

- in patients with liver disease; 2020 practice guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases[J]. Hepatology, 2021, 73:366-413.
- [6] European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines on non-invasive tests for evaluation of liver disease severity and prognosis; 2021 update [J]. J Hepatol, 2021, 75:659-689.
- [7] 曹家伟, 丁鹏绪, 段 峰, 等. 中国门静脉高压经颈静脉肝内门体分流术临床实践指南(2019 年版)[J]. 临床肝胆病杂志, 2019, 35:2694-2699.
- [8] 尹晓春, 张 峰, 肖江强, 等. 经颈静脉肝内门体分流术治疗食管-胃底静脉曲张破裂出血伴门静脉海绵样变的疗效分析[J]. 中华消化杂志, 2021, 41:685-691.
- [9] Wang HL, Lu WJ, Zhang YL, et al. Comparison of transjugular intrahepatic portosystemic shunt in the treatment of cirrhosis with or without portal vein thrombosis; a retrospective study[J]. Front Med (Lausanne), 2021, 8:737984.
- [10] Qi X, He C, Guo W, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt for portal vein thrombosis with variceal bleeding in liver cirrhosis: outcomes and predictors in a prospective cohort study[J]. Liver Int, 2016, 36:667-676.
- [11] Wu W, Zhang H, Zeng Z, et al. Comparison of transjugular intrahepatic portosystemic with endoscopic treatment plus anticoagulation for esophageal variceal bleeding and portal vein thrombosis in liver cirrhosis[J]. Scand J Gastroenterol, 2022, 57:1494-1502.
- [12] 吴 凡, 甘洪颖, 吴 杰, 等. 经颈静脉肝内门体分流术与内镜下组织胶联合硬化剂注射术对门静脉血栓的影响[J]. 临床消化病杂志, 2020, 32:251-255.
- [13] Zhu R, Liu L, Zhang G, et al. The pathogenesis of gut microbiota in hepatic encephalopathy by the gut-liver-brain axis[J]. Biosci Rep, 2023, 43:BSR20222524.
- [14] Huang X, Fan X, Zhang R, et al. Systemic inflammation and portal vein thrombosis in cirrhotic patients with gastroesophageal varices[J]. Eur J Gastroenterol Hepatol, 2020, 32:401-405.
- [15] Ma L, Ma J, Zhang W, et al. Acute hepatic ischemia after transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation despite preserved arterial perfusion[J]. J Vasc Interv Radiol, 2021, 32:1510-1512.
- [16] Philips CA, Augustine P. Gut barrier and microbiota in cirrhosis[J]. J Clin Exp Hepatol, 2022, 12:625-638.
- [17] 袁 巍, 李龙鹤, 韩晓玉, 等. TIPS 术后发生肝性脑病的临床预测模型建立与效能分析[J]. 现代消化及介入诊疗, 2021, 26:874-877.
- [18] Jaffe A, Lim JK, Jakab SS. Pathophysiology of hepatic encephalopathy[J]. Clin Liver Dis, 2020, 24:175-188.
- [19] 于 翔, 谢 坪, 成思航, 等. 经颈静脉肝内门体分流术前外周血炎症指标对术后肝性脑病的预测价值[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30:937-940.
- [20] Iwakiri Y, Trebicka J. Portal hypertension in cirrhosis: pathophysiological mechanisms and therapy[J]. JHEP Rep, 2021, 3:100316.
- [21] Shukla A, Giri S. Portal vein thrombosis in cirrhosis[J]. J Clin Exp Hepatol, 2022, 12:965-979.
- (收稿日期: 2023-11-02)
(本文编辑: 新 宇)

• 临床研究 Clinical research •

Gateway 球囊扩张治疗症状性大脑中动脉重度狭窄患者 效果评价

周兴磊, 魏 锋, 吴胤菲, 雷剑伟, 宋思辉, 宋书欣

【摘要】 目的 评价 Gateway 球囊扩张术治疗症状性大脑中动脉重度狭窄的效果。**方法** 回顾性分析 2019 年 5 月至 2022 年 8 月南昌大学第二附属医院收治的 98 例症状性大脑中动脉重度狭窄患者临床及影像学资料。分析 Gateway 球囊扩张治疗前后狭窄血管直径, 狭窄段收缩期峰值血流速度(PSV)、舒张末期血流速度(EDV), 狭窄病变 Mori 分型, 手术并发症, 影像学及临床随访结果等。**结果** 98 例患者中 Mori 分型 A 型 83 例(84.69%), B 型 15 例(15.31%)。所有患者 Gateway 球囊扩张治疗均

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2024.10.012

基金项目: 江西省卫生健康委科技计划项目(202210588)

作者单位: 330006 江西南昌 南昌大学第二附属医院神经外科

通信作者: 宋书欣 E-mail: 844048049@qq.com

获成功。术后症状均有不同程度改善或稳定。狭窄病变残余管腔直径由术前(2.01 ± 0.13) mm 显著增大至术后(2.33 ± 0.25) mm, 狭窄程度由术前(81.28 ± 15.17)% 显著降低至术后(50.24 ± 12.83)%, PSV、EDV 分别由术前(251.01 ± 60.13) cm/s、(104.28 ± 32.25) cm/s 显著降低至术后(155.33 ± 53.28) cm/s、(70.24 ± 36.33) cm/s, 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。7 例患者出现手术并发症, 症状随后得到改善。临床随访 10 个月, 88 例(89.79%) 患者改良 Rankin 量表(mRS) 评分 ≤ 2 分, 显示生活质量和功能恢复良好。**结论** Gateway 球囊扩张治疗症状性大脑中动脉重度狭窄远期疗效显著, 手术并发症少, 是治疗该类疾病的有效手段。

【关键词】 Gateway 球囊扩张; 大脑中动脉重度狭窄; 狭窄分型; 狭窄程度

中图分类号: R608 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2024)-10-1106-05

Evaluation of the efficacy of Gateway balloon dilatation for symptomatic severe stenosis of middle cerebral artery ZHOU Xinglei, WEI Feng, Wu Yinfei, LEI Jianwei, SONG Sihui, SONG Shuxin. Department of Neurosurgery, Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang, Jiangxi Province 330006, China

Corresponding author: SONG Shuxin, E-mail: 844048049@qq.com

【Abstract】 **Objective** To evaluate the efficacy of Gateway balloon dilation in the treatment of symptomatic severe stenosis of middle cerebral artery. **Methods** The clinical data and imaging materials of 98 patients with severe symptomatic stenosis of the middle cerebral artery, who were admitted to the Second Affiliated Hospital of Nanchang University of China from May 2019 to August 2022 to receive Gateway balloon dilation, were retrospectively analyzed. The diameter of the narrowed artery before and after Gateway balloon dilation treatment, peak systolic blood flow velocity (PSV), end-diastolic blood flow velocity (EDV), Mori classification of stenosis lesion, operation-related complications, imaging manifestations and clinical follow-up results were analyzed. **Results** Of the 98 patients, Mori type A was seen in 83 (84.69%) and Mori type B in 15 (15.31%). Successful Gateway balloon dilation procedure was accomplished in all patients. After surgery, the symptoms were improved or stabilized to varying degrees. The mean residual lumen diameter of the stenosis lesion was significantly increased from preoperative (2.01 ± 0.13) mm to postoperative (2.33 ± 0.25) mm, the stenosis ratio was remarkably decreased from preoperative (81.28 ± 15.17)% to postoperative (50.24 ± 12.83)%, the PSV and EDV were strikingly decreased from preoperative (251.01 ± 60.13) cm/s and (104.28 ± 32.25) cm/s to postoperative (155.33 ± 53.28) cm/s and (70.24 ± 36.33) cm/s respectively, the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). Seven patients developed surgical complications, which were improved in short time. The patients were followed up for 10 months, modified Rankin Scale (mRS) score of ≤ 2 points was obtained in 88 patients (89.79%), indicating that the patients had a good quality of life as well as a good functional recovery. **Conclusion** For the treatment of symptomatic severe stenosis of middle cerebral artery, Gateway balloon dilation carries a significant long-term therapeutic effect with fewer surgical complications. Therefore, Gateway balloon dilation is an effective treatment for this type of disease.

【Key words】 Gateway balloon dilation; severe stenosis of middle cerebral artery; stenosis classification; narrowing degree

症状性大脑中动脉狭窄临床常见, 可能导致脑梗死或短暂性脑缺血发作(TIA)^[1-2]。药物治疗是传统干预方式, 但在某些严重或对药物治疗反应不佳情况下, 需要采取更直接手段。Gateway 球囊扩张治疗作为一种介入手术方法, 为治疗症状性大脑中动脉狭窄提供了新选择^[3]。该技术通过使用特定球囊导管, 直接对狭窄区域进行扩张, 从而改善血流^[4]。但远期疗效、安全性以及与其他治疗方式对

比等问题, 成为临床关注焦点。本文通过分析 Gateway 球囊扩张治疗前后病变狭窄程度、临床症状及其他相关指标, 评价其治疗症状性大脑中动脉重度狭窄远期效果, 以期更好地指导治疗决策。

1 材料与方法

1.1 患者资料

收集 2019 年 5 月至 2022 年 8 月南昌大学第二

附属医院采用 Gateway 球囊扩张术治疗的 98 例症状性大脑中动脉重度狭窄患者临床及影像学资料。本研究方案经医院伦理委员会审核批准。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:①年龄 18~80 岁;②MRI 或 DSA 证实有大脑中动脉重度狭窄($\geq 70\%$)^[5];③近 6 个月内出现过与大脑中动脉狭窄相关症状(TIA 或缺血性脑梗死);④无血管内介入治疗禁忌。排除标准:①大脑中动脉狭窄由非动脉硬化病变(炎症、外伤、动脉畸形等)引起;②伴有其他未经治疗的重要颅内或颈部动脉病变;③近 3 个月内接受过其他脑血管介入治疗或手术;④存在严重全身性疾病(恶性肿瘤,严重心、肺、肾、肝功能不全等),可能影响疗效评估或跟踪观察;⑤对球囊材料或对比剂有过敏反应;⑥孕妇或哺乳期妇女。

1.3 资料收集及评价

收集患者年龄、性别,了解与大脑中动脉狭窄相关症状、合并症、既往疾病史如高血压、糖尿病、心脏病以及抗凝或抗血小板药物使用情况。根据美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分^[6]评估脑卒中严重程度,改良 Rankin 量表(mRS)评分^[7]评估患者生活质量和功能恢复状况。采用脑血管 DSA 检查详细评估大脑中动脉狭窄病变。收集介入手术前后狭窄血管直径数据,对狭窄病变进行 Mori 分型^[8]:A 型为血管同心性或适度偏心性狭窄,狭窄长度 < 5 mm;B 型为血管偏心性狭窄,狭窄长度 5~10 mm 或血管闭塞,闭塞时间 ≤ 3 个月;C 型为血管明显扭曲,狭窄长度 > 10 mm 或血管闭塞,闭塞时间 > 3 个月。

1.4 介入手术方法

术前对患者进行一般体格检查,评估心、肺、腹等主要脏器,确保患者在一般状态下适合手术。详细检查患者神经系统,以确定神经功能状态和脑卒中影响程度。根据患者具体情况进行相关血液、生化、凝血功能等检查,确保患者无出血或栓塞风险。手术过程:手术在局部麻醉或全身麻醉下进行,使用血管造影技术定位到狭窄动脉部位;根据患者血管情况选择大小合适的 Gateway 球囊,将球囊导管经主动脉、颈动脉送至大脑中动脉狭窄部位^[9],缓慢充气球囊使其扩张,以压迫血管壁,重新开放狭窄动脉部分,观察狭窄病变改变,直至血流恢复正常;缓慢撤出所有导管等器具,处理手术入口部位,确保无出血。观察患者反应,确保无并发症发生。

1.5 术后管理及随访

根据患者情况使用抗凝或抗血小板药物,防止血

栓形成或减少再狭窄风险。密切监控手术并发症,并及时处理。可为患者提供物理治疗、职业治疗或语言治疗。提倡心血管健康生活方式,如合理饮食、规律锻炼和避免吸烟。为患者提供心理支持或咨询,助力应对术后可能的心理和情绪挑战。教育患者和家属识别潜在并发症迹象,如再次出现的神经症状等。术后 10 个月内定期进行 DSA 检查,监测狭窄部位情况和是否再狭窄。定期询问患者症状及具体表现,了解其症状是否有所改善、稳定或恶化。复查评估 mRS 评分,确保疗效不限于生理方面,还包括心理和社交方面。

1.6 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计学软件分析数据。计量资料符合正态分布以均数 \pm 标准差表示,组间比较用 t 检验;计数资料以例(%)表示,组间比较用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

共收治 98 例患者,其中男 63 例(64.3%),女 35 例(35.7%);年龄(56.5 ± 10.6)岁(范围 33~75 岁);伴有糖尿病 24 例(24.49%)、高血压 57 例(58.16%)、冠心病 18 例(18.37%),有吸烟史 37 例(37.75%);初次发病 71 例(72.45%),复发 27 例(27.55%);临床表现主要有偏头痛、言语不清、四肢乏力等;病变长度 < 5 mm 的 34 例(34.69%),5~10 mm 的 41 例(41.84%), > 10 mm 的 23 例(23.47%)。

脑血管 DSA 造影显示,大脑中动脉狭窄区域血流明显狭窄或中断,狭窄程度通过狭窄前后血管直径测量对比确定(图 1)。



①术前 DSA 示左大脑中 M2 上干重度狭窄($> 95\%$);②Gateway 球囊扩张术后狭窄率 $< 20\%$

图 1 Gateway 球囊扩张治疗症状性大脑中动脉重度狭窄影像

Gateway 球囊扩张治疗前后狭窄病变残余管腔直径、狭窄程度比较显示,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)(表 1)。扩张治疗后狭窄段收缩期峰值血流速度(PSV)、舒张末期血流速度(EDV)显著降低(均 $P < 0.05$)(表 2)。

表 1 手术前后病变血管管腔直径及狭窄程度比较($\bar{x} \pm s$)

时间	病变残余管腔直径(mm)	狭窄程度(%)
术前	2.01 ± 0.13	81.28 ± 15.17
术后	2.33 ± 0.25	50.24 ± 12.83
t 值	11.242	15.446
P 值	<0.05	<0.05

表 2 手术前后狭窄段血流速度比较(cm/s, $\bar{x} \pm s$)

时间	PSV	EDV
术前	251.01 ± 60.13	104.28 ± 32.25
术后	155.33 ± 53.28	70.24 ± 36.33
t 值	11.789	6.936
P 值	<0.05	<0.05

98 例患者 Gateway 球囊扩张治疗均获成功。98 例患者症状均获改善或稳定,表明 Gateway 球囊扩张对大多数患者有持续疗效;Mori 分型 A 型患者 83 例,显著多于 B 型;仅有 7.14% 患者出现手术并发症;88 例(89.79%)患者 mRS 评分 ≤ 2 分,生活质量和功能恢复良好(表 3),仅少数患者恢复状况稍逊。脑血管 DSA 复查显示,10 个月后血管内膜表面光滑,无明显狭窄或斑块形成(图 2)。

表 3 随访 10 个月患者远期疗效

远期疗效	例(%)
症状改善或稳定	98(100)
Mori 分型	
A 型	83(84.69)
B 型	15(15.31)
手术并发症	7(7.14)
mRS 评分	
1 分	57(58.16)
2 分	31(31.63)
3 分	10(10.20)

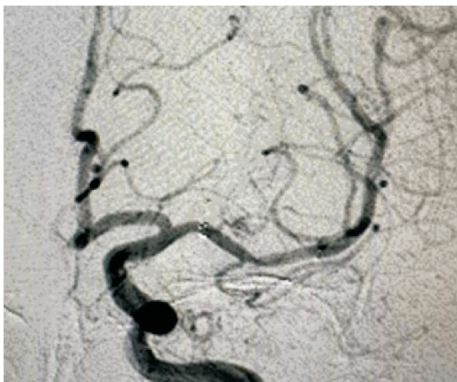


图 2 术后 10 个月 DSA 复查影像

3 讨论

缺血性脑卒中常由颅内动脉硬化、栓塞或狭窄引起部分大脑供血不足所致^[10]。颅内动脉粥样硬化作为一种进展性疾病,特点是动脉壁上形成的脂

质斑块逐渐增多和增厚,最终导致动脉狭窄或闭塞^[11]。长时间受到高血压、糖尿病、高胆固醇和吸烟等危险因素影响,均可能加速粥样硬化发展。除了粥样硬化,其他因素如动脉炎、血管外伤或某些先天性疾病也可能导致颅内动脉狭窄^[12]。大脑中动脉是供应大脑大部分区域的主要血管,出现 70% 以上重度狭窄可能导致血流量严重减少,使得相应脑部区域易出现缺血^[13]。Gateway 球囊扩张术是一种微创、快速且效果明显的治疗手段^[14]。本研究结果发现,Gateway 球囊扩张治疗症状性大脑中动脉重度狭窄效果明显,且相对安全。

Gateway 球囊扩张治疗不仅能显著改善狭窄情况,还能确保大多数患者症状稳定或改善,提高生活质量。这种疗效的持续性,从远期疗效数据中也得到证实。尽管有一定的手术并发症发生率,但比例相对较小,大多数患者都能得到有效治疗和恢复。贺亚龙等^[15]比较 4 mm 和 5 mm 球囊扩张联合颈动脉支架植入术(CAS)治疗重度颈动脉狭窄效果,结果显示两种球囊治疗后颈动脉狭窄均得到改善,5 mm 球囊在针对狭窄程度和血流动力学方面优于 4 mm 球囊,但两组手术并发症发生率和血清标记物比较差异均无统计学意义,说明两种球囊均有效。Gateway 球囊扩张能迅速扩张狭窄血管,减少缺血风险,从而降低脑卒中可能性。与传统开放手术相比,Gateway 球囊扩张术微创,患者恢复较快。朱琳等^[16]研究评价小球囊亚满意扩张治疗后循环进展性脑卒中伴基底动脉极重度狭窄效果,结果显示该方法提高了狭窄病变管腔直径,狭窄程度减少,技术成功率高,手术并发症少,近中期疗效良好。杨文进等^[17]探讨急诊血管成形术治疗大脑中动脉粥样硬化性狭窄伴急性闭塞的安全性和有效性,结果显示支架取栓血管再通率高,手术安全、成功率高,术后 3 个月预后良好;远期疗效中约有 10% 患者 mRS 评分 ≥ 3 分,原因为:①术前病情较重,即使手术成功,恢复情况不如病情较轻患者;②对手术的反应和恢复能力存在个体差异,可能因个人健康状况、年龄、手术并发症或其他医疗问题影响恢复效果。Gateway 球囊扩张治疗后患者狭窄血管再次狭窄的可能性较小^[18]。许多研究显示,无论是粥样硬化、动脉炎还是其他原因造成的狭窄,Gateway 球囊扩张均可作为有效治疗手段^[19-21]。

总之,Gateway 球囊扩张术为颅内动脉狭窄患者提供了有效的治疗新选择,对于降低脑卒中风

险,改善患者生活质量具有重要临床意义。随着医疗技术进步和医师经验积累,Gateway 球囊扩张术将在脑血管疾病治疗中发挥越来越重要的作用。

〔参考文献〕

- [1] Toudou-Daouda M, Chausson N, Smadja D, et al. Detection of moderate to severe middle cerebral artery atherosclerotic stenosis in stroke patients: transcranial color-coded duplex sonography versus computed tomography angiography [J]. *Ultrasound*, 2024, 32: 43-52.
- [2] Ma L, Wei M, Ren H, et al. Application of high-resolution magnetic resonance vessel wall image in the treatment of M1 segment stenosis of middle cerebral artery [J]. *Asian J Surg*, 2024, 47: 389-393.
- [3] 王 勇, 缪一艇, 邹 诣, 等. Gateway 球囊与冠状动脉支架血管成形术的对比研究 [J]. *介入放射学杂志*, 2013, 22: 797-800.
- [4] 卫 杰, 武玉军, 刘洁怡, 等. 急性颅内大动脉梗死静脉溶栓禁忌患者多模式血管再通术分析 [J]. *介入放射学杂志*, 2019, 28: 170-174.
- [5] 杨 磊, 韩思勤, 郝伟丽, 等. 不对称的大脑中动脉分叉结构与动脉瘤形成的相关性分析 [J]. *中华神经医学杂志*, 2021, 20: 578-583.
- [6] 吴燕敏, 陈文伙, 易婷玉, 等. 低美国国立卫生研究院卒中量表评分前循环大血管闭塞患者急诊血管内治疗效果分析 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2021, 18: 11-17.
- [7] 刘爱芹, 岳冬雪, 张津溶, 等. 不同 mRS 评分的急性缺血性脑卒中患者血清 PTX3、GAL3、Npt 水平 [J]. *中国老年学杂志*, 2021, 41: 4617-4619.
- [8] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国冠状动脉左主干分叉病变介入治疗指南 [J]. *中华心血管病杂志*, 2022, 50: 349-360.
- [9] Magyar-Stang R, Pal H, Csanyi B, et al. Assessment of cerebral autoregulatory function and inter-hemispheric blood flow in older adults with internal carotid artery stenosis using transcranial Doppler sonography-based measurement of transient hyperemic response after carotid artery compression [J]. *Geroscience*, 2023, 45: 3333-3357.
- [10] Shindo K, Ishikawa K, Nomura R, et al. Mechanical thrombectomy for middle cerebral artery occlusion caused by intracranial internal carotid artery stenosis: a case report [J]. *Radiol Case Rep*, 2023, 18: 3054-3059.
- [11] Xu ZJ, Cao YZ, Zhao LB, et al. Effect of truncal-type occlusion based on multiphase or single-phase computed tomographic angiography in predicting intracranial atherosclerotic stenosis-related acute middle cerebral artery occlusion [J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2023, 47: 671-676.
- [12] Ban M, Zhang Z, Yue J, et al. CT perfusion alterations in patients with symptomatic and asymptomatic unilateral middle cerebral artery severe stenosis or occlusion [J]. *Curr Neurovasc Res*, 2023, 20: 62-69.
- [13] 罗雨萌, 刘玉梅, 湛燕飞, 等. 颞浅动脉-大脑中动脉搭桥术近期效果的超声血流动力学评估 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2023, 32: 250-256.
- [14] 李 果, 杨凤娟, 郭杏杏, 等. 数字减影血管造影引导梯度压力法分阶段球囊扩张治疗食管癌吻合口狭窄的效果及对营养指标的影响观察 [J]. *实用医学杂志*, 2023, 39: 1657-1662.
- [15] 贺亚龙, 范百亚, 康 静. 不同直径球囊扩张联合 CAS 治疗症状性重度颈动脉狭窄的效果比较 [J]. *检验医学与临床*, 2022, 19: 694-697.
- [16] 朱 琳, 张照龙, 杜 娟, 等. 单纯球囊亚满意扩张治疗后循环进展性卒中伴基底动脉极重度狭窄的效果分析 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2020, 17: 199-204.
- [17] 杨文进, 张 磊, 李子付, 等. 大脑中动脉粥样硬化性狭窄伴急性闭塞血管成形疗效分析 [J]. *第二军医大学学报*, 2020, 41: 122-128.
- [18] Qiu J, Ye H, Wu Q, et al. Laterality of posterior cerebral artery and white matter hyperintensities in patients with severe internal carotid artery stenosis [J]. *Neurol India*, 2022, 70: 2015-2020.
- [19] 周龙江, 王 苇, 刘振生, 等. Gateway 球囊碎栓联合动脉内溶栓治疗复杂颅内及颈动脉系统急性闭塞一例 [J]. *中华放射学杂志*, 2016, 50: 896-897.
- [20] 廖 彬, 张 亮, 黎凯锋, 等. 超时间窗急性后循环卒中治疗经验 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2018, 15: 645-651, 656.
- [21] 吴立恒, 冯广森, 李天晓, 等. 应用改良预扩张球囊的 Wingspan 支架成形术治疗颅内动脉狭窄 [J]. *中华实验外科杂志*, 2016, 33: 229-231.

(收稿日期: 2024-01-29)

(本文编辑: 谷 珂)