

模拟课程在住培医生超声引导下区域麻醉教学中的应用



郑奇辉¹, 刘伟¹, 金学磊¹, 王迎斌¹, 王元杰²

1. 兰州大学第二医院(第二临床医学院)麻醉科(兰州 730000)

2. 兰州市第三人民医院四病区(兰州 730050)

【摘要】 超声引导下区域麻醉(ultrasound-guided regional anesthesia, UGRA)已成为不可或缺的局部麻醉方式之一。熟练掌握 UGRA 需要从业人员具备相关专业知识和技能。然而,目前针对住院医师的 UGRA 教学并没有标准化的课程,导致住院医师的 UGRA 熟练程度存在明显差异。研究表明,模拟课程可以显著提高住院医师的 UGRA 熟练程度,并帮助缺乏相关基础的麻醉医师建立必要的知识和技能储备。本文综述了在 UGRA 课程中实施的基于模拟的培训方法,以提高住院医师的 UGRA 熟练程度。

【关键词】 超声引导下区域麻醉; 模拟培训; 住院医师; 教学

Application of simulation courses in the teaching of ultrasound-guided regional anaesthesia among residents

ZHENG Qihui¹, LIU Wei¹, JIN Xuelei¹, WANG Yingbin¹, WANG Yuanjie²

1. Department of Anesthesiology, The Second Hospital & Clinical Medical School, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

2. The Fourth Ward, The Third People's Hospital of Lanzhou, Lanzhou 730050, China

Corresponding author: WANG Yuanjie, Email: zhyan@lzu.edu.cn

【Abstract】 Ultrasound-guided regional anaesthesia (UGRA) has become one of the essential local anaesthetic modalities. Proficiency in UGRA requires practitioners to possess relevant professional knowledge and technical skills. However, there is currently no standardised curriculum of UGRA teaching for residents, resulting in significant differences in residents' proficiency in UGRA. Studies have shown that simulation courses can significantly improve residents' proficiency in UGRA and help anaesthesiologists lacking the necessary foundation to build the required knowledge and skills. This article reviewed the overview of simulation-based training methods implemented in UGRA courses to enhance the mastery of UGRA among residents.

【Keywords】 Ultrasound-guided regional anaesthesia; Simulation training; Residents; Education

超声引导下区域麻醉(ultrasound-guided regional anesthesia, UGRA)是近年来麻醉学领域的重要发展之一。该技术使麻醉医生能够实时、

直观地观察内部解剖结构,从而指导区域麻醉。UGRA 已被广泛应用于外科手术、疼痛管理、分娩镇痛、康复治疗及外伤处理等多领域,相较于

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202405071

通信作者: 王元杰, 副主任医师, Email: zhyan@lzu.edu.cn

<https://slyyx.whuznhmedj.com/>

其他神经定位技术, UGRA 具有成功率更高、麻醉效果更快、药物使用量更少和并发症风险更低等优势^[1-2]。目前, 大多专家认为超声引导是周围神经阻滞的标准护理方法^[3]。然而, UGRA 的成功实施需要具备三种不同但相互关联的技能, 即超声图像采集能力、正确解读超声图像解剖位置的能力, 以及医生的手眼协调能力。尽管一些麻醉医师能够迅速将超声应用于临床实践中, 但多数医师在初步掌握 UGRA 技能时的学习曲线较为陡峭^[4-5]。考虑到每位麻醉科住培医生的手眼协调能力存在差异, 且在接受麻醉科培训之前操作经验也有所不同, 因此, 其 UGRA 的学习速度也可能存在差异^[6-7]。为解决这一问题, 许多模拟训练方法被应用于麻醉医师的 UGRA 教学中。本文对模拟教学中超声及超声下解剖结构教学、使用模拟模型进行 UGRA 操作教学、创新培训理念、模拟培训中的客观化评估及反馈进行了探讨, 从而为更加规范地开展 UGRA 培训提供理论依据。

1 多样化的模拟教学

传统的医学教学通常采用示范“学徒制模式”, 这种方式偏重于教师的个人偏好, 缺乏统一标准的教学内容, 因此, 对住培医生进行标准且个性化的教学已成为迫切需求。目前, 模拟教学已广泛应用于医学培训领域, 是一种应用前景相当广泛的教学模式^[8]。该教学模式能够帮助住院医师反复多次练习, 使医生获得实践经验的同时保护患者, 避免对患者造成伤害。此外, 还能够为学员提供个性化的反馈和客观的结果评估, 以帮助其完成知识和技能经验的积累^[9]。多种模拟培训模式已被应用于 UGRA 的教学培训, 包括使用任务训练器、虚拟现实模拟培训、在全尺寸人体模型中教学和情景模拟教学等^[9-11]。与传统教学相比, UGRA 的模拟教学具有许多优点, 如更短的学习曲线、个性化的学习时间, 以及可以降低对患者的伤害等^[7]。UGRA 的模拟训练还可能带来其他潜在好处, 如获得非技术性技能(沟通能力、情境态势感知能力)和创造低压力的学习环境^[12], 良好的沟通能力有助于医生临床工作的进行, 而低压力的学习环境有助于新手尽快掌握 UGRA 技能。此外, 模拟教学还可以使参培学员更有动力, 从而满足其内在的情感需求^[10]。

1.1 基于超声相关知识及超声下解剖结构的模拟教学

了解解剖学是进行 UGRA 的先决条件, 准确识别超声中的关键解剖标志(如肌肉、筋膜、骨骼和血管)是进行 UGRA 的首要任务^[12-13]。新手可能由于缺乏超声相关知识和无法准确识别超声中的解剖结构而在操作中错误地穿刺组织或血管, 从而对患者造成伤害^[14]。而模拟教学是一种高效且安全的学习方法, 可显著提高住培医生对超声图像关键解剖标志的识别能力。Ramlogan 等利用在线虚拟现实模拟器培训麻醉住培医生和医学研究生进行 UGRA, 该模拟器采用交互式 3D 图像和虚拟扫描的方式, 经过 1 小时的自学课程, 参与者的考试得分高于基础水平^[15]。Woodworth 等的研究表明, 相较于仅观看图像视频的对照组, 学员通过观看 25 分钟的解剖学视频, 并进行 5 分钟的交互式模拟体验(即扫描产生超声波和相应的磁共振图像), 能够显著提高笔试成绩^[16]。VanderWielen 等将模拟视频与凝胶模型结合, 用以培训学员的 UGRA 能力, 结果显示, 相较于单纯的视频教学, 通过凝胶模型与教学视频进行培训的住培医生能够更准确地识别超声图像解剖标志^[17]。

1.2 基于仿真模型的操作模拟教学

在进行 UGRA 模拟教学之前, 住培医生还应该熟悉与超声相关的物理、设备和成像基础知识, 包括适当选择超声探头型号及频率、探头指向、目标方向、扫描方式(旋转、对齐、倾斜、施加适当的压力等)、针头的可视化(在平面内和平面外), 以及了解神经周围局部麻醉剂扩散的概念等。这些知识无法通过模拟模型来完全复现, 但对于新手来说, 在实际 UGRA 操作中可能因某些原因产生困惑。因此, 在进行模拟教学之前, 掌握基础的超声相关知识是必要的^[18]。为进行 UGRA 技能训练, 许多模拟模型已被引入教学中, 包括组装模型(如明胶、肉、豆腐)、功能训练器、混合模拟器和尸体。基于模拟的针头可视化训练已被证实可以提高住培医生的手眼协调能力, 减少技术性错误和穿刺次数^[19]。一项研究表明, 住培医生在接受了 1 小时的针头可视化和手眼协调的模拟模型实践培训后, 再进行 UGRA 操作的成功率较未接受模拟训练的对照组更高^[10]。Park 等以猪作为 UGRA 教学的模拟模型, 经过培训后, 学员普遍

表示该方式可以显著缓解学习压力并使其更好地掌握相关知识^[20]。

尽管目前对学习 UGRA 相关技术技能的理想模拟模型还没有明确结论,但大量研究表明,与高保真度模型相比,低保真度模型具有更好的成本效益和可实施性^[21-22]。Chuan 等对未接触过 UGRA 的住培医生进行随机分组,分别在带有嵌入肌腱的猪肉模型(低保真度)和新鲜冷冻的人类上肢尸体(高保真度)上练习 UGRA,结果显示,低保真度组和高保真度组的培训学员在完成神经阻滞的时间、操作错误发生率及完成神经超声图像质量方面无显著差异^[21]。Friedman 等研究了高保真度和低保真度模拟器对硬膜外导管放置效果的影响。在高保真度组中,住培医生在人体模型模拟器上练习硬膜外针插入,其具备针头进展的虚拟现实显示功能,而低保真度组练习则是将针头插入香蕉以建立低保真度模型,培训后的结果显示,两组学员在操作完成度方面未表现出差异^[22]。

为了提高模拟教学模型的可靠性并降低经济成本, Naraghi 等使用猪里脊肉等瘦肉块来模拟肌肉组织,在其中使用浸泡超声凝胶的纱线模拟周围神经,并使用充满凝胶的吸管代表血管结构,从而创建神经阻滞模型,此外,在肉的不同部分涂抹肉胶,在超声波下呈现高回声,以模拟筋膜平面;通过结合这些元素,设计出了逼真的周围神经、髂筋膜室、前锯肌和肌间沟臂丛神经模型用于 UGRA 的培训,这些模型能够准确地模拟超声下创建组织、神经和筋膜平面的真实外观,并且能够精确地模拟筋膜平面中液体的解剖^[23]。通过这种简单而设计完善的模型,住培医生能够更快地掌握 UGRA 的操作技能,并提高了低保真度模型的可靠性,增加模型的可获取性。

1.3 游戏化的模拟培训模式

游戏化是将游戏原则整合到非游戏环境中,已应用于从个人发展到科学建设的众多领域。游戏设计包括竞争、成就认可和社会互动等方面的元素,可以增强学习积极性并建立积极的奖励制度。当游戏化原则应用于课程教育时,将培训的协同效应与奖励、社会认可等要素相结合,能够提高参与度并加深知识理解来使学习者受益^[24]。对于住培医生而言,游戏化不仅可以创造一个“有趣”的学习环境,增强不同学习阶段的培训

效果,还可以作为评估学员核心能力的方法。游戏化的培训设计已被纳入住培医生的各种培训课程中。在 Enter 等的一项研究中,心胸外科一年级住培医生被邀请参加为期 6 周的游戏化模拟培训,培训人员将带有教学视频的冠状动脉吻合模拟操作器分发给参与培训的 96 名住院医师,学员们使用模拟器学习后上传冠状动脉吻合视频,分析培训结果发现,该项培训不仅提高了住培医生手术操作方面的能力,且有利于其进一步掌握相关知识,此外,基础知识较差的学员经过培训后技能水平与其他学员不存在显著差异^[25]。Lobo 等将游戏设计(团队竞赛)整合到传统的模拟课程中,向急诊医学住培医生教授床旁超声,参训学员均表示该培训模式能有效增加其对超声技术技能、图像解释和患者管理的了解,且游戏化培训营造的轻松学习氛围有助于人文关怀与人际沟通等非技术性能力的培养^[26]。

尽管游戏化在 UGRA 培训发展中仍处于初级阶段,可能并不适用于所有参训学员,但或可成为补充现有教学模式和丰富住培医生学习体验的有效方式。UGRA 课程的游戏化作为一种创新的教学方式,能够鼓励学员在传统教学和临床之外寻求独立学习和模拟实践。使用基于网络的知识题库^[27],通过多项选择题或开放式问题的医学知识竞赛可以增加学员阅读量。此外,游戏化的培训方式将学员置于学习过程的中心^[28],可以增强学员的学习动机,使其能够更积极地获取知识。由于学习过程通常与愉快且有益的体验交织在一起,知识获取与参与互动相结合,因此,游戏化的教学方式对于增强学员的学习积极性和自我满足感具有重要意义^[29]。

1.4 基于网络的模拟教学

基于网络的学习已在医学教育中被普遍应用,通常被用于“加强学习”,即作为传统医学教育的补充。网络教育可以为学员提供时间自由且内容丰富的学习方式,然而,由于医学知识的特殊性,网络教学在知识获取方面并未被证明优于传统教学^[30]。虽然网络教学并不能完全取代传统教学,但可作为补充学习的重要方式。Kopp 等设计了一个基于网络教学的模块,以探讨交互式网络教学 and 传统教科书式教学为学员带来的收益情况,结果表明,与传统教科书式教学相比,使用基于案例的交互式教学的学员表现更好,但

值得注意的是,多数参培学员认为,基于网络的交互式学习应该是麻醉教学的组成部分,而不能取代传统教学^[31]。Niazi 团队开发了一种在线椎管内超声模型,为住院医师提供腰椎解剖学和超声解剖学的互动教学,能够让其通过模拟器查看不同解剖模型,调查发现,这种基于网络的免费学习工具可以显著提高住院医师对脊柱解剖学和超声解剖学的了解,使其更好地掌握黄韧带的 L3-4 间隙和深度,从而进一步掌握 UGRA 技能^[15,32]。

2 模拟培训的标准评估与客观反馈

对模拟训练的培训效果进行客观评估并提供相应的反馈对教学是至关重要的。通过采用客观且独立的评估工具,可以显著减少 UGRA 的学习时间并加强相关知识的掌握^[33]。Woodworth 等探讨了用于超声解剖学的多项选择考试的信度、内容效度和结构效度,结果表明,该模式具有多种优点,包括在线模式的可访问性、灵活适用于不同 UGRA 经验水平的学员,以及评估的客观性,从而客观、精准地评估学员对相关知识的掌握情况^[34]。此外,专门用于 UGRA 的核对表和评分量表(global rating scale, GRS)于 2012 年首次发布,并通过住培医生对患者实施神经阻滞的效果进行验证,用于评估区域麻醉的表现,核对表可以将 UGRA 分解为一系列独立的操作步骤,从而使得教育人员能够在不同的学习阶段为住培医生提供客观而具体的评估^[35]。

除客观评估外,及时准确的学习效果反馈也是住培医生习得 UGRA 技能的重要方式。研究表明,在临床环境中将练习与反馈相结合的模拟训练可以提高住培医生实施神经阻滞的操作表现和成功率^[36]。学习更高级或复杂 UGRA 操作的住培医生对及时反馈的需求更为迫切。多样化的反馈模拟训练模式已应用于 UGRA 教学中,不仅为住培医生提供学习新知识的时间,还能促使其进行自我反思和反馈^[37]。虽然仍需进一步研究来确定住培医生学习 UGRA 的最佳反馈模型,但培训应根据住培医生不同的学习基础、经验和学习偏好采用个性化培训方法,并结合对学习效果的客观评估及时提供反馈,从而提高住培医生的 UGRA 技能。

3 小结

相较于传统教学模式,基于模拟训练的

UGRA 课程可以进一步强化学员对解剖知识和超声解剖学的掌握,提升 UGRA 技术,加强人文关怀、人际交流等非技术技能的培养,不仅为学员提供了临床外的可重复性操作机会,同时进一步保障了患者的安全。游戏化和基于网络的模拟培训有助于学员更积极地获取知识,显著增强其学习兴趣,提高主观能动性,为进一步掌握 UGRA 相关知识与操作技能提供内在动力。目前,UGRA 培训方式也在不断完善,培训课程的设计需要考虑适宜的教学模式、客观的评估方法与及时的反馈,以及培养住培医生的积极性等因素,同时兼顾适用性和可实施性。未来或可着眼于多种模拟相结合的培训模式,探讨不同学习阶段学员的最佳培训模式,确定模拟训练的理想时间和不同训练方式之间的时间间隔,以提高住院医师的 UGRA 熟练程度。

参考文献

- 1 Elzohry AAM, Hegab AS, Khalifa OYA, et al. Safety and efficacy of ultrasound-guided combined segmental thoracic spinal epidural anesthesia in abdominal surgeries and laparoscopic procedures: a prospective randomized clinical study[J]. *Anesth Pain Med*, 2024, 13(6): e138825. DOI: [10.5812/aapm-138825](https://doi.org/10.5812/aapm-138825).
- 2 Long B, Chavez S, Gottlieb M, et al. Local anesthetic systemic toxicity: a narrative review for emergency clinicians[J]. *Am J Emerg Med*, 2022, 59: 42-48. DOI: [10.1016/j.ajem.2022.06.017](https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.06.017).
- 3 Chen XX, Trivedi V, AlSaflan AA, et al. Ultrasound-guided regional anesthesia simulation training: a systematic review[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2017, 42(6): 741-750. DOI: [10.1097/AAP.0000000000000639](https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000639).
- 4 Coviello A, Iacovazzo C, Piccione I, et al. Impact of ultrasound-assisted method on success rate of spinal anesthesia performed by novice trainees: a retrospective comparative study[J]. *J Pers Med*, 2023, 13(10): 1515. DOI: [10.3390/jpm13101515](https://doi.org/10.3390/jpm13101515).
- 5 da Silva LCBA, Sellera FP, Gargano RG, et al. Preliminary study of a teaching model for ultrasound-guided peripheral nerve blockade and effects on the learning curve in veterinary anesthesia residents[J]. *Vet Anaesth Analg*, 2017, 44(3): 684-687. DOI: [10.1016/j.vaa.2016.08.004](https://doi.org/10.1016/j.vaa.2016.08.004).
- 6 Barrington MJ, Wong DM, Slater B, et al. Ultrasound-

- guided regional anesthesia: how much practice do novices require before achieving competency in ultrasound needle visualization using a cadaver model[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2012, 37(3): 334–339. DOI: [10.1097/AAP.0b013e3182475fba](https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3182475fba).
- 7 Slater RJ, Castanelli DJ, Barrington MJ. Learning and teaching motor skills in regional anesthesia: a different perspective[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2014, 39(3): 230–239. DOI: [10.1097/AAP.0000000000000072](https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000072).
- 8 Boet S, Bould MD, Fung L, et al. Transfer of learning and patient outcome in simulated crisis resource management: a systematic review[J]. *Can J Anaesth*, 2014, 61(6): 571–582. DOI: [10.1007/s12630-014-0143-8](https://doi.org/10.1007/s12630-014-0143-8).
- 9 Udani AD, Kim TE, Howard SK, et al. Simulation in teaching regional anesthesia: current perspectives[J]. *Local Reg Anesth*, 2015, 8: 33–43. DOI: [10.2147/LRA.S68223](https://doi.org/10.2147/LRA.S68223).
- 10 Murray DJ. Progress in simulation education: developing an anesthesia curriculum[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2014, 27(6): 610–615. DOI: [10.1097/ACO.0000000000000125](https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000125).
- 11 潘红, 罗娟, 李迪, 等. 情景模拟工作坊在 UGRA 住院医师规范化培训中的应用 [J]. *全科医学临床与教育*, 2023, 21(2): 150–153. [Pan H, Luo J, Li D, et al. Application of scenario simulation workshop in UGRA standardized training for resident[J]. *Clinical Education of General Practice*, 2023, 21(2): 150–153.] DOI: [10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2023.002.015](https://doi.org/10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2023.002.015).
- 12 Yunoki K, Sakai T. The role of simulation training in anesthesiology resident education[J]. *J Anesth*, 2018, 32(3): 425–433. DOI: [10.1007/s00540-018-2483-y](https://doi.org/10.1007/s00540-018-2483-y).
- 13 Ashken T, Bowness J, Macfarlane AJR, et al. Recommendations for anatomical structures to identify on ultrasound for the performance of intermediate and advanced blocks in ultrasound-guided regional anesthesia[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2022, 47(12): 762–772. DOI: [10.1136/rapm-2022-103738](https://doi.org/10.1136/rapm-2022-103738).
- 14 Orebaugh SL, Bigeleisen PE, Kentor ML. Impact of a regional anesthesia rotation on ultrasonographic identification of anatomic structures by anesthesiology residents[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2009, 53(3): 364–368. DOI: [10.1111/j.1399-6576.2008.01862.x](https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2008.01862.x).
- 15 Ramlogan R, Niazi AU, Jin R, et al. A virtual reality simulation model of spinal ultrasound role in teaching spinal sonoanatomy[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2017, 42(2): 217–222. DOI: [10.1097/AAP.0000000000000537](https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000537).
- 16 Woodworth GE, Chen EM, Horn JL, et al. Efficacy of computer-based video and simulation in ultrasound-guided regional anesthesia training[J]. *J Clin Anesth*, 2014, 26(3): 212–221. DOI: [10.1016/j.jclinane.2013.10.013](https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2013.10.013).
- 17 VanderWielen BA, Harris R, Galgon RE, et al. Teaching sonoanatomy to anesthesia faculty and residents: utility of hands-on gel phantom and instructional video training models[J]. *J Clin Anesth*, 2015, 27(3): 188–194. DOI: [10.1016/j.jclinane.2014.07.007](https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2014.07.007).
- 18 Fatima H, Mahmood F, Mufarrih SH, et al. Preclinical proficiency-based model of ultrasound training[J]. *Anesth Analg*, 2022, 134(1): 178–187. DOI: [10.1213/ANE.0000000000005510](https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005510).
- 19 Kim SC, Hauser S, Staniek A, et al. Learning curve of medical students in ultrasound-guided simulated nerve block[J]. *J Anesth*, 2014, 28(1): 76–80. DOI: [10.1007/s00540-013-1680-y](https://doi.org/10.1007/s00540-013-1680-y).
- 20 Park SJ, Kim HJ, Yang HM, et al. Impact of simulation-based anesthesiology training using an anesthetized porcine model for ultrasound-guided transversus abdominis plane block[J]. *J Int Med Res*, 2020, 48(3): 300060519896909. DOI: [10.1177/0300060519896909](https://doi.org/10.1177/0300060519896909).
- 21 Chuan A, Lim YC, Aneja H, et al. A randomised controlled trial comparing meat-based with human cadaveric models for teaching ultrasound-guided regional anaesthesia[J]. *Anaesthesia*, 2016, 71(8): 921–929. DOI: [10.1111/anae.13446](https://doi.org/10.1111/anae.13446).
- 22 Friedman Z, Siddiqui N, Katznelson R, et al. Clinical impact of epidural anesthesia simulation on short- and long-term learning curve: high-versus low-fidelity model training[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2009, 34(3): 229–232. DOI: [10.1097/AAP.0b013e3181a34345](https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3181a34345).
- 23 Naraghi L, Lin J, Odashima K, et al. Ultrasound-guided regional anesthesia simulation: use of meat glue in inexpensive and realistic nerve block models[J]. *BMC Med Educ*, 2019, 19(1): 145. DOI: [10.1186/s12909-019-1591-1](https://doi.org/10.1186/s12909-019-1591-1).
- 24 Rutledge C, Walsh CM, Swinger N, et al. Gamification in action: theoretical and practical considerations for medical educators[J]. *Acad Med*, 2018, 93(7): 1014–1020. DOI: [10.1097/ACM.0000000000002183](https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000002183).
- 25 Enter DH, Lee R, Fann JJ, et al. "Top Gun" competition:

- motivation and practice narrows the technical skill gap among new cardiothoracic surgery residents[J]. *Ann Thorac Surg*, 2015, 99(3): 870–876. DOI: [10.1016/j.athoracsur.2014.09.051](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.09.051).
- 26 Lobo V, Stromberg AQ, Rosston P. The sound games: introducing gamification into Stanford's orientation on emergency ultrasound[J]. *Cureus*, 2017, 9(9): e1699. DOI: [10.7759/cureus.1699](https://doi.org/10.7759/cureus.1699).
- 27 Nevin CR, Westfall AO, Rodriguez JM, et al. Gamification as a tool for enhancing graduate medical education[J]. *Postgrad Med J*, 2014, 90(1070): 685–693. DOI: [10.1136/postgradmedj-2013-132486](https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2013-132486).
- 28 Gentry SV, Gauthier A, L'Estrade Ehrstrom B, et al. Serious gaming and gamification education in health professions: systematic review[J]. *J Med Internet Res*, 2019, 21(3): e12994. DOI: [10.2196/12994](https://doi.org/10.2196/12994).
- 29 闫琦, 张庆芬, 李奕楠, 等. 麻醉专科培训医师对超声引导下神经阻滞技术的掌握情况及对教学的启示[J]. *中国高等医学教育*, 2022, (5): 58–59, 89. [Yan Q, Zhang QF, Li YN, et al. Mastery of ultrasound-guided nerve block techniques by anaesthesia specialist trainers and implications for teaching[J]. *China Higher Medical Education*, 2022, (5): 58–59, 89.] DOI: [10.3969/j.issn.1002-1701.2022.05.026](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1701.2022.05.026).
- 30 Chumley-Jones HS, Dobbie A, Alford CL. Web-based learning: sound educational method or hype? A review of the evaluation literature[J]. *Acad Med*, 2002, 77(10 Suppl): S86–S93. DOI: [10.1097/00001888-200210001-00028](https://doi.org/10.1097/00001888-200210001-00028).
- 31 Kopp SL, Smith HM. Developing effective web-based regional anesthesia education: a randomized study evaluating case-based versus non-case-based module design[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2011, 36(4): 336–342. DOI: [10.1097/AAP.0b013e3182204d8c](https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3182204d8c).
- 32 Niazi AU, Tait G, Carvalho JC, et al. The use of an online three-dimensional model improves performance in ultrasound scanning of the spine: a randomized trial[J]. *Can J Anaesth*, 2013, 60(5): 458–464. DOI: [10.1007/s12630-013-9903-0](https://doi.org/10.1007/s12630-013-9903-0).
- 33 Shafqat A, Rafi M, Thanawala V, et al. Validity and reliability of an objective structured assessment tool for performance of ultrasound-guided regional anaesthesia[J]. *Br J Anaesth*, 2018, 121(4): 867–875. DOI: [10.1016/j.bja.2018.06.014](https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.06.014).
- 34 Woodworth GE, Carney PA, Cohen JM, et al. Development and validation of an assessment of regional anesthesia ultrasound interpretation skills[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2015, 40(4): 306–314. DOI: [10.1097/AAP.0000000000000236](https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000236).
- 35 Chuan A, Graham PL, Wong DM, et al. Design and validation of the regional anaesthesia procedural skills assessment tool[J]. *Anaesthesia*, 2015, 70(12): 1401–1411. DOI: [10.1111/anae.13266](https://doi.org/10.1111/anae.13266).
- 36 Farjad Sultan S, Iohom G, Shorten G. Effect of feedback content on novices' learning ultrasound guided interventional procedures[J]. *Minerva Anesthesiol*, 2013, 79(11): 1269–1280. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23752717/>.
- 37 Smith AF, Pope C, Goodwin D, et al. What defines expertise in regional anaesthesia? An observational analysis of practice[J]. *Br J Anaesth*, 2006, 97(3): 401–407. DOI: [10.1093/bja/ael175](https://doi.org/10.1093/bja/ael175).

收稿日期: 2024 年 05 月 14 日 修回日期: 2024 年 06 月 27 日
本文编辑: 王雅馨 黄 笛

引用本文: 郑奇辉, 刘伟, 金学磊, 等. 模拟课程在住培医生超声引导下区域麻醉教学中的应用[J]. 数理医药学杂志, 2024, 37(7): 555–560. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202405071](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202405071).
Zheng QH, Liu W, Jin XL, et al. Application of simulation courses in the teaching of ultrasound-guided regional anaesthesia among residents[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2024, 37(7): 555–560. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202405071](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202405071).