelun[2], Yu Chunhua[1]

[1] Department of Anesthesiology, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China; [2] Medical Science Research Center, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

Corresponding author: Lang Jiaxin, Email: langjx09@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the changes in image recognition ability and learning intentions after distance interactive learning, and to assess the teaching effect objectively and subjectively. **Methods** A total of 61 physicians working in Department of Anesthesiology, Peking Union Medical College Hospital, were enrolled as subjects and received training with the distance interactive learning method, and a questionnaire survey was conducted to assess the changes in objective image recognition ability and subjective learning intentions after teaching. The paired *t*-test and the Wilcoxon paired rank test were used to perform statistical analyses. **Results** A total of 48 anesthesiologists completed the learning and assessments. After training, there was a significant increase in the accuracy rate of recognizing the anatomical structures of the airway on ultrasound images from (45.98 ± 18.57)% to (88.38 ± 7.92)% (t=14.74, P<0.001), and there was a significant reduction in misdiagnosis rate from (60.68 ± 29.83)% to (8.53 ± 4.34)% (t=−6.00, P<0.001). After teaching, the accuracy rate of identifying tracheal intubation on ultrasound images increased from (42.50 ± 19.62)% to (66.25 ± 23.40)% (t=−4.08, P<0.001). After teaching, the accuracy rate of comprehensive ultrasound airway assessment increased from (45.61 ± 17.00)% to (85.80 ± 7.69)% (t=14.48, P<0.001), and the misdiagnosis rate decreased from (59.41 ± 29.05)% to (8.46 ± 4.27)% (t=−6.00, P<0.001). After teaching, although there were reductions in the learning intentions for clinical application scenarios, ultrasound section and body surface landmarks, and ultrasound image features, there were no significant changes in the learning intentions for operation techniques. **Conclusions** Distance interactive training helps anesthesiologists to improve their ability for recognition of ultrasound airway images and can meet their specific learning intentions.

【Key words】 Ultrasound; Airway management; Distance learning; Interactive learning; Influencing factor

Fund program: National High Level Hospital Clinical Research Funding (2022-PUMCH-A-148)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240329-01921

超声气道管理是一种无创、无刺激、无辐射且实时的围术期管理方法，具有广泛的临床应用价值。研究证实，超声气道管理在预测困难通气和困难插管、评估声带活动、确定气管插管位置及辅助环甲膜穿刺等方面均优于传统方法[1-3]。美国区域麻醉与疼痛管理专家委员会及加拿大麻醉学术中心均推荐在麻醉医师中开展超声气道管理的教学培训[4-5]。

远程教学是利用电子信息技术传播知识、沟通技能的一种教学模式，能够消除地理和时间对学习者的限制[6]。在中国麻醉医师的教育培训中，它具有突出的适用性。其优势在于能够消除地理位置造成的知识隔绝，为分布在广阔国土上的麻醉医师提供均质化的教育资源。此外，远程教学为麻醉医师提供了更易获得的继续教育机会，使他们在兼顾临床工作的同时，能够实现知识技能的提升。同时，它还有助于降低学习成本，满足我国医疗健康领域知识技能普遍提升的需求。

远程教学的有效性已在众多医学教育领域中得到了证实[7-8]。然而，远程教学往往采用的是一种向学习者传递知识的被动学习模式。对于那些需要通过实践来增进知识技能的领域，例如超声气道管理，远程学习的有效性经常受到质疑。Nix 等[9]开发了一套虚拟教学系统，该系统证实了远程教学在床旁超声培训中的应用是有效的。尽管该系统所需的技术支持在一定程度上限制了其广泛拓展，但远程教育的受众范围不应被技术所局限[10]。

本研究团队分析指出，该虚拟系统的有效性在

一定程度上依赖于互动教学模式。据此，研究者设计了一套远程交互课程，旨在通过客观的图像识别能力和主观的学习意图反馈来评价该远程交互模式在超声气道管理教学中的效果，以期为开发更具成本效益和教学可及性的远程课程提供思路。

1　对象与方法

1.1　研究对象

本项目的研究对象通过在线上沟通群中发送远程教学通知进行公开招募，招募对象包括在北京协和医院麻醉科工作及学习的实习医师、住院医师、主治医师、副主任医师及主任医师等。

1.2　教学项目的开展与效果评价

教学项目的开展及效果评价分为3个主要阶段：教学前评估、远程交互式课程，以及教学后评估。在教学前评估阶段，本研究采用问卷调查的方式，评估受训者在超声气道管理方面的图像识别能力，以客观地评价其相关知识技能的掌握情况；同时，使用调查问卷评估学习意图，以主观地了解受训者参与课程的学习目的。图像识别能力的客观评估主要关注2个核心能力，即超声气道管理相关重要解剖结构的图像识别能力，以及气管内插管的图像识别能力。学习意图的主观评估则主要关注受训者的学习目的是否涵盖超声气道管理的临床应用情景、超声切面与体表标志、超声图像特征、操作方法等方面。

本研究中的教学课程内容主要包括超声气道管理在临床实践中的应用场景，如何根据不同的临床需求选择合适的超声切面，相关解剖结构及其在超声影像中的特征表现，以及实际操作演示。本研究采用的教学模式设置了交互式问答环节，要求每个受训者参与一对一沟通，鼓励受训者积极提问或要求演示操作的具体细节，以提升受训者的参与度及与培训者的知识交互。

教学后评估在课程完成后1周进行，通过向受训者推送问卷的方式进行效果评价。采用的方式和内容主旨与教学前评估保持一致，以比较学习前后图像识别能力的客观差异和学习意图是否得到满足的主观差异，从而反映教学效果。值得注意的是，在图像识别评估方面，本研究采用了不同的案例和超声影像资料，以降低受训者通过记忆而非实际理解和掌握的知识技能进行回答的可能性。

1.3　统计学方法

使用SPSS 19.0软件进行数据分析。计量资料用（均数 ± 标准差）进行描述，计数资料则用频数（n）和百分比（%）进行描述。对于配对连续变量的组间比较，根据数据是否符合正态分布，分别采用配对t检验和Wilcoxon配对秩和检验。配对计数资料的组间比较则使用McNemar配对检验。检验水准α=0.05。

2　结果

2.1　参与教学课程医师的基本情况

共有61名麻醉医师完成了教学前评估及远程教学课程，其中48人完成了教学后评估，其基本情况详见表1。

表1　完成远程教学课程及教学前后评估的48名麻醉医师的基本情况

项目	描述
性别 [例（%）]	
男	16（33.33）
女	32（66.67）
年龄 [$(\bar{x}\pm s)$，岁]	32.25 ± 5.35
最高学历 [例（%）]	
大学	19（39.58）
硕士研究生	23（47.92）
博士研究生	6（12.50）
职称 [例（%）]	
住院医师	21（43.75）
主治医师	20（41.67）
副主任医师	7（14.58）
围术期超声经验 [例（%）]	
超声引导神经阻滞或疼痛治疗	33（68.75）
超声引导血管穿刺	42（87.50）
心脏超声	16（33.33）
肺超声	13（27.08）
胃及其他腹腔脏器超声	12（25.00）
超声气管插管定位	5（10.42）

2.2　远程教学在超声气道评估中的应用效果评价

远程教学前后，受训者在图像综合识别和解剖结构识别的准确率上有所提升，误诊率有所下降，且差异具有统计学意义；在舌骨、舌、甲状软骨、环状软骨、食管、声带、环甲膜图像识别的准确率与误诊率上存在差异，且差异具有统计学意义；在气管内插管识别的准确率上有所提升，在误诊率上有所下降，但在漏诊率上没有明显降低（表2）。

表2　远程教学前后气道评估相关超声图像的解读准确率、误诊率及漏诊率[($\bar{x} \pm s$),%]

超声图像解读	教学前	教学后	*t*/*Z*值	*P*值
解剖结构				
准确率	45.98 ± 18.57	88.38 ± 7.92	14.74	<0.001
误诊率	60.68 ± 29.83	8.53 ± 4.34	−6.00	<0.001
漏诊率	32.71 ± 22.85	35.42 ± 17.62	0.65	0.517
舌骨识别				
准确率	36.11 ± 31.39	89.93 ± 12.27	−5.76	<0.001
误诊率	60.83 ± 35.48	7.92 ± 11.48	−5.57	<0.001
漏诊率	79.17 ± 41.04	20.83 ± 41.04	−4.95	<0.001
舌识别				
准确率	48.61 ± 26.82	15.63 ± 9.36	−5.16	<0.001
误诊率	56.67 ± 32.57	3.75 ± 7.89	−5.75	<0.001
漏诊率	25.00 ± 43.76	6.25 ± 24.46	−2.50	0.013
甲状软骨识别				
准确率	53.47 ± 17.18	77.78 ± 18.94	−4.51	<0.001
误诊率	61.81 ± 35.72	11.46 ± 14.55	−5.54	<0.001
漏诊率	31.25 ± 32.55	40.63 ± 39.49	1.20	0.237
环状软骨识别				
准确率	37.85 ± 23.00	24.31 ± 13.30	−3.18	0.001
误诊率	68.75 ± 29.44	6.77 ± 13.39	−5.86	<0.001
漏诊率	29.17 ± 45.93	40.63 ± 33.67	−1.23	0.219
食管识别				
准确率	42.36 ± 23.05	78.75 ± 11.23	−5.72	<0.001
误诊率	60.41 ± 31.28	4.17 ± 16.31	−5.76	<0.001
漏诊率	43.75 ± 50.13	46.88 ± 12.23	−0.43	0.668
声带识别				
准确率	57.99 ± 21.19	91.25 ± 10.84	−5.47	<0.001
误诊率	54.69 ± 34.85	3.65 ± 8.92	−5.48	<0.001
漏诊率	16.67 ± 31.51	25.00 ± 43.76	−1.33	0.183
环甲膜识别				
准确率	54.58 ± 31.08	90.83 ± 11.64	−5.18	<0.001
误诊率	60.83 ± 34.01	4.69 ± 9.86	−5.69	<0.001
漏诊率	22.92 ± 42.47	27.08 ± 44.91	−0.47	0.637
气管内插管识别				
准确率	42.50 ± 19.62	66.25 ± 23.40	−4.08	<0.001
误诊率	93.75 ± 24.46	18.75 ± 39.44	−6.00	<0.001
漏诊率	59.37 ± 19.72	40.63 ± 29.46	−3.15	0.002
综合				
准确率	45.61 ± 17.00	85.80 ± 7.69	14.48	<0.001
误诊率	59.41 ± 29.05	8.46 ± 4.27	−6.00	<0.001
漏诊率	40.33 ± 17.09	36.90 ± 15.19	−1.11	0.274

2.3　远程教学前后超声气道评估相关学习意图的比较

远程教学后，麻醉医师对超声气道管理在临床应用情景、超声切面与体表标志、超声图像特征方面的学习意图降低，差异具有统计学意义，但在操作方法上的学习意图无明显变化（表3）。

表3　远程教学前后具有特定学习意图的受训者人数的比较[*n*=48，例(%)]

学习意图	教学前	教学后	χ^2值	*P*值
临床应用情景	37(77.08)	13(27.08)	0.01	<0.001
超声切面与体表标志	44(91.67)	10(20.83)	0.35	<0.001
超声图像特征	44(91.67)	17(35.42)	0.39	<0.001
操作方法	43(89.58)	34(70.83)	2.24	0.064

3　讨论

3.1　远程教学促进超声气道管理能力提升

本研究结果提示远程教学在提升超声气道管理综合能力方面具有显著效果。这与既往超声技能相关研究结果相似。Ramsingh等[11]及Soon等[12]的研究结果分别证实了使用远程教学方式可以有效提升医师床旁超声及肺超声的水平，且该效果与线下教学效果相当。本研究结果补充了远程教学在超声气道评估中的教学应用，证实了美国区域麻醉与疼痛管理专家委员会在共识中指出的计算机模块化教学可在气道超声培训中发挥作用。同时，本研究采用的远程交互式教学项目降低了计算机模块化教学或线上自主学习对学习者主观能动性的依赖，通过课程中的沟通互动促进了教学效果的提升。

3.2　远程教学满足超声气道管理能力大部分学习需求并维持学习兴趣

研究结果提示，本远程教学项目能够满足针对超声气道管理的大部分学习需求，包括超声应用原理、图像解读、操作方法，以及气道重要解剖结构和气管插管的识别。这也是基于美国床旁超声教育与培训共识构建的项目组成及学习意图分析。

同时，完成本课程项目后，受训医师关于操作练习的学习需求未见明显下降。值得注意的是，作为技能性课程的一部分，线上教学很难实现操作训练。既往研究提示，结合线上教学与模拟操作训练能够快速有效地提升胃超声和床旁超声技能[13]。虽然本项目未继续开展线下操作练习，但研究结果提示在项目完成后，受训医师在掌握知识、熟练要点基础上，仍对操作练习具有充分的学习意图，这是开展线上线下联合教程的基础。

此外，本研究结果还提示，在远程教学后，受训麻醉医师仍保持着对操作方法的学习兴趣。既往

研究结果也证实，线上教学通过提供丰富的视听资源及改变单一的教学方法，有助于提升学生的学习兴趣[14]。

3.3 基于漏诊率的远程教学效果评价设计有待进一步提高

本研究结果显示，在课程前后，气道管理相关解剖结构的超声图像识别漏诊率差异无统计学意义。为了满足学习进程从简单基础到多元临床的特征，并避免图像记忆替代理解学习，本研究课程前后的评估设计有所不同。课程前评估的每幅图像内仅涵盖 1 个知识点，而课程后评估的图像中则涵盖多个知识点。该设计可能与课程前后漏诊率无显著差异的变化相关。这对进一步的课程设计具有提示意义。

3.4 局限性

本研究存在一定局限性。首先，本研究的样本量相对较小。虽然该样本量足以满足探索本研究假设所需的统计学效应，但进一步开展大样本多中心研究将有助于提升结果的外部有效性。其次，本研究为单臂研究，缺乏对照组。尽管在课程前后采用了不同的超声图像以避免记忆效应，并使用自身对照以控制潜在的内部混杂因素，但进一步开展随机对照研究可能有助于避免时间效应、自然进程等外部因素对研究结果产生的干扰。

综上，本研究所采用的简化技术支持的远程交互教学模式，在提升麻醉医师超声气道管理图像识别能力及满足其特定学习意图方面，展现出了一定的效果。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　田园：项目设计与实施、数据收集、统计分析、文章初稿撰写；郎珈馨：项目设计与实施、数据收集与整理、文章修改；张越伦：项目方法设计、统计方法指导；于春华：项目方案优化、项目实施

参考文献

[1] Carsetti A, Sorbello M, Adrario E, et al. Airway ultrasound as predictor of difficult direct laryngoscopy: a systematic review and meta-analysis [J]. Anesth Analg, 2022, 134(4): 740-750. DOI: 10.1213/ANE.0000000000005839.

[2] Bianchini A, Nardozi L, Nardi E, et al. Airways ultrasound in predicting difficult face mask ventilation [J]. Minerva Anestesiol, 2021, 87(1): 26-34. DOI: 10.23736/S0375-9393.20.14455-9.

[3] Hamilton CE, Su E, Tawfik D, et al. Assessment of vocal cord motion using laryngeal ultrasound in children: a systematic review and meta-analysis [J]. Pediatr Crit Care Med, 2021, 22(10): e532-e539. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002734.

[4] Haskins SC, Bronshteyn Y, Perlas A, et al. American society of regional anesthesia and pain medicine expert panel recommendations on point-of-care ultrasound education and training for regional anesthesiologists and pain physicians-part I: clinical indications [J]. Reg Anesth Pain Med, 2021, 46(12): 1031-1047. DOI: 10.1136/rapm-2021-102560.

[5] Meineri M, Arellano R, Bryson G, et al. Canadian recommendations for training and performance in basic perioperative point-of-care ultrasound: recommendations from a consensus of Canadian anesthesiology academic centres [J]. Can J Anaesth, 2021, 68(3): 376-386. DOI: 10.1007/s12630-020-01867-2.

[6] Ionescu A, de Jong PGM, Drop SLS, et al. A scoping review of the use of e-learning and e-consultation for healthcare workers in low- and middle-income countries and their potential complementarity [J]. J Am Med Inform Assoc, 2022, 29(4): 713-722. DOI: 10.1093/jamia/ocab271.

[7] Sandrone S, Schneider LD. Active and distance learning in neuroscience education [J]. Neuron, 2020, 106(6): 895-898. DOI: 10.1016/j.neuron.2020.06.001.

[8] Sayıner AA, Ergönül E. E-learning in clinical microbiology and infectious diseases [J]. Clin Microbiol Infect, 2021, 27(11): 1589-1594. DOI: 10.1016/j.cmi.2021.05.010.

[9] Nix K, Liu EL, Oh L, et al. A distance-learning approach to point-of-care ultrasound training (ADAPT): a multi-institutional educational response during the COVID-19 pandemic [J]. Acad Med, 2021, 96(12): 1711-1716. DOI: 10.1097/ACM.0000000000004399.

[10] Online learning cannot just be for those who can afford its technology [J]. Nature, 2020, 585(7826): 482. DOI: 10.1038/d41586-020-02709-3.

[11] Ramsingh D, Rinehart J, Kain Z, et al. Impact assessment of perioperative point-of-care ultrasound training on anesthesiology residents [J]. Anesthesiology, 2015, 123(3): 670-682. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000776.

[12] Soon AW, Toney AG, Stidham T, et al. Teaching point-of-care lung ultrasound to novice pediatric learners: web-based E-learning versus traditional classroom didactic [J]. Pediatr Emerg Care, 2020, 36(7): 317-321. DOI: 10.1097/PEC.0000000000001482.

[13] Perlas A, Van de Putte P, Van Houwe P, et al. I-AIM framework for point-of-care gastric ultrasound [J]. Br J Anaesth, 2016, 116(1): 7-11. DOI: 10.1093/bja/aev113.

[14] 惠瑞，赵虎林，程岗，等. 神经外科混合现实远程教学模式的构建与应用[J]. 中华医学教育探索杂志，2024，23(3)：428-432. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20221222-01618.

（收稿日期：2024-03-29）

（本文编辑：邬小梅）