

• 血管介入 Vascular intervention •

三维路图在经颈静脉门体分流术中导引门静脉穿刺的应用价值

孙 诚, 于长路, 贾科峰, 高忠嵩, 宋德钊, 范 勇

【摘要】 目的 比较经颈静脉门体分流术(TIPS)中三维路图和常规间接门静脉造影引导门静脉穿刺的效果。**方法** 回顾性分析 2018 年 4 月至 2021 年 2 月连续 121 例接受 TIPS 治疗患者临床资料。根据 TIPS 术中门静脉穿刺导引方式分为三维路图组(研究组, $n=42$)、常规间接门静脉造影组(对照组, $n=79$)。采用 Mann-Whitney 检验分析两组患者间技术/血流动力学成功率, 门静脉穿刺次数、穿刺时间、X 线透视剂量、成像辐射剂量及图像质量的差异; Kendall's tau-b 相关系数分析图像质量相关性。**结果** 两组患者基线差异均无统计学意义($P>0.05$)。两组技术成功率和血流动力学成功率均为 100%。两组门静脉穿刺针数、穿刺时间、透视剂量、穿刺相关并发症差异均无统计学意义($P=0.30, 0.61, 0.55, 1.00$)。研究组门静脉成像辐射剂量(63.1 ± 23.3) Gy/cm² 低于对照组(209.9 ± 49.5) Gy/cm² ($P>0.01$)。研究组与对照组门静脉图像质量差异有统计学意义($P=0.04$)。研究组($\text{tau-b}=0.79, P<0.01$)、对照组($\text{tau-b}=0.71, P<0.01$)图像质量, 均与门静脉穿刺导引效果呈显著正相关。对照组图像质量与穿刺透视剂量呈负相关($\text{tau-b}=-0.2, P=0.02$)。**结论** 三维路图和常规间接门静脉造影均能成功导引 TIPS 术中门静脉穿刺, 但三维路图导引辐射剂量更低, 可有效减少患者所受射线辐射。

【关键词】 经颈静脉门体分流术; 三维路图; 常规间接门静脉造影; 门静脉穿刺

中图分类号: R575 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2022)-04-0346-05

The application of three-dimensional roadmap in guiding puncture of portal vein during the performance of transjugular intrahepatic portosystemic shunt SUN Cheng, YU Changlu, JIA Kefeng, GAO Zhongsong, SONG Dezhao, FAN Yong. Department of Medical Imaging, General Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China

Corresponding author: FAN Yong, E-mail: fanyong3366@126.com

【Abstract】 Objective To compare the effect of three-dimensional (3-D) roadmap-guided portal vein puncture with that of conventional indirect portal venography-guided portal vein puncture in performing transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS). **Methods** The clinical data of 121 consecutive patients, who received TIPS between April 2018 and February 2021, were retrospectively analyzed. According to the guiding method of portal vein puncture, the patients were divided into study group ($n=42$, guided by 3-D roadmap) and control group ($n=79$, guided by conventional indirect portography). Mann-Whitney testing was used to evaluate the technical and hemodynamic success rate, the number of portal vein punctures, the time spent for puncture, the fluoroscopic radiation dose, the imaging radiation dose and image quality. The results were compared between the two groups. Kendall's tau-b correlation coefficient was used to analyze the correlation of image quality. **Results** No statistically significant differences in the baseline data existed between the two groups ($P>0.05$). The technical and hemodynamic success rate was 100% in both groups. There were no statistically significant differences in the number of portal vein punctures ($P=0.30$), time spent for puncture ($P=0.61$), fluoroscopic radiation dose ($P=0.55$), puncture-related complications ($P=1.00$) between the two groups. The radiation dose of portal vein imaging in the study group was (63.1 ± 23.3) Gy/cm², which was remarkably lower than (209.9 ± 49.5) Gy/cm² in the control group ($P<0.001$). The image quality of portal vein in the study group was

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2022.04.005

作者单位: 300070 天津医科大学总医院医学影像科(孙 诚、范 勇);天津市第三中心医院放射科(于长路、贾科峰、高忠嵩、宋德钊)

通信作者: 范 勇 E-mail: fanyong3366@126.com

prominently better than that in the control group, the difference between the two groups was statistically significant ($P=0.04$). The image quality in both of the study group ($\text{tau-b}=0.79$, $P<0.01$) and the control group ($\text{tau-b}=0.71$, $P<0.01$) was positively correlated with the guiding effect of portal vein puncture. The image quality in the control group was negatively correlated with the fluoroscopic radiation dose of puncturing ($\text{tau-b}=-0.2$, $P=0.02$). **Conclusion** Both 3-D roadmap and conventional indirect portography can successfully guide the puncture of portal vein in TIPS, but the radiation dose of 3-D roadmap-guided puncturing is lower, which can effectively reduce the radiation dose received by the patient. (J Intervent Radiol, 2022, 31: 346-350)

【Key words】 transjugular intrahepatic portosystemic shunt; three-dimensional roadmap; conventional indirect photography; portal vein puncture

肝内盲穿刺门静脉是经颈静脉肝内门体分流术(transjugular intrahepatic portosystemic shunt, TIPS)术中最复杂关键的步骤^[1]。TIPS 术相关门静脉穿刺近期并发症包括动脉或胆道损伤、动脉-门静脉瘘、门静脉胆道瘘、肝包膜穿孔,严重者可有肝脏包膜下血肿,甚至腹腔内出血^[2]。TIPS 手术耗时较长,会造成患者和术者长时间暴露在高水平 X 线辐射中^[3]。为了安全有效地建立分流道,许多学者相继研究报道直接门静脉显影法、间接门静脉显影法及其他方法,如超声、锥形束 CT 导引等^[4]。然而上述方法均存在各自缺点,文献报道中其导引穿刺效果不尽相同。本研究采用基于锥形束 CT (cone beam CT, CBCT) 的三维路图功能实时导引 TIPS 术中门静脉穿刺,观察其血流动力学成功率,门静脉穿刺针数、时间、X 线辐射剂量、门静脉成像辐射剂量等指标,并将上述指标与常规间接门静脉造影进行对比,分析图像质量与上述指标相关性。现报道如下。

1 材料与方法

1.1 一般资料

收集 2018 年 4 月至 2021 年 2 月在天津医科大学总医院接受 TIPS 治疗的 121 例患者临床资料,其中男 71 例,女 50 例,平均年龄 57.5 (35~84) 岁。根据 TIPS 术中门静脉穿刺导引方式分为三维路图组(研究组, $n=42$)、常规间接门静脉造影组(对照组, $n=79$)。所有患者术前均签署 TIPS 手术知情同意书。研究路线见图 1。

1.2 手术方法

本研究中所有 TIPS 操作均由 3 位具有 10 年以上介入放射治疗经验的医师完成,且最少参与过 20 例 TIPS。设备为 800 mA DSA 机(UNIQ FD20, 荷兰 Philips 公司)。超声导引穿刺颈静脉(多为右侧),引入导管至肝静脉,交换 RUPS-100 穿刺套件(美国 Cook 公司),研究组行肠系膜上动脉(或脾动脉)造影,

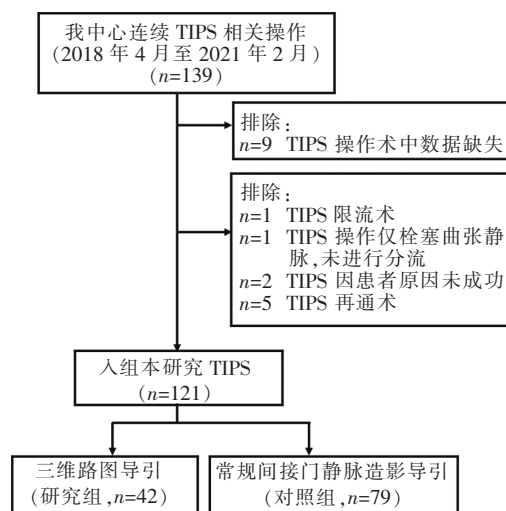
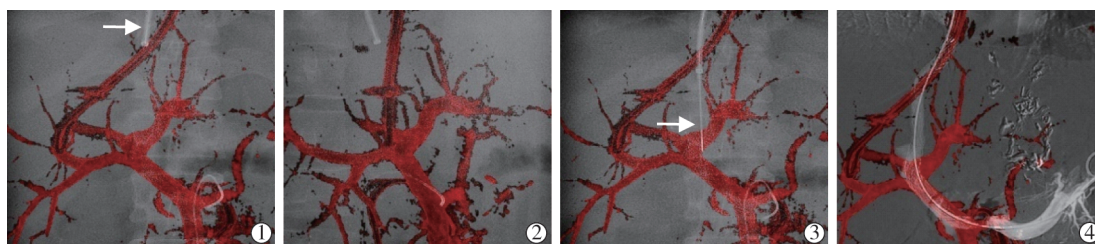


图 1 本研究技术路线图

计算注射对比剂至门静脉完全显影的延迟时间(t)。高压注射器注射速率 3 mL/s,对比剂总量 40 mL,压力 300 psi,延时 t 秒,嘱患者吸气末相屏气,以 Xper LD Roll 序列采集门静脉 CBCT 图像,随后用三维路图功能将重建后的门静脉叠加至实时透视屏幕。对照组采用相同注射参数,延时 8 s,分别采集正侧位间接门静脉图像。门静脉穿刺成功后,选用弹簧圈(Spring, 美国 Cook 公司)或组织胶(Histoacryl, 德国 B.Braun 公司)行曲张静脉栓塞和分流道支架(Viatorr, 美国 Gore 公司,常规选择 8 mm 直径)植入,测量门静脉压力梯度(portal venous pressure gradient, PPG)。图 2 为 CBCT 三维路图实时导引 TIPS 术中门静脉穿刺影像。

1.3 相关指标评价和定义

每例 TIPS 手术结束后,由参与手术操作过程的 3 位医师填写与相关研究报道相似的专用问卷表^[5-6](表 1)评价导引穿刺效果,意见不一时经 3 位医师讨论取得一致给出最终评价;介入技师通过 5 分制量表(表 2)评价门静脉图像质量。技术成功:通过导引技术成功穿刺门静脉^[7]。血流动力学成功:PPG 降至 ≤ 12 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)或比基线水平



患者男, 42 岁, 乙醇性肝硬化伴门静脉高压; ①三维路图正位实时透视为 RUPS-100 套件组(箭头); ②RA090°实时影像; ③RUPS-100 套管针对准靶点穿刺门静脉; ④术后门静脉造影三维路图与门静脉影像匹配良好, 支架定位准确

图 2 CBCT 三维路图实时导引 TIPS 术中门静脉穿刺影像

表 1 TIPS 术中门静脉穿刺导引效果的主观评价问卷表

主观评价	穿刺导引效果
有效	门静脉图像可提供足够的指引信息
一般	门静脉图像有价值, 但不足以完全依赖该图像
无效	门静脉图像对于穿刺过程无帮助

表 2 静脉成像质量 5 分制量表

分数	门静脉成像质量
1	门静脉主干显示不清
2	门静脉主干显示清晰, 左右分支均显示不清
3	门静脉主干显示清晰, 左右分支中一支显示清晰
4	门静脉主干、左右支均显示清晰
5	门静脉主干、门静脉左右支及其二级分支均显示清晰

降低 $>50\%$ [8]。门静脉穿刺针数: 门静脉显影所用针数。门静脉穿刺时间: 手术始至门静脉显影所需时间。门静脉穿刺透视剂量: 手术始至门静脉显影所需 X 线剂量。

1.4 数据统计和分析

采用 MedCalc 19.1 软件进行统计学分析。正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间差异用独立样本 t 检验, 非正态分布计量资料以中位数(4 分位间距)表示, 组间差异用 Mann-Whitney 检验; 计数资料以例数(%)表示, 组间比较用 Fisher 精确检验或 χ^2 检验, 资料间相关性用 Kendall's tau-b 相关系数分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基线情况

研究组与对照组患者性别、年龄及体质量指数(BMI), 肝功能 Child-Pugh 评分、终末期肝病模型(MELD)评分及 MELD 联合血清钠(MELD-Na)评分, 肝硬化门静脉高压潜在病因和手术指征比较, 差异均无统计学意义, 见表 3。

2.2 技术和血流动力学成功率

研究组、对照组技术成功率均为 100%, 术后 PPG 分别下降 $7 \sim 29$ mmHg、 $7 \sim 31$ mmHg, 取得血流动力学成功(表 4)。

表 3 患者基线情况比较

参数	研究组($n=42$)	对照组($n=79$)	P 值
性别(男/女)/ n	27/15	44/35	0.36
年龄/岁	57.5 ± 8.2	57.4 ± 11.3	0.78
BMI/(kg/m ²)	23.4 ± 3.2	22.5 ± 2.6	0.14
肝硬化病因/ n (%)			0.61
肝炎肝硬化	15(35.7)	34(43.0)	
乙醇性肝硬化	12(28.6)	17(21.5)	
自身免疫性肝病	7(16.7)	15(19.0)	
其他	8(19.0)	13(16.5)	
Child-Pugh 评分	7.2 ± 1.8	7.3 ± 1.8	0.92
MELD 评分	11.4 ± 2.8	10.8 ± 2.9	0.17
MELD-Na 评分	12.6 ± 4.3	12.6 ± 4.6	0.88
手术指征/ n (%)			0.28
消化道出血	25(59.5)	58(73.4)	
顽固性腹水	13(31.0)	17(21.5)	
顽固性胸水	4(9.5)	4(5.1)	

表 4 TIPS 手术情况对比

参数	研究组($n=42$)	对照组($n=79$)	P 值
PPG/mmHg			
术前	28.7 ± 6.4	28.8 ± 6.2	0.91
术后	11.1 ± 5.5	10.1 ± 4.8	0.31
下降	17.6 ± 6.1	18.7 ± 5.6	0.37
门静脉穿刺			
针数	1(2.00)	2(3.75)	0.30
时间/s	772.50(945.00)	937.00(595.50)	0.62
透视剂量/(Gy/cm ²)	32.15(29.10)	31.50(31.18)	0.55
穿刺相关并发症/ n (%)			1.00
肝动脉穿刺	2(4.8)	6(7.6)	
胆道出血及损伤	3(7.1)	5(6.3)	
腹腔出血	0	1(1.3)	
成像辐射剂量/(Gy/cm ²)	63.1 ± 23.3	209.9 ± 49.5	<0.01

2.3 穿刺指标和成像辐射剂量

两组穿刺门静脉所用针数、穿刺时间、透视剂量及穿刺相关并发症差异均无统计学意义; 研究组门静脉成像辐射剂量(63.1 ± 23.3) Gy/cm² 显著低于对照组(209.9 ± 49.5) Gy/cm² ($P < 0.01$), 见表 4、图 3。

2.4 图像质量对穿刺导引效果

研究组较对照组更能清晰显示门静脉左右支。研究组、对照组 4 分以上图像质量比率分别为 71.5%、45.6%, 差异有统计学意义 ($P=0.04$); 图像质量对门静

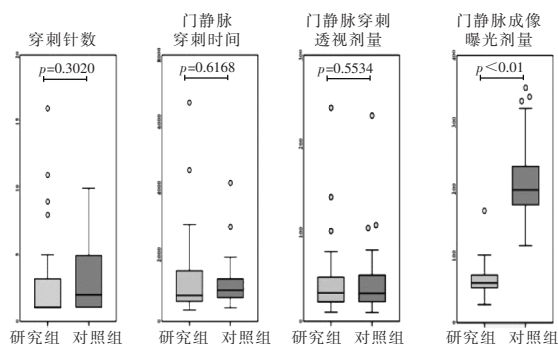


图3 两组穿刺指标和成像辐射剂量对比

脉穿刺导引效果差异无统计学意义($P=0.35$),见表5。

2.5 图像质量相关性

研究组($\text{tau-b}=0.79, P<0.01$)、对照组($\text{tau-b}=0.71, P<0.01$)图像质量,均与门静脉穿刺导引效果呈显著正相关;研究组图像质量与穿刺针数、穿刺时间和透视剂量无显著相关性;对照组图像质量与门静脉穿刺透视剂量呈负相关($\text{tau-b}=-0.2, P=0.02$),与穿刺针数和穿刺时间无显著相关性,见表6。

表5 门静脉成像对比

参数	研究组($n=42$)	对照组($n=79$)	P 值
门静脉图像质量			0.04
5分	18(42.9)	15(19.0)	
4分	12(28.6)	21(26.6)	
3分	6(14.3)	22(27.8)	
2分	3(7.1)	11(13.9)	
1分	3(7.1)	10(12.7)	
对穿刺导引效果			0.35
有帮助	28(66.7)	39(49.4)	
一般	10(23.8)	26(32.9)	
无帮助	4(9.5)	14(17.7)	

表6 图像质量相关性

参数	研究组图像评分		对照组图像评分	
	P 值	tau-b	P 值	tau-b
穿刺针数	0.14	-0.19	0.19	-0.12
穿刺时间	0.49	-0.08	0.06	-0.16
穿刺透视剂量	0.08	-0.21	0.02	-0.20
穿刺导引效果	<0.01	0.79	<0.01	0.71

Kendall's tau-b 相关系数取值范围在-1、+1, 负值代表负相关, 正值代表正相关, 相关系数越接近0, 相关关系越弱; 越接近-1或+1, 相关关系越强

3 讨论

门静脉定位和穿刺是 TIPS 术中最复杂的步骤。该步骤不仅可引起术中肝动脉穿刺、腹腔出血等严重并发症^[6], 穿刺点不理想还会导致远期支架狭窄、阻塞及失功能, 影响预后^[9-10]。TIPS 术耗时较长, TIPS 术所带来的 X 线辐射剂量可高达 150~360 Gy/cm², 远高于常规介入手术^[11]。常规间接门静脉造影是 TIPS

术中常用的导引方法, 如何安全、准确地穿刺门静脉且又能有效降低辐射剂量, 是近年研究热点。有学者报道经皮超声、血管内超声、CBCT 导引等许多辅助穿刺门静脉方法^[12-15], 但在后期临床实践中却无法达成一致结论。文献报道, 经皮超声导引、血管内超声导引、经肝内动脉导引门静脉穿刺等方法平均穿刺针数为2针^[12-13, 16]。本研究通过 CBCT 三维路图实时导引门静脉穿刺, 均为1针, 与以往研究报道相比有显著优势。

然而本研究中研究组门静脉穿刺针数、穿刺时间、透视剂量、穿刺相关并发症等4个指标并未显示出显著优势。分析其原因可能与操作医师经验丰富程度有关。Marquardt 等^[17]回顾102例经常规透视导引门静脉穿刺 TIPS 术的成功率和手术时间, 发现年资<2年的术者门静脉穿刺时间和整体手术时间均显著高于具有10年介入经验的术者。Pillai 等^[18]发现, 参与过不到20例 TIPS 术的介入医师采用血管内超声导引显著减少了门静脉穿刺时间。本研究中对照组图像质量显著低于研究组, 但门静脉穿刺导引效果与研究组相比并无显著差异, 说明医师经验对手术的决定性作用。经验丰富的医师术前根据影像学资料能很好地确认穿刺角度和方向, 术中门静脉图像质量往往只作为参考。

Ketelson 等^[14]、Luo 等^[15]研究报道三维路图导引门静脉穿刺, 门静脉成像辐射剂量分别为(61.6±13.8) Gy/cm²、(63.9±3.9) Gy/cm²。本研究组门静脉成像辐射剂量为(63.1±23.3) Gy/cm², 显著低于对照组, 说明三维路图导引可有效降低辐射剂量。

本研究发现, 研究组和对照组门静脉图像质量与导引效果均存在显著的正相关, 证实较好的门静脉图像质量可在穿刺过程中为术者提供更多信息。图像质量与门静脉穿刺针数、穿刺时间和透视剂量相关性分析中, 仅对照组图像质量与门静脉穿刺透视剂量呈负相关, 进一步说明即便介入医师丰富经验在 TIPS 术中起到非常重要的作用, 但采用常规间接门静脉成像导引仍伴随更多的透视剂量。

本研究纳入的三维路图导引组病例数多于既往文献报道, 进一步分析了门静脉图像质量与导引效果、穿刺针数、穿刺时间、透视剂量的相关性。但仍存在不足, 如回顾性分析可能存在患者选择偏倚, TIPS 手术均由相同3位介入医师完成, 缺少对医师经验的分析及不同经验术者操作下两种导引方式的对比, 缺乏三维路图与其他门静脉成像导引技术(CO₂造影、超声)的比较, 未随访对比 TIPS 术

后患者并发症、支架近远期通畅率及生存期。这些指标均受患者是否规律治疗、定期随访等混杂因素影响,因此需要进行前瞻性临床试验设计并收集更多资料。

综上,三维路图导引门静脉穿刺在辐射剂量和门静脉图像质量方面比间接门静脉造影导引优势明显,在减少 TIPS 术中辐射暴露的同时可提供更多手术信息,有望成为常规间接门静脉造影导引门静脉穿刺的替代手段。

[参考文献]

- [1] Luo XE, Wang X, Yu J, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation: three-dimensional roadmap versus CO₂ wedged hepatic venography[J]. Eur Radiol, 2018, 28: 3215-3220.
- [2] Meine TC, Dewald CLA, Becker LS, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement: portal vein puncture guided by 3D/2D image registration of contrast-enhanced multi-detector computed tomography and fluoroscopy[J]. Abdom Radiol (NY), 2020, 45: 3934-3943.
- [3] Authors on behalf of ICRP, Stewart FA, Akleyev AV, et al. ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs - threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context[J]. Ann ICRP, 2012, 41: 1-322.
- [4] 汤善宏,秦建平,束庆飞,等. TIPS 术中引导门静脉分支穿刺方法[J]. 介入放射学杂志, 2014, 23:640-643.
- [5] Chivot C, Robert B, Bouzerar R, et al. 3D C-arm cone beam CT for targeting the portal vein during TIPS: initial clinical experience[J]. Eur J Radiol, 2018, 106:20-25.
- [6] Rouabah K, Varoquaux A, Caporossi JM, et al. Image fusion-guided portal vein puncture during transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement[J]. Diagn Interv Imaging, 2016, 97: 1095-1102.
- [7] Haskal ZJ, Martin L, Cardella JF, et al. Quality improvement guidelines for transjugular intrahepatic portosystemic shunts[J]. J Vasc Interv Radiol, 2001, 12: 131-136.
- [8] 中国医师协会介入医师分会. 中国门静脉高压经颈静脉肝内门体分流术临床实践指南[J]. 中华肝脏病杂志, 2019, 27:582-593.
- [9] Qin JP, Jiang MD, Tang W, et al. Clinical effects and complications of TIPS for portal hypertension due to cirrhosis: a single center[J]. World J Gastroenterol, 2013, 19: 8085-8092.
- [10] Luo SH, Chu JG, Huang H, et al. Effect of initial stent position on patency of transjugular intrahepatic portosystemic shunt[J]. World J Gastroenterol, 2017, 23: 4779-4787.
- [11] Spink C, Avanesov M, Schmidt T, et al. Radiation dose reduction during transjugular intrahepatic portosystemic shunt implantation using a new imaging technology[J]. Eur J Radiol, 2017, 86: 284-288.
- [12] Cam I, Gencturk M, Shrestha P, et al. Ultrasound-guided portal vein access and percutaneous wire placement in the portal vein are associated with shorter procedure times and lower radiation doses during TIPS placement[J]. AJR Am J Roentgenol, 2021, 216: 1291-1299.
- [13] Kao SD, Morshedi MM, Narsinh KH, et al. Intravascular ultrasound in the creation of transhepatic portosystemic shunts reduces needle passes, radiation dose, and procedure time: a retrospective study of a single-institution experience [J]. J Vasc Interv Radiol, 2016, 27: 1148-1153.
- [14] Ketelsen D, Groezinger G, Maurer M, et al. Three-dimensional C-arm CT-guided transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement: feasibility, technical success and procedural time [J]. Eur Radiol, 2016, 26: 4277-4283.
- [15] Luo X, Wang X, Zhao Y, et al. Real-time 3D CT image guidance for transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation using preoperative CT: a prospective feasibility study of 20 patients [J]. AJR Am J Roentgenol, 2017, 208: W11-W16.
- [16] Haochen W, Yinghua Z, Jian W. Intrahepatic arterial localizer guided transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement: feasibility, efficacy, and technical success assessed by a case series[J]. Medicine(Baltimore), 2019, 98: e16868.
- [17] Marquardt S, Rodt T, Rosenthal H, et al. Impact of anatomical, procedural, and operator skill factors on the success and duration of fluoroscopy-guided transjugular intrahepatic portosystemic shunt[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2015, 38: 903-912.
- [18] Pillai AK, Andring B, Faulconer N, et al. Utility of intravascular US guided portal vein access during transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation: retrospective comparison with conventional technique in 109 patients[J]. J Vasc Interv Radiol, 2016, 27: 1154-1159.

(收稿日期:2021-04-19)

(本文编辑:边 皓)