论　著

ACVS及SVS在评估急性缺血性脑卒中患者侧支循环的临床价值*

王卢佳慧　谈炎欢*　肖邵一阳
南京中医药大学常熟附属医院放射科
(江苏 常熟 215500)

【摘要】**目的** 分析不对称皮质静脉征(ACVS)及磁敏感血管征(SVS)在评估急性缺血性脑卒中患者侧支循环的临床价值。**方法** 选取我院2022年01月至2024年05月急性缺血性脑卒中患者100例，均进行磁共振成像(MRI)检查和进行数字减影血管造影(DSA)检查，根据ACVS和SVS情况分为A组(29例，ACVS+和SVS+)、B组(40例，ACVS+和SVS-)、C组(31例，ACVS-和SVS-)，将侧支循环评分≤2分纳入侧支循环不良组(67例)，其余纳入侧支循环良好组(33例)。比较A、B、C三组基线资料、美国国立卫生院卒中量表(NIHSS)和Alberta卒中项目早期计算机断层扫描评分(ASPECTS)，观察侧支循环不良组和侧支循环良好组ACVS阳性率、SVS阳性率、ASPECTS及NIHSS评分，使用多因素Logistic回归分析急性缺血性脑卒中侧支循环不良的影响因素。**结果** 三组NIHSS、ASPECTS评分比较具有显著差异且A组明显高于B组、C组(*P*<0.05)；侧支循环不良组ACVS阳性率、SVS阳性率明显多于侧支循环良好组，NIHSS、ASPECTS评分高于侧支循环良好组(*P*<0.05)；Logistic分析显示，ACVS阳性、SVS阳性均为评估急性缺血性脑卒中患者侧支循环不良的危险因素(*P*<0.05)。**结论** ACVS、SVS的形成与急性缺血性脑卒中患者病情关系密切，侧支循环越差ACVS、SVS阳性越高、病情越严重，二者可作为评估侧支循环情况的重要指标，临床可结合ACVS、SVS结果更好的评估患者的病情。

【关键词】ACVS；SVS；急性缺血性脑卒中；侧支循环；磁敏感加权成像
【中图分类号】R651.1
【文献标识码】A
【基金项目】2023年度常熟市科技计划(基础研究计划—医学应用基础研究)项目(CY202312)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.04.001

Clinical Value of ACVS and SVS in Evaluating Collateral Circulation in Patients with Acute Ischemic Stroke*

WANG LuJia-hui, TAN Yan-huan*, XIAO ShaoYi-yang.
Department of Radiology, Changshu Hospital Affiliated to Nanjing University of Chinese Medicine, Changshu 215500, Jiangsu Province, China

ABSTRACT
Objective To analyze the clinical value of asymmetric cortical vessel sign (ACVS) and susceptibility vessel sign (SVS) in evaluating collateral circulation in patients with acute ischemic stroke. ***Methods*** 100 patients with acute ischemic stroke admitted to the hospital from January 2022 to May 2024 were selected. All of them underwent magnetic resonance imaging (MRI) and digital subtraction angiography (DSA) examinations. They were divided into group A (29 cases, ACVS+ and SVS+), group B (40 cases, ACVS+ and SVS-), and group C (31 cases, ACVS- and SVS-) according to the situation of ACVS and SVS. Patients with collateral circulation scores ≤ 2 were included in the poor collateral circulation group (67 cases), and the rest were included in the good collateral circulation group (33 cases). Baseline data, the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) scores, and the Alberta Stroke Program Early Computed Tomography Scores (ASPECTS) of the three groups were compared. ACVS positivity rate, SVS positivity rate, ASPECTS scores, and NIHSS scores of the poor collateral circulation group and the good collateral circulation group were observed. Multivariate logistic regression analysis was conducted to investigate factors influencing collateral circulation in patients with acute ischemic stroke. ***Results*** NIHSS scores and ASPECTS scores of the three groups were different. Scores of group A were significantly higher than those of group B and group C (*P*<0.05). ACVS positivity rate and SVS positivity rate in the poor collateral circulation group were significantly more than those in the good collateral circulation group. NIHSS scores and ASPECTS scores were higher than those of the good collateral circulation group (*P*<0.05). Logistic analysis showed that positive ACVS and positive SVS were risk factors for assessing poor collateral circulation in patients with acute ischemic stroke (*P*<0.05). ***Conclusion*** The formation of ACVS and SVS is closely related to the condition of patients with acute ischemic stroke. The worse the collateral circulation, the stronger the positivity of ACVS and SVS, and the more severe the condition. The two can be used as important indicators to evaluate collateral circulation. Clinically, ACVS and SVS can be combined to better evaluate the patient's condition.
Keywords: ACVS; SVS; Acute Ischemic Stroke; Collateral Circulation; Susceptibility Weighted Imaging

急性缺血性脑卒中是一种常见的神经系统疾病，其发病机制复杂，涉及血管病变、血液动力学改变以及脑部供血不足等多个方面。侧支循环作为脑循环系统中重要的代偿机制，对于维持脑组织灌注和减少卒中损伤具有重要意义[1-2]。磁敏感加权成像(SWI)作为一种新兴的磁共振成像(MRI)技术，对脱氧血红蛋白、含铁血黄素等顺磁性物质尤为敏感，能够提供丰富的血流动力学信息[3]。在SWI中，不对称皮质静脉征(ACVS)和磁敏感血管征(SVS)是两种重要的神经影像学表现，ACVS是一种基于脑部静脉血流动力学的影像学表现，急性缺血性脑卒中患者由于脑部供血不足，导致皮质静脉血流的异常分布和流动，从而在影像学上表现出不对称的皮质静脉征象，可反映局部脑组织灌注情况。SVS可反映急性缺血性脑卒中患者脑部血管的扩张、狭窄、闭塞等异常变化，对于预测狭窄血管的再通情况具有重要意义[4-5]。ACVS、SVS对于评估脑卒中患者的病情严重程度、预测治疗效果以及判断预后具有重要价值。有研究表明，ACVS、SVS与脑卒中患者预后具有密切关系，但二者与患者侧支循环的关系及机制仍需进一步探讨[6]。本研究通过探讨ACVS及SVS在评估AIS患者侧支循环中的临床价值，为优化卒中评估与治疗策略提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2022年01月至2024年05月我院急性缺血性脑卒中患者100例，年龄为50~85(62.90±6.51)岁。

纳入标准：符合缺血性脑卒中相关诊断标准[7]；年龄<90岁；处于急性发病期；患者签署知情同意书。排除标准：合并脑出血、脑外伤等神经系统疾病；合并有严重心、肝、肾等器官功能障碍；恶性肿瘤、凝血障碍；患有严重精神疾病或无法配合治疗和评估；临床资料不完整、中途退出研究。

1.2 仪器与方法 采用颅脑磁共振仪(联影uMR780 3.0T)进行MRI、DWI、磁共振血管造影(MRA)、SWI扫描，患者取仰卧位，头部放置于线圈中，采用三维梯度回波序列。T1加权成像(T1WI)液体翻转恢复衰减序列(FLAIR)参数：重复时间(TR)1807ms，回波时间(TE)7.98ms，视野(FOV)230×200mm，矩阵：288×90，层厚：5mm，层间距：1.5mm，翻转角：90°。T2 FlAIR：TR 8000ms，TE：111.6ms，FOV：230×200mm，矩阵：288×90，层厚：5mm，层间距：1.5mm，翻转角：90°。T2WI：TR：4416ms，

【第一作者】王卢佳慧，女，住院医师，主要研究方向：神经影像学。E-mail：18796241718@163.com
【通讯作者】谈炎欢，男，主任医师，主要研究方向：神经影像学。E-mail：tanyanhuan@njucm.edu.cn

TE：108.6ms，FOV：230×200mm，矩阵：432×90，层厚：5mm，层间距：1.5mm，翻转角：90°。扩散加权成像(DWI)序列：TR：3000ms，TE：78.8ms，FOV：230×220 mm，矩阵：160×100，层厚：5mm，层间距：1.5mm。磁敏感加权成像(SWI)：TR：30ms，TE：20ms，FOV：230×220mm，矩阵：320*100，层厚：2mm，层间距：0mm，翻转角：15°。

1.3 分组 由两名具有5年工作经验以上的神经影像学医师共同对图像进行分析，进行ACVS和SVS评估，两名医师意见不一时，进行讨论后达成一致意见，并根据ACVS和SVS情况进行分组。此外，所有患者均进行数字减影血管造影(DSA)检查，将三维血管影像传输至工作站进行融合成动态影像，分析患者侧支循环情况，采用侧支循环分级系统[8]进行评估，共有5级评分，得分0~2分为侧支循环较差，2分以上为侧支循环较好。

1.4 观察指标 (1)收集所有患者基线资料，包括性别、年龄、发病至行MRI检查的时间等；(2)入院时采用美国国立卫生院卒中量表(NIHSS)[9]对神经损伤程度进行评估，NIHSS量表内容包括意识水平、凝视、肢体协调性、感觉、语言等11项，共42分，分数越高，说明患者的神经受损越严重。(3)病灶梗死范围。应用Alberta卒中项目早期计算机断层扫描评分(ASPECTS)[10]对病灶范围进行半定评估，根据大脑中动脉供血区全部梗死到无一处梗死评为0~10分10分，分数越高梗死范围越大。(4)分析ACVS、SVS、NIHSS、ASPECTS与急性缺血性脑卒中患者侧支循环情况的关系。

1.5 统计学方法 统计学采用SPSS 26.00 软件进行数据处理，计数资料采用[例(%)]表示，进行χ^2检验；计量资料采用($\bar{x}\pm s$)表示，采用单因素方差分析，进行t检验；采用Logictic回归模型进行多因素分析，以(P<0.05)为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 检查结果 100例患者中ACVS+和SVS+共有29例，纳入A组；ACVS+和SVS-共40例，纳入B组；ACVS-和SVS+共31例，纳入C组，无ACVS和SVS均阴性的情况。有33例侧支循环较好，侧支循环评分为(2.56±0.50)分，纳入侧支循环良好组，67例侧支循环较差，侧支循环评分为(1.54±0.40)分，纳入侧支循环不良组。ACVS、SVS典型病例见图1、图2。

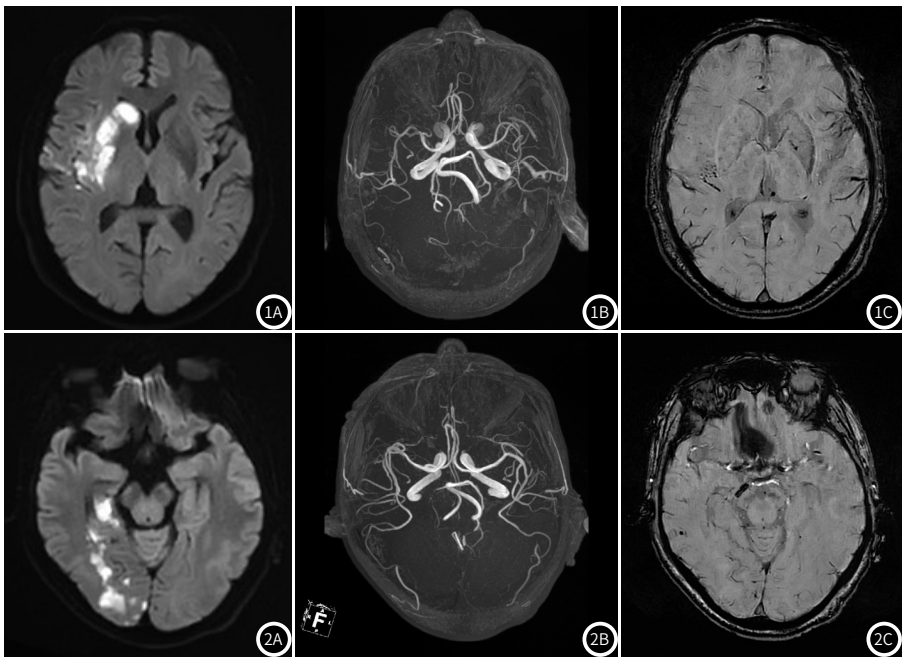


图1 ACVS+病例 从左至右依次为DWI扫描、MRA扫描、SWI扫描。
图2 SVS+病例 从左至右依次为DWI扫描、MRA扫描、SWI扫描。

2.2 基线资料、NIHSS、ASPECTS评分 三组性别、年龄等基线资料比较差异较小(P>0.05)；三组NIHSS、ASPECTS评分比较具有显著差异且A组明显高于B组、C组(P<0.05)，B组、C组比较无明显差异(P>0.05)。见表1。

表1 三组基线资料比较

指标		A组(n=29)	B组(n=40)	C组(n=31)	χ^2/F值	P值
性别(%)	男	17(58.62)	24(60.00)	19(61.29)	0.044	0.978
	女	12(41.38)	16(40.00)	12(38.71)		
年龄(岁)		62.88±6.35	63.19±6.72	62.73±6.44	0.046	0.955
发病至MRI检查的时间(d)		4.12±0.94	3.94±0.86	3.85±0.83	0.739	0.480
既往疾病史(%)	高血压史	18(62.07)	28(70.00)	20(64.52)	0.515	0.773
	糖尿病史	9(31.03)	11(27.50)	8(25.81)	0.211	0.900
	冠心病史	5(20.97)	7(18.75)	6(18.75)	0.057	0.972
生活习惯(%)	长期吸烟	14(48.28)	21(52.50)	15(48.39)	0.167	0.920
	长期饮酒	17(58.62)	19(447.50)	16(51.61)	0.836	0.658
体格检查(mmHg)	收缩压	135.41±11.58	134.70±10.62	133.71±10.25	0.189	0.828
	舒张压	87.10±4.64	85.91±4.45	86.21±4.59	0.596	0.553
NIHSS(分)		11.31±2.31	9.89±2.17*	9.47±2.33*	5.478	0.001
ASPECTS(分)		3.25±0.61	2.47±0.50*	2.51±0.54*	20.127	<0.001

注：与A组比较，*P<0.05。

2.3 不同侧支循环患者ACVS、SVS、NIHSS、ASPECTS比较

侧支循环不良组ACVS、SVS阳性率明显多于侧支循环良好组，NIHSS、ASPECTS评分高于侧支循环良好组(P<0.05)。见表2。

表2 不同侧支循环患者ACVS、SVS、NIHSS、ASPECTS比较

组别	ACVS阳性(%)	SVS阳性(%)	NIHSS(分)	ASPECTS(分)
侧支循环良好组(n=33)	14(42.42)	13(39.39)	8.86±2.03	2.36±0.48
侧支循环不良组(n=67)	55(82.09)	47(70.15)	12.02±2.39	3.49±0.73
χ^2/t值	16.263	8.714	6.521	8.064
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 急性缺血性脑卒中患者侧支循环不良的多因素Logistic分析

经Logistic分析，ACVS阳性、SVS阳性、NIHSS评分、ASPECTS均为影响急性缺血性脑卒中患者侧支循环的危险因素(P<0.05)。见表3。

表3 急性缺血性脑卒中患者侧支循环不良的多因素Logistic分析

指标	β	SE	Wald	OR	95%CI下限	95%CI上限	P值
ACVS阳性	0.822	0.019	14.088	2.275	1.481	3.495	<0.001
SVS阳性	0.715	0.232	9.498	2.044	1.297	3.221	0.002
NIHSS	0.564	0.194	8.452	1.758	1.202	2.571	0.004
ASPECTS	0.685	0.228	9.026	1.984	1.269	3.101	0.003

3 讨　论

急性缺血性脑卒中是全球范围内导致残疾和死亡的主要原因之一，侧支循环是指脑部血管发生阻塞或狭窄时，其他血管通过代偿性扩张或建立新的血管通路来供应缺血区域的血液，侧支循环在维持脑组织血液供应和功能方面具有重要作用。急性缺血性脑卒中治疗的关键在于迅速恢复脑组织的血流灌注，以减轻神经损伤[11]。侧支循环的建立受脑血管解剖结构、血流动力学状态的影响。DSA是评估侧支循环情况的金标准，但此检查方法为有创性检查，部分患者容易产生恐惧心理[12]。因此，采用无创的新手段准确评估急性缺血性脑卒中患者侧支循环状态对临床制定个性化治疗方案具有重要价值。

本研究结果显示，三组NIHSS、ASPECTS评分比较具有显著差异且A组明显高于B组、C组(P<0.05)，表明具有ACVS和SVS的急性缺血性脑卒中患者神经损伤和脑梗死越严重。SWI是一种基于血液去氧血红蛋白对磁场敏感的MRI成像技术，低信号静脉征的显示与血流的速度和动力学状态密切相关。缺血性脑卒中常出现血液循环障碍的情况，在长期压力或血液淤积的情况下，血流速度减缓导致血液在静脉内的停留时间延长，从而增加血液中磁敏感物质(如铁离子、钙等)的积累，血液中的各种成分如血红蛋白在磁场中的表现不同。血压异常、血管扩张或收缩等变化会影响血液在血管内的流动状态，导致静脉内的血液分布和流动模式发生改变，血管在影像上的显示低于周围组织的信号，在SWI图像上表现为低信号静脉征的增强[13-14]。ACVS表现为脑半球皮质静脉的数量增多、尺寸扩大以及信号显著降低，这些变化与脑组织内脱氧血红蛋白浓度的升高密切相关，通常指向局部脑组织灌注不足。贾亚南[15]等研究报道，缺血性脑卒中狭窄程度越重、ACVS越有可能发生。大脑中动脉的狭窄程度直接影响局部脑组织的血液供应和氧气供应，狭窄程度越严重，血液和氧气的供应就越不足，脑组织受损的可能性就越大，进而导致神经元死亡、神经功能损伤等不良情况。脑梗死面积越大，可加重脑部血流不畅、局部组织缺氧等问题，进一步降低NIHSS评分[16]。SVS常出现在缺血性脑卒中责任血管内，表现为血管腔内顺磁性物质(如脱氧血红蛋白、含铁血黄素等)的沉积，导致局部血管信号降低[17]。急性血栓栓子形成时，含有大量顺磁性的脱氧血红蛋白改变局部磁场，导致质子自旋快速去相位，在T2加权成像上表现为信号的丢失，形成SVS的特定图像。在血栓形成、回缩和纤维蛋白聚集的过程中，闭塞动脉越远的血管内血流减慢，局部出现低灌注，导致血管内去氧血红蛋白浓度的增加，进一步加剧磁场的改变和质子自旋的去相位，从而在SVS图像上表现为更明显的信号丢失或异常。通过检测SVS的范围和强度，有助于医师诊断和评估血管病变的情况，推测侧支循环的代偿能力[18-19]。

本研究中，侧支循环不良组ACVS、SVS明显多于侧支循环良好组，NIHSS、ASPECTS评分高于侧支循环良好组(P<0.05)，表明ACVS、SVS越显著，脑损伤、梗死越严重患者侧支循环越差。侧支循环通常是指主动脉及其主要分支的替代循环途径，在正常情况下为储备机制，而在血管疾病或主血管或主干出现堵塞或狭窄性病变时则发挥代偿作用，通过其他分支或旁路进行血液的补充供应，以维持血液循环的通畅。万鹏程[20]等研究报道，侧支循环与神经功能缺损程度呈负相关，侧支循环发展不佳或未能及时建立时，可能导致神经功能的缺损程度更为严重。在血管疾病或神经受损的情况下，侧支循环能够通过血管的侧向连接和交通提供一定的血液供应和营养支持，以减轻因血管损伤带来的神经细胞损伤。侧支循环较差时，血液流速变缓，进一步加剧血管血栓沉积，造成血管通道堵塞、狭窄，加重ACVS、SVS征像[21-22]。Logistic分析结果中，ACVS阳性、SVS阳性、NIHSS评分、ASPECTS均为急性缺血性脑卒中侧支循环不良的独立危险因素，进一步证实ACVS阳性、SVS阳性与侧支循环情况密切相关，可用于评估患者侧支循环情况。

综上所述，ACVS及SVS可反映急性缺血性脑卒中患者的病情和脑部侧支循环的代偿情况，在评估患者侧支循环的情况中具有重要作用，通过综合分析ACVS和SVS的形成情况，可以更全面、更准确地评估患者的病情，对于预测治疗效果具有重要价值。

参考文献

[1]董欣欣,吕晓波,贾永强,等.3D-ASL与MRA在急性缺血性脑卒中患者侧支循环及预后评估中的应用[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(11):15-17.
[2]李飞,马新强,耿云平,等.CT血管成像对ACI患者颈动脉狭窄程度及侧支循环的价值研究[J].罕少疾病杂志,2024,31(1):32-34.
[3]刘燕,杨如武,薛旭涛.SWI及3D-TOF-MRA对急性心源性脑卒中栓子检测的对比研究[J].医学影像学杂志,2020,30(4):537-540.
[4]朱晨,邓才洪,赵洪鉴,等.磁敏感加权成像和弥散加权成像界定脑卒中急性期缺血半暗带及其与灌注加权成像的临床意义研究[J].中国医学装备,2020,17(9):64-68.
[5]姜涵,李自强,高海燕,等.急性前循环闭塞性脑卒中患者磁敏感血管征阳性的影响因素[J].磁共振成像,2023,14(10):42-45,52.
[6]张森皓,王雪扬,吕晋浩,等.老年急性缺血性脑卒中患者磁敏感加权成像不对称静脉征与临床预后的相关性研究[J].中华老年心脑血管病杂志,2022,24(4):343-346.
[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]罗素金,魏新华,廖玉婷.贝叶斯算法灌注参数对急性缺血性脑卒中患者侧支循环的评估价值[J].临床放射学杂志,2023,42(3):368-372.
[9]李鑫,郎文娟,石锴,等.联合核磁共振3D CUBE T1高分辨率成像和磁敏感技术评估急性缺血性脑卒中患者的临床预后及其应用价值[J].中风与神经疾病杂志,2020,37(5):393-397.
[10]许开喜,丰广魁,顾宝东,等.磁敏感征和不对称静脉征对急性大脑中动脉闭塞患者诊断价值[J].临床放射学杂志,2020,39(1):26-31.
[11]黄鹂丽,王明,陶录岭.依达拉奉右莰醇治疗急性缺血性脑卒中预后分析[J].罕少疾病杂志,2025,32(10):17-19.
[12]李志洁,孙中武,刘斌.多时相CTA评估急性缺血性脑卒中患者侧支循环的应用价值[J].安徽医科大学学报,2020,55(10):1606-1610.
[13]闫呈新,王梅,赵雷,等.磁敏感加权成像多发低信号血管征与急性脑梗死早期临床预后的研究[J].临床放射学杂志,2021,40(4):629-634.
[14]任国勇,孙博,张龙兴,等.磁敏感血管征阴性在预测大动脉粥样硬化性急性大脑中动脉闭塞中的应用价值[J].中华神经医学杂志,2020,19(8):775-779.
[15]贾亚南,刘翠翠,刘俊艳.磁敏感加权成像不对称皮层静脉征与急性缺血性卒中预后的关系研究[J].中国卒中杂志,2019,14(7):639-644.
[16]崔明愚,王丽娟,刘荧,等.近期皮质下小梗死患者的磁敏感血管征与脑小血管病的相关性研究[J].中华老年心脑血管病杂志,2022,24(4):347-350.
[17]耿悦,张蜜,王卢佳慧,等.急性缺血性脑卒中患者血管内治疗后动脉再通与磁敏感血管征的相关性研究[J].磁共振成像, 2026,17(1):35-41,91.
[18]梁高,余薇,官宁,等.三维动脉自旋标记与磁敏感加权血管造影评价急性缺血性脑血管病颅内动脉狭窄[J].中国医学影像技术,2022,38(1):44-48.
[19]赵经纬,吴蕾,张少兰,等.磁敏感血管征对于老年恶性大脑中动脉梗死远期神经功能预后的预测价值[J].磁共振成像,2021,12(5):1-5.
[20]万鹏程.急性缺血性脑卒中患者单核细胞/高密度脂蛋白胆固醇比值、脑侧支循环与神经功能缺损的关系研究[J].实用医院临床杂志,2022,19(1):150-153.
[21]曾晓曦,陈静,潘广有,等.多模态磁共振成像在急性缺血性脑卒中的诊断价值及溶栓、取栓中的风险评估[J].浙江临床医学,2022,24(9):1381-1382,1387.
[22]郑兴友,黄荣慧,许顺驰,等.磁敏感血管征在显示超急性脑梗死颅内动脉血栓中的应用[J].国际神经病学神经外科学杂志,2021,48(3):235-238.

(收稿日期：2024-09-20)　　(校对：韩敏求　排版：张鸿燊)