

# 伴有阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合症的脑梗死患者血清同型半胱氨酸和胱抑素 C 水平变化及其对认知功能的影响

段燕燕, 薛孟周, 朱宁

(郑州大学第二附属医院 神经康复科, 河南 郑州, 450014)

**摘要:**目的 探讨伴有阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(OSAHS)的脑梗死患者血清同型半胱氨酸(Hcy)和胱抑素 C(CysC)水平变化及其与认知功能的关系。方法 选取伴有 OSAHS 的脑梗死患者 52 例(观察组)和单纯脑梗死患者 50 例(对照组)为研究对象,根据睡眠呼吸暂停低通气指数(AHI)的不同将观察组分为轻度组 17 例(合并有轻度 OSAHS)和中重度组 35 例(合并有中重度 OSAHS)。所有入组患者均进行多导睡眠监测(PSG),记录 AHI、夜间平均血氧饱和度(MSaO<sub>2</sub>)、夜间最低血氧饱和度(LSaO<sub>2</sub>)。采用简易智能精神状态检查量表(MMSE)和蒙特利尔认知评估量表(MoCA)评估患者的认知功能。采用酶联免疫吸附测定法(ELISA)测定血清 Hcy 和 CysC 水平。结果 观察组血清 Hcy、CysC 水平高于对照组,MMSE 评分、MoCA 评分低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。中重度组血清 Hcy、CysC 水平高于轻度组,MMSE 评分、MoCA 评分低于轻度组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ );中重度组 AHI 高于轻度组,LSaO<sub>2</sub>、MSaO<sub>2</sub> 低于轻度组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。观察组中,血清 Hcy、CysC 水平与 MMSE 评分、MoCA 评分均呈负相关,血清 Hcy、CysC 水平与 AHI 呈正相关( $P < 0.01$ );血清 Hcy、CysC 水平与 LSaO<sub>2</sub>、MSaO<sub>2</sub> 呈负相关( $P < 0.01$ )。结论 伴有 OSAHS 的脑梗死患者血清 Hcy、CysC 水平升高与患者认知功能受损有关。血清 Hcy、CysC 水平可在一定程度上反映 OSAHS 合并脑梗死患者认知功能障碍的严重程度。

**关键词:**阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征; 认知功能障碍; 胱抑素 C; 同型半胱氨酸

中图分类号: R 743.33; R 453.9 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2021)17-043-05 DOI: 10.7619/jcmp.20212073

## The changes of serum homocysteine and cystatin C levels and their effects on cognitive function in patients with cerebral infarction accompanied by obstructive sleep apnea hypopnea syndrome

DUAN Yanyan, XUE Mengzhou, ZHU Ning

(Department of Neurological Rehabilitation, the Second Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan, 450014)

**Abstract: Objective** To investigate the changes of serum homocysteine (Hcy) and cystatin C (CysC) levels and their relationships with cognitive function in patients with cerebral infarction accompanied by obstructive sleep apnea hypopnea syndrome (OSAHS). **Methods** A total of 52 patients with cerebral infarction accompanied by OSAHS (observation group) and 50 patients with cerebral infarction alone (control group) were selected in the study, and the observation group was divided into mild group (17 cases, accompanied by mild OSAHS) and moderate-severe group (35 cases, accompanied by moderate to severe OSAHS) according to different sleep apnea hypoventilation index (AHI). All patients enrolled in the group underwent polysomnography (PSG), and AHI, mean nocturnal oxygen saturation (MSaO<sub>2</sub>), and minimum nocturnal oxygen saturation (LSaO<sub>2</sub>) were recorded. Patients' cognitive function was assessed using the Simple Mental State Examination Scale (MMSE) and the Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA). Serum Hcy and CysC levels were measured by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). **Results** The serum Hcy and CysC levels

of the observation group were higher than those of the control group, and the MMSE score and MoCA score were lower than those of the control group ( $P < 0.01$ ). The serum Hcy and CysC levels in the moderate to severe group were higher than those in the mild group, and the MMSE score and MoCA score were lower than those in the mild group ( $P < 0.01$ ). The moderate to severe group had higher AHI, and lower LSaO<sub>2</sub> and MSaO<sub>2</sub> than that in the mild group ( $P < 0.01$ ). In the observation group, serum Hcy and CysC levels were negatively correlated with MMSE score and MoCA score, and serum Hcy as well as CysC levels were positively correlated with AHI ( $P < 0.01$ ); serum Hcy and CysC levels were negatively correlated with LSaO<sub>2</sub> and MSaO<sub>2</sub> ( $P < 0.01$ ). **Conclusion** The elevated serum levels of Hcy and CysC in patients with cerebral infarction accompanied by OSAHS are related to the impaired cognitive function of the patients. Serum Hcy and CysC levels can reflect the severity of cognitive dysfunction in patients with OSAHS and cerebral infarction to a certain extent.

**Key words:** obstructive sleep apnea hypopnea syndrome; cognitive impairment; cystatin C; homocysteine

脑梗死是一种高死亡率、高残疾率的临床常见病,睡眠障碍是脑梗死患者常见的并发症,脑梗死患者睡眠障碍多表现为睡眠时相错乱、睡眠效率低、睡眠片段化及觉醒时间长等特点<sup>[1-2]</sup>。据调查,约 75% 的卒中患者在康复过程中会出现睡眠相关呼吸障碍,而且以阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(OSAHS)最为多见<sup>[3]</sup>,主要表现为睡眠期间空气流全部或部分减少,导致频繁的氧饱和度下降和微觉醒、睡眠结构紊乱,导致日间嗜睡、记忆丧失、情绪及认知障碍等问题。研究<sup>[4]</sup>显示,OSAHS 因长期反复低氧、复氧可诱发或加重脑卒中,并导致患者认知功能减退,而认知功能障碍也是脑梗死患者常见的并发症之一,严重影响脑卒中患者的功能恢复。国内外研究<sup>[5-7]</sup>表明,血清同型半胱氨酸(Hcy)、胱抑素 C(CysC)水平升高是痴呆与认知障碍的独立危险因素,可在认知功能障碍的预测中发挥重要作用。本研究通过比较伴有 OSAHS 脑梗死患者和单纯脑梗死患者的血清 Hcy 和 CysC 水平,分析其与认知功能和睡眠呼吸相关指标的相关性,以期寻找脑梗死后认知障碍的相关预测因子。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择 2019 年 12 月—2021 年 3 月郑州大学第二附属医院神经康复科收治的符合纳入标准的 102 例轻中度脑梗死(NHSS 评分  $< 15$  分)患者为研究对象,根据多导睡眠监测结果的不同分为伴有 OSAHS 的脑梗死患者 52 例(观察组)和单纯脑梗死患者 50 例(对照组)。再根据睡眠呼吸

暂停低通气指数(AHI)将观察组分为轻度组 17 例(合并轻度 OSAHS)和中重度组 35 例(合并中重度 OSAHS)。纳入标准:①符合 2018 年《中国急性缺血性脑卒中诊治指南》中脑梗死诊断标准<sup>[8]</sup>,并经影像学检查(CT 或 MRI)证实者;②经夜间多导睡眠监测(PSG)检测,符合 2011 年中华医学会呼吸病学分会睡眠呼吸障碍学组 OSAHS 诊断标准<sup>[9]</sup>者;③首次发病,发病 1 周之内入院,年龄 25~80 岁者;④受教育程度为小学文化及以上者;④所有受试者对本研究均知情,自愿加入并签署知情同意书。排除标准:①严重认知功能障碍(临床痴呆评定量表 CDR  $> 1$  分)者;②合并其他严重精神疾病者;③长期服用镇静药物及影响 Hcy、CysC 代谢药物者;④脑梗死后有意识障碍或其他严重器质性疾病无法配合完成评估者。

### 1.2 方法

1.2.1 PSG 监测:入组患者均在病情不再进展后的 2 周内行 PSG,所有受试者在监测前 1 d 禁止服用影响睡眠的药物及茶水,近期无上呼吸道感染。受试者均在安静、舒适的病房进行 PSG( $> 7$  h 视为有效),监测项目包括口鼻气流、脑电、眼电、胸腹运动、体位、血氧饱和度等。为保证检测结果准确无误,所有监测原始数据经仪器记录后由专人分析并提供报告。本研究主要观察的睡眠呼吸相关指标包括 AHI、平均血氧饱和度(MSaO<sub>2</sub>)及最低血氧饱和度(LSaO<sub>2</sub>)。

1.2.2 认知功能评估:PSG 结束当天,采用蒙特利尔认知功能评估量表(MoCA)和简易智力状况检查量表(MMSE)进行认知功能评分。

1.2.3 血清 Hcy、CysC 水平检测: 所有受试者均在 PSG 监测后清晨空腹采集 3 mL 外周静脉血, 及时送往检验科检测血清 Hcy 和 CysC 水平(采用酶联免疫吸附试验)。

### 1.3 观察指标

记录认知量表评分、AHI、夜间 MSaO<sub>2</sub>、夜间 LSaO<sub>2</sub>, 检测血清 Hcy、CysC 水平。

### 1.4 统计学方法

所有数据采用 Excel 录入, 使用 SPSS 26.0 软件进行统计学处理。计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 2 组比较采用 *t* 检验; 计数资料比较采用  $\chi^2$  检验; 相关性分析采用 Pearson 相关分析。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 2 组一般资料比较

对照组 50 例, 年龄 ( $62.5 \pm 10.8$ ) 岁, 男 31 例, 女 19 例, 体质量指数 (BMI) 为 ( $26.9 \pm 2.6$ ) kg/m<sup>2</sup>, 受教育年限 ( $13.2 \pm 2.5$ ) 年, 慢性病(高血压、冠心病、高脂血症等)患者 37 例, 无慢性病患者 13 例; 观察组 52 例, 年龄 ( $60.1 \pm 11.3$ ) 岁,

男 34 例, 女 18 例, BMI 为 ( $27.2 \pm 1.9$ ) kg/m<sup>2</sup>, 受教育年限 ( $12.7 \pm 3.2$ ) 年, 慢性病(高血压、冠心病、高脂血症等)患者 42 例, 无慢性病患者 10 例。2 组性别、年龄、BMI、受教育年限、有无慢性病情况比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

### 2.2 2 组血清 Hcy、CysC 水平及认知功能评分比较

观察组血清 Hcy、CysC 水平高于对照组, 而 MMSE 评分、MoCA 评分低于对照组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 见表 1。

### 2.3 轻度组和中重度组血清 Hcy、CysC 水平、认知功能评分及睡眠呼吸参数比较

中重度组血清 Hcy、CysC 及 AHI 水平均高于轻度组, 而 MMSE 评分、MoCA 评分及 LSaO<sub>2</sub>、MSaO<sub>2</sub> 水平均低于轻度组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 见表 2。

### 2.4 观察组血清 Hcy、CysC 水平与认知功能评分、睡眠呼吸相关指标的相关性

观察组血清 Hcy、CysC 水平与 MMSE 评分、MoCA 评分、LSaO<sub>2</sub>、MSaO<sub>2</sub> 均呈负相关, 与 AHI 呈正相关 ( $P < 0.01$ ), 见表 3。

表 1 2 组血清 Hcy、CysC 水平及认知功能评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	Hcy/( $\mu\text{mol/L}$ )	CysC/( $\text{mg/L}$ )	MoCA/分	MMSE/分
对照组	50	$11.7 \pm 3.5$	$1.0 \pm 0.3$	$22.5 \pm 3.0$	$27.8 \pm 1.4$
观察组	52	$28.4 \pm 11.9^{**}$	$1.7 \pm 0.5^{**}$	$16.4 \pm 4.3^{**}$	$21.3 \pm 4.5^{**}$

Hcy: 血清同型半胱氨酸; CysC: 胱抑素 C; MoCA: 蒙特利尔认知功能评估量表; MMSE: 简易智力状况检查量表。与对照组比较,  $**P < 0.01$ 。

表 2 轻度组与中重度组血清 Hcy、CysC 水平及认知功能和睡眠呼吸参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	Hcy/( $\mu\text{mol/L}$ )	CysC/( $\text{mg/L}$ )	MoCA/分	MMSE/分	AHI/(次/h)	MSaO <sub>2</sub> /%	LSaO <sub>2</sub> /%
轻度组	17	$18.2 \pm 8.5$	$1.4 \pm 0.3$	$20.6 \pm 3.3$	$25.0 \pm 5.2$	$10.6 \pm 3.0$	$92.3 \pm 4.4$	$92.3 \pm 4.4$
中重度组	35	$33.3 \pm 10.0^{**}$	$1.9 \pm 0.5^{**}$	$14.3 \pm 3.0^{**}$	$19.4 \pm 2.7^{**}$	$63.2 \pm 14.7^{**}$	$83.1 \pm 5.8^{**}$	$72.7 \pm 5.5^{**}$

Hcy: 血清同型半胱氨酸; CysC: 胱抑素 C; MoCA: 蒙特利尔认知功能评估量表; MMSE: 简易智力状况检查量表; AHI: 睡眠呼吸暂停低通气指数; MSaO<sub>2</sub>: 平均血氧饱和度; LSaO<sub>2</sub>: 最低血氧饱和度。与轻度组比较,  $**P < 0.01$ 。

表 3 观察组血清 Hcy、CysC 水平与认知功能评分及 AHI、MSaO<sub>2</sub>、LSaO<sub>2</sub> 的相关性分析

指标	AHI		MoCA		MMSE		MSaO <sub>2</sub>		LSaO <sub>2</sub>	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
血清 Hcy	0.801	<0.001	-0.740	<0.001	-0.676	<0.001	-0.785	<0.001	-0.776	<0.001
血清 CysC	0.698	<0.001	-0.604	<0.001	-0.542	<0.001	-0.672	<0.001	-0.646	<0.001

AHI: 睡眠呼吸暂停低通气指数; MoCA: 蒙特利尔认知功能评估量表; MMSE: 简易智力状况检查量表; MSaO<sub>2</sub>: 平均血氧饱和度; LSaO<sub>2</sub>: 最低血氧饱和度。

## 3 讨论

脑梗死是由于各种原因导致的供血区域脑组织缺血和缺氧, 进而发生坏死引起大脑功能局部

或全局改变, 导致运动障碍、认知障碍、睡眠及情绪障碍等相应的神经功能障碍。卒中患者合并睡眠呼吸障碍的患病率高, 合并 OSAHS 患者在日间多嗜睡, 患者康复治疗配合度和效果降低, 增高了

患者发生卒中死亡及复发风险,严重影响疾病康复进程及预后<sup>[10-11]</sup>。伴有 OSAHS 的脑梗死患者,OSAHS 和脑梗死 2 种疾病会相互诱发、彼此加剧,形成恶性循环,升高临床死亡率<sup>[12]</sup>。

近年来许多研究<sup>[7, 13]</sup>证实, Hcy 水平升高是心脑血管疾病的危险因素,其水平与认知功能有关, Hcy 水平过度升高可以导致认知障碍和痴呆的发生。Hcy 作为一种多功能损伤因子,可通过加强炎症反应和氧化应激产生神经毒性,造成神经元损伤,引发神经纤维缠结和细胞内钙超载,降低认知功能<sup>[7, 14]</sup>。文献<sup>[15]</sup>报道, CysC 是脑梗死急性期认知障碍的相关危险因素,血清 CysC 水平与机体认知功能呈负相关。研究<sup>[16-17]</sup>发现,痴呆患者中 CysC 存在高表达,其中淀粉样蛋白与 CysC 水平存在空间共存关系,而淀粉样蛋白与痴呆和神经元变性密切相关,可导致认知功能障碍。血 CysC 可以抑制 Hcy 分解过程中酶的活性,阻断其降解途径,促使 Hcy 在体内积聚。另外, CysC 还可与 Hcy 和组织蛋白酶相互作用损伤血管,二者共同参与认知功能损伤的发生、发展<sup>[18]</sup>。在帕金森病合并认知功能障碍的关系研究中,帕金森病患者的血清 Hcy 水平与 CysC 水平呈正相关,两者在导致认知障碍方面可能有协同作用<sup>[19]</sup>。

文献<sup>[20]</sup>报道,脑小血管病合并 OSAHS 患者的血清 Hcy、CysC 水平升高,可能与夜间间歇性低氧、睡眠片段化引起交感神经激活以及氧化应激或炎症引起的血管内皮损伤有关。本研究中,观察组血清 Hcy 和 CysC 水平均高于对照组,中重度组血清 Hcy 和 CysC 水平高于轻度组,血清 Hcy、CysC 水平与 AHI 均呈正相关,与 LSaO<sub>2</sub>、MSaO<sub>2</sub> 呈负相关,说明血清 Hcy、CysC 水平会随着 OSAHS 病情严重程度而升高。此外,观察组 MMSE 得分、MoCA 得分均低于对照组,中重度组 MMSE 评分、MoCA 评分均低于轻度组,说明合并 OSAHS 的脑梗死患者认知功能较单纯脑梗死患者进一步降低,且下降程度与 OSAHS 病情严重程度有关,说明 OSAHS 可以加重脑梗死导致的认知功能障碍,与汪克为等<sup>[21]</sup>研究结果一致。研究<sup>[22]</sup>表明,急性脑梗死患者合并 OSAHS 患者认知障碍发生率高,以合并中重度 OSAHS 脑梗死患者的认知损害更显著。本研究结果表明,随着 OSAHS 病情严重程度进展,患者血氧饱和度逐渐下降,血清 Hcy、CysC 水平随之升高,患者认知功能损伤程度也进一步加重,说明血清 Hcy、CysC

水平的升高与认知功能下降具有一定相关性。

目前,已有研究证实,血清 Hcy 及 CysC 水平与认知障碍严重程度相关,但血清 Hcy 及 CysC 水平升高是否是 OSAHS 导致脑梗死患者认知功能障碍或加重的原因目前极少有研究证实。本研究结果提示,合并 OSAHS 组的脑梗死患者血清 Hcy 及 CysC 水平均高于单纯脑梗死患者,且其水平与认知功能指标水平均呈负相关,因此,可以考虑用来评估脑梗死合并 OSAHS 患者的认知功能受损情况。

综上所述, OSAHS 合并脑梗死患者血清 Hcy、CysC 水平可能对其认知功能受损情况起到警示作用,可否作为临床上判断患者认知功能障碍加重的敏感指标,尚待更多的研究进一步证实。由于时间及病例数量的限制,本次研究样本量偏小,所得结果有待今后扩充样本量及长期纵向的临床研究加以证实。

#### 参考文献

- [1] 高军毅,唐涛,孙海燕,等. 急性脑梗死患者睡眠障碍的临床特点及其与脑梗部位的关系[J]. 内蒙古医科大学学报, 2020, 42(5): 505-508.
- [2] 卒中相关睡眠障碍评估与管理中国专家共识[J]. 中华内科杂志, 2019(1): 17-26.
- [3] 侯万举,王彦,董丽霞,等. 睡眠低通气在阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征中的特点及影响因素分析[J]. 天津医药, 2017, 45(12): 1292-1296.
- [4] ZHOU L, OUYANG R Y, LUO H, et al. Dysfunction of Nrf2-ARE signaling pathway: potential pathogenesis in the development of neurocognitive impairment in patients with moderate to severe obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome[J]. *Oxidative Med Cell Longev*, 2018, 2018: 3529709.
- [5] 杨明. 血清胱抑素 C、同型半胱氨酸水平与老年认知障碍的相关性分析[J]. 临床研究, 2019, 27(2): 74-75.
- [6] LANYAU-DOMÍNGUEZ Y, MACÚAS-MATOS C, JESÚS J D, et al. Levels of vitamins and homocysteine in older adults with alzheimer disease or mild cognitive impairment in Cuba[J]. *MEDICC Rev*, 2020, 22(4): 40-47.
- [7] SMITH A D, REFSUM H, BOTTIGLIERI T, et al. Homocysteine and dementia: an international consensus statement[J]. *J Alzheimers Dis*, 2018, 62(2): 561-570.
- [8] 彭斌,吴波. 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.
- [9] 中华医学会呼吸病学分会睡眠呼吸障碍学组. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征诊治指南(2011 年修订版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35(1): 9-12.
- [10] 于逢春. 《卒中相关睡眠障碍评估与管理中国专家共识》解读[C]. 延吉: 第八届中国睡眠医学论坛暨中国睡眠研究会睡眠障碍专业委员会学术年会, 2019.

- [11] 陈金辉, 黄婷, 董洁, 等. 成人阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者白天过度嗜睡临床特征及影响因素分析[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2021; 1-11.
- [12] 嵇朋, 孙根, 江利敏, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征与急性缺血性脑卒中预后的关系[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22(12): 1297-1300.
- [13] JI Y, LYU P, JIN W, *et al.* Homocysteine: A modifiable culprit of cognitive impairment for us to conquer[J]. *J Neurol Sci*, 2019, 404: 128-136.
- [14] BARIL A A, CARRIER J, LAFRENIERE A, *et al.* Biomarkers of dementia in obstructive sleep apnea[J]. *Sleep Med Rev*, 2018, 42: 139-148.
- [15] 王竞达, 谭华. 急性期脑梗死患者血清胱抑素 C 水平与认知障碍的相关性研究[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2018, 27(8): 712-716.
- [16] PERLENFEIN T J, MEHLHOFF J D, MURPHY R M. Insights into the mechanism of cystatin C oligomer and amyloid formation and its interaction with beta-amyloid[J]. *J Biol Chem*, 2017, 292(27): 11485-11498.
- [17] 郁俊昌, 韩海英. 阿尔茨海默病患者血清胱抑素 C 水平及其影响因素[J]. 临床精神医学杂志, 2019, 29(4): 267-269.
- [18] 杨华, 唐志浩, 姚冰娜, 等. 高尿酸血症同型半胱氨酸和胱抑素 C 与血脂、炎症及血管内皮功能的关系[J]. 中华保健医学杂志, 2021, 23(1): 12-14.
- [19] 高淼, 郭晓贤, 康静. 血清 Hcy、CysC、UA 及 EGF 水平与帕金森病合并认知功能障碍的关系[J]. 临床医学研究与实践, 2020, 5(27): 125-127.
- [20] 饶容丽, 王守章, 谷雨娟. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征对老年脑小血管病患者认知能力及血清同型半胱氨酸和胱抑素 C 水平的影响[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(6): 1149-1151.
- [21] 汪克为, 吴珊, 王杨, 等. 睡眠呼吸暂停低通气综合征与脑梗死及认知功能障碍的相关性研究[J]. 中风与神经疾病杂志, 2020, 37(7): 663-666.
- [22] 孙阳, 刘芳, 刘艳云, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征对急性脑梗死患者认知功能及心理健康状况的影响[J]. 脑与神经疾病杂志, 2018, 26(5): 308-311.

(本文编辑: 周冬梅)

(上接第 30 面)

- [8] GHUMAN M, TSANG A C O, KLOSTRANEC J M, *et al.* Sentinel angiographic signs of cerebral hyperperfusion after angioplasty and stenting of intracranial atherosclerotic stenosis: a technical note[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2019, 40(9): 1523-1525.
- [9] ZHANG Y, SUN Y, LI X, *et al.* Early versus delayed stenting for intracranial atherosclerotic artery Stenosis with ischemic stroke[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(3): 274-278.
- [10] ALEXANDER M J, ZAUNER A, CHALOUPKA J C, *et al.* WEAVE trial: final results in 152 on-label patients[J]. *Stroke*, 2019, 50(4): 889-894.
- [11] 钱嘉诚, 王健, 王家亮, 等. 颅内动脉粥样硬化性狭窄血流动力学评估和临床意义研究进展[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2019, 21(7): 780-782.
- [12] PARK H, BAEK J H, KIM B M. Endovascular treatment of acute stroke due to intracranial atherosclerotic Stenosis-related large vessel occlusion[J]. *Front Neurol*, 2019, 10: 308.
- [13] ZHOU D, DING J Y, YA J Y, *et al.* Efficacy of remote ischemic conditioning on improving WMHs and cognition in very elderly patients with intracranial atherosclerotic Stenosis[J]. *Aging*, 2019, 11(2): 634-648.
- [14] 于瑶, 靳航, 郭珍妮, 等. 症状性颅内动脉粥样硬化性狭窄的磁共振影像学血流评估现状[J]. 中国卒中杂志, 2016, 11(4): 296-300.
- [15] AGHAEBRAHIM A, AGNOLETTO G J, AGUILAR-SALINAS P, *et al.* Endovascular recanalization of symptomatic intracranial arterial Stenosis despite aggressive medical management[J]. *World Neurosurg*, 2019, 123: e693-e699.
- [16] KANG D H, YOON W. Current opinion on endovascular therapy for emergent large vessel occlusion due to underlying intracranial atherosclerotic Stenosis [J]. *Korean J Radiol*, 2019, 20(5): 739-748.
- [17] WU C, CHANG W, WU D, *et al.* Angioplasty and/or stenting after thrombectomy in patients with underlying intracranial atherosclerotic Stenosis[J]. *Neuroradiology*, 2019, 61(9): 1073-1081.
- [18] SALIK A E, SELCUK H H, ZALOV H, *et al.* Medium-term results of undersized angioplasty and stenting for symptomatic high-grade intracranial atherosclerotic Stenosis with Enterprise[J]. *Interv Neuroradiol*, 2019, 25(5): 484-490.
- [19] NORDMEYER H, CHAPOT R, HAAGE P. Endovascular treatment of intracranial atherosclerotic Stenosis[J]. *Rofo*, 2019, 191(7): 643-652.
- [20] NORDMEYER H, CHAPOT R, AYCIL A, *et al.* Angioplasty and stenting of intracranial arterial Stenosis in perforator-bearing segments: a comparison between the anterior and the posterior circulation[J]. *Front Neurol*, 2018, 9: 533.
- [21] KANG D H, YOON W, BAEK B H, *et al.* Front-line thrombectomy for acute large-vessel occlusion with underlying severe intracranial stenosis: stent retriever versus contact aspiration[J]. *J Neurosurg*, 2019, 132(4): 1202-1208.

(本文编辑: 周冬梅)