·论 著·

烟雾病患者接受联合脑血运重建术后脑灌注状态与血压变异性及预后的关系☆

张韶* 赵黎明△ 栗超跃△ 马建功* 何森* 李丹* 王晓斌*✪

【摘要】**目的** 探讨烟雾病联合脑血运重建术后脑灌注状态与血压变异性及预后的关系。**方法** 回顾性纳入河南大学第一附属医院及河南省人民医院神经外科自2019年1月至2022年7月首次接受联合脑血运重建术且经完整随访的108例患者。根据术后脑灌注改善情况分为良好组和一般组，对比分析两组患者一般基线资料、主要影像学指标、血压变异水平、症状学评分等。**结果** 本研究良好组55例，一般组53例。比较良好组和一般组的术后指标，在症状改善[42（79.25%）*vs.*52（94.55%）]、短暂性脑缺血发作（transient ischemic attack，TIA）[22（41.51%）*vs.*11（20.00%）]、脑梗死[6（11.32%）*vs.* 0（0.00%）]以及改良Rankin量表（modified Rankin scale，mRS）评分、松岛分级之间的差异均有统计学意义（*P*<0.05）。比较两组间9个血压变异性（blood pressure variability，BPV）相关指数，24h、昼、夜收缩压平均值（mean）、变异系数（coefficient of variability，CV）、平均真实变异性（average real variability，ARV），两组术前的BPV相关指数差异均无统计学意义（*P*>0.05）。两组BPV相关指数的术前术后差值（术后指数-术前指数）组间比较差异均有统计学意义（*P*<0.05）。术后脑灌注状态与预后呈正相关，与BPV呈负相关。**结论** 烟雾病联合脑血运重建术后脑灌注状态改善良好的患者血压变异性小，预后更好。

【关键词】烟雾病 联合脑血运重建术 脑灌注 血压变异性 预后

【中图分类号】R651 【文献标识码】A

The relationship between cerebral perfusion status, blood pressure variability and prognosis after combined cerebral revascularization surgery in patients with moyamoya disease. *ZHANG Shao, ZHAO Liming, LI Chaoyue, MA Jiangong, HE Sen, LI Dan, WANG Xiaobin. Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital of Henan University*, Kaifeng 475000, China. Tel: 0371-22736831.

【Abstract】 **Objective** To investigate the relationship between cerebral perfusion status, blood pressure variability, and prognosis in patients with moyamoya disease following cerebral revascularization. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 108 patients who underwent their first combined cerebral revascularization between January 2019 and July 2022 at the Department of Neurosurgery, First Affiliated Hospital of Henan University, and Henan Provincial People's Hospital. Based on postoperative cerebral perfusion improvement, patients were categorized into a "good" group and a "general" group. Baseline characteristics, key imaging parameters, blood pressure variability, and symptom scores were compared and analyzed between the two groups. **Results** In this study, there were 55 cases in the good group and 53 cases in the general group. According to the comparative analysis of the postoperative indicators between the good group and the general group, Statistically significant differences were observed in symptom improvement [42 (79.25%) *vs.* 52 (94.55%)], TIA [22 (41.51%) *vs.* 11 (20.00%)], and cerebral infarction [6 (11.32%) *vs.* 0 (0.00%)], mRS score and the Matsushima classification (*P*<0.05). However, there was no statistically significant difference in the

doi:10.3969/j.issn.1002-0152.2025.06.004

☆ 河南省医学科技攻关计划（联合共建）项目（编号：LHGJ20190508）

* 河南大学第一附属医院神经外科（开封 475000）

△ 河南省人民医院神经外科

✪ 通信作者（E-mail：wxb_19870202@163.com）

BPV-related index between the two groups of patients before the operation (all $P>0.05$). When comparing nine blood pressure variability (BPV)-related indices including the mean of 24-hour, daytime, and nighttime systolic blood pressure, coefficient of variability (CV), and average real variability (ARV) between the two groups, no significant differences were observed in the BPV-related indices before surgery between the two groups ($P>0.05$). The differences in the BPV-related indices before and after surgery (postoperative index - preoperative index) between the two groups were statistically significant ($P<0.05$). Postoperative cerebral perfusion status was positively correlated with prognosis and negatively correlated with BPV. **Conclusion** Patients with good improvement in cerebral perfusion status after combined revascularization for moyamoya disease have less blood pressure variability and better prognosis.

【Keywords】 Moyamoya disease Combined with cerebral revascularization Cerebral perfusion Blood pressure variability Prognosis

烟雾病(moyamoya disease, MMD)是一种以双侧颈内动脉末端及其分支慢性进展性闭塞的缺血性脑血管疾病[1],其病理机制涉及颅内异常血管网形成及脑血流动力学失衡。当前,血运重建术仍被证实是有效改善脑灌注、预防脑卒中、改善预后的核心治疗手段,联合脑血运重建术即颞浅动脉-大脑中动脉搭桥术联合颞肌贴敷术,凭借术后即刻血供重建与远期血管新生的双重优势在烟雾病治疗中占据愈发关键的地位[2-3]。随着精准医学理念的深入推广和应用,烟雾病围手术期的个体化评估体系构建成为研究热点,尽管有研究证实术后脑灌注状态与神经功能预后密切相关[4],但针对不同灌注状态下的关键影响因素,尤其是血压变异性(blood pressure variability, BPV)这一反映循环系统动态平衡的重要指标,与患者临床预后的相关性尚不明确。因此,本研究以烟雾病联合脑血运重建术后脑灌注状态为分组条件,系统分析围手术期多模态评价指标与预后的相关性,重点探讨血压变异性与预后的关系。

1 对象与方法

1.1 研究对象 本研究为回顾性研究,分析河南大学第一附属医院及河南省人民医院神经外科自2019年1月至2022年7月首次接受联合脑血运重建术的烟雾病患者。纳入标准:①依据《烟雾病和烟雾综合征诊断与治疗中国专家共识(2024版)》[1]确诊为烟雾病;②首次行联合脑血运重建术即颞浅动脉-大脑中动脉血管搭桥术联合颞肌贴敷术,首次手术一般结合临床症状定位更严重一侧。排除标准:①患者因脑血管事件出现严重的认知功能障碍,无法配合检查及评估;②伴有颅内动脉瘤、动静脉畸形等其他脑血管疾病。本研究符合赫尔辛基宣言,通过医院伦理委员会批准(伦理批号:2024-03-153)。

1.2 随访与分组

1.2.1 *随访* 收集患者首次术前3 d内及术后6个月复查的所有资料。通过专业人员当面问诊及医院HIS系统获得一般资料、改良Rankin量表(modified Rankin scale, mRS)评分、数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)、磁共振灌注加权成像(magnetic resonance perfusion - weighted imaging, MR-PWI)、动态血压等指标。根据DSA结果,术前3 d内进行铃木分期[1],术后6个月进行松岛分级[5]。本研究将术后6个月mRS评分无变化,但症状较术前减轻者定义为术后症状改善。

1.2.2 *结局分组* 根据术后6个月随访脑灌注检查结果,脑灌注分期改善≥1期的患者为术后脑灌注改善良好组,即良好组;术后脑灌注分期未能下降的患者为改善一般组,即一般组。

1.3 手术方法 采用改良翼点入路,在颞肌筋膜浅层和深层间分离皮瓣,游离颞浅动脉顶支,随后将颞肌从颞骨上完整游离,充分暴露颅底,铣开颅骨,沿骨窗充分悬吊硬脑膜。将脑膜中动脉完整游离出来并予以保护,放射状剪开硬脑膜,反折平铺于骨窗下,使其贴敷于脑表面。随后行Flow800造影分析并选取最佳区域行STA-MCA搭桥,再次行

Flow800荧光造影检查，确定血流通畅性及血流量大小。将游离的颞肌贴敷于脑表面，其边缘与骨窗缘提前留置的打孔进行缝合固定，随后关颅，手术结束。

1.4 评估指标 本研究纳入的脑灌注检查均为MR-PWI，根据高培毅等[6]脑灌注分期论述将脑梗死形成前低灌注状态分为四期：1期，达峰时间（time to peak，TTP）延长；2期，TTP和平均通过时间（mean transit time，MTT）延长；3期，TTP、MTT延长以及脑血流量（cerebral blood flow，CBF）下降；4期，TTP、MTT延长，CBF和脑血容量（cerebral blood volume，CBV）下降。术侧脑灌注恢复正常为0期。

动态血压监测（ambulatory blood pressure monitoring，ABPM）采用医院便携式血压检测仪，连续监测时间不少于24 h，白天为6∶00~22∶00，每30 min自动测压一次，夜间为22∶00至次日6∶00，每小时自动测压一次，设备自动处理分析数据，血压测量成功率>85%为有效数据。本研究在术前3 d内及术后6个月复查时分别行ABPM，以收缩压相关数据为主要评价指标，收集数据主要包括24 h、白天、夜间的收缩压（systolic blood pressure，SBP）、SBP标准差（standard deviation，SD）、SBP变异系数（coefficient of variability，CV）、SBP平均真实变异性（average real variability，ARV）[7]。

松岛分级[5]以术后复查DSA结果分为：A级，大脑中动脉供血区见大于2/3的区域被新生血管覆盖；B级，新生血管覆盖1/3~2/3；C级，新生血管覆盖<1/3。

1.5 统计学方法 统计分析使用R4.3.2版本。使用Shapiro-Wilk Normality Test验证所有连续型变量的正态性。对于服从正态分布的连续性变量采用均值±标准差表示，组间比较采用t检验；不服从正态分布的连续型变量采用$M(Q_L, Q_U)$表示，组间比较采用Kruskal-Wallis检验；对于等级变量以例数（构成比）表示，组间比较采用Kruskal-Wallis检验。对分类变量以例数（构成比）表示，组间比较采用χ^2检验或Fisher精确概率法（无检验值）。双侧检验，检验水准α=0.05。

2 结果

2.1 一般资料 共纳入108例患者，根据术后脑灌注分期改善进行分组，良好组55例，一般组53例。两组间在性别、年龄、吸烟、饮酒、首发症状、高血压个人史、脑血管病家族史、铃木分期、脑灌注分期和mRS评分方面差异均无统计学意义（P>0.05）。见表1。

2.2 术后DSA与预后指标 术后良好组mRS评分0分15例（27.27%），1分22例（40.00%），2分15例（27.27%），3分3例（5.45%），整体优于一般组，两组间差异有统计学意义（P=0.011）。术后复查DSA良好组松岛分级A级9例（16.36%），B级26例（47.27%），C级20例（36.36%），整体优于一般组，两组间差异有统计学意义（P<0.001），但良好组STA-MCA桥血管通畅者51例（92.73%）较一般组46例（86.79%）差异无统计学意义（P>0.05）。见表2和图1。

2.3 术后并发症 良好组和一般组在术后症状改善、松岛分级、TIA和脑梗死之间的差异有统计学意义（P<0.05），在脑出血和癫痫之间的差异无统计学意义（P>0.05）。见表2。

2.4 血压变异性 良好组和一般组9个BPV相关指数（24 h SBP，白天SBP，夜间SBP，24 h SBP-CV，白天SBP-CV，夜间SBP-CV，24 h SBP-ARV，白天SBP-ARV，夜间SBP-ARV）比较，两组间术前的血压变异性相关指数差异均无统计学意义（P>0.05）。两组间血压变异性相关指数的术前术后差值（术后指数-术前指数）差异均有统计学意义（P<0.05）。见表3和图2。

3 讨论

长期以来，血压变异性在烟雾病脑血运重建术后的研究中是一个未被重视的因素。本研究的主要创新之处是通过多种评价指标将脑灌注状态、血压变异性及预后三者相结合进行研究，发现术后脑

Tab.1　Comparison of general data of patients between the two groups.

表1　两组间患者一般资料对比

组别	n	性别		年龄(岁)	吸烟	饮酒	首发症状			
		男	女				头晕头痛	TIA	脑梗死	癫痫
良好组	55	31	24	45.00(38.00,51.50)	20(36.36%)	15(27.27%)	34(61.82%)	25(45.45%)	27(49.09%)	1(1.82%)
一般组	53	20	33	49.00(38.00,56.00)	11(20.75%)	8(15.09%)	27(50.94%)	34(64.15%)	23(43.40%)	0(0.00%)
χ^2/H		3.757		1.198	3.213	2.388	1.298	3.806	0.352	
P		0.053		0.274	0.073	0.122	0.254	0.051	0.553	1.000

组别	高血压病	脑血管病家族史	铃木分期				
			1	2	3	4	5
良好组	25(45.45%)	9(16.36%)	0(0.00%)	14(25.45%)	25(45.45%)	14(25.45%)	2(3.64%)
一般组	24(45.28%)	7(13.21%)	1(1.89%)	9(16.98%)	23(43.40%)	16(30.19%)	4(7.55%)
χ^2/H	0.000	0.213	1.196				
P	0.986	0.644	0.274				

组别	术前脑灌注分期				术前mRS评分			
	1	2	3	4	1	2	3	4
良好组	1(1.82%)	7(12.73%)	17(30.91%)	30(54.55%)	27(49.09%)	10(18.18%)	15(27.27%)	3(5.45%)
一般组	0(0.00%)	16(30.19%)	14(26.42%)	23(43.40%)	16(30.19%)	19(35.85%)	13(24.53%)	5(9.43%)
χ^2/H	2.447				1.896			
P	0.118				0.169			

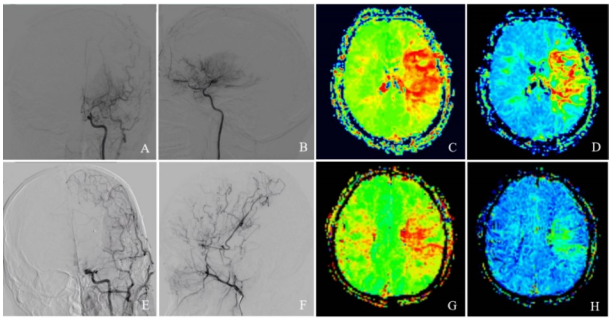

Fig.1　Comparison of DSA and PWI (TTP, MTT) before surgery and at six months after surgery

图1　术前和术后半年DSA、PWI(TTP、MTT)影像　A~D为烟雾病典型期表现，可见颅底典型的烟雾状血管网形成，TTP和MTT延长；E~H为术后半年复查可见桥血管通畅，颞肌贴敷区新生血管网丰富，TTP和MTT显示缺血程度及范围均有下降。

灌注状态与血压变异性、预后密切相关，为烟雾病的精准化术后管理提供了新的思路和依据。

既往研究表明[8-9]脑血运重建术能为缺血脑组织提供更多血液供应，改善脑组织的代谢环境，促进神经功能恢复。本研究结果显示术后脑灌注良好组在mRS评分及症状改善率方面明显优于一般组(P<0.001)，且良好组患者发生缺血性卒中风险显著下降(P=0.015, 0.012)，术后脑灌注状态改善情况与预后的一致性，与多项荟萃分析中脑血运重建术对烟雾病二级卒中预防有益的结论相符，进一步证实了改善脑灌注对烟雾病患者预后的积极作用[10-12]。近期一项研究显示烟雾病患者术后脑灌注改善可增强脑血管储备(cerebrovascular reserve, CVR)，通过动脉自旋标记(arterial spin labeling, ASL)技术发现CVR较术前提升40%以上，且CVR改善程度与术后3个月的mRS评分改善幅度显著相关[13]。此外，烟雾病患者外周血内皮祖细胞(endothelial progenitor cells in peripheral blood, EPC)数量显著高于健康人，EPC可分化为成熟内皮细胞，参与新生血管构建，还可募集血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)，与侧支血管的稳定性和成熟度相关[14-15]。我们推测MMD术后侧支循环改善明显的患者，可以减少慢性低灌注导致的毒性代谢物蓄积，同时充足的血流供应可促进葡萄糖、氧气等代谢底物的输送，减少神经元损伤，从而改善预后。

既往烟雾病的相关研究中，鲜有ABPM作为评估手段的报道，ABPM结果可较为真实地评估日常生活中的血压水平，也是高血压精准诊治、心脑血

Tab.2 Comparison of main evaluation indicators after surgery

表2 术后主要评价指标对比

组别	n	术后mRS评分[1)]					桥血管通畅	术后TIA
		0	1	2	3	4		
良好组	55	15（27.27%）	22（40.00%）	15（27.27%）	3（5.45%）	0（0.00%）	51（92.73%）	11（20.00%）
一般组	53	7（13.21%）	21（39.62%）	10（18.87%）	14（26.42%）	1（1.89%）	46（86.79%）	22（41.51%）
χ^2							1.039	5.885
P				0.011			0.308	0.015

组别	术后再发脑梗死[1)]	术后脑出血	术后癫痫	术后症状改善	松岛分级		
					A	B	C
良好组	0（0.00%）	2（3.64%）	1（1.82%）	52（94.55%）	9（16.36%）	26（47.27%）	20（36.36%）
一般组	6（11.32%）	1（1.89%）	0（0.00%）	42（79.25%）	2（3.77%）	12（22.64%）	39（73.58%）
χ^2				5.6		15.699	
P	0.012	1.000	1.000	0.018		<0.001	

1）Fisher精确概率法检验。

Tab.3 Comparison of Evaluation Indicators for blood pressure variability

表3 血压变异性评价指标对比

组别	n	术前SBP（mmHg）			术后SBP mean－术前SBP mean（mmHg）		
		24 h	白天	夜晚	24 h	白天	夜晚
良好组	55	120.60±14.73	121.67±14.70	116.89±16.32	−8.00（−11.00，−3.00）	−6.00（−8.00，−2.00）	−10.00（−15.00，−1.00）
一般组	53	123.51±11.26	124.30±11.31	120.28±14.08	3.00（−3.00，6.00）	3.00（−3.00，8.00）	−1.00（−10.00，8.00）
t/H		1.156	1.044	1.158	15.569	13.898	8.209
P		0.251	0.299	0.250	<0.001	<0.001	0.004

组别	术前SBP-CV			术后SBP-CV－术前SBP-CV		
	24 h	白天	夜晚	24 h	白天	夜晚
良好组	0.11（0.08，0.13）	0.10（0.08，0.13）	0.09（0.07，0.11）	−0.01（−0.03，0.00）	−0.01（−0.04，0.00）	−0.01（−0.04，0.01）
一般组	0.10（0.09，0.12）	0.10（0.08，0.11）	0.09（0.07，0.12）	0.00（0.00，0.02）	0.01（−0.01，0.02）	0.00（−0.03，0.02）
t/H	0.633	1.762	0.175	30.560	19.444	5.018
P	0.426	0.184	0.676	<0.001	<0.001	0.025

组别	术前SBP-ARV			术后SBP-ARV－术前SBP-ARV		
	24 h	白天	夜晚	24h	白天	夜晚
良好组	11.08（9.02，13.55）	10.81（8.71，13.81）	11.14（8.36，14.00）	−0.96（−2.21，−0.53）	−1.27（−2.34，−0.06）	−1.79（−5.42，0.74）
一般组	11.31（8.63，12.52）	10.48（8.14，12.66）	12.12（7.71，14.83）	−0.40（−1.02，1.79）	0.06（−1.56，2.47）	0.48（−3.86，3.35）
t/H	0.266	0.416	0.020	13.438	9.013	4.405
P	0.606	0.519	0.888	<0.001	0.003	0.036

注：SBP mean，收缩压平均值；CV，变异系数；ARV，平均真实变异性。

管疾病评估的重要依据[16-17]。而BPV常用指标中，ARV对血压的即时变化较为敏感，可以更真实地监测血压波动情况[18]。研究表明[19-21]BPV升高可导致血管调节功能受损，也可导致心脑血管疾病、脑卒中等发病率增加，BURATTI等[22]研究显示缺血性脑卒中3个月后预后良好组较不良组SBP、SD、CV显著下降（P<0.05）。烟雾病患者因颅内血管病变，脑灌注压难以维持稳定，机体常通过调节血压代偿，导致血压波动增大、变异性升高[23-24]。本研究显示术后脑灌注改善良好组在24 h/昼夜收缩压SD、CV、ARV等BPV相关指标的术前术后差值（术后指数-术前指数）与一般组相比差异均具有统计学意义（P<0.05），且良好组BPV指标下降更明显，这些结果表明脑灌注改善与BPV降低显著相关，可能的原因是脑血运重建术后脑灌注状态的改善可通过稳定血流动力学[25]，减轻血管调节负荷，从而实现

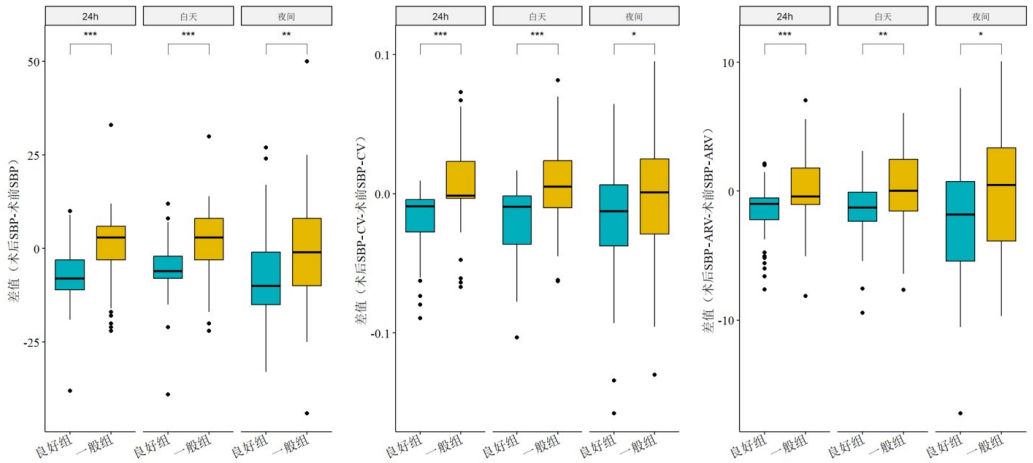

Fig.2 Comparison of the differences in blood pressure variability index before and after surgery between the good group and the general group

图2　良好组和一般组血压变异指数术前术后差值对比　经Kruskal-Wallis检验，与一般组比较，其中*为0.01<*P*<0.05，** 为0.001<*P*<0.01，***为*P*<0.001。

血压变异性的有效控制，最终表现为BPV指标（如ARV、CV）下降。

一项前瞻性研究表明在MMD患者术后平均TTP在28个月的随访期内较术前明显缩短，术后复查DSA达到松岛A级占比为90%，证实脑灌注与松岛分级之间存在强相关性[26]。本研究脑灌注良好组术后松岛A级占比为16.36%，优于一般组3.77%（*P*<0.001），虽然与上述研究松岛A级占比结果差异较大，但结论一致，分析潜在原因是术后脑灌注改善良好组患者血流动力学更加稳定。

本研究也存在一定局限性。作为回顾性研究，入组患者均为首次手术，且随访时间仅半年，得出结论术后脑灌注状态与预后呈正相关，与BPV呈负相关，对于脑灌注状态与血压变异性间是否存在因果关系尚不明确。未来仍需前瞻性、大样本、长期随访研究，进一步明确两者因果联系，深入探究脑血运重建术后脑灌注改善影响血压变异性及预后的具体机制，为烟雾病精准化术后管理提供更坚实的理论与实践依据。

综上，烟雾病联合脑血运重建术后脑灌注状态改善良好的患者血压变异性小，预后更好。ABPM操作简单，易于普及，可以作为烟雾病围手术期和预后评估的一种重要方法。

参 考 文 献

[1] 中华医学会神经外科学分会. 烟雾病和烟雾综合征诊断与治疗中国专家共识(2024版)[J]. 中华神经外科杂志, 2024, 40(3): 220-229.

[2] NGUYEN V N, MOTIWALA M, ELARJANI T, et al. Direct, Indirect, and Combined Extracranial-to-Intracranial Bypass for Adult Moyamoya Disease: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Stroke, 2022, 53(12):3572-3582.

[3] ZHANG X, XIAO W, ZHANG Q, et al. Progression in Moyamoya Disease: Clinical Features, Neuroimaging Evaluation, and Treatment[J]. Curr Neuropharmacol, 2022, 20(2): 292-308.

[4] HAYASHI T, HARA S, INAJI M, et al. Long-term prognosis of 452 moyamoya disease patients with and without revascularization under perfusion-based indications[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2023, 32(11):107389.

[5] CHEN Y, MA L, YANG S, et al. Quantitative Angiographic Hemodynamic Evaluation After Revascularization Surgery for Moyamoya Disease[J]. Transl Stroke Res, 2020, 11(5):871-881.

[6] 高培毅, 梁晨阳, 林燕, 等. 脑梗死前期脑局部微循环障碍CT灌注成像的实验研究[J]. 中华放射学杂志, 2003, 37(8): 701-706.

[7] MENA L J, FELIX V G, MELGAREJO J D, et al. 24-Hour Blood Pressure Variability Assessed by Average Real Variability: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. J Am Heart Assoc, 2017, 6(10): 1-10.

[8] WANG X P, LI J J, WANG Q N, et al. Comparing Outcomes of Moyamoya Disease and Moyamoya Syndrome in a Real-World Scenario: A Cohort Study[J]. CNS Neurosci Ther, 2024, 30(12): e70165.

[9] PARK H, HAN M, JANG D K, et al. Association of Bypass Surgery and Mortality in Moyamoya Disease[J]. J Am Heart Assoc, 2023, 12(22): e030834.

[10] TAKASU S, KANAMORI F, HATANO N, et al. Effects of superficial temporal artery to middle cerebral artery bypass on postoperative infarction rates among young children (≤5 years old) with moyamoya disease[J]. Neurosurg Rev, 2023, 46(1): 87.

[11] SHAHBANDI A, SATTARI S A, AZAD T D, et al. The Management of Symptomatic Moyamoya Disease in Pediatric Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Neurosurgery, 2024, 97(1): 65-81.

[12] CANAVERO I, VETRANO I G, ZEDDE M, et al. Clinical Management of Moyamoya Patients[J]. J Clin Med, 2021, 10(16): 3628.

[13] SVEDUNG WETTERVIK T, FAHLSTRöM M, WIKSTRöM J, et al. Cerebrovascular reserve in moyamoya disease: relation to cerebral blood flow, capillary dysfunction, oxygenation, and energy metabolism[J]. Front Neurol, 2023, 14(6): 1190309.

[14] G G, SM L, FB H, et al. Factors Influencing Collateral Circulation Formation After Indirect Revascularization for Moyamoya Disease: a Narrative Review[J]. Transl Stroke Res, 2024, 15(6): 1005-1014.

[15] 唐雪平, 徐丽君, 郭华, 等. 烟雾病患者手术前后细胞因子含量变化特点及与预后的关系[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2019, 45(12): 721-724.

[16] 中国高血压联盟《动态血压监测指南》委员会. 2020中国动态血压监测指南[J]. 中国医学前沿杂志(电子版),2021, 13(3): 34-51.

[17] CHENG Y, LI Y, WANG J. Ambulatory blood pressure monitoring for the management of hypertension[J]. Chinese Med J Peking, 2022, 135(9): 1027-1035.

[18] DE LA SIERRA A. Blood Pressure Variability as a Risk Factor for Cardiovascular Disease: Which Antihypertensive Agents Are More Effective?[J]. J Clin Med, 2023, 12(19): 6167.

[19] APPIAH K O, NATH M, MANNING L, et al. Increasing Blood Pressure Variability Predicts Poor Functional Outcome Following Acute Stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc, 2021, 30(1): 105466.

[20] WANG L, XIA X, LIU X, et al. Twenty-four-hour ambulatory blood pressure variability and association with ischemic stroke subtypes in the subacute stag[J]. Front Neurol, 2023, 14(12): 1139816.

[21] PARATI G, BILO G, KOLLIASA, et al. Blood pressure variability: methodological aspects, clinical relevance and practical indications for managument-a European Society of Hypertension position paper[J]. J Hypertens, 2023, 41(4): 527-544.

[22] BURATTI L, CAGNETTI C, BALUCANI C, et al. Blood pressure variability and stroke outcome in patients with internal carotid artery occlusion[J]. J Neurol Sci, 2014, 339(1-2): 164-168.

[23] LIMING Z, WEILIANG S, JIA J, et al. Impact of blood pressure changes in cerebral blood perfusion of patients with ischemic Moyamoya disease evaluated by SPECT[J]. J Cereb Blood Flow Metab, 2021, 41(6): 1472-1480.

[24] LUCIA K, ACKER G, RUBARTH K, et al. The Development and Effect of Systemic Hypertension on Clinical and Radiological Outcome in Adult Moyamoya Angiopathy Following Revascularization Surgery: Experience of a Single European Institution [J]. J Clin Med, 2023, 12 (13): 630-637.

[25] HWANG I, CHO W S, YOO R E, et al. Revascularization Evaluation in Adult-Onset Moyamoya Disease after Bypass Surgery: Superselective Arterial Spin Labeling Perfusion MRI Compared with Digital Subtraction Angiography[J]. Radiology,2020, 297(3): 630-637.

[26] CHOU S C, CHEN Y F, LEE C W, et al. Long-term outcomes of moyamoya disease following indirect revascularization in middle adulthood: A prospective, quantitative study[J]. J Formos Med Assoc,2022, 121(9):1758-1766.

（收稿日期：2024-09-26 录用日期：2025-06-27）

（责任编辑：甘章平）