

• 临床研究 Clinical research •

基于累积和分析法超声引导经腋静脉完全植入式输液港植入术学习曲线的前瞻性研究

唐秀斌, 吕国荣, 陈 明, 陈幼荫

【摘要】 目的 探讨超声引导经腋静脉完全植入式输液港植入术的学习曲线。**方法** 前瞻性收集 2024 年 10 至 2025 年 11 月由同一初学者连续开展的 38 例超声引导经腋静脉完全植入式输液港植入术的临床资料。以手术时长为观察指标,应用累积和(cumulative sum,CUSUM)分析法构建学习曲线,识别学习曲线拐点,进而将学习曲线划分为学习阶段与熟练阶段,比较两个阶段患者的基线资料、手术时长和并发症发生率等指标。**结果** 所有患者手术均顺利完成,手术时长随开展例数递增呈递减变化。累积和分析法学习曲线最佳拟合方程为: $CUSUM = 0.772 + 7.108x - 0.196x^2$ ($R^2 = 0.987, P < 0.001$),学习曲线拐点在第 19 例。由此可见,第 1~19 例属于学习阶段,第 20~38 例为熟练阶段。两个阶段间患者基线资料对比,差异无统计学意义($P > 0.05$)。熟练阶段手术时长(24.0 ± 2.96) min,短于学习阶段的(31.47 ± 3.66) min ($P < 0.05$)。学习阶段患者出现的并发症有导管末端贴壁(2 例)、植入物周围皮下血肿各(2 例)、无菌操作不规范(5 例),熟练阶段发生 1 例导管旋转退缩致打折堵塞,两个阶段患者均无血栓、血胸、气胸、静脉血栓、感染等严重并发症发生。**结论** 应用累积和分析法能够客观量化超声引导经腋静脉完全植入式输液港植入术的学习曲线;经过约 19 例手术,初学者手术水平可以实现从学习阶段进入熟练阶段。超声引导经腋静脉完全植入式输液港植入术具有显著的安全性和可重复性,系统的规范化培训可使初学者顺利渡过学习阶段。

【关键词】 超声检查;腋静脉;完全植入式静脉输液港;学习曲线;累积和分析

中图分类号:R459.5 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2026)-009-1038-06

The learning curve of ultrasound-guided totally implantable venous access port implantation via axillary vein: a prospective study based on cumulative sum analysis TANG Xiubin¹, LV Guorong², CHEN Ming¹, CHEN Youyin¹. ¹Department of Ultrasound, Affiliated Zhangzhou Municipal Hospital, Fujian Medical University, Zhangzhou, Fujian Province 363000, China; ²Department of Ultrasound, Affiliated Second Hospital, Fujian Medical University, Quanzhou, Fujian Province 362000, China
Corresponding author: CHEN Ming, E-mail: fjcm@fjmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To investigate the learning curve for ultrasound-guided totally implantable venous access port placement via the axillary vein. **Methods** The clinical data of 38 consecutive ultrasound-guided axillary venous port placement procedures performed by the same beginner between October 2024 and November 2025 were prospectively collected. The operation time was used as an observation indicator. The cumulative sum (CUSUM) analysis method was used to construct a learning curve, and the turning point of the learning curve was identified, based on which the learning curve was divided into a learning stage and a proficiency stage. The baseline data, operation time, and incidence of complications were compared between the patients of two stages. **Results** All procedures were successfully accomplished. The operation time became gradually shorter with the increase of the number of performed cases, and the turning point of the learning curve appeared in the 19th case. From this, it

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2026.09.012

基金项目:福建医科大学启航基金(2024QH1346);漳州市医院博士工作室攀登课题项目(PDB202410);福建省自然科学基金(2023J011826)

作者单位:363000 福建漳州 福建医科大学附属漳州市医院超声医学科(唐秀斌、陈 明、陈幼荫);362000 福建泉州 福建医科大学附属第二医院超声医学科(吕国荣)

通讯作者:陈 明 E-mail:fjcm@fjmu.edu.cn

could be seen that completing operations of 1-19 cases could be defined as the learning stage, while completing operations of 20-38 cases could be defined as the proficiency stage. The difference in patients' baseline data between the two stages was not statistically significant ($P>0.05$). The mean operation time during the proficient stage was (24.0 ± 2.96) minutes, which was significantly shorter than (31.47 ± 3.66) minutes during the learning stage ($P<0.05$). During the learning stage, complications included catheter tip adhesion ($n=2$), subcutaneous hematoma around the implanted object ($n=2$), and non-standardized aseptic procedures ($n=5$). During the proficiency stage, one patient experienced catheter rotation and retraction, resulting in bend and blockage of the catheter. In both stages, no serious complications such as thrombosis, hemothorax, pneumothorax, venous thrombosis, infection, etc. occurred. **Conclusion** The use of CUSUM analysis can objectively quantify the learning curve for ultrasound-guided axillary venous port placement. A beginner operator requires to perform approximately 19 ultrasound-guided axillary venous port placement procedures before his or her surgical skills can reach the proficient stage level. The ultrasound-guided axillary venous port placement has satisfactory safety and repeatability. Systematic standardized training can help beginners smoothly pass through the learning stage.

【Key words】 ultrasound examination; axillary vein; fully implantable venous infusion port; learning curve; cumulative sum analysis

完全植入式输液港(totally implantable venous access port, TIVAP)为需要长期静脉输液的患者提供了一种安全且可靠的静脉通路,是较为理想的选择。随着超声技术不断发展,其具有的实时成像等优点已成为中心静脉置管的常规引导手段^[1]。在静脉穿刺路径方面,相较于传统的锁骨下静脉与颈内静脉,腋静脉穿刺路径具有距离胸膜顶与锁骨较远的解剖学优势,可有效降低对胸膜的穿透概率,大幅降低气胸、导管梗阻综合征等并发症的发生概率,因此在临床有较好的应用前景^[2]。已有研究显示,超声引导腋静脉穿刺的成功率与安全性均较高^[3],而一项依据累积和(cumulative sum, CUSUM)分析法的研究表明,初学者想要熟练掌握超声引导腋静脉穿刺技术,大概需要 29 例操作训练^[4]。但目前尚无超声引导经腋静脉 TIVAP 植入术的学习曲线研究。因此,本研究拟采用 CUSUM 分析法对同一位初学者行超声引导经腋静脉 TIVAP 植入术的学习曲线进行探讨分析,为该技术的规范化培训与安全推广提供客观依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本研究前瞻性收集 2024 年 10 月至 2025 年 11 月间在福建医科大学附属漳州市医院由同一位初学者(由同一位老师指导,已掌握相关理论知识,无实操经验的医师)连续完成的 38 例(年龄 19~73 岁,男性 23 例、女性 15 例)经超声引导经腋静脉

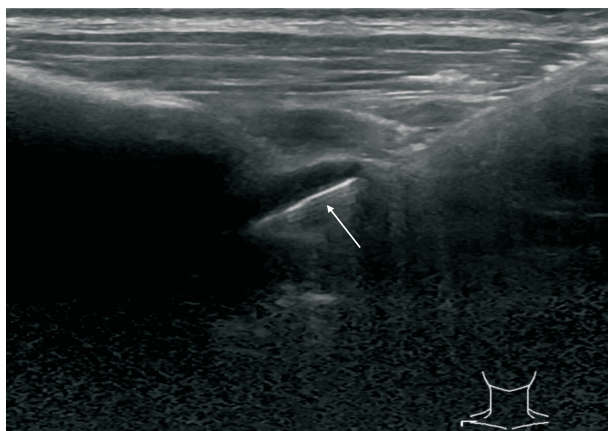
TIVAP 植入术患者的临床资料。纳入标准:①外周静脉条件较差,需长时间接受输液治疗;②输注刺激性、有毒高渗性药物,如化疗药物、肠外营养液等。排除标准:①全身或手术部位感染;②凝血功能障碍;③手术不耐受;④输液港材料过敏。本研究经福建医科大学附属漳州市医院伦理委员会审批通过(2025LWB627),所有患者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法

采用迈瑞 Mindray Resona 8 彩色多普勒超声诊断仪,平面线阵探头(频率 8~12 MHz)。所有手术操作均在超声实时引导下完成。患者取平卧位,术侧上肢外展。使用高频线阵探头(频率 5~12 MHz)于锁骨下窝进行横切面扫描,清晰辨识腋静脉及其伴行的腋动脉。其标准的术中超声影像特征如图 1 所示:腋静脉位于浅表、可压缩,通常位于腋动脉前内侧。确定目标血管后,采用平面内穿刺技术,在全程直视下将穿刺针引导进入腋静脉管腔,回抽静脉血确认穿刺成功。此可视化流程确保了穿刺的精准性与安全性。

1.3 观察指标

收集患者性别、年龄、身高、体质量、身体质量指数(BMI)、原发病、术前超声测量的腋静脉直径与深度(皮肤至血管前壁垂直距离)、既往同侧手术或放疗史。记录手术时长(从皮肤消毒开始至手术切口缝合完毕)、首次静脉穿刺成功率、TIVAP 植入成功率及术后并发症(包括出血/血肿、感染、导管相关血栓、导管移位/堵塞、港体翻转/外露、气胸以及上肢



超声示锁骨下窝横切面观、腋静脉及其解剖关系。箭头示穿刺针路径,采用平面内技术指向腋静脉管腔

Ultrasound shows a transverse view of the infraclavicular fossa, the axillary vein and its anatomical relationships. The arrow indicates the needle path, directed toward the lumen of the axillary vein using the in-plane technique

图 1 超声引导腋静脉穿刺术中超声影像图

Figure 1 Intraoperative ultrasound image of axillary vein puncture under ultrasound guidance

活动障碍等)。

1.4 绘制学习曲线

本研究以手术时长为观察指标,通过计算每个样本的观测值与目标值的偏离程度绘制时间加权控制图。 $CUSUM_n = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)$, 其中 x_i 代表第 i 例患者的手术时长, μ 表示所有患者手术时长的平均值, n 为手术先后序号(即求和索引,对应第 1 至第 38 例手术,本组 n 最大值为 38), $CUSUM_n$ 为第 n 例手术时的累积和值。以每例患者实际手术时长和平均手术时长差值的累积和为纵坐标,以手术先后序号为横坐标,绘制 $CUSUM_n$ 的散点图,使用曲线方程对散点图进行拟合,拟合效果最好且 R^2 最接近 1 的方程为最佳模型,该方程曲线即为学习曲线。最后根据学习曲线寻找拐点,采用 GraphPad Prism10 软件绘图。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 27.0 软件进行统计分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用秩和检验。计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 学习曲线分析

38 例患者均顺利完成 TIVAP 手术。38 例 TIVAP 植入术患者手术时长为 (27.74 ± 5.01) min, 总手术时长随手术例数增多呈缩短趋势(图 2)。对 CUSUM 分析法生成的学习曲线进行曲线方程拟合,最佳拟合方程为 $CUSUM_n = 0.772 + 7.108x - 0.196x^2$ ($P < 0.001$, 决定系数 $R^2 = 0.987$)。拟合曲线的峰值发生在第 19 例(图 3)。根据图 2 的节点和趋势将学习曲线分为 2 个阶段:第 1 阶段为学习阶段,手术包括第 1~19 例患者, $CUSUM_n$ 值持续上升,术者处在手术技能提升阶段;第 2 阶段为熟练阶段,手术包括第 20~38 例患者, $CUSUM_n$ 值逐渐下降,术者处在手术技能逐步稳定熟练阶段。

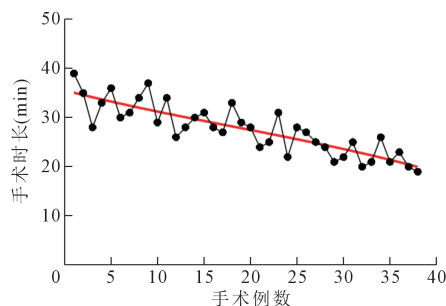


图 2 手术时长随病例序列变化趋势

Figure 2 Trend of surgical duration changes with case sequence

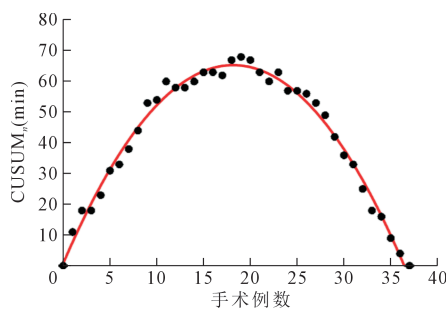


图 3 基于 CUSUM 分析的手术时长学习曲线

Figure 3 Learning curve of operation duration based on CUSUM analysis

2.2 学习阶段与熟练阶段患者基线资料比较

如表 1 所示,学习阶段与熟练阶段患者在年龄、性别、BMI、术前腋静脉直径与深度,以及既往同侧手术/放疗史方面的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

2.3 围手术期结果比较

如表 2 所示,在手术时长方面,熟练阶段手术时长短于学习阶段($P < 0.001$)。学习阶段,共出现 5 例(占比 26.3%)违反无菌原则的事件,全部集中在

学习阶段的前 10 例手术中,占比 50.0%,而在学习阶段的后 9 例手术中未出现违反无菌原则的情况;熟练阶段,无违反无菌原则事件发生,与学习阶段组相比差异具有统计学意义($P = 0.046$)。在患者的主观反馈方面,熟练阶段的总体满意度高于学习阶段,差异具有统计学意义($P = 0.005$),但两个阶段患者术中疼痛程度差异无统计学意义($P > 0.05$)。在术后并发症方面,学习阶段出现 1 例导管末端贴壁和 2 例港体周围皮下血肿,熟练阶段出现 1 例导管旋转退缩并导致打折堵塞的情况(图 4);两个阶段皮下血肿、导管堵塞、导管移位等并发症发生率间差异无统计学意义($P > 0.05$),并且均未发生血栓、血胸、气胸、感染等严重并发症。

3 讨论

超声引导经腋静脉 TIVAP 植入术凭借其实时动态显像的优势,相较于传统的盲穿途径,在提高穿刺成功率,降低气胸和导管相关血栓等并发症发生率方面有较大优势^[5]。随着高频超声探头技术的普及、术者操作经验的积累以及临床教学视频资源的获取,该技术正从中大型医院逐渐向基层医疗单位延伸。现有研究显示,超声引导经腋静脉 TIVAP 植入术拥有较高的临床安全性和有效性^[6],已趋向

成熟,并构建了相应的临床操作规范体系^[7]。若要实现该技术的规范化推广应用,需要精确量化其学习曲线特征,而 CUSUM 分析法已成为医学教育中评估各类操作学习曲线的核心工具^[8-9],可通过量化分析优化技术改进路径、监控不良事件发生率^[10]。其核心优势主要体现在两方面:一是通过累积个体观测值与整体均值的偏差总和,精准锁定学习曲线拐点,避免依靠主观经验划分阶段的偏差;二是通过图形化形式呈现术者随病例积累的进步轨迹,直观反映其向目标能力水平的发展进程。但该方法仍存在局限性:①对观察指标的稳定性要求较高,如手术时长等指标受患者血管解剖变异、合并症等混杂因素影响,可能干扰学习曲线的真实性;②分析结果容易受单中心、单一术者的临床场景限制,向外推广至不同技术水平者或多中心环境时需要谨慎验证。

本研究应用 CUSUM 分析法对同一位初学者完成的 38 例超声引导经腋静脉 TIVAP 植入术的学习曲线进行探讨分析。研究结果显示,学习曲线呈现出明显的双阶段特征:第一阶段是学习阶段(第 1~19 例),术者处于手术技术探索以及适应的进程中,手术所耗费的时间相对较长;第二阶段被称为熟练阶段(第 20~38 例),术者的手术技术趋向稳定且高效,手术时间逐步缩短。两个阶段的并发症发生

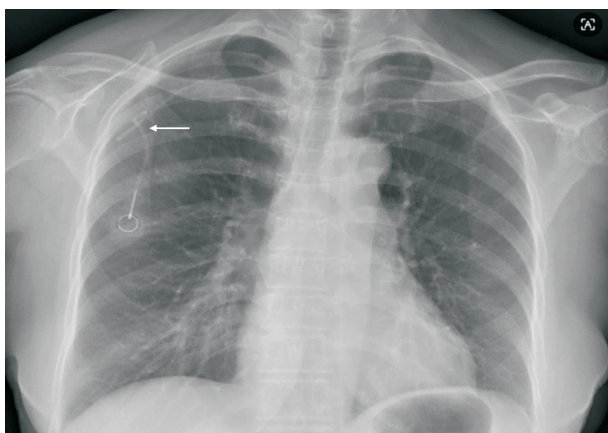
表 1 学习阶段与熟练阶段患者基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline data between patients in the learning phase and the proficient phase								
组别	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别[例(%)]		BMI (kg/m ²)	既往同侧手术/放疗史[例(%)]		腋静脉直径 (mm, $\bar{x} \pm s$)	腋静脉深度 (mm, $\bar{x} \pm s$)
		男	女		有	无		
学习阶段($n = 19$)	54.7 $\pm$ 14.9	13	6	22.0 $\pm$ 4.5	0	19	9.2 $\pm$ 1.8	17.7 $\pm$ 3.5
熟练阶段($n = 19$)	60.4 $\pm$ 10.0	10	9	22.6 $\pm$ 2.9	1	18	9.3 $\pm$ 1.4	18.0 $\pm$ 3.9
t/χ^2 值	-1.395	0.991		-0.434	1.027		-0.199	-0.316
P 值	0.171	0.319		0.667	0.311		0.843	0.754

表 2 38 例完全植入式静脉输液港患者围术期情况比较

Table 2 Comparison of perioperative conditions in 38 patients with totally implantable venous access ports								
组别	过程质量与效率指标		患者主观反馈[例(%)]					
	手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	违反无菌 原则[例(%)]	疼痛程度			病人满意度		
			无疼痛	轻度疼痛	中度疼痛	一般	满意	很满意
学习期($n = 19$)	31.5 $\pm$ 3.7	5(26.3)	3(15.8)	11(57.9)	5(26.3)	4(21.1)	12(63.2)	3(15.8)
成熟期($n = 19$)	24.0 $\pm$ 3.0	0(0)	5(26.3)	10(52.6)	4(21.1)	0(0)	7(36.8)	11(57.9)
t/χ^2 值	6.922	0.046 *						
P 值	<0.001			1.000 *			0.005 *	
组别	术后并发症[例(%)]							
	皮下血肿	伤口感染	导管相关血栓	导管堵塞	导管移位	港体翻转/外露	气胸	上肢及肩部活动障碍
学习期($n = 19$)	2(10.5)	0(0)	0(0)	2(10.5)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
成熟期($n = 19$)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(5.3)	0(0)	0(0)	0(0)
t/χ^2 值								
P 值					0.205 *			

* Fisher 检验(Fisher test)



箭头示输液港导管退缩至皮下打折、扭曲

the arrow indicates that the infusion port catheter has retracted subcutaneously, resulting in kinking and twisting

图 4 完全植入式输液港植入术后胸部正位 X 光影像表现

Figure 4 Posteroanterior chest radiograph after implantable port placement

率以及手术成功率差异均无统计学意义,这与超声引导技术具有实时动态显像密切相关^[11],与现有文献中关于超声引导中心静脉穿刺的学习曲线描述相契合^[4]。

本研究结果显示,学习阶段出现的主要并发症以及违反无菌操作的情况,都与操作技能不熟练相关。学习阶段共出现 1 例导管末端贴壁以及 2 例植入物周围皮下血肿的状况,导管贴壁指的是患者术后输液港出现输液阻力增大的现象,经影像学检查发现导管末端附着于血管壁,可能和术者对中心静脉解剖结构认识不够、送管长度调控不当以及缝合技术欠缺等因素相关。皮下血肿是指手术后 24 h 内囊袋区域出现红肿且压迫感增强,经保守治疗并持续监测均于一周内自然消退,可能与术中对囊袋的制作层次感不强、止血不够仔细有关。因此术者在学习阶段可通过强化术前超声影像评估来确定穿刺路径及预留导管长度,同时细致囊袋制作和止血步骤以减少并发症发生率和提高手术成功率。此外,学习阶段发生的 5 例违反无菌操作规范均集中于前 10 个病例,经过现场指导和即时干预没有引发感染性问题,表明在学习阶段术中标准化操作规范仍然存在不足,需通过规范化培训来加强无菌操作观念。熟练阶段发生 1 例导管旋转退缩、打折堵塞的情况,表现为术后不久出现输液港输液不畅,通过影像学检查发现导管在皮下走行扭曲、成角样改变,这可能与输液港港体在与导管连接固定过程中施加扭转应力,缝合囊袋之前未能充分释放应力,且皮下

囊袋制作偏大这些原因有关。随着手术技术水平的提升,术者应逐渐将注意力从基础操作规范转向导管应力管理、囊袋成型技术等方面。

本研究所纳入的病例都为是常规性收治并随机安排,未特意筛选患者血管条件。在此情形下,学习阶段和熟练阶段均无中转开刀手术或改其他静脉穿刺路径的情况,都顺利完成了超声引导经腋静脉 TIVAP 植入术,提示技术处于学习阶段时,建立系统化、规范化操作流程比选择理想样本更具关键性,其对保证手术安全性和成功率起着决定性作用。依靠高频超声探头准确确定目标血管位置,术前超声评估腋静脉解剖特点,配合标准化穿刺及固定步骤,逐步构建成熟技术操作体系,能有效缓解不同个体血管解剖差异带来的初始难度,让术者在随机病例条件下安全进行技术积累,平稳度过学习阶段^[12]。

本研究的创新之处体现在以下几个方面:①首次运用 CUSUM 分析法来构建超声引导经腋静脉 TIVAP 植入术的学习曲线,为其学习曲线创建了客观且定量的函数曲线模型。②依据 CUSUM 分析法得出初学者手术技能达到熟练阶段所需的最少手术例数大概为 19 例,这为该手术技能培训提供量化依据。③构建多维度的评估体系,借助操作质量与速度指标、患者主观评价、并发症发生率、技术成功率等指标深入分析学习曲线不同阶段的特征演变。这些研究结果对完善手术技能培训方案具有一定的指导价值:建议初学者至少完成 19 例规范化培训后再独立操作,在此期间着重关注并监测操作时间、并发症发生率,以顺利且安全地度过学习阶段,这与 Kim 等^[13]提出的“跨越并发症学习最低阈值”的核心理念相契合。

本研究亦存在不足:①作为一项单中心、单一术者的前瞻性研究,其结论的普适性有待通过多中心、不同经验水平术者的研究予以验证^[14]。②研究所纳入的病例为常规收治患者,其中包含血管条件复杂者,这一样本特征虽能反映真实的临床实践,并使得“第 19 例”的学习曲线拐点具有临床参考价值,但对于存在血管畸形、严重肥胖或既往反复静脉置管等极端复杂情况的患者,其学习曲线可能延长,相关规律尚未明确,此为本研究的一局限,需未来研究进一步探讨^[15]。

综上所述,本研究采用 CUSUM 分析法来构建超声引导经腋静脉 TIVAP 植入术的学习曲线,研究发现 19 次操作经验是技能从“学习适应”阶段转变为“熟练稳定”阶段的关键转折点,当术者跨过这

个拐点之后,操作速度以及患者满意度方面均显著提升。该研究为超声引导经腋静脉 TIVAP 植入术的规范化培训以及阶段性评估标准提供了实证依据,可形成科学合理的操作指导框架体系。

利益冲突声明:作者声明本研究、论文撰写和/或发表不存在潜在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] Ma Z, Chen ML, Chen HX, et al. Safety and efficacy of standardized internal jugular vein totally implantable venous access ports: focus on complication profile and risk factors[J]. *Am Surg*, 2025;31348251403588.
- [2] 凌碧娟, 张月葵, 蓝惠娇, 等. 结直肠癌病人完全植入式静脉输液港护理维护学习曲线前瞻性研究[J]. *全科护理*, 2024, 22: 1404-1408.
- Ling BJ, Zhang YK, Lan HJ, et al. A prospective study of learning curve for nursing maintenance of totally implantable venous access port in patients with colorectal cancer[J]. *Chin Gen Pract Nurs*, 2024, 22: 1404-1408.
- [3] Czarnik T, Czuczwar M, Borys M, et al. Ultrasound-guided infraclavicular axillary vein versus internal jugular vein cannulation in critically ill mechanically ventilated patients: a randomized trial[J]. *Crit Care Med*, 2023, 51: e37-e44.
- [4] Zhu LJ, Gong CJ, Zhu JM, et al. Assessing ultrasound-guided axillary vein cannulation using a cumulative sum analysis: a single operator experience [J]. *J Vasc Access*, 2023, 24: 436-442.
- [5] Hüttner FJ, Bruckner T, Hackbusch M, et al. Primary open versus closed implantation strategy for totally implantable venous access ports: the multicentre randomized controlled PORTAS-3 trial[J]. *Ann Surg*, 2020, 272: 950-960.
- [6] 刘伟夫, 张孔志, 余文昌, 等. 超声联合 DSA 引导下单切口经腋静脉输液港植入术的临床应用[J]. *肿瘤防治研究*, 2021, 48: 1101-1107.
- Liu WF, Zhang KZ, Yu WC, et al. Application of ultrasound combined with DSA-guided single-incision technique via axillary vein access in implantation of totally implantable venous access port [J]. *Cancer Res Prev Treat*, 2021, 48: 1101-1107.
- [7] 田 竹. 不同导管尖端定位法在静脉输液港置入中的应用研究[J]. *循证护理*, 2024, 10: 3104-3108.
- Tian Z. Application status quo of different catheter tip positioning methods in intravenous infusion port placement [J]. *Chin Evid Based Nurs*, 2024, 10: 3104-3108.
- [8] Xue Z, Lu J, Lin J, et al. Enlightenment of robotic gastrectomy from 527 patients with gastric cancer in the minimally invasive era: 5 years of optimizing surgical performance in a high-volume center-a retrospective cohort study [J]. *Int J Surg*, 2024, 110: 5605-5614.
- [9] Lombardi PM, Mazzola M, Veronesi V, et al. Learning curve of laparoscopic cholecystectomy: a risk-adjusted cumulative summation analysis of six general surgery residents[J]. *Surg Endosc*, 2023, 37: 8133-8143.
- [10] Lu JL, Zhao Y, Zhang HQ, et al. Learning curve in pipeline embolization device: results from the pipeline embolization device in China post-market multicentre registry study[J]. *Int J Surg*, 2023, 109: 2159-2167.
- [11] Etheridge JB, Finlayson RJ, Venter J, et al. Prospective evaluation of the safety of ultrasound-guided cervical medial branch blocks using the in-plane technique [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2025, 50: 237-242.
- [12] 中国中西医结合学会外周血管疾病委员会中心静脉通路专家组. 静脉输液港植入与管理多学科专家共识[J]. *中国普通外科杂志*, 2023, 32: 799-814.
- Central Venous Access Working Group of Chinese Association of Integrative Medicine Peripheral Vascular Disease Committee. Multidisciplinary expert consensus on implantation and management of venous infusion port [J]. *China J Gen Surg*, 2023, 32: 799-814.
- [13] Kim MS, Kim WJ, Hyung WJ, et al. Comprehensive learning curve of robotic surgery: discovery from a multicenter prospective trial of robotic gastrectomy[J]. *Ann Surg*, 2021, 273: 949-956.
- [14] Zwart MJW, van den Broek B, de Graaf N, et al. The feasibility, proficiency, and mastery learning curves in 635 robotic pancreatoduodenectomies following a multicenter training program: “standing on the shoulders of giants” [J]. *Ann Surg*, 2023, 278: e1232-e1241.
- [15] Vitali F, Malagù M, Bianchi N, et al. Ultrasound-guided venous axillary access versus standard fluoroscopic technique for cardiac lead implantation: ZEROFLUOROAXI randomized trial[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2024, 10: 554-565.

(收稿日期: 2025-12-25)

(本文编辑: 元 禾)