

•综述 General review•

提高经颈静脉肝内门体分流术中门静脉穿刺成功率的引导方法及研究进展

漆琳, 胡鸿, 钟立明, 魏欣

【摘要】 经颈静脉肝内门体分流术(TIPS)实施难点在于通过肝静脉成功穿刺门静脉。为了更好地显示门静脉及其分支,确定适当的穿刺点,减少穿刺次数,目前已报道多种提高术中门静脉穿刺成功率的方法,如影像融合技术、二氧化碳楔入肝静脉造影、超声引导等。该文将对这些提高 TIPS 术中门静脉穿刺成功率的引导方法及其研究进展进行综述。

【关键词】 经颈静脉肝内门体分流术; 穿刺成功率; 研究进展

中图分类号:R575.2 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2022)-11-1111-05

Guiding methods of improving the success rate of portal vein puncture in transjugular intrahepatic portosystemic shunt and its research progress QI Lin, HU Hong, ZHONG Liming, WEI Xin. Department of Interventional Radiology, Affiliated Nanchong Municipal Central Hospital of North Sichuan Medical College (The Second Clinical Medical College of North Sichuan Medical College), Nanchong, Sichuan Province 637000, China

Corresponding author: WEI Xin, E-mail: wxzy1998@sina.com

【Abstract】 The key difficulty of performing transjugular intrahepatic portosystemic shunt(TIPS) is the successful completion of puncturing the portal vein through the hepatic vein. In order to better display the portal vein and its branches, determine the optimal puncture point and reduce the times of puncturing, several methods used for improving the success rate of intraoperative portal vein puncture have been reported, such as image fusion technology, carbon dioxide wedging hepatic venography, ultrasound guidance, etc. This paper aims to review these guiding methods used for improving the success rate of portal vein puncture in TIPS, and to introduce the recent advances in these guiding methods. (J Intervent Radiol, 2022, 31: 1111-1115)

【Key words】 transjugular intrahepatic portosystemic shunt; success rate of puncture; research progress

经颈静脉肝内门体分流术(transjugular intrahepatic portosystemic shunt, TIPS)是目前临床治疗肝硬化伴难治性腹水、消化道出血的常见方法,其基本原理是通过肝静脉穿刺门静脉,形成分流通道,从而降低门静脉压力并治疗一系列并发症^[1-2]。目前 TIPS 技术操作的关键在于成功建立肝静脉-门静脉穿刺道,因此需要充分了解肝静脉属支与门静脉分支间的空间位置关系,从而选择合适的穿刺点和路径^[3-4]。为了减少穿刺针数、减少穿刺时间和曝光剂量且降低穿刺并发症,借助适当的引导方法对

于提高术中门静脉穿刺成功率显得尤为重要。

1 传统引导方法

传统 TIPS 术中引导主要分为直接和间接门静脉造影,可通过经皮经肝穿刺门静脉或经皮经脾静脉穿刺将对对比剂导入门静脉系统行直接门静脉显影,也可先行股动脉插管,后经肠系膜上动脉或脾动脉行 DSA 下间接门静脉造影。Rees 等^[5]和 Sheppard 等^[6]提出可采用二氧化碳作为对比剂楔入肝静脉行间接门静脉显影。Teitelbaum 等^[7]提出通过右肝动脉

远端放置不透 X 线的标志,由其作为穿刺向导。这些传统方法的对比剂用量和术中射线曝光剂量通常较多,部分需要引入额外的器材和设备,增加了患者创伤及手术费用。

2 影像融合技术

从最初的穿刺活检到如今的血管与非血管手术,影像融合技术逐渐在介入诊治各方面得到应用^[8]。关于 TIPS 术中引导,近 10 年已出现多种提高门静脉穿刺成功率的融合技术。根据融合原理,大致可分为术前 CT 重建图像与术中二维图像融合、术前 CT 重建图像与术中不增强锥形束 CT (cone beam CT, CBCT) 图像融合、术前 CT 图像与间接门静脉造影图像融合、术前 CT 重建模型与虚拟导航系统融合、术中经外周静脉增强 CBCT 图像与二维图像融合、术中二氧化碳楔状造影图像与二维图像融合等 6 类。

2.1 术前 CT 重建图像与术中二维图像融合

Rouabah 等^[9]和 Meine 等^[10]在术前行增强 CT,将数据导入工作站并通过后处理获得三维重建图像,术中将该图像在正、侧位上与实时透视相叠加引导穿刺。该方法的安全性能高,后处理时间短,仅需一或两个透视方位而无需其他术中三维数据,减少了术中辐射剂量和对比剂使用量,提高了穿刺成功率,降低了穿刺并发症发生率。但此类方法的 CT 血管重建图和透视图存在不匹配现象,呼吸动度对能否匹配影响较大。而且 Rouabah 等^[9]认为该方法实验进行时的评价是人为不客观的,易受到影响。

2.2 术前 CT 重建图像与术中不增强 CBCT 图像融合

血管介入诊疗时,三维引导将极大地减少患者对比剂使用量和辐射剂量,可减少穿刺次数,降低并发症发生率^[11]。Bell 等^[12]将术前增强 CT 数据导入工作站并与术中未增强的 CBCT 相融合,再创建肝静脉与目标门静脉间虚拟针径图,将其与透视图相叠加实时引导穿刺。Tacher 等^[13]省略了创建虚拟针径图这一步骤,直接将融合图像作为三维路径图引导穿刺,达到了术中无创多角度引导,术中剂量-面积乘积 (dose-area product, DAP) 为 $90.75 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$,透视时间 15 min,操作时间 40 min,对比剂用量 65 mL,提高了穿刺成功率,降低了术中对比剂用量和术中射线曝光剂量,但呼吸动度对图像配准影响较大,所以要进行呼吸训练以减少移动,最大限度保证引导准确性。周建峰等^[14]将术前 CT 门静脉成像 (CTPV) 和术中不增强 Xper-CT 重建图像融合作为三维路

径图引导穿刺,X 线曝光时间为 $(30.57 \pm 5.02) \text{ min}$,穿刺次数为 (4 ± 2) 次,缩短了手术时间,提高了穿刺成功率。Luo 等^[15]和荆剑等^[16]同样采用术前增强 CT 图像与术中 C 形臂 CT 进行配准引导穿刺,平均进针 (1.8 ± 1.1) 次和 (2.1 ± 0.9) 次,也提高了穿刺成功率。

2.3 术前 CT 图像与间接门静脉造影图像融合

张文广等^[17]通过间接门静脉造影与术前经后处理的 CT 重建图配准形成路图引导穿刺,但采用的是二维图像,并未达到真正的三维引导,如果手术过程中需要切换侧位观察,则该引导方式就失去了引导作用。Luo 等^[18]通过脾动脉或肠系膜上动脉行间接门静脉造影并进行三维重建,将得到的三维图像作为路图与术中透视图相叠加引导穿刺,其穿刺次数为 (2.0 ± 1.0) 次。余佳泽等^[19]在 1 例复杂病例中应用该方法取得成功,证实该方法可显示门静脉与肝静脉间空间位置关系,能为术者带来更加全面的穿刺引导,进而提高穿刺成功率,但术中造影图作为路图会增加手术时间、患者术中射线辐射剂量和对比剂用量。

2.4 术前 CT 重建模型与虚拟导航系统融合

Yang 等^[20]设计出一种 TIPS 增强现实 (augmented reality, AR) 导航系统。该方法是从术前 CT 中提取含有肝静脉和门静脉解剖结构的模型,通过系统校准将穿刺针、三维虚拟模型位置信息及真实对象相融合。AR 头戴式显示器中三维模型覆盖在受试者身上,由其引导进行模拟经皮肝穿刺门静脉及 TIPS,通过坐标校准将虚拟图像数据叠加在手术室设置上,进行真实穿刺,实验中使用一真人大小的肝脏模型和 9 只比格犬。该实验中穿刺成功率高,但呼吸运动会造成图像不匹配,穿刺进针也会造成肝脏运动,在犬体上用的穿刺针未按比例缩小均导致实验不够完善。因此,该方法在临床上应用还有待改进。

2.5 术中经外周静脉增强 CBCT 图像与二维图像融合

Ketelsen 等^[21]通过肘部注入对比剂后行三维采集,再进行门静脉重建,用商业软件注释工具手工标记门静脉血管,三维标记作为路图被投影并覆盖到实时透视图上引导穿刺门静脉,穿刺次数为 (2.0 ± 1.3) 次, DAP 为 $(188.16 \pm 121.18) \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$,手术时间为 $(66.25 \pm 29.72) \text{ min}$,统计结果显示手术时间与常规组对比显著缩短 ($P=0.02$)。该方法是在重建图上通过软件勾画选定标记点而间接显示门

静脉的位置和形态,并不是真正的门静脉成像。Boning 等^[22]通过创建虚拟针径图进行术中引导,对比超声引导与 CBCT 引导下 TIPS 穿刺次数、手术时间及总体辐射剂量,结果差异均无统计学意义。尽管该组有 1/3 病例术中需要额外超声引导,但其针道规划被证实是正确的,也从侧面印证该方法可为术者提供有价值的信息。

2.6 术中二氧化碳楔状造影图像与二维图像融合

Tsauo 等^[23]经颈静脉行二氧化碳肝静脉楔状造影,将得到的门静脉图导入工作站,采用软件选定并标记肝右静脉与门静脉右支后自动生成相应的三维路径图,最后将该路图与实时透视相叠加引导穿刺。为了减少穿刺角度不匹配问题,在该方法基础上增加一计算三维路径角度的程序,并通过该程序相应调整肝脏内穿刺角度;应用该方法平均手术时间为 43 min,平均透视时间为 11 min,减少了穿刺并发症发生率,提高了穿刺成功率。但是该作者认为由于技术原因,操作故障率还较高,并且呼吸运动和针刺引起的肝脏移位对穿刺产生的影响并未解决。Luo 等^[18]采用二氧化碳楔状造影引导穿刺,平均进针(3.7 ± 2.5)次,其与三维路图引导所需总透视时间、手术时间及 DAP 差异均无统计学意义,但其中有 1 例因无法显示门静脉分支导致盲穿,故认为二氧化碳楔状造影会因缺乏实时引导和不能多角度投射而受到限制。

3 超声引导

超声作为一种无创影像学检查方法,对血管实时穿刺引导具有明显价值。根据超声设备和引导方式不同,在 TIPS 术中的应用大致分为超声内镜(EUS)、血管内超声、超声引导门静脉造影、经腹超声等 4 类。

3.1 EUS 在 TIPS 中的应用

Buscaglia 等^[24]运用 EUS 作为引导在动物上成功实施 TIPS,该实验指出 EUS 可能会作为术中无创引导 TIPS 方法。但该方法目前只是提供了理论依据,真正用于患者的效果还需要进一步实践证明。已有学者证明 EUS 在胃静脉曲张治疗中的实用性^[25],用于 TIPS 术中引导还有待发展。

3.2 血管内超声在 TIPS 中的应用

Pillai 等^[26]研究 109 例分别接受血管内超声引导与普通 TIPS 患者,通过实时血管内超声显示门静脉与肝静脉选定穿刺通路,再实时导航逐渐修正穿刺方向和角度并最终完成穿刺,得出血管内超声可

显著降低穿刺时间、减少术中射线辐射剂量及相关并发症发生率。Kao 等^[27]通过颈内静脉或股总静脉放置血管内超声,使门静脉成像后引导穿刺,该方法中位进针次数为 2 次,对比剂用量为 57 mL, DAP 为 $3\,793\,\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$,手术时间为 86 min,各项数据均低于常规 TIPS。Gipson 等^[28]比较分析透视引导、放置标志引导及血管内超声引导 TIPS,发现血管内超声引导透视时间和对比剂使用量均少于另两种方法,认为本实验引导方式选择并非由具体标准制定,而是术者人为决定,术者可能会因为对血管内超声专业知识的掌握而对透视引导抱有偏见。

3.3 超声引导门静脉造影在 TIPS 中的应用

汪靖园等^[29]采用超声引导下经皮肝穿刺门静脉造影行 TIPS 操作,平均穿刺次数为(2.17 ± 1.62)次,手术总时长(76.94 ± 33.75) min,通过对照超声引导与传统路径得出结论:超声引导可缩短手术时间、减少穿刺次数、提高穿刺成功率,从而降低术后并发症发生率。赵丹等^[30]将经皮肝穿刺的导丝换成 0.014 英寸,即可不处理针道,对凝血功能要求也相应降低。

3.4 经腹超声在 TIPS 中的应用

Tavare 等^[31]在术中采用 3~5 MHz 腹部探头沿肋间进行扫查,通过超声医师实时动态指导进行穿刺,该方法透视时间为 12~15 min, DAP 为(40.3 ± 73.1) $\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$,皮肤剂量(404.3 ± 464.8) mGy。虽然该研究表明腹部超声可减少术中射线辐射剂量,但其并未将穿刺次数等指标纳入,且该方法只生成二维图像,插入大鞘时会使肝脏局部解剖变形,也会增加并发症发生的可能性,这些问题还有待进一步研究。Entezari 等^[32]也提出采用经皮超声引导对于伴门静脉血栓的 TIPS 术中引导有一定帮助。

4 总结和展望

经过各种引导方法辅助,各医疗机构实施 TIPS 成功率不断提高。目前有待优化方面包括:现有引导方法中存在的有创操作及其风险、材料费(如球囊、经皮肝穿刺套件、股动脉穿刺插管及造影材料)及手术费增加;额外增加的术中射线曝光剂量(如 CBCT)及对比剂用量增加(如外周静脉造影的 3D-DSA);使用影像融合技术时需要依靠特定型号 DSA 机及专用后处理软件;使用术前 CT 与术中影像相融合均受呼吸动度和进针肝脏移位的影响。采用超声引导时虽未增加患者额外辐射,但其成像易受骨组织及各种伪影的影响,DSA 术中 X 线暴露也会引

起超声医师焦虑。未来研究中如何在不增加 TIPS 以外介入操作、医疗费用、术中射线曝光剂量、对比剂用量情况下实现术中无创引导穿刺门静脉,如何改善术前 CT 与术中患者体位及呼吸状态不同所致图像匹配的误差,对于促进 TIPS 推广的医教研工作具有现实意义。

[参考文献]

- [1] Rossle M. TIPS: 25 years later[J]. J Hepatol, 2013, 59:1081-1093.
- [2] Wu SJ, Wu YC, Shen YF, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt plus embolization for bleeding esophagojejunal varices after total gastrectomy[J]. J Intervent Med, 2019, 2: 181-183.
- [3] Cello JP, Ring EJ, Olcott EW, et al. Endoscopic sclerotherapy compared with percutaneous transjugular intrahepatic portosystemic shunt after initial sclerotherapy in patients with acute variceal hemorrhage: a randomized, controlled trial[J]. Ann Intern Med, 1997, 126: 858-865.
- [4] Jalan R, Forrest EH, Stanley AJ, et al. A randomized trial comparing transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt with variceal band ligation in the prevention of rebleeding from esophageal varices[J]. Hepatology, 1997, 26: 1115-1122.
- [5] Rees CR, Niblett RL, Lee SP, et al. Use of carbon dioxide as a contrast medium for transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedures[J]. J Vasc Interv Radiol, 1994, 5: 383-386.
- [6] Sheppard DG, Moss J, Miller M. Imaging of the portal vein during transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedures: a comparison of carbon dioxide and iodinated contrast[J]. Clin Radiol, 1998, 53: 448-450.
- [7] Teitelbaum GP, Van Allan RJ, Reed RA, et al. Portal venous branch targeting with a platinum-tipped wire to facilitate transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS) procedures[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 1993, 16: 198-200.
- [8] Abi-Jaoudeh N, Kobeiter H, Xu S, et al. Image fusion during vascular and nonvascular image-guided procedures[J]. Tech Vasc Interv Radiol, 2013, 16: 168-176.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] Stangenberg L, Shuja F, Carelsen B, et al. A novel tool for three-dimensional roadmapping reduces radiation exposure and contrast agent dose in complex endovascular interventions[J]. J Vasc Surg, 2015, 62: 448-455.
- [12] Bell BJ, Cura M, Shaw CJ, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation using a three-dimensional fluoro-scopic guidance system in patients with the Budd-Chiari syndrome[J]. Proc (Bayl Univ Med Cent), 2015, 28: 484-487.
- [13] Tacher V, Petit A, Derbel H, et al. Three-dimensional image fusion guidance for transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2017, 40: 1732-1739.
- [14] 周建峰, 靳 勇. Xper-CT 与 CTPV 融合图像在经颈静脉肝内门腔静脉内分流术中的应用[J]. 中国医学影像技术, 2018, 34: 109-112.
- [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] 荆 剑, 白旭明, 顾星石, 等. C 臂 CT 辅助经颈静脉肝内门体分流术治疗门静脉高压症的初步临床观察[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53: 46-49.
- [17] 张文广, 任建庄, 周朋利, 等. 全程实时影像融合技术在经颈静脉肝内门体分流术中的临床应用[J]. 中华医学杂志, 2019, 99: 3554-3557.
- [18] Luo X, 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.
- [19] 余佳泽, 罗薛峰, 李 肖. 三维路线图引导经颈静脉肝内门体分流术 1 例[J]. 介入放射学杂志, 2018, 27: 704-705.
- [20] Yang J, Zhu J, Sze DY, et al. Feasibility of augmented reality-guided transjugular intrahepatic portosystemic shunt[J]. J Vasc Interv Radiol, 2020, 31: 2098-2103.
- [21] 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.
- [22] Boning G, Wm L, Chapiro J, et al. Clinical experience with real-time 3-D guidance based on C-arm-acquired cone-beam CT (CBCT) in transjugular intrahepatic portosystemic stent shunt (TIPSS) placement[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2018, 41: 1035-1042.
- [23] Tsao J, Luo XE, Ye LC, et al. Three-dimensional path planning software-assisted transjugular intrahepatic portosystemic shunt: a technical modification[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2015, 38: 742-746.
- [24] Buscaglia JM, Dray X, Shin EJ, et al. A new alternative for a transjugular intrahepatic portosystemic shunt: EUS-guided creation of an intrahepatic portosystemic shunt (with video)[J]. Gastrointest Endosc, 2009, 69: 941-947.
- [25] Thiruvengadam SS, Sedarat A. The role of endoscopic ultrasound (EUS) in the management of gastric varices[J]. Curr Gastroenterol Rep, 2021, 23: 1.
- [26] 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.

- [27] 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.
- [28] Gipson MG, Smith MT, Durham JD, et al. Intravascular US-guided portal vein access: improved procedural metrics during tips creation[J]. J Vasc Interv Radiol, 2016, 27: 1140-1147.
- [29] 汪靖园, 薛 挥, 李伟之, 等. 超声引导下门静脉穿刺导引 TIPS 联合曲张静脉栓塞治疗肝硬化上消化道出血[J]. 中国介入影像与治疗学, 2018, 15: 392-396.
- [30] 赵 丹, 梁 斌, 张利捷, 等. 单导丝门静脉定位技术在经颈静脉肝内门体分流术中的应用[J]. 介入放射学杂志, 2019, 28: 833-836.
- [31] Tavaré AN, Wigham A, Haddjivassilou A, et al. Use of transabdominal ultrasound-guided transjugular portal vein puncture on radiation dose in transjugular intrahepatic portosystemic shunt formation[J]. Diagn Interv Radiol, 2017, 23: 206-210.
- [32] Entezari P, Riaz A, Thornburg B, et al. Percutaneous ultrasound-guided superior and inferior mesenteric vein access for portal vein recanalization-transjugular intrahepatic portosystemic shunt: a case series[J]. Cardiovasc Interv Radiol, 2021, 44: 496-499.

(收稿日期: 2021-09-27)

(本文编辑: 边 伟)

• 病例报告 Case report •

选择性动脉栓塞治疗马蹄肾峡部破裂出血 1 例

雷宇波, 张永恒, 赵景昊, 秦 伟, 袁 凯, 杨光强, 杨 师

【关键词】 马蹄肾峡部裂伤; 马蹄肾供血动脉; 选择性动脉栓塞术

中图分类号: R692.1 文献标志码: D 文章编号: 1008-794X(2022)-11-1115-03

Selective arterial embolization for ruptured horseshoe kidney isthmus with bleeding: report of one case with literature review LEI Yubo, ZHANG Yongheng, ZHAO Jinghao, QIN Wei, YUAN Kai, YANG Guangqiang, YANG Shi. North Sichuan Medical College, Nanchong, Sichuan Province 637000, China

Corresponding author: ZHANG Yongheng, E-mail: 735013350@qq.com (J Intervent Radiol, 2022, 31: 1115-1117)

【Key words】 laceration of horseshoe kidney isthmus; feeding artery of horseshoe kidney; selective arterial embolization

1 临床资料

患者,男,65岁。因“车祸后腹部疼痛4h”入遂宁市中心医院急诊科。查体:心率为124次/min,呼吸为20次/min,血压为74/46 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),SpO₂为97%。嗜睡状,可遵嘱,对答尚切题。全身见散在瘀斑,以腹部及双大腿为著。导尿见鲜红色尿液流出。实验室检查:白细胞计数为28.9×10⁹/L,血红蛋白为115 g/L,中性粒细胞比例为86.2%。全腹部CT平扫+增强提示腹膜后间隙(双肾周围)团片状高密度影,CT值约为64 HU,胰腺受推挤稍移位,双肾下极似融合,双肾下极显示不清,双肾密度不均匀,增强双肾实质强化欠均匀,血肿区可见条片、片结状对比剂影,邻近腹膜、左

肾筋膜增厚,腹膜后间隙模糊,多发片絮影;考虑马蹄肾,并肾挫裂伤,腹膜后血肿形成。诊断为马蹄肾峡部裂伤伴包膜下血肿、创伤性腹膜后血肿、失血性休克。经止血、输血、补液扩容后,于局部麻醉下行经皮选择性供血动脉造影栓塞术。术中使用COBRA2造影导管分别选择性插管双侧肾脏供血动脉(5支)并逐一造影,左右肾各有1支肾动脉供应上极和中极,右肾下极由髂总动脉分支供血,左肾下极由腹主动脉分支供血,峡部左右侧分别由髂总动脉分支共干供血(图1);峡部偏左侧区域可见明显造影剂外溢。将3F微导管超选至右肾下极及峡部供血血管,先后缓慢推入适量空白微球(100~300 μm),精确定位后释放弹簧圈数枚。复行DSA:峡部未见

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2022.11.018

作者单位: 637000 四川南充 川北医学院(雷宇波);遂宁市中心医院介入中心(赵景昊、秦 伟、袁 凯、杨光强、杨 师),心血管外科(张永恒)

通信作者: 张永恒 E-mail: 735013350@qq.com