

# 烟雾病脑血管重建术后脑过度灌注综合征 临床特点及预测因素分析

匡伟 李鑫 肖烽 郭华

**【摘要】** **目的** 总结烟雾病脑血管重建术后脑过度灌注综合征的临床特点,并筛查相关预测因素。**方法** 收集 2017 年 6 月至 2018 年 12 月在南昌大学第二附属医院行脑血管重建术的烟雾病患者的性别、年龄、高血压病史、发病类型、术前 Suzuki 分期、手术侧别、手术前后平均动脉压,以及手术至脑过度灌注综合征出现时间、临床表现、症状持续时间和术后住院时间等临床资料。单因素和多因素 Logistic 回归分析筛查烟雾病脑血管重建术后发生脑过度灌注综合征的相关预测因素,Spearman 秩相关分析探讨手术至症状出现时间与症状持续时间的相关性。**结果** 共纳入 50 例患者,13 例术后发生脑过度灌注综合征,发生率为 26%。Logistic 回归分析显示,年龄偏高( $OR = 0.867, 95\%CI: 0.790 \sim 0.953; P = 0.003$ )和左侧手术( $OR = 0.158, 95\%CI: 0.029 \sim 0.863; P = 0.033$ )是烟雾病患者术后发生脑过度灌注综合征的预测因素。Spearman 秩相关分析显示,脑过度灌注综合征患者手术至症状出现时间与症状持续时间呈负相关关系( $r_s = -0.925, P = 0.000$ )。**结论** 脑过度灌注综合征是烟雾病患者脑血管重建术后的自限性并发症,年龄偏高和左侧手术可以作为预测其发生的影响因素。

**【关键词】** 脑底异常血管网病; 脑血管重建术; 灌注; 手术后并发症; Logistic 模型

## Clinical features and predictive factors of cerebral hyperperfusion syndrome after cerebrovascular reconstruction in moyamoya disease

KUANG Wei<sup>1</sup>, LI Xin<sup>2</sup>, XIAO Feng<sup>2</sup>, GUO Hua<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Emergency, <sup>2</sup>Department of Neurosurgery, The Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi, China

Corresponding author: GUO Hua (Email: 750758089@qq.com)

**【Abstract】** **Objective** To summarize the clinical features of cerebral hyperperfusion syndrome (CHS) after cerebrovascular reconstruction for moyamoya disease (MMD), and to screen its related predictive factors. **Methods** The clinical data of 50 patients with MMD who underwent cerebrovascular reconstruction in the Second Affiliated Hospital of Nanchang University from June 2017 to December 2018 were collected, including sex, age, history of hypertension, disease type, preoperative Suzuki stage, surgery side, mean arterial pressure (MAP) before and after surgery, time from surgery to onset of CHS, clinical manifestations, duration of symptoms, and postoperative hospital stay. Univariate and multivariate Logistic regression analysis were used to screen the related predictors of CHS after cerebrovascular reconstruction for MMD. Spearman rank correlation analysis to explore the correlation between time from surgery to symptom onset and duration of symptoms. **Results** Among the 50 patients, 13 patients (26%) developed CHS after surgery. Logistic regression analysis showed that over age ( $OR = 0.867, 95\%CI: 0.790-0.953; P = 0.003$ ) and left-side surgery ( $OR = 0.158, 95\%CI: 0.029-0.863; P = 0.033$ ) was predictor of postoperative CHS in patients with MMD. Spearman rank correlation analysis showed that the time from surgery to symptom onset was negatively correlated with duration of symptom in patients with CHS ( $r_s = -0.925, P = 0.000$ ). **Conclusions** CHS is a self-limiting complication after cerebrovascular reconstruction for MMD. Higher age and left-sided surgery are clinical predictive factors of postoperative CHS.

**【Key words】** Moyamoya disease; Cerebral revascularization; Perfusion; Postoperative

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2022.05.008

基金项目:江西省卫生健康委科技计划项目(项目编号:202130416)

作者单位:330006 南昌大学第二附属医院急诊科(匡伟),神经外科(李鑫、肖烽、郭华)

通讯作者:郭华,Email:750758089@qq.com

complications; Logistic models

This study was supported by General Project of Science and Technology Plan of Jiangxi Provincial Health Commission (No. 202130416).

**Conflicts of interest:** none declared

烟雾病(MMD)系以颈内动脉(ICA)末端狭窄或闭塞以及脑底出现异常纤细血管网为特点,并因脑血管造影形似“烟雾”而得名<sup>[1]</sup>,临床分为出血型和缺血型两类。脑血管重建术是主要治疗方法,颞浅动脉-大脑中动脉(STA-MCA)搭桥术为经典术式,但有一定的手术并发症,如脑梗死、脑出血、手术切口感染、术后脑过度灌注综合征(CHS)等,其中脑过度灌注综合征发生率高达15%~47%<sup>[2-5]</sup>,严重影响临床预后。虽然脑过度灌注综合征仅为一种自限性并发症,大多数患者预后良好,但是由于发生率较高且存在诱发更严重并发症的风险,故有必要对其临床特点进行回顾总结并筛查相关预测因素,以为临床早期识别脑过度灌注综合征及其高危患者、改善预后提供依据。

## 对象与方法

### 一、研究对象

1. 纳入与排除标准 (1)烟雾病的诊断符合《烟雾病和烟雾综合征诊断与治疗中国专家共识(2017)》<sup>[1]</sup>标准。(2)均接受过STA-MCA搭桥术联合脑-硬膜-颞肌贴敷术,且术中行吲哚菁绿荧光血管造影术(ICGA)证实桥血管吻合口通畅。(3)年龄为18~65岁。(4)术前Suzuki分期为2~4期或虽已建立颈外动脉代偿但术前评估仍需手术的5期患者。(5)凡存在以下情况者不纳入本研究范畴:烟雾综合征;Suzuki分期1和4期以及已形成良好颈外动脉代偿的5期患者;烟雾病致缺血性或出血性卒中急性期;植物状态生存。

2. 一般资料 选择2017年6月至2018年12月在南昌大学第二附属医院神经外科住院治疗的烟雾病患者50例,共行54例次STA-MCA搭桥术联合脑-硬膜-颞肌贴敷术,4例为双侧手术;男性21例,女性29例;年龄18~65岁,平均为(46.96±9.88)岁;15例(30%)既往有高血压病史;术前平均动脉压(MAP)为76~109 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa),平均为(92.22±7.08) mm Hg;缺血型36例(72%),出血型14例(28%);Suzuki分期2期9例(18%),3期

27例(54%),4期11例(22%),5期3例(6%);行左侧STA-MCA搭桥术18例次(33.33%),右侧STA-MCA搭桥术36例次(66.67%)。

### 二、研究方法

1. 脑过度灌注综合征的评估 (1)诊断标准:术后出现头痛、癫痫发作、局灶性神经功能缺损(非脑梗死)、认知功能障碍,甚至脑出血等过度灌注症状与体征;CT灌注成像(CTP)或动脉自旋标记(ASL)显示局部脑血流量(rCBF)明显增加,且经CT和(或)MRI排除颞肌肿胀压迫以及新发脑梗死等继发因素。(2)相关预测因素筛查:记录患者性别、年龄、高血压病史、发病类型、术前Suzuki分期、手术侧别、手术前后平均动脉压,以及手术至脑过度灌注综合征出现时间、临床表现、症状持续时间和术后住院时间。

2. 统计分析方法 采用SPSS 20.0统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示,采用 $\chi^2$ 检验。呈正态分布的计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用配对 $t$ 检验或两独立样本的 $t$ 检验;呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,脑过度灌注综合征患者手术至症状出现时间与症状持续时间的相关性采用Spearman秩相关分析。术后发生脑过度灌注综合征相关预测因素的筛查采用单因素和多因素前进法Logistic回归分析( $\alpha_{\lambda} = 0.05$ ,  $\alpha_{\text{出}} = 0.10$ )。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 结 果

由表1可见,本组50例患者术后脑过度灌注综合征发生率为26%(13/50),男性6例,女性7例;年龄18~61岁,平均为(38.69±11.55)岁;3例既往有高血压病史;术前平均动脉压为76~103 mm Hg,平均为(87.58±7.30) mm Hg;发病类型为缺血型9例,出血型4例;Suzuki分期2期3例,3期5例,4期3例,5期2例;均行单侧STA-MCA搭桥术,左侧9例、右侧4例;术后平均动脉压79~114 mm Hg,平均(96.58±12.09) mm Hg;手术前后平均动脉压差异

表1 13例脑过度灌注综合征患者临床资料

Table 1. Clinical data of 13 patients with CHS

序号	性别	年龄 (岁)	高血压	发病类型	Suzuki分期	手术侧别	临床表现	脑过度灌注综合征		影像学检查	术后住院时间
								术后出现时间	持续时间		
1	男性	42	无	缺血型	4期	左侧	反应迟钝、失语	3天	12天	3次	10天
2	女性	55	有	缺血型	2期	左侧	肢体震颤、乏力	5天	6天	2次	13天
3	男性	31	无	缺血型	5期	左侧	反应迟钝	4天	5天	2次	15天
4	男性	61	无	缺血型	2期	右侧	GTCS、偏瘫	6小时	26天	4次	26天
5	女性	41	无	出血型	4期	右侧	反应迟钝	3天	10天	2次	17天
6	女性	41	无	缺血型	3期	左侧	乏力、流涎	5天	7天	2次	13天
7	女性	18	无	缺血型	4期	右侧	运动性失语	3天	9天	2次	13天
8	男性	46	无	出血型	3期	左侧	昏迷	7天	6天	3次	18天
9	女性	24	无	出血型	3期	左侧	脑出血	10分钟	—	—	14天
10	女性	35	有	缺血型	3期	左侧	头痛	3天	10天	2次	9天
11	男性	38	无	出血型	3期	左侧	乏力	6天	4天	2次	16天
12	女性	32	有	缺血型	2期	左侧	头痛	2天	15天	2次	13天
13	男性	39	无	缺血型	5期	右侧	吞咽困难、失语	2天	7天	2次	9天

—, not done, 未记录或未检测。GTCS, generalized tonic-clonic seizure, 全面性强直-阵挛发作

有统计学意义( $t = -3.283, P = 0.007$ )。手术至脑过度灌注综合征出现时间为10分钟至7天,中位时间3(2,5) d;临床主要表现为反应迟钝、偏瘫、肢体乏力、语言障碍、头痛、吞咽障碍、流涎,严重者表现为全面性强直-阵挛发作(GTCS)、脑出血和昏迷;症状持续时间4~26 d,中位时间为7.00(5.50, 11.00) d;术后住院时间9~26 d,中位时间13.00(11.50, 16.50) d;Spearman秩相关分析显示,手术至脑过度灌注综合征症状出现时间与症状持续时间呈负相关关系( $r_s = -0.925, P = 0.000$ )。

根据是否发生脑过度灌注综合征,将50例患者分为脑过度灌注综合征组(CHS组,13例)和无脑过度灌注综合征组(无CHS组,37例)。CHS组患者年龄( $P = 0.000$ )和术前平均动脉压( $P = 0.005$ )低于无CHS组,左侧手术比例高于无CHS组( $P = 0.026$ ),其余指标组间差异无统计学意义(均 $P > 0.05$ ,表2)。单因素Logistic回归分析显示,年龄偏高( $P = 0.004$ )、术前平均动脉压偏高( $P = 0.013$ )和左侧手术( $P = 0.026$ )是烟雾病患者术后发生脑过度灌注综合征的预测因素(表3,4)。将上述预测因素纳入多因素Logistic回归方程,结果显示,年龄偏高( $OR = 0.867, 95\%CI: 0.790 \sim 0.953; P = 0.003$ )和左侧手术( $OR = 0.158, 95\%CI: 0.029 \sim 0.863; P = 0.033$ )是烟雾病患者术后发生脑过度灌注综合征的主要预测因素(表5)。

## 讨 论

脑过度灌注综合征最早是指颈动脉内膜切除术(CEA)后,在无脑缺血的情况下局部脑血流量(rCBF)较术前增加 $\geq 100\%$ ,超过脑血流自动调节(CA)能力而表现出的一组临床综合征,包括头痛、癫痫发作、局灶性神经功能缺损(非脑梗死)、认知功能障碍,甚至脑出血等<sup>[4-5]</sup>。目前则认为,脑过度灌注综合征不仅发生于颈动脉内膜切除术后,亦可见于烟雾病脑血管重建术后,且后者发生率(15%~47%)显著高于前者(0.2%~18.9%)<sup>[2]</sup>。有文献报道,脑过度灌注综合征通常发生于烟雾病脑血管重建术后1周,并于2周内消失,且大多数患者预后较好,不遗留明显后遗症<sup>[6]</sup>。本研究中仅例9患者STA-MCA搭桥术后10分钟即出现吻合口周围蛛网膜下腔出血和吻合口下方脑膨隆,立即夹闭桥血管,经超声扫描证实并定位颅内血肿后同期行血肿清除术,再行脑-硬膜-颞肌贴敷术;余12例患者均于术后2天方出现脑过度灌注综合征,最长者至术后26天消失,临床表现为反应迟钝、偏瘫、肢体乏力、语言障碍、头痛、吞咽障碍、流涎,严重者表现为全面性强直-阵挛发作、脑出血和昏迷,病程具有自限性,出院后无一例遗留后遗症,进一步对这12例患者手术至症状出现时间与症状持续时间的相关性行Spearman秩相关分析,显示二者呈负相关关系,

表2 两组患者一般资料的比较

Table 2. Comparison of general information of patients with CHS and non-CHS

观察指标	CHS组 (n=13)	无CHS组 (n=37)	统计量值	P值
性别[例(%)]			0.124	0.724
男性	6(6/13)	15(40.54)		
女性	7(7/13)	22(59.46)		
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	36.89 ± 11.55	49.86 ± 7.43	-4.009	0.000
高血压病史[例(%)]	3(23.08)	12(32.43)	0.401	0.527
术前MAP ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	87.58 ± 7.30	96.89 ± 6.20	-2.933	0.005
发病类型[例(%)]			0.067	0.796
缺血型	9(9/13)	27(72.97)		
出血型	4(4/13)	10(27.03)		
Suzuki分期[例(%)]			0.547	0.584
2期	3(3/13)	6(16.22)		
3期	5(5/13)	22(59.46)		
4期	3(3/13)	8(21.62)		
5期	2(2/13)	1( 2.70)		
手术侧别[例(%)]			5.348	0.021
左侧	9(9/13)	12(32.43)		
右侧	4(4/13)	25(67.57)		
术后MAP ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	96.58 ± 12.09	92.62 ± 7.58	1.069	0.303

Two-independent-sample *t* test for comparison of age, preoperation MAP and postoperation MAP, and  $\chi^2$  test for comparison of others, 年龄、术前MAP和术后MAP的比较行两独立样本的*t*检验,其余指标的比较行 $\chi^2$ 检验。CHS, cerebral hyperperfusion syndrome, 脑过度灌注综合征; MAP, mean arterial pressure, 平均动脉压

即症状出现越早、持续时间越长。脑过度灌注综合征的发生机制目前尚未阐明,推测与脑血流自动调节能力、脑血管反应性(CVR)、血-脑屏障等损害程度相关<sup>[2]</sup>。

对于脑过度灌注综合征的诊断,需同时满足脑血流动力学和症状学的过度灌注,但对于烟雾病脑血管重建术后患者,即使脑血流量未较术前增加 ≥ 100% 也可以表现出过度灌注症状。Fujimura等<sup>[7]</sup>曾经提出的诊断标准并未对烟雾病脑血管重建术后脑血流量做定量要求,因此在排除颞肌肿胀压迫、新发脑梗死等可能的继发性原因后,仅局部脑血流量增加合并过度灌注症状即可明确诊断。笔者通过对脑过度灌注综合征的预测和诊断方法以及术后脑血流量变化等相关文献资料<sup>[2,8-9]</sup>进行总结分析,认为烟雾病脑血管重建术后脑血流量较术前增加 ≥ 15% 即可诊断脑过度灌注综合征,脑血流量增加 ≥ 50% 特别是 ≥ 100% 是出血性脑过度灌注综

合征的预测指标。Kameyama等<sup>[10]</sup>研究获得的脑血流量增加阈值亦高于既往报道。经颅彩色多普勒超声(TCCD)、CTP、灌注成像(PWI)等均可以作为定量检测脑血流量的方法<sup>[2,11]</sup>,术中基于ICGA的FLOW800技术直接显示灌注范围亦可以预测脑过度灌注综合征的发生<sup>[12]</sup>。研究显示,烟雾病患者的发病年龄、发病类型、手术侧别、合并高血压等均为脑血管重建术后发生脑过度灌注综合征的危险因素<sup>[2,7,13-15]</sup>。本研究Logistic回归分析显示,年龄偏高和左侧手术是烟雾病患者术后发生脑过度灌注综合征的临床预测因素,与既往研究结果存在一定差异<sup>[2,7,13-14]</sup>,推测是由于研究对象的筛选、脑血管重建术术式的选择以及不同医疗机构治疗水平等存在差异,尚待进一步规范烟雾病的治疗。

业已证实围手术期血压管理在烟雾病脑血管重建术治疗过程中的重要性,通过血压调控脑血流量变化,由于烟雾病患者脑血流自动调节能力受损,术后随着脑血流量的增加极易发生脑过度灌注综合征,因此,控制血压是治疗脑过度灌注综合征的最直接方法<sup>[6]</sup>。Zhao等<sup>[6]</sup>报告,烟雾病脑血管重建术后症状学上过度灌注的发生率为6.7% ~ 38.2%,但影像学上过度灌注的发生率高达67.5%,而围手术期适当的血压管理可使脑过度灌注综合征发生率降至4.0% ~ 4.6%。然而在临床实践中,并非所有术后血压升高及脑血流量增加患者均表现有症状性脑过度灌注综合征,与Zhao等<sup>[16]</sup>的观点一致。对于降压药的选择,钙拮抗药、硝酸类药物和血管紧张素转换酶抑制剂(ACEI)等降压药可增加颅内压,故不建议应用于此类患者,可选择肾上腺受体阻断药拉贝洛尔和 $\alpha$ 受体激动药可乐定<sup>[2,6-7,17]</sup>。但值得注意的是,即使STA-MCA搭桥术后桥血管吻合口通畅,因脑血流重新分配等原因仍可发生脑低灌注性神经功能障碍<sup>[18]</sup>,如果围手术期大幅度降低血压,则可增加脑缺血的风险,因此建议将血压维持于术前水平即可<sup>[19]</sup>。本研究脑过度灌注综合征患者术后平均动脉压高于术前,但Logistic回归分析显示,手术前后平均动脉压均非术后发生脑过度灌注综合征的预测因素,因此术后血压升高是否为脑过度灌注综合征的危险因素尚待进一步研究。

本研究是一项单中心临床研究,样本量较小,加之不同医疗机构对手术时机、手术方式的选择和围手术期管理存在的差异均可能导致研究结果的不一致性;而且作为回顾性研究,在临床资料的收

**表 3** 烟雾病患者术后发生脑过度灌注综合征相关预测因素的变量赋值表**Table 3.** Variable assignment of predictive factors related to postoperative CHS in patients with MMD

变量	赋值			
	1	2	3	4
性别	女性	男性		
高血压病史	无	有		
发病类型	出血型	缺血型		
Suzuki分期	2期	3期	4期	5期
手术侧别	右侧	左侧		

**表 4** 烟雾病患者术后发生脑过度灌注综合征相关预测因素的单因素 Logistic 回归分析**Table 4.** Univariate Logistic regression analysis of predictive factors related to postoperative CHS in patients with MMD

变量	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	<i>OR</i> 95%CI
男性	0.229	0.649	0.124	0.725	1.257	0.325~4.489
年龄	-0.134	0.047	8.263	0.004	0.874	0.798~0.958
高血压病史	-0.470	0.746	0.397	0.529	0.625	0.145~2.698
术前MAP	-0.172	0.069	6.226	0.013	0.842	0.736~0.964
发病类型为缺血型	-0.182	0.706	0.067	0.796	0.833	0.209~3.323
Suzuki分期	0.320	0.408	0.615	0.433	1.377	0.619~3.065
左侧手术	1.545	0.696	4.927	0.026	0.213	0.055~0.835
术后MAP	0.049	0.037	1.753	0.185	1.050	0.977~1.129

MAP, mean arterial pressure, 平均动脉压

**表 5** 烟雾病患者术后发生脑过度灌注综合征相关预测因素的多因素前进法 Logistic 回归分析**Table 5.** Multivariate forward Logistic regression analysis for predictive factors of postoperative CHS in patients with MMD

变量	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	<i>OR</i> 95%CI
年龄	-0.142	0.048	8.841	0.003	0.867	0.790~0.953
左侧手术	-1.844	0.866	4.536	0.033	0.158	0.029~0.863
常数项	8.023	2.689	8.904	0.003		

集过程中也可产生某些选择偏倚;此外,本研究在对临床预测因素的筛选过程中未纳入生化指标、手术时间、大脑后动脉受累情况和桥血管直径等可能具有预测意义的影响因素,使得研究结果存在偏倚。所有这些局限性均有待多中心、大样本、纳入更多预测因素的临床试验进一步探究。

综上所述,脑过度灌注综合征虽然是烟雾病脑血管重建术后的自限性并发症,多预后较好,但仍应警惕全面性强直-阵挛发作、脑出血等严重并发症的发生,须引起临床医师的重视,加强围手术期管

理,进一步探究脑过度灌注综合征的发生机制和预测方法,尽早干预,改善预后。

利益冲突 无

## 参 考 文 献

- [1] Chinese Expert Consensus Writing Group on Diagnosis and Treatment of Moyamoya Disease and Moyamoya Syndrome; Stroke Prevention and Treatment Expert Committee, National Health and Family Planning Commission. Chinese expert consensus on diagnosis and treatment of moyamoya disease and moyamoya syndrome (2017)[J]. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2017, 33:541-547.[烟雾病和烟雾综合征诊断与治疗中国专家共识编写组,国家卫生计生委脑卒中防治专家委员会缺血性卒中外科专业委员会.烟雾病和烟雾综合征诊断与治疗中国专家共识(2017)[J].中华神经外科杂志,2017,33:541-547.]
- [2] Kuang W, Guo H. Research progress of cerebral hyperperfusion syndrome after direct cerebral vascular revascularization in moyamoya disease [J]. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2020, 36:99-102.[匡伟,郭华.烟雾病直接脑血管重建术后脑高灌注综合征的研究进展[J].中华神经外科杂志,2020,36:99-102.]
- [3] Xu B, Song DL, Mao Y, Xu H, Liao YJ, Zhou LF. A new cerebral revascularization in treating moyamoya disease: superficial temporal artery-middle cerebral artery anastomosis combining with encephalodurosynangiosis [J]. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2009, 25:102-105.[徐斌,宋冬雷,毛颖,徐宏,廖煜君,周良辅.颅内外血管吻合结合间接血管重建治疗烟雾病[J].中华神经外科杂志,2009,25:102-105.]
- [4] Farooq MU, Goshgarian C, Min J, Gorelick PB. Pathophysiology and management of reperfusion injury and hyperperfusion syndrome after carotid endarterectomy and carotid artery stenting [J]. Exp Transl Stroke Med, 2016, 8:7.
- [5] van Mook WN, Rennenberg RJ, Schurink GW, van Oostenbrugge RJ, Mess WH, Hofman PA, de Leeuw PW. Cerebral hyperperfusion syndrome [J]. Lancet Neurol, 2005, 4: 877-888.
- [6] Zhao WG, Luo Q, Jia JB, Yu JL. Cerebral hyperperfusion syndrome after revascularization surgery in patients with moyamoya disease [J]. Br J Neurosurg, 2013, 27:321-325.
- [7] Fujimura M, Niizuma K, Endo H, Sato K, Inoue T, Shimizu H, Tominaga T. Quantitative analysis of early postoperative cerebral blood flow contributes to the prediction and diagnosis of cerebral hyperperfusion syndrome after revascularization surgery for moyamoya disease [J]. Neurol Res, 2015, 37:131-138.
- [8] Kazumata K, Uchino H, Tokairin K, Ito M, Shiga T, Osanai T, Kawabori M. Cerebral hyperperfusion syndrome after revascularization surgery in moyamoya disease: region-symptom mapping and estimating a critical threshold [J]. World Neurosurg, 2018, 114:e388-395.
- [9] Ishikawa T, Yamaguchi K, Kawashima A, Funatsu T, Eguchi S, Matsuoka G, Nomura S, Kawamata T. Predicting the occurrence of hemorrhagic cerebral hyperperfusion syndrome using regional cerebral blood flow after direct bypass surgery in patients with moyamoya disease [J]. World Neurosurg, 2018, 119:e750-756.
- [10] Kameyama M, Fujimura M, Tashiro R, Sato K, Endo H, Niizuma K, Mugikura S, Tominaga T. Significance of quantitative cerebral blood flow measurement in the acute stage after revascularization surgery for adult moyamoya disease: implication for the pathological threshold of local cerebral

- hyperperfusion[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2020, 48:217-225.
- [11] Agarwal V, Singh P, Ahuja CK, Gupta SK, Aggarwal A, Narayanan R. Non - invasive assessment of cerebral microvascular changes for predicting postoperative cerebral hyperperfusion after surgical revascularisation for moyamoya disease: an arterial spin labelling MRI study [J]. *Neuroradiology*, 2021, 63:563-572.
- [12] Yang D, Zhang X, Tan C, Han Z, Su Y, Duan R, Shi G, Shao J, Cao P, He S, Wang R. Intraoperative transit - time ultrasonography combined with FLOW800 predicts the occurrence of cerebral hyperperfusion syndrome after direct revascularization of moyamoya disease: a preliminary study[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2021, 163:563-571.
- [13] Ge Sang DZ, Zhao JZ, Zhang D, Wang S, Zhao YL, Wang R. Studying change of regional cerebral blood flow after superficial temporal artery-middle cerebral artery anastomosis during acute stage in patients with moyamoya disease[J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2012, 92:2046-2049. [格桑顿珠, 赵继宗, 张东, 王硕, 赵元立, 王嵘. 烟雾病搭桥手术前后围手术期局部脑皮层血流动力学研究[J]. *中华医学杂志*, 2012, 92:2046-2049.]
- [14] Li X, Qin ZZ, Niu JX, He X, Wang JZ. The analysis of postoperative complications and the influencing factors during the treatment of revascularization of moyamoya disease [J]. *Yi Xue Yu Zhe Xue*, 2016, 37:53-57. [李鑫, 秦至臻, 牛建星, 何心, 王建祯. 血管重建术治疗烟雾病术后并发症发生及其影响因素分析[J]. *医学与哲学*, 2016, 37:53-57.]
- [15] Zhang G, Zhu SY, Ji ZY, Zhou PQ, Xu SC, Shi HZ. Research progress of cerebral hyperperfusion syndrome [J]. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2017, 17:869-873. [张广, 朱仕逸, 季智勇, 周配权, 徐善才, 史怀璋. 脑过度灌注综合征研究进展[J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2017, 17:869-873.]
- [16] Zhao M, Deng X, Zhang D, Wang S, Zhang Y, Wang R, Zhao J. Risk factors for and outcomes of postoperative complications in adult patients with moyamoya disease [J]. *J Neurosurg*, 2018. [Epub ahead of print]
- [17] Hayashi K, Horie N, Suyama K, Nagata I. Incidence and clinical features of symptomatic cerebral hyperperfusion syndrome after vascular reconstruction [J]. *World Neurosurg*, 2012, 78:447-454.
- [18] Mukerji N, Cook DJ, Steinberg GK. Is local hypoperfusion the reason for transient neurological deficits after STA-MCA bypass for moyamoya disease[J]? *J Neurosurg*, 2015, 122:90-94.
- [19] Jung YJ, Ahn JS, Kwon DH, Kwun BD. Ischemic complications occurring in the contralateral hemisphere after surgical treatment of adults with moyamoya disease [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2011, 50:492-496.

(收稿日期:2022-05-06)

(本文编辑:彭一帆)

## · 小词典 ·

## 中英文对照名词词汇(三)

环鸟苷酸-腺苷酸合成酶 cyclic GMP-AMP synthase(cGAS)  
 回波平面成像 echo planar imaging(EPI)  
 Glasgow昏迷量表 Glasgow Coma Scale(GCS)  
 基底动脉 basilar artery(BA)  
 集落形成率 colony forming efficiency(CFE)  
 O<sup>6</sup>-甲基鸟嘌呤-DNA甲基转移酶  
 O<sup>6</sup>-methylguanine-DNA methyltransferase(MGMT)  
 间质上皮转化 esenchymal epithelial transition(MET)  
 胶质瘤干细胞 glioma stem cells(GSCs)  
 胶质纤维酸性蛋白 glial fibrillary acidic protein(GFAP)  
 TANK结合激酶1 TANK-binding kinase 1(TBK1)  
 经颅彩色多普勒超声  
 transcranial color Doppler ultrasonography(TCCD)  
 经颅多普勒超声 transcranial Doppler ultrasonography(TCD)  
 颈动脉内膜切除术 carotid endarterectomy(CEA)  
 颈内动脉 internal carotid artery(ICA)  
 颈外动脉 external carotid artery(ECA)  
 颈外动脉-大脑中动脉  
 external carotid artery-middle cerebral artery(ECA-MCA)  
 颈总动脉 common carotid artery(CCA)  
 CT静脉血管成像术  
 computed tomography venography(CTV)  
 局部脑血流量 regional cerebral blood flow(rCBF)

卡波西肉瘤相关疱疹病毒  
 Kaposi's sarcoma-associated herpesvirus(KSHV)  
 扩散加权成像 diffusion-weighted imaging(DWI)  
 扩张型心肌病 dilated cardiomyopathy(DCM)  
 辣根过氧化物酶 horseradish peroxidase(HRP)  
 X连锁 $\alpha$ 地中海贫血伴精神发育迟滞综合征蛋白  
 X-linked  $\alpha$ -thalassaemia retardation syndrome protein  
 (ATRX)  
 颅骨多点钻孔术 multiple burr hole(MBH)  
 伦勃朗视觉感受图像  
 visually accessible rembrandt images(VASARI)  
 美国国立卫生研究院卒中量表  
 National Institutes of Health Stroke Scale(NIHSS)  
 美国介入放射学学会  
 Society of Interventional Radiology(SIR)  
 美国介入和治疗性神经放射学学会  
 American Society of Interventional and Therapeutic  
 Neuroradiology(ASITN)  
 美国模式培养物集存库  
 American Type Culture Collection(ATCC)  
 模式识别受体 pattern recognition receptors(PRRs)  
 脑-动脉贴敷术 encephalo-duro-synangiosis(EDS)  
 脑过度灌注综合征 cerebral hyperperfusion syndrome(CHS)  
 脑静脉窦血栓形成 cerebral venous sinus thrombosis(CVST)