

• 临床研究 Clinical research •

支架自显影体外定位体外开窗技术治疗近端锚定区不足的主动脉弓部疾病

罗成林, 王庆, 谭杰, 兰斌

【摘要】目的 探讨支架自显影体外定位体外开窗技术治疗近端锚定区不足的主动脉弓部病变的应用价值。**方法** 2021 年 10 月至 2023 年 3 月湖南省人民医院共收治 8 例近端锚定区位于 Z0 区的主动脉夹层/动脉瘤患者,均接受支架自显影体外定位体外开窗技术进行腔内修复治疗,随访观察该技术的安全性及有效性。**结果** 8 例患者手术均获成功,1 例出现 I 型内漏,6 个月内漏消失。未发生围手术期死亡、脑卒中或截瘫等并发症。**结论** 采用支架自显影体外定位体外开窗技术治疗近端锚定区不足的主动脉弓部疾病,中短期效果满意,但远期效果仍需观察。

【关键词】 主动脉弓;自显影;覆膜支架;腔内治疗

中图分类号:R655 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2024)-10-1111-05

Self-radiopaque marker guiding physician modified fenestration technique for the treatment of aortic arch diseases with insufficient proximal anchoring area LUO Chenglin, WANG Qing, TAN Jie, LAN Bin. Department of Interventional Vascular Surgery, Hunan Provincial People's Hospital, Changsha, Hunan Province 410005, China

Corresponding author: WANG Qing, E-mail: 731591230@qq.com

【Abstract】 Objective To discuss the clinical application of self-radiopaque marker guiding physician modified fenestration technique in treating aortic arch diseases with insufficient proximal anchoring area. **Methods** From October 2021 to March 2023, a total of 8 patients with aortic dissection/aneurysm located in area Z0 received thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) by using self-radiopaque marker guiding physician modified fenestration technique. The patients were followed up to observe the safety and efficacy of this technique. **Results** Successful TEVAR was accomplished in all the 8 patients. Type I endoleak occurred in one patient, which disappeared within 6 months. No perioperative death, stroke or paraplegia occurred. **Conclusion** For the treatment of aortic arch diseases with insufficient proximal anchoring area, TEVAR by using self-radiopaque marker guiding physician modified fenestration technique is clinically safe and effective with satisfactory short-to-medium-term effect, although its long-term effect needs further observation.

【Key words】 aortic arch; self-radiopaque; covered stent; endovascular treatment

近年来,胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR)已成为治疗降主动脉疾病主要方式之一^[1]。与开放手术相比,TEVAR 创伤小、并发症少、住院时间短^[2]。传统 TEVAR 适应证为破口位于左锁骨下动脉(left subclavian artery, LSA)以远的 Stanford B 型主动

脉夹层^[3]。对于近端锚定区不足的主动脉弓部疾病的治疗,目前仍是 TEVAR 治疗的难点。本研究探讨采用支架自显影体外定位体外开窗技术(self-radiopaque marker guiding physician modified fenestration, SF)治疗近端锚定区不足的复杂主动脉弓部疾病的安全性和有效性。

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2024.10.013

基金项目:湖南省科技重大专项项目(H2021-30),湖南省自然科学基金(2024JJ5227)

作者单位:410005 湖南长沙 湖南省人民医院介入血管外科

通信作者:王庆 E-mail: 731591230@qq.com

1 材料与方法

1.1 基本资料

2021 年 10 月年至 2023 年 3 月湖南省人民医院介入血管外科共收治 8 例近端锚定区不足主动脉弓部疾病患者,均采用 SF 技术行 TEVAR 治疗,术中同时重建左颈总动脉(left common carotid artery,LCCA)和 LSA。所有患者均对手术知情同意,并获得湖南省人民医院伦理委员会批准(2024-195)。

1.2 术前评估

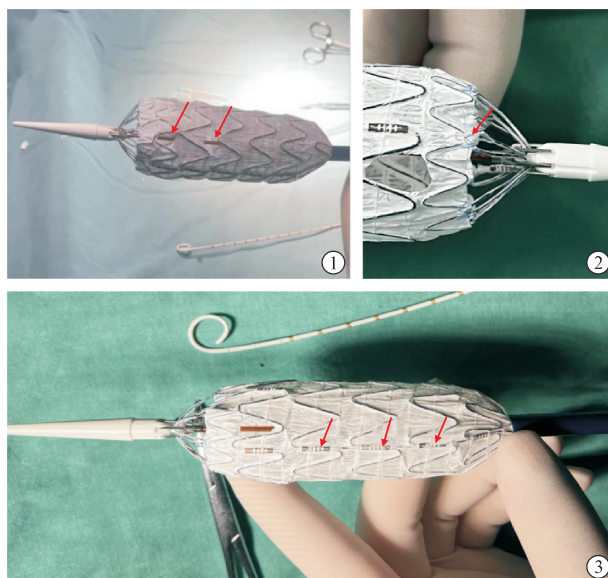
通过主动脉 CTA 成像,测量主动脉直径、LCCA 和 LSA 的直径、LCCA 与 LSA 间的距离,观察 LCCA 和 LSA 的“时钟位置”,进而确定覆膜支架的尺寸、开窗的位置和窗孔的直径。弓上分支的直径根据轴位图像确定。

1.3 支架制备

自显影体外定位主体支架均选取深圳先健公司 Ankura 大动脉覆膜支架,该支架本身携带不透 X 线“∞”标志,位于近端覆膜边缘,在 X 线透视下清晰可见。根据术前 CTA 测量结果,以主体支架不透 X 线背筋作为弓上分支动脉开口定位基线,结合支架在透视下自显影“∞”标志来确定支架开窗位置。释放部分主体覆膜支架 6~8 cm,用尖刀分别在 LCCA 和 LSA 开口位置破膜、开窗,当主体支架进入主动脉弓后会自然轻微地向前旋转,因此窗口需位于背筋后缘,见图 1。根据主动脉弓的形态决定窗口与背筋的距离。开窗后,将支架回装至输送系统内,并注水充分排气。

1.4 手术经过

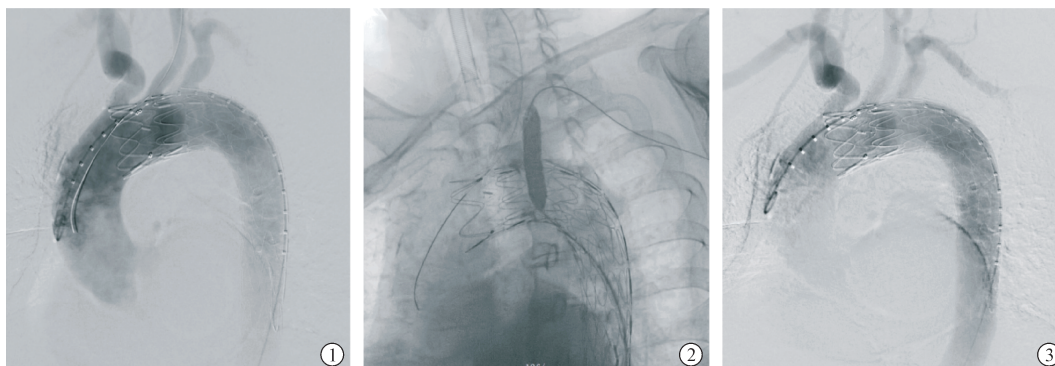
一侧股动脉穿刺,并预置血管缝合器;左颈总动脉、左肱动脉穿刺,留置 5 F 血管鞘。C 型臂调节为



①红色箭头表示人工开窗窗孔;②红色箭头表示不透 X 线“∞”标志;③蓝色箭头表示不透 X 线背筋

图 1 建主动脉覆膜支架

左前斜位,使 C 臂与主动脉弓垂直,金标猪尾导管于升主动脉造影,了解弓部病变的解剖形态,股动脉入路置入超硬导丝,在超硬导丝引导下,将主动脉覆膜支架输送至预定位置,输送时保持不透 X 线的支架中心线处于主动脉弓大弯最外侧,使“∞”在透视下变成“-”,释放覆膜支架,造影,查看假腔是否隔绝完全及分支动脉是否通畅,再经左肱动脉及左颈动脉入路置入导丝并通过窗口,沿导丝送入带覆膜桥接支架并释放,使用球囊扩张桥接支架,使桥接支架进一步紧贴窗孔边缘(图 2)。再次造影确定支架位置和分支动脉通畅情况。缝合器闭合股动脉,左颈总动脉穿刺点及左肱动脉穿刺点进行加压包扎。术后即刻及 3、6、12、24、36 个月进行 CTA 检查,以评估有无内漏和弓上分支动脉闭塞。



①双开窗主动脉覆膜支架植入后造影,弓上分支通畅;②植入桥接支架后使用球囊扩张;③桥接支架植入后造影,显示弓上分支均通畅

图 2 术中造影

2 结果

2.1 患者基本资料

8 例患者基本资料和术前影像学测量数据见表 1,表 2。近端锚定区主动脉直径(33.5 ± 3.5) mm,手术时间(88.8 ± 22.7) min。

2.2 围手术期结果

8 例患者主动脉近端锚定区均位于 0 区,均重建 LCCA 和 LSA,共植入桥接支架 16 枚。术中所有窗口对位准确,LSA、LCCA 均保持良好灌注。术后 1 例患者血肌酐轻度升高,1 例患者恶心呕吐,出院时 2 例患者均恢复正常。围手术期末出现死亡、脑缺血、截瘫、上肢缺血等并发症。术后复查 CTA,有 1 例患者出现 Ia 型内漏。

2.3 随访

随访时间(19.5 ± 8.3)个月。1 例 Ia 型内漏患

者在术后 6 个月复查时内漏消失。随访期间,所有患者弓上分支动脉通畅,未出现死亡、主动脉破裂、脑卒中、截瘫等并发症。术前影像及术后 CTA 随访见图 3。

3 讨论

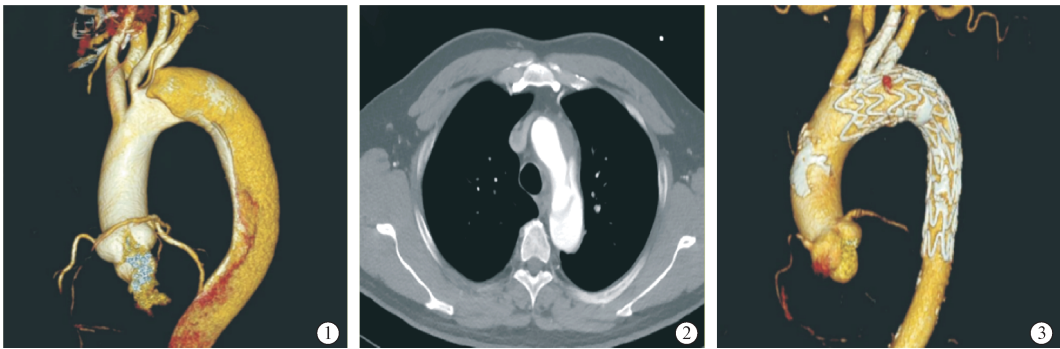
传统外科手术仍然是治疗主动脉疾病的重要方法,但由于其手术创伤大、病死率较高,许多主动脉疾病的治疗已逐渐被 TEVAR 取代^[4]。以往的 TEVAR 术常用于 3 区以远的主动脉夹层,但实践经验表明,26%~40% 的 TEVAR 手术需覆盖弓上分支以获得足够的近端锚定区^[5]。对于近端锚定区位于 0 区的主动脉疾病,传统的 TEVAR 术难以满足临床需要。随着技术的进步,采用腔内方法如分支支架技术、烟囱技术、开窗技术治疗累及弓部(Z0-

表 1 8 例患者基本资料

患者	性别	年龄(岁)	高血压	冠心病	糖尿病	吸烟	症状	近端锚定区	病理类型
1	男	57	是	否	否	否	胸痛	0 区	主动脉夹层
2	男	39	是	否	否	是	胸痛	0 区	主动脉夹层
3	男	60	否	否	是	否	胸痛	0 区	主动脉弓动脉瘤
4	男	62	否	否	否	是	腹痛	0 区	主动脉夹层
5	男	54	是	否	是	否	胸痛	0 区	主动脉夹层
6	男	45	是	否	否	是	胸痛	0 区	主动脉夹层
7	男	55	是	否	否	是	无	0 区	主动脉夹层
8	男	59	是	否	是	否	无	0 区	主动脉弓动脉瘤

表 2 8 例患者术前影像学测量数据

患者	近端锚定区直径(mm)	LCCA/LSA 直径(mm)	LCCA-LSA 距离(mm)	时钟位置(LCCA/LSA)
1	38	9/11	15	12:00/12:30
2	32	10/11	10	11:30/12:00
3	36	10/9	9	11:30/12:00
4	30	8/9	8	12:00/12:00
5	32	9/11	12	11:30/12:00
6	28	10/8	8	11:30/12:00
7	36	11/9	9	11:45/12:00
8	36	11/10	6	11:30/11:45



①②术前 CT 图像,显示夹层累及 LCCA 后缘,LCCA 与头臂干距离过短,夹层破口位于主动脉弓大弯侧;③术后 CTA 图像,假腔隔绝完全,弓上分支通畅,无内漏

图 3 主动脉夹层术前影像及术后 CTA

Z2)的主动脉病变越来越受到关注,这些方法可在隔绝病变的同时保持弓上分支动脉通畅^[6-7]。

分支支架技术多用于主动脉夹层的治疗,目前我国使用的分支支架是上海微创公司 Castor 支架。Huang 等^[8]研究显示,Castor 单分支支架操作相对简单,安全性高,但该支架在术中可能存在分支导丝与主体支架缠绕^[9]。而且,该支架为单分支支架,若需要同时重建 LCCA 和 LSA,则不能满足临床需要。烟囱技术是重建弓上分支的常用方法之一,但烟囱支架与主体支架间存在沟槽,可能导致 Ia 型内漏^[10-11]。Wang 等^[12]报道 122 例因主动脉弓病变接受单烟囱或双烟囱 TEVAR 的患者的内漏率为 11%,但该方法可作为体外开窗 TEVAR 治疗失败的补救措施^[13]。开窗技术是一种具有吸引力的腔内治疗方式,包括原位开窗和体外预开窗,原位开窗又包括机械开窗和物理开窗^[14]。原位开窗是一种安全、有效的主动脉重建方法^[15-16]。但原位开窗会暂时覆盖弓上分支,这可能会导致脑缺血事件,另外,原位开窗在血管使用激光破膜术中有血管损伤的潜在风险^[17]。与原位开窗相比,体外开窗避免了弓上分支的暂时性封闭,减少了卒中的风险。

体外开窗包括定制体外开窗和医师改良体外开窗。定制体外开窗是通过患者 CTA 等影像学资料明确主动脉病变情况,生产商通过数据定制出与病变类型相匹配的支架。定制体外开窗支架是可期的,但受到长时间等待、高成本和技术因素的限制^[18],尤其是无法满足紧急情况下的需要。改良体外开窗是由术者在手术台上将主动脉覆膜支架进行人工开窗,这种开窗很好地弥补了支架长时间等待的缺陷,制作过程简单,能在紧急情况下使用。据报道,使用改良体外双开窗覆膜支架进行主动脉弓腔内修复可行有效,内漏率为 2%~5.8%,病死率为 2%^[19-21]。Zhu 等^[22]报道,使用保持 LCCA 和 LAS 的双开窗支架进行腔内修复,未发生内漏、围手术期卒中或脊髓缺血。与原位开窗相比,改良体外开窗发生脑卒中的概率更低,因为术中窗口与目标动脉对准时,只要释放覆膜支架,即可完成主动脉弓上血管的血运重建,最大限度地减少脑灌注不足时间^[23]。SF 技术亦属于改良体外开窗技术,在本研究中,SF 技术显示出良好的中期效果,无主动脉相关性死亡,无卒中、主动脉破裂等严重并发症。

SF 技术的重点和难点是所有窗口与分支血管精确对位。先健公司 Ankura 支架本身携带自显影“∞”标志及背筋,这些自显影的特性提高了手术效

率和窗口对位的准确率,缩短了手术时间^[24]。需要注意的是,术中输送支架主体时,要始终将支架中心线保持在主动脉弓的大弯侧,如果输送系统在主动脉弓内发生旋转,背筋的位置将发生改变^[25]。当窗口与分支血管对位时,“∞”字会变成“-”字,由此可判断窗口对位的情况。如果对位不准,造影可见分支动脉显影延迟或淡薄,此时可植入桥接支架,对桥接支架进行球囊扩张,以此来纠正不严重的对位偏差。当对位偏差较大时,由于主动脉支架释放后不能在弓部旋转,窗口与弓上的分支对位就会极其困难,此时可使用烟囱支架进行补救,将烟囱支架植入分支血管,以保证分支血管通畅。

为保证 SF 技术的成功,主动脉 Ankura 支架尺寸的选择至关重要。需根据术前 CT 精确测量主动脉弓部的直径,选择合适的 Ankura 支架。支架直径过大,易并发逆行 A 型夹层;直径过小,又可能导致支架固定不稳。建议术中选择超大率约 10% 的主动脉支架,因为支架超大率小于 10% 的 TEVAR 患者发生逆行 A 型夹层的概率明显高于超大率大于 10% 的患者^[26]。

SF 技术治疗常见的并发症之一是内漏。I 型内漏来自覆膜支架与主动脉壁之间的间隙,术前应依据 CTA 图像仔细评估主动脉直径,选取合适大小的覆膜支架。本研究出现 1 例 Ia 型内漏,这可能与主动脉钙化,支架的刚性无法达到与主动脉壁的完美贴合有关^[17]。对于开窗术后的内漏处理,使用可控弹簧圈结合普通弹簧圈栓塞有较好的效果^[27]。本例患者的内漏量很少,未进行二次干预,随访 6 个月,内漏自行消失。

本研究的局限性:纳入患者数量较少,回访时间较短,且所有数据均为回顾性分析;另外,术中对覆膜支架进行的人工修改可能影响支架整体的稳定性^[17]。因此,改装后的支架耐用性仍值得在长期随访中进行评估。

总之,使用 SF 技术治疗近端锚定区不足的主动脉弓部疾病安全有效,能够在保证足够近端锚定区的同时,重建弓上分支动脉。该技术的中期结果良好,但长期疗效仍需要通过大量案例研究和长期随访来评估。

[参 考 文 献]

- [1] Nienaber CA, Kische S, Rousseau H, et al. Endovascular repair of type B aortic dissection: long-term results of the randomized

- investigation of stent grafts in aortic dissection trial[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2013, 6: 407-416.
- [2] Yuan X, Mitsis A, Tang Y, et al. The IRAD and beyond; what have we unravelled so far? [J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 67: 146-153.
- [3] Chen S, Larion S, Ahanchi SS, et al. A novel anatomic severity grading score for acute Type B aortic dissections and correlation to aortic reinterventions after thoracic endovascular aortic repair[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2017, 12: 39.
- [4] Rudarakanchana N, Jenkins MP. Hybrid and total endovascular repair of the aortic arch[J]. *Br J Surg*, 2018, 105: 315-327.
- [5] Waterford SD, Chou D, Bombien R, et al. Left subclavian arterial coverage and stroke during thoracic aortic endografting: a systematic review[J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 101: 381-389.
- [6] Czerny M, Schmidli J, Adler S, et al. Current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch; an expert consensus document of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Society for Vascular Surgery (ESVS) [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 55: 133-162.
- [7] 胡凡果, 朱杰昌, 戴向晨, 等. 体外预开窗腔内修复治疗非健康锚定区及短锚定区 B 型主动脉夹层的前瞻性单中心研究[J]. *中华普通外科杂志*, 2020, 35: 536-539.
- [8] Huang H, Jiao Y, Zhang Y, et al. Implantation of unibody single-branched stent graft for patients with type B aortic dissections involving the left subclavian artery: 1-year follow-up outcomes[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2017, 40: 1678-1686.
- [9] 陈锦州, 赵卫, 朱培欣, 等. 单分支型主动脉覆膜支架治疗 Stanford B 型主动脉夹层的临床价值[J]. *介入放射学杂志*, 2020, 29: 564-567.
- [10] Moulakakis KG, Mylonas SN, Avgerinos E, et al. The chimney graft technique for preserving visceral vessels during endovascular treatment of aortic pathologies[J]. *J Vasc Surg*, 2012, 55: 1497-1503.
- [11] Mangialardi N, Ronchey S, Malaj A, et al. Value and limitations of chimney grafts to treat arch lesions[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2015, 56: 503-511.
- [12] Wang T, Shu C, Li M, et al. Thoracic endovascular aortic repair with single/double chimney technique for aortic arch pathologies[J]. *J Endovasc Ther*, 2017, 24: 383-393.
- [13] Bi J, Niu F, Li P, et al. Midterm outcomes of fenestrated TEVAR using physician-modified endovascular grafts for zone 2[J]. *Vascular*, 2022, 30: 432-440.
- [14] 田中, 田志龙, 袁福康. 累及左锁骨下动脉的主动脉夹层腔内修复术中开窗技术的研究进展[J]. *中华解剖与临床杂志*, 2024, 29: 138-142.
- [15] Lu H, Huang LC, Chen LW. Endovascular surgery for thoracic aortic pathologies involving the aortic arch[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 927592.
- [16] Boufi M, Alexandru G, Tarzi M, et al. Systematic review and meta-analysis of ex-situ and in-situ fenestrated stent-grafts for endovascular repair of aortic arch pathologies[J]. *J Endovasc Ther*, 2023, 10: 15266028231157639.
- [17] Zhang L, Wu MT, Zhu GL, et al. Off-the-Shelf devices for treatment of thoracic aortic diseases; midterm follow-up of TEVAR with chimneys or physician-made fenestrations[J]. *J Endovasc Ther*, 2020, 27: 132-142.
- [18] Zhu J, Ma C, Dai X, et al. Outcomes of single physician-modified fenestrated stent grafts for endovascular repair of thoracic aortic lesions involving the distal aortic arch [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2021, 32: 560-565.
- [19] Canaud L, Ozdemir BA, Chassin-Trubert L, et al. Double homemade fenestrated stent graft for total endovascular aortic arch repair[J]. *J Vasc Surg*, 2019, 70: 1031-1038.
- [20] Chassin-Trubert L, Gandet T, Lounes Y, et al. Double fenestrated physician-modified stent-grafts for total aortic arch repair in 50 patients [J]. *J Vasc Surg*, 2021, 73: 1898. e1-1905. e1.
- [21] Canaud L, Chassin-Trubert L, Abouliatim I, et al. Total arch thoracic endovascular aortic repair using double fenestrated physician-modified stent-grafts; 100 patients [J]. *J Endovasc Ther*, 2024, 31: 89-97.
- [22] Zhu J, Dai X, Noiniyom P, et al. Fenestrated thoracic endovascular aortic repair using physician-modified stent grafts (PMSGs) in Zone 0 and Zone 1 for aortic arch diseases [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2019, 42: 19-27.
- [23] Li X, Zhang L, Song C, et al. Outcomes of zone 1 thoracic endovascular aortic repair with fenestrated surgeon-modified stent-graft for aortic arch pathologies [J]. *J Endovasc Ther*, 2024, 31: 62-68.
- [24] 舒畅, 李鑫, 李全明, 等. 支架自显影定位法体外开窗技术在主动脉弓部腔内修复术中的应用; 附 113 例国际多中心病例回顾性分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2020, 29: 1426-1434.
- [25] Li X, Li Q, Zhang W, et al. Early experience and technical aspects of physician-modified fenestration in thoracic endovascular aortic repair for aortic arch pathologies [J]. *J Int Med Res*, 2020, 48: 300060519870903.
- [26] 王国权, 史帅涛, 韩文豪, 等. 胸主动脉覆膜支架血管腔内修复术相关逆行性 A 型夹层的危险因素分析[J]. *中华放射学杂志*, 2023, 57: 784-789.
- [27] 刘昭, 金怡, 唐涛, 等. 可控弹簧圈结合普通弹簧圈栓塞治疗胸主动脉夹层开窗支架腔内修复术后内漏[J]. *介入放射学杂志*, 2022, 31: 560-564.

(收稿日期: 2024-01-13)

(本文编辑: 新宇)