·协和麻醉毕业后教育探索专栏·

AI图像识别系统用于提升住院医师超声引导神经阻滞培训质量的研究

马欣伟[1] 王璇[2] 于洁[1] 张勃雯[1] 杨景超[1] 刘瑾[1] 魏时靖[1] 王强[1] 郑晖[1]
[1]国家癌症中心/国家肿瘤临床医学研究中心/中国医学科学院 北京协和医学院 肿瘤医院麻醉科,北京 100021;[2]青岛大学附属医院麻醉科,青岛 266000
通信作者:王强,Email:wqzjbd001@163.com

【摘要】 目的 探讨人工智能(artificial intelligence,AI)图像识别教育系统在麻醉科初学住院医师超声引导神经阻滞技术规范化培训中的应用及教学效果。**方法** 选取自2023年1月至12月在中国医学科学院肿瘤医院麻醉科与青岛大学附属医院麻醉科接受培训的40名住院医师为研究对象,将其随机分为试验组(AI图像识别教育系统带教)和对照组(传统带教),旨在进行神经阻滞技术的培训及考核,每组各20名。通过比较两组住院医师的临床操作实践评分、教学效果评价及教学质量评价,以评估两组住院医师的培训质量。采用SPSS 23.0软件对数据进行t检验和卡方检验。**结果** 试验组住院医师的临床操作实践评分高于对照组[(4.65 ± 0.49) vs. (3.60 ± 0.75),P<0.001];试验组住院医师在超声引导神经阻滞技术的方法掌握程度[(17.45 ± 1.23) vs. (13.85 ± 1.27),P<0.001]、临床操作满意度[(16.70 ± 1.34) vs.(13.95 ± 1.00),P<0.001]及学习积极性[(17.35 ± 1.50) vs. (13.55 ± 0.94),P<0.001]均优于对照组;试验组的教学质量评分也高于对照组[(17.30 ± 1.59) vs. (14.25 ± 1.68),P<0.001],说明试验组住院医师的培训质量优于对照组。**结论** 应用AI图像识别教育系统进行超声引导神经阻滞技术的规范化培训,能够提升带教教师的教学质量,增强规培医师的学习效果,并调动其学习积极性,值得进一步推广和应用。

【关键词】 人工智能; 超声成像; 神经阻滞; 医学继续教育
【中图分类号】 R614
基金项目:北京市自然科学基金(7232133);中国医学科学院肿瘤医院住培教学研究课题(E2023009);中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目(2022-I2M-C&T-B-086)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240208-01906

Application of AI image recognition system in improving the quality of training on ultrasound-guided nerve block technique for residents

Ma Xinwei[1], Wang Xuan[2], Yu Jie[1], Zhang Bowen[1], Yang Jingchao[1], Liu Jin[1], Wei Shijing[1], Wang Qiang[1], Zheng Hui[1]
[1]Department of Anesthesiology, National Cancer Center/National Clinical Research Center for Caner/Cancer Hospital of Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100021, China; [2]Department of Anesthesiology, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, China
Corresponding author: Wang Qiang, Email: wqzjbd001@163.com

【Abstract】 Objective To explore the application and teaching effect of artificial intelligence (AI) image recognition education system in standardized training on ultrasound-guided nerve block technique for novice anesthesiology residents. **Methods** Forty residents trained in the Department of Anesthesiology of Cancer Hospital of Chinese Academy of Medical Sciences and the Department of Anesthesiology of the Affiliated Hospital of Qingdao University from January 2023 to December 2023 were selected as study subjects, and randomly divided into experimental group (teaching with the AI image recognition education system) and control group (traditional teaching) to undergo training and assessments on the nerve block technique, with 20 residents in each group. The training quality for the two groups was assessed by comparing the clinical practice score, teaching effect evaluation, and teaching quality evaluation. SPSS 23.0 software was used for the t-test and chi-square test on data. **Results** Compared with the control group, residents in the

experimental group had higher clinical practice scores [(4.65 ± 0.49) vs. (3.60 ± 0.75), P<0.001] and better method mastery [(17.45 ± 1.23) vs. (13.85 ± 1.27), P<0.001], satisfaction with clinical operation [(16.70 ± 1.34) vs. (13.95 ± 1.00), P<0.001], and learning enthusiasm [(17.35 ± 1.50) vs. (13.55 ± 0.94), P<0.001] for the ultrasound-guided nerve block technique. The teaching quality score of the experimental group was higher than that of the control group [(17.30 ± 1.59) vs. (14.25 ± 1.68), P<0.001]. Therefore, the training quality of residents in the experimental group was better than that of the control group. **Conclusions** The application of AI image recognition education system in standardized training on the ultrasound-guided nerve block technique improves the teaching quality of teachers, enhances the learning effect of novice anesthesiology residents, and mobilizes learning enthusiasm, which is worthy of further promotion and application.

【Key words】 Artificial intelligence; Ultrasonic imaging; Nerve block; Continuing medical education

Fund program: Beijing Natural Science Foundation (7232133); Residential Training and Teaching Research Project of Cancer Hospital of Chinese Academy of Medical Sciences (E2023009); Medical and Health Science and Technology Innovation Project of Chinese Academy of Medical Sciences (2022-I2M-C&T-B-086)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240208-01906

住院医师规范化培训是医学继续教育的重要组成部分，我国目前仍处于探索和完善阶段。当前，全国各地区住院医师培训水平参差不齐，教学质量改进迫在眉睫[1]。超声引导神经阻滞技术是麻醉学科住院医师规范化培训教学大纲的重要内容，同时也是麻醉科住院医师学习的重点和难点。目前，在传统的教学模式下，初学住院医师操作上手慢，学习周期长。究其原因，主要是初学住院医师对拟阻滞部位神经结构的超声解剖图像识别能力较弱，从而导致临床教学难度大，住院医师培训的学习效果不理想，并且在临床实际操作中易发生神经阻滞穿刺相关的并发症。因此，如何正确识别神经结构的超声解剖图像便成为超声引导神经阻滞技术培训的难点。近年来，人工智能（artificial intelligence，AI）图像识别技术在超声引导神经阻滞领域受到越来越多的关注[2]。研究表明，AI不仅能够显著提高神经结构超声解剖识别的准确率，进而提升神经阻滞的成功率，还可以减少神经阻滞操作相关并发症的发生[3]。此外，AI在医学教育领域的应用也日益广泛，引发了教育模式、教学方式及教学内容等一系列的创新和变革[4]。然而，目前尚缺乏将AI应用于超声引导神经阻滞住院医师教学培训方面的深入研究。因此，本研究拟探索将AI图像识别教育系统用于提高麻醉科初学住院医师超声引导神经阻滞技术培训质量的效果。

1　对象与方法

1.1　研究对象

研究对象为2023年1月至12月在中国医学科学院肿瘤医院麻醉科与青岛大学附属医院麻醉科接受培训的住院医师，共计40名，均为在读的专业硕士研究生一年级学生。在入组前，所有住院医师均统一接受了超声引导下臂丛神经阻滞操作考核，以排除已熟练掌握此操作技术的住院医师。随后，采用随机数字表法将剩余的住院医师随机分为试验组和对照组，每组各20名。试验组采用AI图像识别教育系统（wiLearn-wiNerve系统）进行培训，而对照组则沿用传统的教师带教学生学习的方式，旨在培训住院医师掌握臂丛神经及其周围血管、肌肉组织的超声解剖学知识。

此外，所有参与本研究的患者均已签署知情同意书。两组考核病例的患者在年龄、性别、身高、体重、体重指数（body mass index，BMI）等一般资料方面，差异无统计学意义（表1）。

表1　两组考核病例患者基本资料比较（n=20）

项目	试验组	对照组	t/χ^2值	P值
年龄[$(\bar{x}\pm s)$，岁]	47.50 ± 13.78	55.10 ± 12.99	0.40	0.081
性别[男/女，例（%）]	12（60.00）/8（40.00）	11（55.00）/9（45.00）	0.10	0.749
身高[$(\bar{x}\pm s)$，cm]	169.20 ± 9.29	165.50 ± 6.44	1.73	0.151
体重[$(\bar{x}\pm s)$，kg]	67.10 ± 10.53	64.25 ± 7.99	2.02	0.341
BMI[$(\bar{x}\pm s)$，kg/m^2]	23.32 ± 2.27	23.43 ± 2.41	0.26	0.881

1.2 理论培训

所有住院医师在实验前均接受了超声引导臂丛神经阻滞的理论培训，共计2个学时。带教教师均为具有5年以上临床教学经验的高年资讲师，他们专门从事超声引导神经阻滞镇痛技术的操作与教学，且在教学前均统一备课。

第1个学时为共同课程，涵盖以下内容：臂丛神经及其周围组织的解剖关系；臂丛神经阻滞镇痛技术的适应证和禁忌证；如何操作超声机及超声引导神经阻滞的基础知识。第2个学时则根据分组教授不同的专业课程。

1.3 AI图像识别教育系统带教

1.3.1 理论教学

该组每位住院医师在操作前需完成第2个学时的课程，内容包括臂丛神经阻滞AI图像识别教育系统的基本原理及操作方法。

1.3.2 临床操作实践

前4例患者作为学习病例，住院医师将超声探头置于拟阻滞的臂丛神经所在部位的体表，在AI图像识别教育系统（wiLearn-wiNerve系统）的辅助辨认下，成功寻找到拟阻滞的臂丛神经，学习并识别臂丛神经及其周围血管、肌肉等组织的位置与形态。

AI图像识别教育系统是一种能够自动识别并以不同颜色实时标注超声图像上不同解剖结构的超声教育系统。该系统由深圳华声医疗技术股份有限公司研发，专注于为中国地区的麻醉医生提供超声引导下神经阻滞技术的专业培训。该系统已经通过临床医生的主观评价与技术客观评价两方面的综合评估，确认了其准确性与可靠性，能够满足本研究中临床教学的需求。

第5例患者作为考核病例，采用当前临床广泛使用的传统B型超声实时引导技术。住院医师需自行寻找拟阻滞神经的体表位置，并在超声图像上清晰地标示出拟阻滞的神经及其周围血管、肌肉的名称。

1.4 传统带教

1.4.1 理论教学

该组每名住院医师在操作前需完成第2个学时的课程，内容涵盖传统的超声引导下臂丛神经阻滞的解剖知识与超声图像识别技巧。

1.4.2 临床操作实践

前4例患者作为学习病例，住院医师在带教教师的指导下，采用传统的B型超声仪，将超声探头放置于拟阻滞臂丛神经部位的体表，找到臂丛神经并清晰标示出神经及其周围的血管、肌肉组织。第5例患者则为考核病例，采用当前临床广泛使用的传统B型超声进行实时引导，住院医师需自行寻找拟阻滞臂丛神经的体表部位，随后在超声图像上准确无误地标示出拟阻滞的神经，及其周围血管、肌肉的名称。

1.5 培训质量评价

1.5.1 临床操作实践评价

由带教教师对两组住院医师在考核病例中识别臂丛神经超声解剖的能力进行评价，采用5分制评分。标准如下，1分：能够正确使用超声机，但无法正确显示超声引导下臂丛神经阻滞技术所需呈现的臂丛神经及其周围组织的超声全貌图；2分：能够正确显示超声引导下臂丛神经阻滞技术所需呈现的臂丛神经及其周围组织的超声全貌图，但无法正确标示神经、血管、肌肉；3分：在正确显示超声引导下臂丛神经阻滞技术所需呈现的臂丛神经及其周围组织的超声全貌图基础上，能够正确标示臂丛神经，但无法正确标示周围的血管和肌肉；4分：在正确显示超声引导下臂丛神经阻滞技术所需呈现的臂丛神经及其周围组织的超声全貌图基础上，能够正确标示臂丛神经及周围的血管，但无法正确标示周围的肌肉；5分：在正确显示超声引导下臂丛神经阻滞技术所需呈现的臂丛神经及其周围组织的超声全貌图基础上，能够正确标示臂丛神经、周围的血管及肌肉。

1.5.2 教学效果评价

采用调查问卷对学员进行自评，问卷项目包括：①两组住院医师对超声引导神经阻滞技术方法掌握程度的自评（总分20分）。其内容涵盖能够寻找到目标神经所在区域的能力及能够正确识别出目标神经的能力；每项满分10分，共分为10个等级。②临床操作满意度自评（总分20分）。其内容包含能够正确使用超声设备的能力及能够获得最佳的目标神经超声截面的能力；每项满分10分，共分为10个等级。③当前教学方法下，学习积极性自评（总分20分）。其内容包括提高学习兴趣及提高自主学习能力两个方面。每项满分10分，共分为10个等级。分数越低表示表现越差，分数越高则表示表现越好。

1.5.3 教学质量评价

由学员填写调查问卷，对两组不同的教学方法进行测评，总分为20分。此测评涵盖两方面内容：一是评价两种教学方法对学生临床能力培养的影响；二是对其教会学生超声引导神经阻滞技能操作的影响。每项测评满分为10分，每项均划分为10个

等级，每个等级对应 1 分。分数越低，表示表现越差；分数越高，则表示表现越好。

1.6 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件对数据进行分析处理。计量资料以（均数 ± 标准差）表示。采用 t 检验对两组患者的年龄、身高、体重及 BMI 进行比较，以及对两组住院医师的临床实践评价得分和教学效果问卷调查评分进行比较。采用卡方检验对两组患者的性别分布进行比较。采用均值差异（mean deviation，MD）来表示两组住院医师各项评分对比的结果，并附上 95% 的置信区间（confidence interval，CI），以反映估计的精确度。检验水准 α=0.05。

2 结果

2.1 临床操作实践评价

试验组住院医师临床操作实践评价得分高于对照组，差异具有统计学意义[(4.65 ± 0.49) vs. (3.60 ± 0.75)，t=4.31，P<0.001]（表 2）。

2.2 教学效果评价

试验组教学效果总评分高于对照组，差异有统计学意义[(51.50 ± 2.21) vs. (41.35 ± 2.35)，t=0.72，P<0.001]。试验组住院医师在超声引导神经阻滞技术的方法掌握程度[(17.45 ± 1.23) vs. (13.85 ± 1.27)，t=0.03，P<0.001]、临床操作满意度[(16.70 ± 1.34) vs. (13.95 ± 1.00)，t=1.74，P<0.001]及学习积极性[(17.35 ± 1.50) vs. (13.55 ± 0.94)，t=4.02，P<0.001]方面均优于对照组，差异有统计学意义（表 2）。

2.3 教学质量评价

试验组教学质量评分高于对照组，差异有统计学意义[(17.30 ± 1.59) vs. (14.25 ± 1.68)，t=0.06，P<0.001]（表 2）。

3 讨论

3.1 AI 图像识别教育系统在临床带教工作中的潜力与优势

本研究结果显示，应用 AI 图像识别教育系统培训的住院医师在临床操作实践得分和掌握程度自评得分方面显著优于传统带教组。这一结果表明，AI 图像识别教育系统明显提升了住院医师的临床操作实践能力，以及对神经阻滞技术的掌握程度。究其原因，深入理解拟阻滞部位的解剖结构对于掌握超声引导神经阻滞技术至关重要，但解剖学的学习过程相对枯燥且难以理解，导致初学住院医师普遍存在畏难情绪，操作上手较慢[5]。相比之下，AI 图像识别则能够通过对大量患者数据和超声图像的学习及分析，在神经识别方面展现出较高的准确性[6-7]。正如本研究的结果显示，AI 在教学过程中能够提供即时的反馈和指导，使学生能够直观、实时地确定拟阻滞部位的超声解剖结构与潜在的穿刺相关风险[8]。因此，AI 教学能够加深操作者对解剖结构的理解，帮助其获得正确的超声神经视图，从而有效提升住院医师的临床操作能力。

本研究结果还显示，应用 AI 图像识别教育系统培训的住院医师在操作满意度和学习积极性的评分上均优于传统带教组。探讨出现这一结果的原因，很可能是由于神经解剖结构的复杂性和超声图像的多变性，使得对从未接受过超声训练的住院医师而言，可能要经历一个相对漫长的培训过程。因此，住院医师常面临学习倦怠和动力不足的问题，而传统的培训方法难以有效激发他们的学习积极性。正如本研究所显示的，AI 图像识别教育系统能够对关键解剖结构进行实时颜色标记，从而吸引学员的注意力[8]。这使得该系统区别于传统教学“一刀切”的培训模式。在本研究中，所使用的 AI 图像识别教育系统能够适应不同学员的背景知识和理解速度，为住院医师提供了更加高效、个性化和实时反馈的学习体验，有助于缩短学员的学习曲线。

另外，本研究还发现，AI 图像识别教育系统显著提高了带教教师的教学质量。医学培训是医疗体系的重要组成部分，旨在培养高素质的医疗专业人才。传统带教的培训模式存在培训资源有限和难以满足个体差异等问题。随着技术的进步，AI 的

表 2　两组住院医师评分比较[n=20，($\bar{x} \pm s$)，分]

项目	试验组	对照组	t 值	P 值	MD[95%CI]
临床操作实践	4.65 ± 0.49	3.60 ± 0.75	4.31	<0.001	1.05[0.64，1.46]
教学效果总评分	51.50 ± 2.21	41.35 ± 2.35	0.72	<0.001	10.15[8.69，11.61]
掌握程度	17.45 ± 1.23	13.85 ± 1.27	0.03	<0.001	3.60[2.80，4.40]
操作满意度	16.70 ± 1.34	13.95 ± 1.00	1.74	<0.001	2.75[1.99，3.51]
学习积极性	17.35 ± 1.50	13.55 ± 0.94	4.02	<0.001	3.80[3.00，4.60]
教学质量评分	17.30 ± 1.59	14.25 ± 1.68	0.06	<0.001	3.05[2.00，4.10]

引入为医学培训带来了新的思路和方法。本研究结果显示，住院医师对AI图像识别教育系统的教学质量评分明显高于对传统带教模式的评分。究其原因，一方面，AI图像识别教育系统用于临床带教有助于带教教师生动形象地演示神经及周围组织的超声解剖，并能获得实时反馈。另一方面，人工智能系统能够高保真地重复执行指令[9]，从而建立对拟阻滞部位神经的超声图像的统一识别标准，进而降低人为差异对神经超声解剖识别准确性的影响。既往研究也表明，人工智能辅助不仅可以支持非专业人员的临床培训和临床实践，还有利于教师开展超声引导神经阻滞的教学[10-11]。同时，AI能够在保障教学质量的前提下，减少对带教导师工作量的依赖，从而减轻教学负担[12]。因此，AI图像识别教育系统在麻醉学超声引导神经阻滞技术培训领域展现出了显著的应用潜力。

3.2 AI图像识别教育系统的应用场景及其应用策略

本研究结果显示，AI图像识别教育系统在初学住院医师的神经阻滞技术培训中展现出显著优势。众所周知，麻醉学学科以其知识更新迅速、内容繁杂且实践性强为特点[13]。因此，AI图像识别教育系统在麻醉学教育领域具有广阔的应用前景，可延伸至多个教学场景。

首先，AI图像识别教育系统能够有效提升住院医师在超声引导神经阻滞培训中的学习质量，在缩短学习曲线的同时，增加了教学的趣味性和人性化，提升了学员的学习体验。

其次，该系统可应用于远程教育平台，使得即使身处偏远地区的住院医师也能获得高质量的教育资源，有助于缓解当前基层麻醉医师临床能力在地区间存在的显著差异，促进医疗资源的均衡分布。

此外，通过AI图像识别教育系统对患者的超声图像和病历信息进行整合与分析，还能为临床研究提供丰富的信息和数据支持，进一步推动麻醉学科的发展。

3.3 AI图像识别教育系统在临床应用的限制

正如本研究结果所显示的，AI图像识别教育系统预期在临床实践中能够发挥重要作用。同时，也必须认识到，将AI应用于临床实践仍然面临着诸多挑战。对于人工智能模型而言，高精度的训练数据是应用AI的基础[14]。超声图像的人工采集和评价过程中难以避免地存在主观误差，这些误差可能会影响AI模型的精确度和稳定性。此外，AI算法的多重运算会导致“黑匣子”现象的出现[15]：既无法完全了解输入信息和输出结果之间多个隐含层的内部结构，也无法清晰地解释其背后的原理和处理机制。AI模型的不透明性和难以解释性在一定程度上限制了其在临床中的广泛应用。然而，随着未来AI在临床实用性方面的不断提升，新型的智能化教育模式将会更深入地渗透到麻醉教学领域。

3.4 AI图像识别教育系统的应用展望

本研究结果显示，无论是在临床操作实践，还是在教学效果及教学质量评分方面，AI图像识别教育系统带教的住院医师得分均优于传统带教组。这一结果提示，通过采用AI图像识别教育系统对初学住院医师进行超声引导神经阻滞镇痛技能操作的培训，能够克服传统教学不够生动且缺乏实时反馈的弊端，提升带教教师的教学质量，增强规培医师的学习效果，并有效调动学生的学习积极性。

目前，我国已将“AI教育体系”列为国家发展的重点任务之一，这标志着AI将成为中国教育发展的主流趋势。后续，将进一步探索将人工智能应用于辅助住院医师规范化培训中，以满足不同层次、不同年级的教学需求，从而更有效地促进超声引导神经阻滞技术规范化培训质量的提升。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 马欣伟、王强：论文构思、撰写论文；王璇、于洁、张勃雯、杨景超、刘瑾、魏时靖：数据采集；郑晖：项目指导、论文审订

参考文献

[1] 李方燕，文勇，雷平贵，等. 中国住院医师规范化培训的现状及思考[J]. 中国继续医学教育，2019，11(35)：92-94. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2019.35.035.

[2] Viderman D, Dossov M, Seitenov S, et al. Artificial intelligence in ultrasound-guided regional anesthesia: a scoping review [J]. Front Med, 2022, 9: 994805. DOI: 10.3389/fmed.2022.994805.

[3] Bowness JS, Burckett-St Laurent D, Hernandez N, et al. Assistive artificial intelligence for ultrasound image interpretation in regional anaesthesia: an external validation study [J]. Br J Anaesth, 2023, 130(2): 217-225. DOI: 10.1016/j.bja.2022.06.031.

[4] 王梦溪，王娜，张欣多，等. 人工智能医学教学平台的构建[J]. 中国高等医学教育，2020(3)：46-48. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2020.03.023.

[5] 闫琦，马晓冉，霍飞，等. 超声引导下神经阻滞麻醉教学难点与对策[J]. 中华医学教育杂志，2021，41(2)：167-170. DOI: 10.3760/cma.j.cn115259-20200508-00717.

[6] Wang Y, Zhu B, Kong L, et al. BPSegSys: a brachial plexus nerve trunk segmentation system using deep learning [J]. Ultrasound Med Biol, 2024, 50(3): 374-383. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2023.11.009.