

论 著

老年急性缺血性脑卒中患者CTA、CTPI成像特点及与近期预后的关系

周志林^{1,*} 赵 勇² 宋传东³

1.黑龙江省老年病医院

(黑龙江省第五医院)

2.哈尔滨市第一医院放射诊断科

3.哈尔滨市第二医院影像诊断科

(黑龙江 哈尔滨 150000)

【摘要】目的 探讨老年急性缺血性脑卒中(AIS)患者CT血管成像(CTA)、CT灌注成像(CTPI)特点及与近期预后的关系。**方法** 选取2022年1月至2024年2月在本院收治的老年AIS患者109例,根据入院后神经功能恶化情况分为进展性脑卒中(PIS)组(n=34)和非进展性脑卒中(NPIS)组(n=75),均接受CTA、CTPI检查,对比两组CTPI定量参数[脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)、平均通过时间(MTT)、达峰时间(TTP)]和Mass评分。所有患者均接受对症治疗,并于治疗后3个月根据改良 Rankin 量表(mRS)评估预后情况,对比不同预后患者治疗前CTPI定量参数和Mass评分,受试者工作曲线(ROC)分析CTPI定量参数和Mass评分对老年AIS患者近期预后的预测价值。**结果** PIS组rCBF、rCBV、Mass评分均低于NPIS组,rMTT和rTTP均高于NPIS组($P<0.05$)。109例患者经对症治疗,预后良好71例,预后不良38例。与预后不良组比较,预后良好组rCBF、rCBV、Mass评分均更高,rMTT和rTTP均更低($P<0.05$)。ROC结果显示,rCBF、rCBV、rMTT和rTTP和Mass评分预测老年AIS患者近期预后的曲线下面积(AUC)分别为0.755、0.804、0.754、0.782、0.797,联合检测(并联)的AUC为0.828, $P<0.05$ 。**结论** CTA、CTPI检查有利于评估老年AIS疾病进展和近期预后情况。

【关键词】 急性缺血性脑卒中; CT灌注成像; CT血管成像; 预后

【中图分类号】R44

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.01.007

Characteristics of CTA and CTPI, and Their Relationship with Short-term Prognosis in Elderly Patients with AIS

ZHOU Zhi-lin^{1,*}, ZHAO Yong², SONG Chuan-dong³.

1.The Geriatrics Hospital of Heilongjiang Province (The Fifth Hospital of Heilongjiang Province), Harbin 150000, Heilongjiang Province, China

2.Department of Radiology Diagnostics, The First Hospital of Harbin, Harbin 150000, Heilongjiang Province, China

3.Department of Imaging Diagnosis, The Second Hospital of Harbin, Harbin 150000, Heilongjiang Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the characteristics of CT angiography (CTA) and CT perfusion imaging (CTPI), and their relationship with short-term prognosis in elderly patients with acute ischemic stroke (AIS). **Methods** A total of 109 elderly patients with AIS admitted to the hospital were enrolled between January 2022 and February 2024. According to neurological deterioration after admission, they were divided into progressive ischemic stroke (PIS) group (n=34) and non-progressive ischemic stroke (NPIS) group (n=75). All patients underwent CTA and CTPI examinations. CTPI quantitative parameters [cerebral blood flow (CBF), cerebral blood volume (CBV), mean transit time (MTT), time to peak (TTP)] and Mass scores were compared between the two groups. All patients were given the corresponding treatment. According to scores of modified rankin scale (mRS), prognosis was evaluated at 3 months after treatment. CTPI quantitative parameters and Mass scores in patients with different prognosis were compared before treatment. The predictive value of CTPI quantitative parameters and Mass score for short-term prognosis of elderly patients with AIS was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** Compared with NPIS group, rCBF, rCBV and Mass scores were lower in PIS group, and rMTT and rTTP were higher ($P<0.05$). In the 109 patients after symptomatic treatment, there were 71 cases with good prognosis and 38 cases with poor prognosis. Compared with the poor prognosis group, rCBF, rCBV and Mass scores were higher in the good prognosis group, and rMTT and rTTP were lower ($P<0.05$). The results of ROC curves analysis showed that area under the curve (AUC) values of rCBF, rCBV, rMTT, rTTP, Mass score and combined detection (parallel mode) for predicting short-term prognosis of elderly patients with AIS were 0.755, 0.804, 0.754, 0.782, 0.797 and 0.828, respectively, ($P<0.05$). **Conclusion** CTA and CTPI are beneficial to evaluate disease progression and short-term prognosis of the elderly with AIS.

Keywords: Acute Ischemic Stroke; CT Perfusion Imaging; CT Angiography; Prognosis

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)为脑卒中中最常见的一种类型,具有高致残率和高致死率,近年来随人口老龄化的加剧和不良生活习惯的养成,老年AIS发病率逐年增加,现已成为威胁我国居民生命健康安全的主要疾病之一^[1-2]。故早期诊断及干预对改善患者预后,延长生存时间有重要意义。CT灌注成像(CT perfusion imaging, CTPI)、CT血管成像(CT angiography, CTA)均为临床重要的影像检查技术,具有无创,价格实惠,方便易行,患者容易接受等优点,可清晰呈现脑血管形态学改变,同时获取血流、代谢等方面的影像学信息,为临床诊疗提供有利依据^[3-4]。已有研究指出^[5-6],CTA、CTPI对AIS有较高的诊断价值,且还有助于明确患者梗死区域和脑动脉狭窄程度。据此,本研究将对本院109例老年AIS患者行CTA、CTPI检查,探讨不同疾病进展患者影像特点,并进一步分析其与近期预后的关系,以期今后AIS患者的临床诊疗提供指导依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月至2024年2月在本院收治的老年AIS患者109例。

纳入标准:符合AIS诊断标准^[7],并经影像学检查证实;年龄 ≥ 65 岁;首次发病,且发病 ≤ 6 h;临床资料和影像学资料完整,并能接受随访。排除标准:合并恶性肿瘤者;合并肝肾功能异常者;脑缺血出现短暂性发作;有颅内脑出血者;存在CTA、CTPI检查禁忌者;精神状态异常,无法配合检查治疗者。

根据入院后神经功能恶化情况分为进展性脑卒中(progressive stroke, PIS)组和非进展性脑卒中(NPIS)组。PIS:发病后患者神经系统缺损症状持续加重,入院后72h~7d的卒中量表(NIHSS)评分增加 ≥ 2 分。本次研究经本院伦理审批,相关治疗及检查均获得患者及家属知情同意。

1.2 方法

1.2.1 检查:选用GE Revolution 256排 CT 扫描仪。嘱患者取仰卧位,扫描范围为颅底至颅顶。首先采用横断位平扫扫描患者全脑,然后经肘静脉注射对比剂,即350mg/mL碘海醇40mL,流速:4mL/s,注射完毕后以相同的流速注射生理盐水30mL,延迟5s后开始扫描,扫描参数:电压80kV,电流100 mA,层厚5mm,矩阵512 \times 512,23

【第一作者】周志林,男,主治医师,主要研究方向:医学影像(DR、CT、MRI)的诊断工作。E-mail:zhouzhilin2024@163.com

【通讯作者】周志林

个时相,扫描时间 $\leq 50s$ 。待CTPI结束后5min再行CTA扫描,对比剂及其用量均与CTPI相同,流速:4.5m/L,扫描参数:电压120kV,电流300mA,层厚0.625mm,矩阵 512×512 ,采用智能追踪触发扫描,所有扫描均完成后将图像传送至工作站进行图像后处理。

CTA图像后处理:使用后处理软件(方法为最大密度投影、容积再现、多平面重组)对薄层原始图像进行重组。记录CTA检查的Mass评分,采用0~5分,0分:血管正常;1分:血管缺如;2分:比正常侧少;3分:和正常侧相同;4分:比正常侧多;5分:血管旺盛,分数越高,血管循环情况越好。

CTPI图像后处理:采用颅脑灌注成像后处理软件,将以上矢状窦后部、健侧大脑前动脉分别作为输出静脉、输入动脉,由软件自动计算脑组织时间-密度曲线,生成脑血流量(cerebral blood flow, CBF)、脑血容量(cerebral blood volume, CBV)、平均通过时间(Mean transit time, MTT)、达峰时间(time to peak, TTP)和最大剩余功能时间伪彩图,并根据伪彩图像在缺血区勾划感兴趣区(ROI),然后再对侧镜像区域勾划相同大小的ROI,将所勾划的ROI复制到相同层面和位置的CBF、CBV、MTT、TTP图像上,计算相对值,即患侧值/对侧值得到相对CBF(relative CBF, rCBF)、rCBV、rMTT、rTTP。

均由本院两名经验丰富的影像科医师采用双盲法对收集的图像进行分析,在结果不统一时,另请1名高年资的影像科医师参与分析,共同进行最终结果的确定。

1.2.2 治疗:两组均于检查后接受相关治疗,治疗方式严格根据指南^[8]制定实施。于治疗后3个月根据Rankin量表(mRS)^[9]评估预后情况。mRS ≥ 3 分为预后不良。

1.3 观察指标 (1)对比PIS组和NPIS组rCBF、rCBV、rMTT、rTTP和Mass评分;(2)不同预后患者治疗前CTPI定量参数和Mass评分;(3)受试者工作曲线(receiver operator characteristic, ROC)分析上述参数对老年AIS患者近期预后的预测价值。

1.4 统计学分析 双人核对法整理数据,统计学分析采用SPSS 22.0软件,t检验比较计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示组间差异; χ^2 检验比较计数资料以n或n(%)表示组间差异, $P < 0.05$ 提示有统计学意义。

2 结果

2.1 PIS组和NPIS组基线资料对比 PIS组和NPIS组基线资料对比无差异($P > 0.05$),见表1。

表1 PIS组和NPIS组基线资料对比[n(%)]

基线资料	PIS组(n=34)	NPIS(n=75)	t/ χ^2	P
年龄(岁)	74.32 \pm 3.17	74.58 \pm 3.08	0.405	0.687
性别			0.228	0.633
男	18	36		
女	16	39		
体质量指数(kg/m ²)	21.84 \pm 1.13	21.63 \pm 1.15	0.888	0.377
发病至入院时间(h)	3.95 \pm 1.02	3.87 \pm 0.91	0.409	0.683
基线NIHSS评分(分)	8.47 \pm 1.26	8.74 \pm 1.37	0.977	0.331
梗死部位			1.707	0.426
脑叶	16	38		
脑干	10	14		
基底节区	8	23		
合并症				
糖尿病	14	29	0.062	0.804
高血压	18	33	0.751	0.386
冠心病	11	26	0.056	0.813

2.2 PIS组和NPIS组CTPI定量参数和Mass评分对比 PIS组rCBF、rCBV、Mass评分均低于NPIS组,rMTT和rTTP均高于NPIS组($P < 0.05$),见表2。

2.3 不同预后患者CTPI定量参数和Mass评分对比 109例患者经对症治疗后,预后良好71例,预后不良38例。与预后不良组比较,预后良好组rCBF、rCBV、Mass评分均更高,rMTT和rTTP均更低($P < 0.05$),见表3。

2.4 ROC分析 ROC结果显示,rCBF、rCBV、rMTT和rTTP和Mass评分预测老年AIS患者近期预后的曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为0.755、0.804、0.754、0.782、0.797,联合检测(并联)的AUC为0.828, P 均 < 0.05 ,见表4、图1。

2.5 典型病例 见图2。

表2 PIS组和NPIS组CTPI定量参数和Mass评分对比

组别	rCBF	rCBV	rMTT	rTTP	Mass评分(分)
PIS组(n=34)	0.61 \pm 0.15	1.47 \pm 0.36	2.78 \pm 0.59	1.56 \pm 0.41	2.76 \pm 0.74
NPIS组(n=75)	0.74 \pm 0.20	2.02 \pm 0.54	2.19 \pm 0.64	1.23 \pm 0.30	3.14 \pm 0.82
t	3.380	5.412	4.566	4.726	2.308
P	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.023

表3 不同预后患者CTPI定量参数和Mass评分对比

组别	rCBF	rCBV	rMTT	rTTP	Mass评分(分)
预后良好组(n=71)	0.83 \pm 0.21	2.04 \pm 0.51	2.14 \pm 0.60	1.17 \pm 0.28	3.45 \pm 0.92
预后不良组(n=38)	0.46 \pm 0.14	1.49 \pm 0.43	2.81 \pm 0.67	1.64 \pm 0.44	2.22 \pm 0.56
t	9.752	5.656	5.333	6.800	7.520
P	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.023

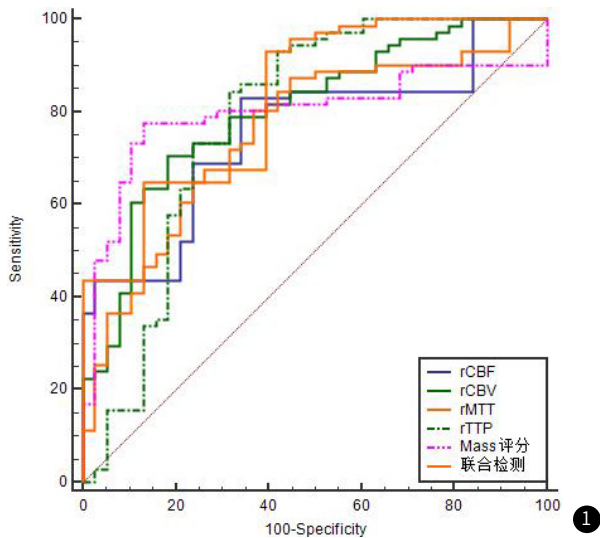


图1 CTPI定量参数和Mass评分预测老年AIS患者近期预后的ROC特征。

表4 CTPI定量参数和Mass评分预测老年AIS患者近期预后的ROC特征

指标	AUC	敏感度(%)	特异度(%)	截断值	95%CI	P
rCBF	0.755	83.10	65.79	>0.58	0.664~0.833	<0.001
rCBV	0.804	70.42	81.58	>2.02	0.716~0.873	<0.001
rMTT	0.754	80.28	63.16	≤2.57	0.663~0.832	<0.001
rTTP	0.782	84.51	68.42	≤1.43	0.692~0.855	<0.001
Mass评分	0.797	77.46	86.84	>2.55	0.710~0.868	<0.001
联合检测	0.828	92.96	60.53	-	0.744~0.894	<0.001

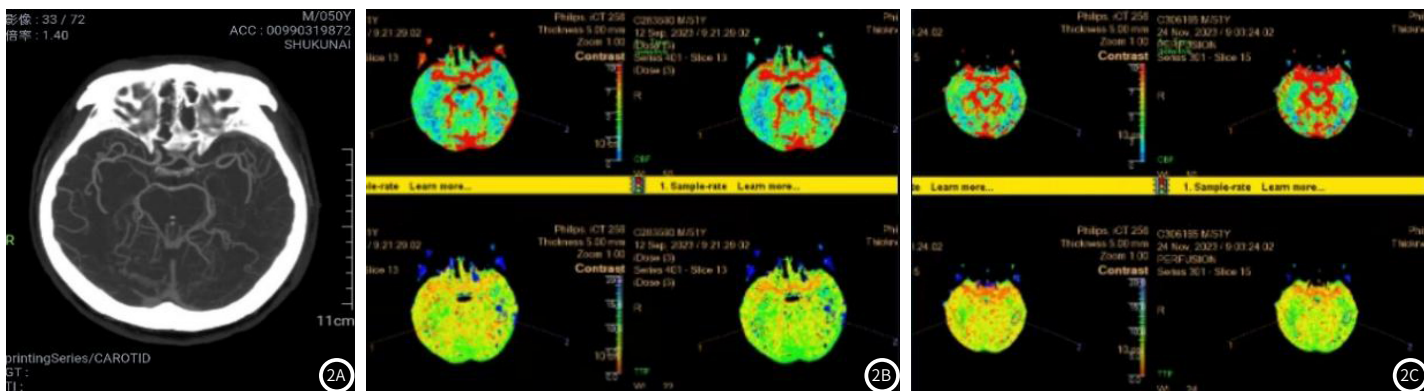


图2 典型病例影像图。图2A: 男, CT检查左侧颞叶脑梗塞, 行CTA检查: 左侧大脑中动脉M1段重度狭窄。图2B: 男, 行CTPI检查: 左侧颞叶较右侧灌注减低。图2C: 男, 治疗3个月后复查, CTPI显示左侧颞叶较右侧灌注减低有所加重。

3 讨论

AIS约占全部卒中患者的85%, 有数据显示^[10]AIS患者1年内的致残率和死亡率分别高达20~25%及10%以上, 是导致我国居民死亡的第二大病因。溶栓治疗为当前治疗AIS的首选方案, 可快速开通阻塞血管, 恢复缺血部位血流灌注, 延缓疾病进展, 改善神经功能^[11]。但由于溶栓治疗具有严格的时间窗限制, 一旦超过了时间窗, 治疗效果则会大幅度降低, 且还会增加并发症发生风险。故早期发现、及时明确病情进展对指导临床治疗意义重大, 有利于挽救患者生命, 提高预后。

CTA是一种非创伤性的血管造影技术, 具有图像分辨率良好、扫描覆盖范围广、安全性高等优势, 可通过静脉注射造影剂, 利用多种后处理重组技术清晰直观的显示血管影像, 便于临床医生从多方面多角度观察颅内血管, 以准确评估脑血管狭窄发生部位、狭窄程度和侧支循环情况, 现已在脑血管疾病的诊断治疗中发挥重要作用^[12-13]。CTPI具有成像时间短、时间分辨率高、图像空间丰富和无辐射等优点, 可通过注射对比剂后对靶区进行动态扫描, 获取血流灌注相关参数, 以此反映局部组织血流灌注量改变, 为临床诊断病情进展提供了有力依据^[14-15]。本研究对不同疾病进展患者行CTA、CTPI检查结果显示, PIS组rCBF、rCBV、Mass

评分均低于NPIS组, rMTT和rTTP均高于NPIS组, 提示通过CTA、CTPI检查有利于评估老年AIS病情进展情况。分析认为: CBF、CBV是反映脑血管容积及脑循环储备能力的敏感指标, 有利于评价脑组织灌注损伤程度; MTT、TTP为灌注成像最敏感的指标, 主要反映血流速度, 其值升高提示血流速度减慢, 脑组织灌注水平降低, 表示有脑血管狭窄或阻塞存在^[16-17]; Mass评分可反映血管侧支循环状态, 分数越高, 循环状态越好, 有利于维持脑组织血流灌注。由于PIS患者神经功能损伤程度更严重, 梗死区域血管闭塞程度也更明显, 故而表现为rCBF、rCBV、Mass评分降低, rMTT和rTTP升高。

进一步对患者预后情况进行分析结果显示, 109例患者经对症治疗后, 预后良好71例, 预后不良38例。与预后不良组比较, 预后良好组rCBF、rCBV、Mass评分均更高, rMTT和rTTP均更低, 提示通过CTA、CTPI检查对评估老年AIS患者近期预后意义重大。既往有研究认为^[18], 在侧支循环良好的情况下患者梗死灶和梗死面积越小, 能维持脑组织血供和具有改善脑血管储备的能力, 故治疗效果越好, 预后也更佳; 但对于侧支循环较差的患者其血流动力学和血流灌注明显下降, 脑微循环功能不佳, 故预

后也可能更差。Mass反映了侧支血管循环状态，rCBF、rCBV、rMTT和rTTP反映了血流灌注情况，因此可通过检查上述指标对患者预后情况予以评估。本研究中ROC结果也显示，rCBF、rCBV、rMTT和rTTP和Mass评分预测老年AIS患者近期预后的AUC分别为0.755、0.804、0.754、0.782、0.797，且联合检测的AUC更高为0.828，再次揭示了通过CTA、CTPI检查可为老年AIS患者近期预后进行评估，以指导临床医生制定最佳治疗方案，最大限度的提高整体治疗效果，改善预后。既往辛奕等^[19]研究也指出，对老年AIS患者采用CTA检查联合CTPI检查有利于评估近期预后。本研究与其基本类似。

综上所述，CTA、CTPI检查在评估老年AIS患者疾病进展和近期预后方面有一定临床价值，对指导临床治疗方案的制定有参考意义。本研究局限性在于：纳入的样本量偏少，结果或可存在偏倚和单一性，今后应扩大样本量，进一步深入探讨CTA、CTPI在老年AIS患者中的应用价值。

参考文献

- [1] Camara-Lemarroy CR, Escobedo-Zúñiga N, Guzmán-de la Garza FJ, et al. D-Lactate and intestinal fatty acid-binding protein are elevated in serum in patients with acute ischemic stroke[J]. *Acta Neurol Belg*, 2021, 121(1): 87-93.
- [2] Klingbeil KD, Koch S, Dave KR. Potential link between post-acute ischemic stroke exposure to hypoglycemia and hemorrhagic transformation[J]. *Int J Stroke*, 2020, 15(5): 477-483.
- [3] Lee SJ, Liu B, Rane N, et al. Correlation between CT angiography and digital subtraction angiography in acute ischemic strokes[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2021, 200: 106399.
- [4] 顾贵业, 沈健. CT灌注成像联合CT血管成像在急性缺血性脑卒中侧支循环诊断中的应用价值[J]. *实用放射学杂志*, 2022, 38(11): 1735-1738.
- [5] 许甜甜, 徐峰, 胡春峰, 等. 探讨CTP联合dCTA评估AIS患者侧支循环状态与梗死核心增长率的相关性[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2024, 22(2): 25-27.
- [6] 袁巍, 徐秋贞, 王孝磊, 等. CT灌注成像联合CT血管成像对急性缺血性脑卒中的诊断价值[J]. *医学影像学杂志*, 2022, 32(4): 554-557.
- [7] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018[J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51(9): 666-682.
- [8] 饶明利. 中国脑血管病防治指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 31-32.
- [9] Dewilde S, Annemans L, Peeters A, et al. Modified Rankin scale as a determinant of direct medical costs after stroke[J]. *Int J Stroke*, 2017, 12(4): 392-400.
- [10] 申青仙, 张赛, 涂悦, 等. 急性缺血性脑卒中的临床治疗研究进展[J]. *中国医药*, 2020, 15(4): 633-636.
- [11] 柯阳, 吴钢, 谢冬梅. 质量控制管理在急性缺血性脑卒中溶栓绿色通道建设中的应用[J]. *护理实践与研究*, 2020, 17(11): 59-61.
- [12] 周思超. 颅脑CT血管成像对急性缺血性脑卒中患者诊断及预后判断的价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2022, 20(1): 28-31.
- [13] Almekhlafi MA, Kunz WG, McTaggart RA, et al. Imaging triage of patients with late-window (6-24 hours) acute ischemic stroke: a comparative study using multiphase CT angiography versus CT perfusion[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2020, 41(1): 129-133.
- [14] Keenan KJ, Christensen S, Inoue M, et al. Validation and iteration of CT perfusion defined malignant profile thresholds for acute ischemic stroke[J]. *Int J Stroke*, 2020, 15(1): 55-60.
- [15] 刘姝兰, 宋震宇, 余飞, 等. CT灌注成像与MR灌注成像诊断急性缺血性脑卒中的对比研究[J]. *医学影像学杂志*, 2020, 30(8): 1345-1348.
- [16] 吴雯菁, 姚柳, 吴俊泉, 等. 多时相CTA联合CTP全脑灌注成像在缺血性脑卒中患者侧支循环影像学诊断中的应用价值[J]. *卒中与神经疾病*, 2020, 27(1): 38-41, 46.
- [17] 孙运秀, 顾艳, 李娅, 等. 动态CT血管造影联合CT灌注成像评估预测急性缺血性脑卒中预后研究[J]. *中国医学装备*, 2023, 20(7): 66-71.
- [18] 周剑锋, 何欢. CTA对急性脑梗死侧支循环的评估价值及与术后近期预后的相关性分析[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19(10): 4-6.
- [19] 辛奕, 苗重昌, 顾艳, 等. CTA联合CTPI评估急性缺血性脑卒中患者侧支循环和临床预后[J]. *放射学实践*, 2022, 37(8): 966-970.

(收稿日期: 2024-06-25)

(校对编辑: 翁佳鸿)