

# 超高速螺旋 CT 血管造影在出血型烟雾病中的应用分析

王毅 邵明冉 周飞 杭春华 冯铭 魏俊吉 杨咏波

**【摘要】** **目的** 探讨超高速螺旋 CTA 评价急诊出血型烟雾病患者病情严重程度和判断预后的临床价值。**方法** 经 CT 平扫疑似出血型烟雾病的 187 例患者均为 2014 年 6 月至 2019 年 1 月急诊病例,于脑出血急性期(<72 h)经超高速螺旋 CTA 检查和图像后处理确诊,分别行内科保守治疗、血肿清除术或脑室外引流术,改良 Rankin 量表(mRS)和 Glasgow 预后分级(GOS)评价患者发病后 1、3 和 6 个月神经功能缺损程度和预后。**结果** 106 例(56.68%)符合烟雾病影像学特征,表现为颈内动脉狭窄、闭塞,Willis 环增粗,部分血管扩张明显,基底节区侧支血管明显增多,额颞叶交界区底部血管呈增多趋势,脑底部实质内细小、密集的烟雾状血管生成。与 DSA 相比,CTA 诊断准确率为 95.27%(155/161)、假阳性率为 4.76%(3/63)、假阴性率为 3.06%(3/98)。其中,84 例 CTA 显示“粟粒征”阳性、103 例“粟粒征”阴性,“粟粒征”阳性组患者发病后 1、3 和 6 个月 mRS 评分高于( $P=0.000$ )、GOS 评分低于( $P=0.000$ )“粟粒征”阴性组;随着随访时间的延长,两组患者 mRS 评分逐渐降低(均  $P=0.000$ )、GOS 评分逐渐升高(均  $P=0.000$ )。**结论** 超高速螺旋 CTA 作为疑似出血型烟雾病的急诊辅助诊断方法,具有安全、便捷、诊断准确率高等优势,对判断预后也有一定指导意义。

**【关键词】** 脑出血; 脑底异常血管网病; 计算机体层摄影血管造影术

## Application analysis of ultra - high - speed spiral CT angiography in hemorrhagic moyamoya disease

WANG Yi<sup>1</sup>, SHAO Ming-ran<sup>2</sup>, ZHOU Fei<sup>2</sup>, HANG Chun-hua<sup>1</sup>, FENG Ming<sup>3</sup>, WEI Jun-ji<sup>3</sup>, YANG Yong-bo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Neurosurgery, <sup>2</sup>Department of Radiology, Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, Jiangsu, China

<sup>3</sup>Department of Neurosurgery, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

Corresponding author: YANG Yong-bo (Email: glxgb@163.com)

**【Abstract】** **Objective** To explore the application value of ultra-high-speed spiral CT angiography (CTA) in the assessment and prognosis of hemorrhagic moyamoya disease (MMD) in emergency department. **Methods** A total of 187 patients with CT scanning suspected hemorrhagic MMD were all from emergency department from June 2014 to January 2019, and were diagnosed in acute stage (<72 h) by ultra-high-speed spiral CTA examination and post-image treatment. Internal medicine conservative treatment, hematoma removal or extra ventricular drainage (EVD) were used respectively. The level and prognosis of neurofunctional impairment at 1, 3 and 6 months after onset of patients were evaluated with modified Rankin Scale (mRS) and Glasgow Outcome Scale (GOS). **Results** One hundred and six cases (56.68%) conformed to the imaging characteristics of MMD, showing intra-cervical artery stenosis or obliteration, Willis ring thickened, partial vascular obviously dilated, significantly increased collateral vessels in basal ganglion region, increasing blood vessels at the base of the junction of frontal-temporal lobe, occurrence of small, dense smoke-like angiogenesis at the brain bottom. Compared with DSA, CTA diagnosis accuracy

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2019.09.008

基金项目:江苏省南京市卫计委重点项目(项目编号:ZKX15014);江苏省南京市卫生科技发展专项资金项目-医药卫生科研课题(项目编号:YKK18057)

作者单位:210008 南京大学医学院附属鼓楼医院神经外科(王毅、杭春华、杨咏波),放射科(邵明冉、周飞);100730 中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院神经外科(冯铭、魏俊吉)

通讯作者:杨咏波,Email:glxgb@163.com

was 95.27% (155/161), false positive rate was 4.76% (3/63), and false negative rate was 3.06% (3/98). Among them, there were 84 cases of CTA showed "millet sign" were positive, and 103 cases were negative. The "millet sign" positive group after onset of 1, 3 and 6 months the mRS score was higher ( $P = 0.000$ ) and GOS score was lower than those in "millet sign" negative group ( $P = 0.000$ ). The mRS score of 2 groups decreased gradually ( $P = 0.000$ , for all) and the GOS score gradually increased ( $P = 0.000$ , for all).

**Conclusions** Ultra-high-speed spiral CTA assisted in the diagnosis of suspected hemorrhagic MMD patients in emergency department is safe and convenient with high diagnostic accuracy, and has a certain guiding significance for prognostic assessment.

**【Key words】** Cerebral hemorrhage; Moyamoya disease; Computed tomography angiography

This study was supported by Key Project of Nanjing National Health and Family Planning Commission in Jiangsu Province, China (No. ZKX15014) and Major Fund of Medical Science and Technology Development-Medical and Health Research Project in Nanjing, Jiangsu Province, China (No. YKK18057).

**Conflicts of interest:** none declared

高速螺旋CTA业已在神经系统疾病特别是脑血管病的诊断中得到广泛应用,256层超高速螺旋CT扫描速度快、层厚薄、分辨力高,且配有高级影像工作站,获得的综合影像信息可与DSA相媲美<sup>[1-3]</sup>。出血型烟雾病系指具备烟雾病的影像学特征且已出现自发性颅内出血事件,由于病理生理改变而使再次发生自发性颅内出血的风险明显增加,这种情况大多于疾病相对晚期才发生<sup>[4]</sup>,因此早期诊断、评估出血风险,并制定有针对性的治疗方案是目前较为棘手的临床问题。本研究拟对南京大学医学院附属鼓楼医院2014年6月至2019年1月疑似出血型烟雾病患者的超高速螺旋CTA资料进行回顾,通过分析其影像学特征,探讨CTA在诊断出血型烟雾病、评价出血风险和判断预后中的临床应用价值。

## 对象与方法

### 一、研究对象

1. 诊断标准 烟雾病的诊断符合1997年《日本烟雾病(Willis环自发性闭塞)诊断与治疗指南》标准<sup>[5]</sup>:病因不明且DSA或MRA显示颈内动脉(ICA)末端,以及大脑前动脉(ACA)和大脑中动脉(MCA)起始部进行性狭窄和(或)闭塞,动脉呈现异常烟雾状血管网,且为双侧病变;同时排除以下疾病,即动脉粥样硬化、自身免疫性疾病、脑膜炎、脑肿瘤、21三体综合征、颅脑创伤、头部放射线照射和甲状腺功能亢进症等,以及可能的烟雾病,即儿童或成人单侧病变。如果病变呈单侧或不能满足排除条件,诊断为烟雾综合征。

2. 纳入与排除标准 (1)符合烟雾病诊断标准并经头部CT证实为颅内出血。(2)发病年龄为18~

75岁。(3)于脑出血急性期(<72h)行超高速螺旋iCT扫描及后处理重建。(4)未形成脑疝。(5)入院时Glasgow昏迷量表(GCS)评分4~15分。(6)排除入院时双侧瞳孔散大、无直接和间接对光反射、呈昏迷状态、GCS评分3分、生命体征不稳定需血管活性药维持等病情极危重而不能配合检查的患者。(7)本研究经南京大学医学院附属鼓楼医院道德伦理委员会审核批准,患者及其家属对观察项目知情并签署知情同意书。

3. 一般资料 选择2014年6月至2019年1月在我院神经外科住院治疗的出血型烟雾病患者共计187例,男性79例,女性108例;年龄18~75岁,平均(48.58±7.91)岁。既往有高血压17例(9.09%)、冠心病5例(2.67%)、糖尿病19例(10.16%)、高脂血症31例(16.58%)、高同型半胱氨酸血症14例(7.49%)、颅内动脉瘤7例(3.74%),有烟雾病家族史4例(2.14%),吸烟34例(18.18%)、饮酒27例(14.44%)。入院时GCS评分4~15分,平均(8.73±4.31)分;临床表现为恶心呕吐76例(40.64%)、意识障碍97例(51.87%)、肢体功能障碍42例(22.46%)。

### 二、研究方法

1. 检查方法 患者入院3d内采用荷兰Philips公司生产的Philips Brilliance 256层超高速螺旋iCT扫描仪进行CT平扫和CTA检查。扫描参数:管电压120kV、管电流230mA,视野(FOV)220mm×200mm,矩阵512×512,扫描层厚0.90mm、层间距0.45mm,重建间隔0.45mm,螺距0.758,旋转速度0.50s/圈,扫描时间23s,共321层,覆盖范围自枢椎(C<sub>2</sub>)下缘至颅顶。超高速螺旋CTA检查采用高压注射器经肘正中静脉团注碘海醇(欧乃派克,规格:

300 mg/ml),对比剂注射剂量1 ml/kg、注射速度为4 ml/s,示踪点为C<sub>4</sub>平面颈总动脉(CCA)或颈内动脉,CT阈值达180 Hu时开始自动扫描。

2. 图像后处理 将CTA原始数据传入Philips Intellispace Portal工作站(荷兰Philips公司),经多平面重建(MPR)、容积再现(VR)和最大密度投影(MIP)行图像后处理,然后结合横断面图像进行观察分析。由两位放射科医师和一位神经外科医师采用盲法共同阅片,一致认为存在血肿周围异常孤立、微小的高密度影者,为“粟粒征”阳性。

3. 治疗方法 对于出血量<30 ml且无脑室系统梗阻的患者,以止血、降低颅内压等内科保守治疗为原则,予以氨甲环酸0.30 g/次(2次/d)、20%甘露醇125 ml/次(2次/d)连续静脉滴注5 d;出血量≥30 ml的患者,行血肿清除术;双侧侧脑室、第三和第四脑室积血或者破入脑室血肿长径≥5 cm、短轴≥3 cm、层厚≥4 cm并导致脑室系统梗阻的患者,行脑室外引流术。

4. 临床结局 由神经外科医师结合临床表现和影像学检查结果作出最终诊断。所有患者均于发病后1、3和6个月时,采用改良Rankin量表(mRS)和Glasgow预后分级(GOS)评价临床结局。(1)神经功能缺损程度评价:mRS评分为0~5分,0分,无症状;1分,有症状但无明显残疾,能够完成所有经常从事的职责和活动;2分,轻残,日常生活基本自理,无需他人帮助;3分,中残,日常生活基本不能自理,需他人帮助或照料,但能够独立行走;4分,重残,不能独立行走,日常生活完全不能自理;5分,重残,卧床,大小便失禁,需持续护理和照顾。(2)预后评价:GOS评分为1~5分,5分,恢复良好;4分,轻残,可独立生活和活动,能在保护下工作;3分,重残,日常生活和活动需他人照料;2分,植物状态生存,仅有最小反应如随睡眠-觉醒周期睁眼;1分,死亡。

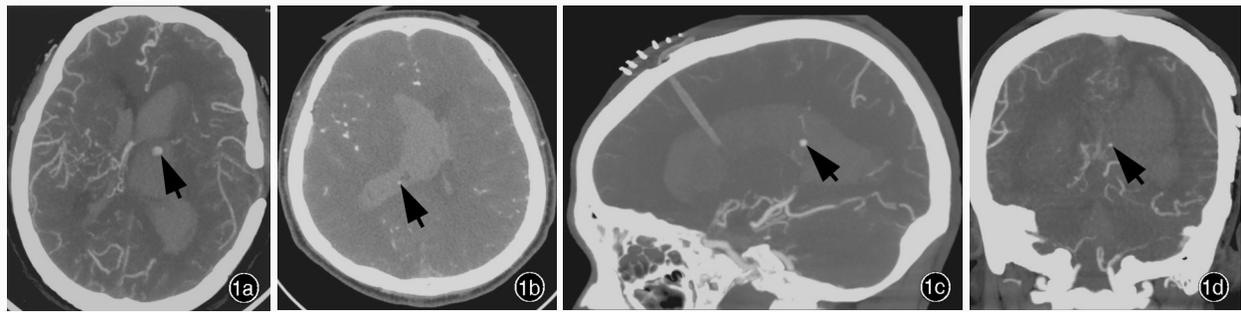
5. 统计分析方法 采用SPSS 22.0统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示,采用 $\chi^2$ 检验。呈正态分布的计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用两独立样本的 $t$ 检验;呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,行Mann-Whitney  $U$ 检验。“粟粒征”阳性组与阴性组发病后1、3和6个月mRS和GOS评分的比较,采用重复测量设计的方差分析,两两比较行LSD- $t$ 检验。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 结 果

187例疑似出血型烟雾病患者,CT平扫显示脑实质出血38例(20.32%)、脑室内出血88例(47.06%)、脑实质和脑室内出血39例(20.86%)、蛛网膜下腔出血22例(11.76%)。超高速螺旋CTA显示,其中106例(56.68%)符合烟雾病的影像学特征,VR和MIP可见颈内动脉狭窄、闭塞,Willis环增粗,部分血管明显扩张,基底节区侧支血管增多,额颞叶交界区底部血管呈增多趋势;MPR可见脑底部实质内细小、密集的烟雾状血管生成;单侧发病23例(21.70%)、双侧对称发病83例(78.30%)。经CTA诊断为烟雾病的106例患者中98例接受DSA检查,95例(96.94%)确诊为烟雾病;在CTA已排除烟雾病的81例患者中63例接受DSA检查,又有3例(4.76%)被重新诊断为烟雾病。CTA诊断准确率为95.27%[(95+60)/(98+63)]、假阳性率为4.76%(3/63)、假阴性率为3.06%(3/98)。

根据CTA检查结果,存在异常孤立、微小高密度影者103例(“粟粒征”阳性组,图1),无异常孤立、微小高密度影者84例(“粟粒征”阴性组)。(1)“粟粒征”阳性组(103例):89例最终诊断为烟雾病,采取内科保守治疗者14例、血肿清除术69例、脑室外引流术6例;住院期间死亡或自动出院9例,另外80例发病后6个月mRS评分≤2分者29例、>2分51例,无死亡病例。14例非烟雾病患者,采取内科保守治疗5例、血肿清除术7例、脑室外引流术2例;住院期间死亡或自动出院1例,余13例患者发病后6个月mRS评分≤2分4例、>2分8例,随访期间1例死于肺部感染。(2)“粟粒征”阴性组(84例):14例最终诊断为烟雾病,接受内科保守治疗者6例、血肿清除术3例、脑室外引流术5例,住院期间无死亡或自动出院病例;发病后6个月mRS评分≤2分12例、>2分2例,无死亡病例。70例为非烟雾病,治疗方案为内科保守治疗25例、血肿清除术21例、脑室外引流术24例;住院期间死亡或自动出院2例,余68例发病后6个月mRS评分≤2分39例、>2分29例,无死亡病例。“粟粒征”阳性组患者发病后6个月预后不良发生率高于“粟粒征”阴性组且差异有统计学意义( $P=0.049$ ,表1)。

发病后1、3和6个月时,“粟粒征”阳性组患者mRS评分高于( $P=0.000$ )、GOS评分低于( $P=0.000$ )“粟粒征”阴性组且差异有统计学意义;两组



**图1** 出血型烟雾病患者超高速螺旋CTA检查所见 1a 女性患者,51岁。主因出血型烟雾病行左侧颞肌贴敷术,术后4年因突发头痛伴意识障碍急诊入院。横断面CTA重建可见脑室血肿内异常孤立的高密度影(箭头所示),定义为“粟粒征”阳性 1b 男性患者,50岁。主因突发意识障碍急诊入院。横断面CTA重建可见右侧侧脑室血肿内异常孤立的高密度影(箭头所示) 1c 男性患者,57岁。因脑室铸型行双侧侧脑室外引流术后转入我院。矢状位CTA重建可见引流管位置良好,脑室内大量积血,血肿内可见异常孤立的高密度影(箭头所示) 1d 女性患者,44岁。因自发性左侧基底节区出血行血肿清除术,术后6年因再出血急诊入院。冠状位CTA重建可见脑室血肿内缘异常孤立的高密度影(箭头所示)

**Figure 1** Ultra - high - speed spiral CTA findings of patients with hemorrhagic MMD Female patient, 51 - years - old, diagnosed as hemorrhagic MMD, underwent left Encephalo - Myo - Synangiosis, and 4 years after surgery due to sudden headache with consciousness disorder admitted to the hospital in emergency. Axial CTA reconstruction showed abnormal isolated high - density shadow of the hematoma in ventricle (arrow indicates), defined as a "millet sign" positive (Panel 1a). Male patient, 50 - years - old, due to sudden consciousness disorder admitted to the hospital in emergency. Axial CTA reconstruction showed abnormal isolated high - density shadow in right lateral ventricle (arrow indicates, Panel 1b). Male patient, 57 - years - old, was transferred to our hospital because of the ventricle blood cast to perform bilateral lateral ventricular drainage surgery. Sagittal CTA reconstruction indicated drainage tube was in good position, massive blood was in the ventricle and abnormal isolated high - density shadow of the hematoma could be seen (arrow indicates, Panel 1c). Female patient, 44 - years - old. Hematoma removal was performed because of spontaneous left basal ganglion, was admitted to the hospital in emergency 6 years after surgery for rebleeding ventricie. High density shadow after coronal was CTA reconstruction showed abnormal isolated shadow of hematoma in the ventricle (arrow indicates, Panel 1d).

**表1** “粟粒征”阳性组与“粟粒征”阴性组发病后6个月预后的比较[例(%)]\*

**Table 1.** Comparison of the prognosis between "millet sign" positive group and "millet sign" negative group with 6 months of follow-up [case (%)]\*

组别	例数	mRS评分	
		≤ 2分	> 2分和死亡
“粟粒征”阳性组	103	29(28.16)	74(71.84)
“粟粒征”阴性组	84	51(60.71)	33(39.29)

\* $\chi^2 = 19.991, P = 0.049$ . mRS, modified Rankin Scale, 改良Rankin量表

患者不同观察时间点 mRS ( $P = 0.000$ ) 和 GOS ( $P = 0.000$ ) 评分差异亦有统计学意义,而且随着随访时间的延长,两组患者 mRS 评分逐渐降低(均  $P = 0.000$ )、GOS 评分逐渐增加(均  $P = 0.000$ ,表 2~4)。

### 讨 论

烟雾病的病因尚未阐明,目前较为公认的主要死亡原因是反复脑出血<sup>[1,6]</sup>。根据文献报道,大多数急诊脑出血特别是合并脑室内出血的患者,均有可能存在出血型烟雾病,因此早期明确病因并进行针对性治疗,可成为降低病残率和病死率的重要突破点<sup>[7]</sup>。出血型烟雾病的解剖学因素比较复杂,包括

后交通动脉扩张程度、烟雾状血管扩张程度或合并颅内动脉瘤等<sup>[8-9]</sup>。既往研究主要以 DSA 作为烟雾病的诊断方法,检查过程中较少关注疑似责任血管与脑组织之间的空间位置关系。本研究采用超高速螺旋CTA及其后处理软件诊断烟雾病,则可以提供更多有价值的影像学信息,诸如是否存在出血灶、出血部位、血肿周围水肿、血管增强信号、是否存在特殊影像学征象如“粟粒征”、血肿与烟雾状血管解剖学关系等特征。

目前,DSA 仍是烟雾病的影像学诊断“金标准”,其特征性表现为<sup>[10]</sup>:(1)颈内动脉末端,以及大脑前动脉和大脑中动脉起始部狭窄和(或)闭塞。(2)颅底异常血管网形成。(3)双侧均受累。(4)病因不明。DSA 不仅可以清晰显示病变血管狭窄和(或)闭塞部位、程度以及颅底异常新生血管,而且还可以准确判断颅内外侧支循环代偿情况和脑组织血液循环时间等。但该方法操作复杂、费用高、禁忌证多,且无法评价脑实质病变。近年有学者采用 MRA 诊断缺血型烟雾病,其中有部分功能可替代 DSA,如判断血管狭窄程度、狭窄范围等作用<sup>[3,11-13]</sup>,然而,由于 MRA 扫描时间过长,即使通过后处理技术亦无法达到其他动脉造影技术,如 CTA 所特有的脑血管与脑组织在空间位置关系上的优势。我们

**表 2** “粟粒征”阳性组与“粟粒征”阴性组患者发病后 1、3 和 6 个月预后的比较( $\bar{x} \pm s$ , 评分)

**Table 2.** Comparison of 1, 3 and 6 months after onset of the prognosis in "millet sign" positive group and "millet sign" negative group ( $\bar{x} \pm s$ , score)

组别	例数	mRS			GOS		
		1 个月(1)	3 个月(2)	6 个月(3)	1 个月(1)	3 个月(2)	6 个月(3)
“粟粒征”阳性组	103	3.32 ± 1.22	3.15 ± 1.33	3.04 ± 1.35	2.58 ± 1.17	2.73 ± 1.31	2.82 ± 1.32
“粟粒征”阴性组	84	2.93 ± 1.38	2.52 ± 1.54	2.43 ± 1.52	3.15 ± 1.17	3.23 ± 1.16	3.24 ± 1.22

mRS, modified Rankin Scale, 改良 Rankin 量表; GOS, Glasgow Outcome Scale, Glasgow 预后分级。The same for tables below

**表 3** “粟粒征”阳性组与“粟粒征”阴性组患者发病后 1、3 和 6 个月预后的重复测量设计的方差分析表

**Table 3.** Repeated measures analysis of variance of 1, 3 and 6 months of prognosis in "millet sign" positive group and "millet sign" negative group

变异来源	SS	df	MS	F 值	P 值	变异来源	SS	df	MS	F 值	P 值
mRS						GOS					
处理因素	57.176	1.000	57.176	156.192	0.000	处理因素	24.733	1.000	24.733	103.249	0.000
测量时间	58.594	1.501	39.025	126.065	0.000	测量时间	26.387	1.574	16.766	83.067	0.000
处理因素 × 测量时间	0.070	1.501	0.047	0.051	0.798	处理因素 × 测量时间	0.270	1.574	0.171	0.849	0.405
组间误差	67.722	185.000	0.366			组间误差	442.481	185.000	2.392		
组内误差	85.987	277.766	0.310			组内误差	58.769	291.173	0.202		

**表 4.** 同一组患者发病后 1、3 和 6 个月预后的两两比较

**Table 4.** Pairwise comparison of 1, 3 and 6 months after onset in same treatment group

组内两两比	“粟粒征”阳性组		“粟粒征”阴性组		组内两两比	“粟粒征”阳性组		“粟粒征”阴性组	
	t 值	P 值	t 值	P 值		t 值	P 值	t 值	P 值
mRS					GOS				
(1) (2)	38.067	0.000	23.150	0.000	(1) (2)	36.314	0.000	34.910	0.000
(1) (3)	27.115	0.000	19.279	0.000	(1) (3)	39.112	0.000	44.997	0.000
(2) (3)	20.645	0.000	16.314	0.000	(2) (3)	39.572	0.000	54.670	0.000

参照文献中<sup>[14]</sup>的方法,采用超高速螺旋 iCT 扫描仪配合高版本软件,经图像后处理,VR 可见颈内动脉、椎-基底动脉及其大分支显影良好,通过多角度旋转还可以清晰显示狭窄段血管与周围脑组织结构的空间位置关系,同时颈外动脉及其分支亦可显影,调整阈值后可以清晰显示颅底增生的小血管和侧支循环,但其整体显影效果不及 MIP 图像;MIP 可以同时前后循环及其分支和小穿支进行评估,但是存在图像重叠现象,立体效果欠佳;MPR 图像重叠较少,可以进行任意斜面成像,适合细致观察局部结构。根据临床需要综合运用上述 3 种后处理技术,可以使单次扫描所得数据对病情的评估效能最大化。

早期发现再出血相关危险因素是治疗出血型烟雾病的关键<sup>[15]</sup>,因此对于出血型烟雾病患者而言,早期发现影响预后的相关危险因素或生物学标志物同样具有重要意义<sup>[16-17]</sup>。本组 187 例疑似出血

型烟雾病患者,84 例 MIP 图像显示存在“粟粒征”,与无“粟粒征”患者相比,此类患者预后较差。目前认为,烟雾状血管破裂及合并微小动脉瘤是出血型烟雾病的主要原因,但尚不清楚微小动脉瘤是否是再出血的原因<sup>[18-20]</sup>。在本组患者中,MIP 图像共发现 103 例血肿周围存在或明显与血肿相关的异常“粟粒”状高密度影,高度怀疑微小动脉瘤,因此我们推测烟雾病患者预后不良的原因可能与以下原因有关:(1)微小动脉瘤破裂,出血量相对较多,对脑组织造成压迫效应。(2)与烟雾状血管相比,微小动脉瘤更加不稳定,若短期内发生再出血可使神经功能缺损程度加重。(3)自发性出血部位大多位于基底节区或脑室壁相邻等重要结构,进入脑室系统造成脑室铸型可引起意识障碍及相关并发症。

本研究首次对急诊疑似出血型烟雾病患者行超高速螺旋 CTA 检查,获得了一定数量的影像学数据样本,通过后处理技术重建图像发现了普通 CTA

难以呈现的影像学特征,而且证实这些影像学特征与患者预后存在一定关联性。今后我们将进一步扩大样本量、积累资料,结合图像识别和人工智能(AI)技术,达到通过简单的急诊CTA图像预测患者预后的目的,以实现远程智慧医疗的工作应用场景。本研究的不足之处:(1)为单中心回顾性分析,样本量较小,研究期间有部分病例因资料不完整或未进行相关影像学检查而不能纳入分析。(2)由于入组病例大多病情危重,术后肺部感染、多脏器功能衰竭等并发症可能对结果具有一定影响。(3)入组病例住院时间跨度较大,难以使全部患者均来院复查,因此有少部分患者失访。上述原因可能导致本研究结果存在一定偏倚,希望今后开展的多中心队列研究能够采用相同的标准进一步验证本研究结论。

综上所述,对于以急性出血性卒中急诊入院并疑似出血型烟雾病的患者,超高速螺旋CTA具有检查时间短、禁忌证少、操作简便、费用相对低廉等优势,并可通过“粟粒征”等危险因素辅助诊断、预测预后,与此同时,检查过程中尚可获得清晰的血管周围影像学信息,以为外科手术提供相关解剖学定位资料。因此,超高速螺旋CTA作为诊断烟雾病的重要影像学方法值得在临床推广应用。

利益冲突 无

#### 参 考 文 献

- [1] Shang S, Zhou D, Ya J, Li S, Yang Q, Ding Y, Ji X, Meng R. Progress in moyamoya disease [J]. *Neurosurg Rev*, 2018. [Epub ahead of print]
- [2] Alons IM, Goudsmit BF, Jellema K, van Walderveen MA, Wermer MJ, Algra A. Yield of computed tomography (CT) angiography in patients with acute headache, normal neurological examination, and normal non contrast CT: a Meta-analysis[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27:1077-1084.
- [3] Li J, Jin M, Sun X, Li J, Liu Y, Xi Y, Wang Q, Zhao W, Huang Y. Imaging of Moyamoya disease and moyamoya syndrome: current status[J]. *J Comput Assist Tomograph*, 2019, 43:257-263.
- [4] Han QD, Zhou P, Huang YB. Surgical revascularization: ligation of extracranial internal carotid artery and STA-MCA bypass in patient with extracranial internal carotid aneurysm and hemorrhagic moyamoya disease[J]. *World Neurosurg*, 2019. [Epub ahead of print]
- [5] Fukui M; Research Committee on Spontaneous Occlusion of the Circle of Willis (Moyamoya Disease) of the Ministry of Health and Welfare, Japan. Guidelines for the diagnosis and treatment of spontaneous occlusion of the circle of Willis ('Moyamoya' disease)[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 1997, 99 Suppl 2:238-240.
- [6] Kim KM, Kim JE, Cho WS, Kang HS, Son YJ, Han MH, Oh CW. Natural history and risk factor of recurrent hemorrhage in hemorrhagic adult moyamoya disease [J]. *Neurosurgery*, 2017, 81:289-296.
- [7] Zhang S, Jia B, Li H, You C, Hanley DF, Jiang Y. Primary intraventricular hemorrhage in adults: etiological causes and prognostic factors in Chinese population [J]. *J Neurol*, 2017, 264:382-390.
- [8] Kuribara T, Mikami T, Komatsu K, Suzuki H, Ohnishi H, Houkin K, Mikuni N. Prevalence of and risk factors for enlarged perivascular spaces in adult patients with moyamoya disease[J]. *BMC Neurol*, 2017, 17:149.
- [9] Funaki T, Takahashi JC, Houkin K, Kuroda S, Takeuchi S, Fujimura M, Tomata Y, Miyamoto S. Angiographic features of hemorrhagic moyamoya disease with high recurrence risk: a supplementary analysis of the Japan Adult Moyamoya Trial[J]. *J Neurosurg*, 2018, 128:777-784.
- [10] Zhao M, Lin Z, Deng X, Zhang Q, Zhang D, Zhang Y, Wang R, Wang S, Jiang Z, Wang H, Zhao J. Clinical characteristics and natural history of quasi - Moyamoya disease [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2017 26:1088-1097.
- [11] Song P, Qin J, Lun H, Qiao P, Xie A, Li G. Magnetic resonance imaging (MRI) and digital subtraction angiography investigation of childhood moyamoya disease [J]. *J Child Neurol*, 2017, 32: 1027-1034.
- [12] Roder C, Bürkle E, Ebner FH, Tatagiba M, Ernemann U, Buck A, Meyer PT, Khan N. Estimation of severity of Moyamoya disease with [150] water - positron emission tomography compared with magnetic resonance imaging and angiography [J]. *World Neurosurg*, 2018, 117:E75-81.
- [13] Ge P, Zhang Q, Ye X, Liu X, Deng X, Li H, Wang R, Zhang Y, Zhang D, Zhao J. Long - term outcome after conservative treatment and direct bypass surgery of moyamoya disease at late Suzuki stage[J]. *World Neurosurg*, 2017, 103:283-290.
- [14] Zhang J, Wang J, Geng D, Li Y, Song D, Gu Y. Whole-brain CT perfusion and CT angiography assessment of Moyamoya disease before and after surgical revascularization: preliminary study with 256-slice CT[J]. *PLoS One*, 2013, 8:E57595.
- [15] Furtado SV, Medress ZA, Teo M, Steinberg GK. Pathogenesis of aneurysms on major vessels in moyamoya disease and management outcome[J]. *J Clin Neurosci*, 2019, 61:219-224.
- [16] Jin Q, Noguchi T, Irie H, Kawashima M, Nishihara M, Takase Y, Gong H, Uchino A, Matsushima T, Kudo S. Assessment of Moyamoya disease with 3.0-T magnetic resonance angiography and magnetic resonance imaging versus conventional angiography[J]. *Neurolo Med Chir*, 2011, 51:195-200.
- [17] Funaki T, Fushimi Y, Takahashi JC, Takagi Y, Araki Y, Yoshida K, Kikuchi T, Miyamoto S. Visualization of periventricular collaterals in moyamoya disease with flow - sensitive black - blood magnetic resonance angiography: preliminary experience[J]. *Neurol Med Chir*, 2015, 55:204-209.
- [18] Tsuchiya K, Makita K, Furui S. Moyamoya disease: diagnosis with three - dimensional CT angiography [J]. *Neuroradiology*, 1994, 36:432-434.
- [19] Kawada T. Risk assessment for cerebral microbleeds and intraventricular hemorrhage in patients with moyamoya disease by multivariate analysis[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2013, 36:326.
- [20] Yu Z, Guo R, Zheng J, Li M, Wen D, Li H, You C, Ma L. Comparison of acute moyamoya disease-related and idiopathic primary intraventricular hemorrhage in adult patients[J]. *World Neurosurg*, 2019, 125:E313-318.

(收稿日期:2019-09-14)