

# 超急性期严重缺血性卒中患者大脑中动脉高密度征研究

宋红松<sup>1</sup>, 袁慧书<sup>2</sup>, 樊东升<sup>1</sup>

(北京大学第三医院 1. 神经内科, 2. 放射科, 北京 100191)

**[摘要]** **目的:** 了解超急性期(发病 3 h 内)大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)区严重缺血性卒中[基线美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分 $\geq 10$ ]患者大脑中动脉高密度影(hyperdense middle cerebral artery sign, HMCAS)发生率, 比较 HMCAS(+)组和 HMCAS(-)组患者临床情况和预后的异同。**方法:** 共 43 名患者纳入研究, 进行临床评价、实验室和影像学检查。随访 90 d 记录改良 Rankin 评分(modified Rankin scale, mRS)、Bathel 指数(Bathel index, BI)和死亡情况。**结果:** HMCAS(+)发生率为 23.3% (10/43)。HMCAS(+)组发病 24 h NIHSS 评分和大脑中动脉梗死比例明显高于 HMCAS(-)组( $20.2 \pm 5.4$  vs.  $14.8 \pm 7.2$ ,  $P = 0.037$ ;  $100\%$  vs.  $39.1\%$ ,  $P = 0.001$ ), 两组患者年龄、性别、卒中危险因素、就诊间隔、实验室检查和 90 d 结局比较差异均无统计学意义。**结论:** 超急性期 HMCAS(+)的严重缺血性卒中患者, 发病 24 h 病情恶化更为显著, 随后发生大面积梗死者比例更高; 临床表现为严重缺血性卒中的患者基线非增强 CT 出现 HMCAS 需要引起注意。

**[关键词]** 脑血管意外; 大脑中动脉; 体层摄影术, X 线计算机; 脑缺血

**[中图分类号]** R743.31 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1671-167X(2012)01-0142-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1671-167X.2012.01.029

## Hyperdense middle cerebral artery sign among patients with severe ischemic attack on ultra-early phase

SONG Hong-song<sup>1</sup>, YUAN Hui-shu<sup>2</sup>, FAN Dong-sheng<sup>1</sup>

(1. Department of Neurology, 2. Department of Radiology, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China)

**ABSTRACT Objective:** To detect the frequency of hyperdense middle cerebral artery sign (HMCAS) among patients with severe ischemic attack (baseline NIHSS score  $\geq 10$ ) in the middle cerebral artery (MCA) territory within 3 hours after onset and compare the baseline characteristics and 90-day outcomes between the HMCAS(+) and HMCAS(-) groups. **Methods:** A total of 43 patients were evaluated with baseline clinical characteristics, laboratory tests and brain CT/MRI. Follow-up evaluation at the end of 90 days included the modified Rankin Scale (mRS), the Bathel Index (BI) and death. **Results:** Ten out of forty-three (23.3%) patients were HMCAS(+). The 24-hour NIHSS of HMCAS(+) group was significantly higher than that of HMCAS(-) group ( $20.2 \pm 5.4$  vs.  $14.8 \pm 7.2$ ,  $P = 0.037$ ). The follow-up scanning confirmed that all HMCAS(+) patients had larger MCA territory infarction and the ratio of large MCA territory infarction was significantly higher than that of HMCAS(-) group ( $100\%$  vs.  $39.1\%$ ,  $P = 0.001$ ). There were no significant differences in age, gender, risk factors, time intervals, laboratory tests, 90-day functional outcomes between the two groups. **Conclusion:** The HMCAS(+) patients had notable deterioration 24 hours after onset and had more severe MCA infarction. HMCAS detected by non-enhanced CT at admission should be considered as an alarming sign among patients with severe neurological deficit of MCA territory infarction.

**KEY WORDS** Cerebrovascular accident; Middle cerebral artery; Tomography, X-ray computed; Brain ischemia

非增强 CT 目前是诊断急性卒中最常用的手段<sup>[1]</sup>, 作为 CT 早期脑缺血征象之一的大脑中动脉高密度征(hyperdense middle cerebral artery sign, HMCAS)最初在 1983 年被报道<sup>[2]</sup>, 它与大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)供血区严重卒中和不

良预后有关<sup>[3-4]</sup>, 且静脉溶栓治疗效果欠佳<sup>[3]</sup>, 因此发现急性缺血性卒中患者存在该征象非常重要。美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)可快速定量评价就诊时神经功能损伤程度, 基线较高的 NIHSS 评分(NIHSS

score,NIHSS)与不良预后相关<sup>[5]</sup>。Tomsick等<sup>[6]</sup>发现起病90 min内接受静脉溶栓者,较高的基线NIHSS( $\geq 10$ )比HMCAS(+ )更能预测不良结局。Ryoo等<sup>[7]</sup>报道起病6 h内,恶性MCA区脑梗死组(发病7 d内死亡且有严重的CT灌注结果异常)与非恶性组相比HMCAS发生率差异无统计学意义。虽然以上研究都纳入或分层分析了基线NIHSS $\geq 10$ 的患者,但未能明确提示HMCAS对严重缺血性卒中患者的影响。鉴于目前静脉溶栓治疗时间窗(time window)为3~4.5 h<sup>[8]</sup>,且有报道动脉溶栓对于HMCAS(+ )患者效果似乎更好<sup>[9]</sup>,因此本研究针对起病3 h内的严重缺血性卒中患者,回顾性分析HMCAS与临床和预后的关系,为指导治疗提供帮助。

## 1 资料与方法

### 1.1 数据收集

回顾性分析2009年3月1日至2009年8月30日在发病3 h内就诊于北京大学第三医院神经内科急诊的严重缺血性卒中患者(基线NIHSS $\geq 10$ ),共57名患者符合入组标准,除外后循环脑梗死7名和CT影像质量不佳(移动伪影严重)7名,最终纳入研究的急性MCA区脑梗死患者共43名,发病前改良Rankin量表评分(modified Rankin scale,mRS)均为0。根据HMCAS的有无分为HMCAS(+ )和HMCAS(- )两组,由同一名神经内科医师对基线和发病24 h NIHSS进行评估。其他记录指标包括:发病年龄、性别、卒中危险因素(高血压、糖尿病、心房纤颤、既往脑卒中或短暂性脑缺血发作(TIA)病史、冠心病、目前吸烟情况)、就诊间隔(发病至就诊时间和发病至首次CT检查时间)、基线收缩压水平、接受静脉溶栓治疗情况和实验室检查(基线血糖、纤维蛋白原、红细胞压积、血清总胆固醇、血甘油三酯、低密度脂蛋白、同型半胱氨酸和超敏C反应蛋白),比较两组患者的上述指标。

### 1.2 影像检查

急诊就诊时所有患者常规接受非增强CT(LIGHT-SPEED VCT,美国GE公司产品)检查,扫描层厚5 mm。根据Koo等<sup>[10]</sup>的定义,基线CT图像由同一名有经验的放射科医师在扫描24 h内判断HMCAS出现情况,所有复查CT和/或MRI在发病1个月内完成。大面积MCA区脑梗死定义基于Heinsius等<sup>[11]</sup>的报道,根据匹配层面进行判断,记录两组发生大面积MCA区脑梗死的情况,7名患者有条件完成基线非增强CT扫描、CT灌注(CTP)及CT血管造影(CTA)检查。

### 1.3 临床结局

由1名对影像结果不知晓的神经内科医师,随访记录发病90 d时患者mRS评分、BI数值和死亡情况,根据mRS评分(0~2为独立或预后较好,3~6为依赖或预后不佳)和BI数值( $\geq 85$ 为预后良好,<85为预后不良)对两组患者再行分类。

### 1.4 统计分析

采用SPSS 16.0进行统计分析。计量资料采用*t*检验,结果采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料采用Fisher精确检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般情况

入选患者男28名,女15名。平均年龄为67.6 $\pm$ 14.3岁(19~87岁)。

### 2.2 影像学检查

**2.2.1 HMCAS发生率** 基线HMCAS(+ )10例,发生率为23.3%。

**2.2.2 大面积脑梗死比较** 由于部分患者病情较重、死亡或其他原因,33名HMCAS(- )患者中23名有复查影像结果,其中9名(39.1%)发生大面积MCA区脑梗死。10名HMCAS(+ )组患者均发生大面积MCA区脑梗死,两组间差异有统计学意义(39.1% vs. 100%, $P = 0.001$ )。图1为一名HMCAS(+ )患者的基线和复查头CT及头MRA结果。

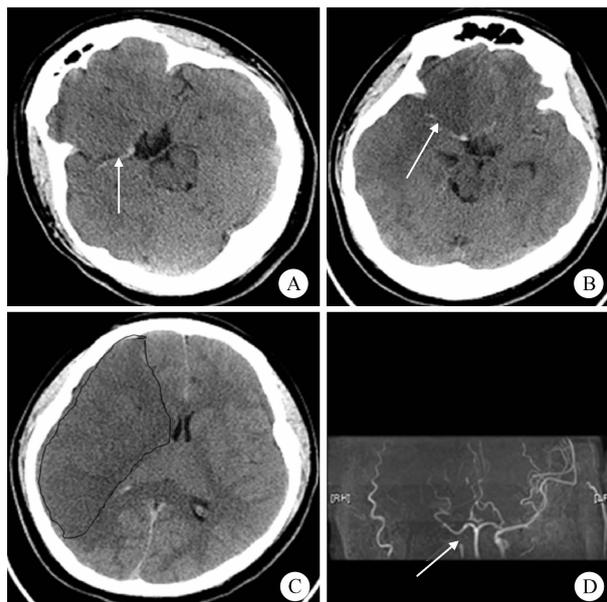
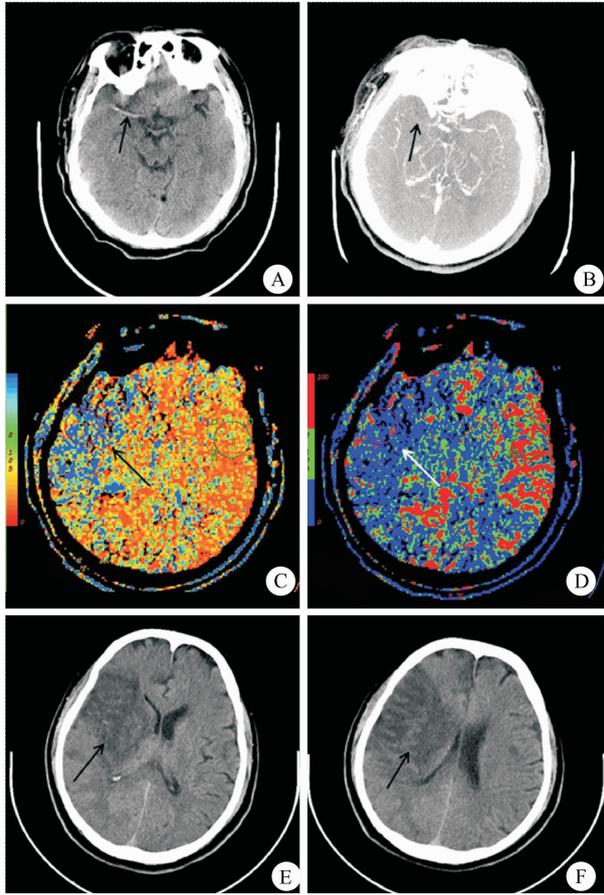


图1 19岁男性患者的非增强CT及头MRA影像  
A, baseline CT scan revealing HMCAS of the whole M1-segment on the right side (arrow); B, C, follow-up CT scan of 12 hours after onset showing a large infarct in the whole MCA territory (Line) and persistent HMCAS (arrow); D, cranial MRA illustrating occlusion of ICA siphon segment and MCA on the right side (arrow).

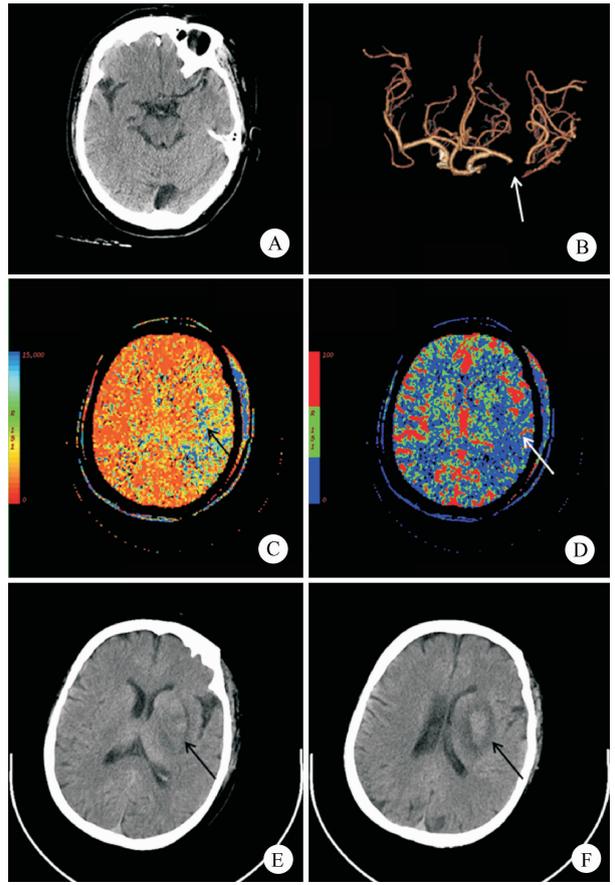
Figure 1 Images of non-enhanced CT and cranial MRA of a 19 years old male

**2.2.3 部分患者的 CTP/CTA 检查** 共 15 名 (34.9%) 患者在医院正常工作时间 (星期一至星期五 07:00 ~ 17:00) 到达急诊室, 其中 7 名患者接受 CTP/CAT 检查。2 名 HMCAS (+) 患者病灶侧 MCA 区明显灌注降低伴 CTA 上 MCA 全段显示不清, 复查均为大面积 MCA 区脑梗死。5 名 HMCAS (-) 患者中, 1 名 CTP/CTA 结果正常, 复查未见梗死病灶 (但症状体征持续存在); 2 名为 MCA 区灌注降低伴 M2 段狭窄, 其中 1 名复查 CT 为基底节区片状脑梗死合并出血 (患者接受静脉溶栓治疗); 2 名 CTA 正常但存在病灶侧轻度低灌注状态, 其中 1 名复查影像显示小片状脑梗死。图 2 和 3 分别为一名 HMCAS (+) 和一名 HMCAS (-) 患者基线头 CT、复查 CT 和 CTP/CTA 结果。



**图 2** HMCAS (+) 伴大面积脑梗死 (57 岁男性, 基线 NIHSS 19 分)

**Figure 2** A 57-year-old man with baseline NIHSS 19, HMCAS (+) and large MCA infarction



A, normal baseline non-enhanced CT; B, interruption of M2 segment on the left side (arrow); C, D, reduced mean transit time and cerebral flow of left MCA territory on CTP (arrow); E, F, infarction of basal ganglia with hemorrhage transformation on follow-up CT (arrow).

**图 3** HMCAS (-) 合并出血性转化 (静脉溶栓后, 58 岁女性, 基线 NIHSS 17 分)

**Figure 3** A 58-year-old woman with baseline NIHSS 17, HMCAS (-) and hemorrhagic transformation (after intravenous thrombolysis)

**2.3 临床特征**

两组患者以下平均数值差异无统计学意义: 年龄 ( $P = 0.122$ )、基线收缩压水平 ( $P = 0.974$ )、发病至就诊间隔 ( $P = 0.654$ )、发病至首次 CT 检查间隔 ( $P = 0.759$ )、基线血糖 ( $P = 0.551$ )、纤维蛋白原 ( $P = 0.147$ )、平均红细胞压积 ( $P = 0.302$ )、总胆固醇 ( $P = 0.405$ )、总甘油三酯 ( $P = 0.187$ )、低密度脂蛋白 ( $P = 0.800$ )、同型半胱氨酸 ( $P = 0.293$ ) 和超敏 C 反应蛋白 ( $P = 0.291$ )。基线平均 NIHSS 差异无统计学意义 ( $16.9 \pm 5.4$  vs.  $18.1 \pm 3.5$ ,  $P = 0.516$ )。发病 24 h HMCAS (+) 组平均 NIHSS 明显高于 HMCAS (-) 组 ( $20.2 \pm 5.4$  vs.  $14.8 \pm 7.2$ ,  $P = 0.037$ , 表 1)。

两组患者性别 ( $P = 0.127$ )、接受静脉阿替普酶溶栓治疗的比例 ( $P = 0.407$ ) 及各卒中危险因素差异无统计学意义 (表 2)。

表1 研究对象的临床情况

	HMCAS(-)	HMCAS(+)	P
Age (year)	69.4 ± 12.8	61.4 ± 17.8	0.122
Time-to-door (min)	89.0 ± 49.4	97.1 ± 51.0	0.654
Time-to-image (min)	131.1 ± 59.0	137.4 ± 46.6	0.759
Baseline SBP (mmHg)	149.0 ± 24.0	149.3 ± 19.6	0.974
Blood glucose (mmol/L)	7.6 ± 3.7	6.9 ± 0.9	0.551
Fibrinogen (g/L)	3.6 ± 0.9	3.1 ± 0.6	0.147
Hematocrit	0.40 ± 0.06	0.42 ± 0.02	0.302
us-CRP (mg/L)	12.9 ± 17.6	20.4 ± 14.6	0.291
TC (mmol/L)	4.8 ± 0.9	5.1 ± 0.7	0.405
TG (mmol/L)	1.7 ± 1.0	1.2 ± 0.3	0.187
LDL-C (mmol/L)	2.8 ± 0.8	2.9 ± 1.2	0.800
Homocysteine (μg/L)	27.0 ± 25.9	17.0 ± 6.5	0.293
Baseline NIHSS score	16.9 ± 5.4	18.1 ± 3.5	0.516
24 h NIHSS score	14.8 ± 7.2	20.2 ± 5.4	0.037

HMCAS, hyperdense middle cerebral artery sign; SBP, systolic blood pressure; TC, total cholesterol; TG, total triglycerides; us-CRP, ultra-sensitive C reactive protein. 1 mmHg = 0.133 kPa.

## 2.4 临床结局

发病 90 d 时 27 名 HMCAS(-) 和 9 名 HMCAS(+) 患者存活, 两组平均 mRS 评分差异无统计学意义 ( $3.22 \pm 1.72$  vs.  $2.54 \pm 1.68$ ,  $P = 0.303$ )。根据 mRS 评分判断独立或依赖、根据 BI 数值判断预后良好与不好、死亡比例均差异无统计学意义 (表 3)。

对 7 名死亡患者进行分析发现, 1 名 HMCAS(+) 患者为大面积 MCA 区脑梗死, 在发病 1 d 后死亡; 6 名 HMCAS(-) 患者中, 2 名病情较重, 在发病后 1~5 d 内死亡 (其中 1 名合并 MCA 区大面积脑梗死), 2 名死于严重合并症 (如肺炎或心衰) 但无大面积 MCA 区脑梗死 (发病后 23 d 和 47 d 死亡), 2 名脑梗死复发 (均在首次发病后 21 d 死亡), 但不伴大面积脑梗死。

## 3 讨论

根据公认的方法<sup>[6]</sup>, 本研究 HMCAS 在超急性期严重缺血性卒中患者基线非增强 CT 的发生率为 23.3%, 与既往文献中 MCA 区脑梗死患者 HMCAS 发生率 (21%~50%) 一致, 所有入组患者均具有相应临床表现, 并且糖尿病、红细胞压积等导致 HMCAS 假阳性的因素在两组之间差异无统计学意

义, HMCAS(+) 患者的影像学结果进一步证实其与大面积脑梗死相关, 与文献相符<sup>[3-4,6]</sup>, 因此推断本研究采用的方法学是可靠的。HMCAS 检出与患者年龄、扫描层厚、时间、扫描与血管走行角度、动脉粥样硬化程度及方法等有关<sup>[12]</sup>, 须结合相应临床症状和体征判断早期脑梗死的发生。最近研究提示薄层扫描 CT 的特异性可达 80%~100%<sup>[13]</sup>, 并且血管高密度与 CT 血管成像 (CTA) 之间有很好的相关性<sup>[14]</sup>, 因此薄层扫描可改善部分容积效应带来的低敏感性 (30% 左右)<sup>[15]</sup>。部分患者因不能很好配合、影像质量较差而被剔除, 故难以判断这部分严重患者 HMCAS 的情况。白血栓不引起 X 信号衰减<sup>[16]</sup>, 因此将扫描厚度减少、识别出白血栓、尽可能提高影像质量及扩大研究对象, 可有助于更灵敏判断 HMCAS。

表2 HMCAS(+) 和 HMCAS(-) 组分类变量比较

	HMCAS(-)	HMCAS(+)	P
Gender			0.127
Male	19 (57.6%)	9 (90%)	
Female	14 (42.4%)	1 (10%)	
Hypertension			0.458
Yes	24 (72.7%)	6 (60%)	
No	9 (27.3%)	4 (40%)	
Diabetes mellitus			0.409
Yes	10 (30.3%)	1 (10%)	
No	23 (69.7%)	9 (90%)	
Atrial fibrillation			0.252
Yes	9 (27.3%)	5 (50%)	
No	24 (72.7%)	5 (50%)	
Previous TIA /stroke			0.451
Yes	13 (39.4%)	2 (20%)	
No	20 (60.6%)	8 (80%)	
Coronary heart disease			0.674
Yes	7 (21.2%)	3 (30%)	
No	26 (78.8%)	7 (70%)	
Currently smoking			0.488
Yes	15 (45.5%)	4 (40%)	
No	18 (54.5%)	6 (60%)	
Receiving IV thrombolysis			0.407
Yes	9 (27.3%)	1 (10%)	
No	24 (72.7%)	9 (90%)	
Large MCA territory infarction			0.001
Yes	9 (39.1%)	10 (100%)	
No	14 (60.9%)	0	

HMCAS, hyperdense middle cerebral artery sign; TIA, transient ischemic attack; MCA, middle cerebral artery.

表 3 HMCAS(+)与HMCAS(-)组发病90d结局比较

Table 3 Comparison of outcome on day 90 between HMCAS(+) and HMCAS(-) group

	HMCAS(-)	HMCAS(+)	P
Mean mRS score	2.5 ± 1.7	3.2 ± 1.7	0.303
BI			0.451
Favorable (≥85)	13(38.4%)	2(20%)	
Unfavorable (<85)	19(57.6%)	8(80%)	
mRS			0.276
Independence (0-2)	14(42.4%)	2(20%)	
dependence or death (3-6)	19(57.6%)	8(80%)	
Death			1.000
Yes	6(18.2%)	1(10%)	
No	27(81.8%)	9(90%)	

BI, barthel index; HMCAS, hyperdense middle cerebral artery sign; mRS, modified rankin scale.

对 7 名患者进行的 CTA/CTP 检查结果支持本研究的客观性,2 名 HMCAS(+)患者病灶侧 MCA 区明显灌注降低伴 MCA 全段显示不清,复查均为大面积 MCA 区脑梗死;5 名 HMCAS(-)患者中,2 名为 MCA 区灌注降低伴 M2 段狭窄,1 名有持续症状但 CTP/CTA 结果正常,2 名 CTA 正常但存在病灶侧轻度低灌注状态伴小片状脑梗死。因此,与 HMCAS(-)相比,HMCAS(+)患者有明确 CTP/CTA 异常。但本研究没有发现发病 90 d 时两组间预后存在明显差异,可能与入组例数较少有关,也可能与某些因素如 HMCAS(-)发生合并症或康复不佳导致评分偏低有关,今后研究将进一步观察及限定其他因素对卒中恢复的影响。由于工作时间内到达的患者比例偏少(34.9%),CTA 和 CTP 检查比例较低,但仍可以看出 HMCAS(+)对于反映急性期治疗前疾病严重程度的意义。尽管多模式 CT 指导下静脉溶栓是一种可选择的方法但仍需大样本研究<sup>[17]</sup>,且目前我国各级医院尚未普及急诊多模式影像检查,因此结合临床症状,以及基线非增强 CT 上 HMCAS 的出现,有助于及时筛选出病情更为严重的患者,为神经内科、介入科急诊治疗选择提供帮助。HMCAS(+)患者接受静脉溶栓效果不佳,动脉溶栓治疗可能是选择之一<sup>[3]</sup>,但尚需进一步随机对照试验的研究来证实。

综上所述,超急性期 HMCAS(+)的严重缺血性卒中患者,发病 24 h 病情恶化更为显著,随后发生大面积梗死者比例更高。临床表现为严重缺血性卒中的患者基线非增强 CT 出现 HMCAS 需要引起

注意。

(致谢:感谢北京大学第三医院放射科邬海博副主任医师和郭福新医师对本研究影像学检查的帮助;感谢公共卫生学院流行病学和卫生统计学系高向阳博士对统计分析和指导;感谢北京大学第三医院神经内科廖琴和杨琼等医师在急诊工作中的帮助。)

参考文献

[ 1 ] Kane I, Whiteley WN, Sandercock PA, et al. Availability of CT and MR for assessing patients with acute stroke[J]. Cerebrovasc Dis, 2008, 25(4): 375-377.

[ 2 ] Gacs G, Fox AJ, Barnett HJ, et al. CT visualization of intracranial arterial thromboembolism[J]. Stroke, 1983, 14(5): 756-762.

[ 3 ] Aries MJ, Uyttenboogaart M, Koopman K, et al. Hyperdense middle cerebral artery sign and outcome after intravenous thrombolysis for acute ischemic stroke [J]. J Neurol Sci, 2009, 285(1-2): 114-117.

[ 4 ] Kharitonova T, Ahmed N, Thoren M, et al. Hyperdense middle cerebral artery sign on admission CT scan: prognostic significance for ischaemic stroke patients treated with intravenous thrombolysis in the safe implementation of thrombolysis in stroke international stroke thrombolysis register[J]. Cerebrovasc Dis, 2009, 27(1): 51-59.

[ 5 ] Hoffman JR, Schriger DL. A graphic reanalysis of the NINDS trial [J]. Emerg Med, 2009, 54(3): 329-336.

[ 6 ] Tomsick T, Brott T, Barsan W, et al. Prognostic value of the hyperdense middle cerebral artery sign and stroke scale score before ultraearly thrombolytic therapy[J]. Am J Neuroradiol, 1996, 17(1): 79-85.

[ 7 ] Ryoo JW, Na DG, Kim SS, et al. Malignant middle cerebral artery infarction in hyperacute ischemic stroke: evaluation with multiphase perfusion computed tomography maps[J]. J Comput Assist Tomogr, 2004, 28(1): 55-62.

[ 8 ] Hacke W, Kaste M, Bluhmki E, et al. for the ECASS investigators. Thrombolysis with Alteplase 3 to 4. 5 hours after acute ischemic stroke [J]. N Engl J Med, 2008, 359(13): 1317-1329.

[ 9 ] Mattle HP, Arnold M, Georgiadis D, et al. Comparison of intraarterial and intravenous thrombolysis for ischemic stroke with hyperdense middle cerebral artery sign [J]. Stroke, 2008, 39(2): 379-383.

[ 10 ] Koo CK, Teasdale E, Muir KW, et al. What constitutes a true hyperdense middle cerebral artery sign [J]. Cerebrovasc Dis, 2000, 10(6): 419-423.

[ 11 ] Heinsius T, Bogousslavsky J, Van Melle G. Large infarcts in the middle cerebral artery territory. Etiology and outcome patterns [J]. Neurology, 1998, 50(2): 341-350.

[ 12 ] Wardlaw JM, Farrall AJ, Perry D, et al. Factors influencing the detection of early computed tomography signs of cerebral ischemia. An internet-based, international multiobserver study[J]. Stroke, 2007, 38(4): 1250-1256.

[ 13 ] Kim EY, Lee SK, Kim DJ, et al. Detection of thrombus in acute ischemic stroke: value of thin-section noncontrast-computed tomography[J]. Stroke, 2005, 36(12): 2745-2747.

[ 14 ] Riedel CH, Jensen U, Rohr A, et al. Assessment of thrombus in acute middle cerebral artery occlusion using thin-slice nonenhanced computed tomography reconstructions[J]. Stroke, 2010, 41(8): 1659-1664.

[ 15 ] Leys D, Pruvo JP, Godefroy O, et al. Prevalence and significance of hyperdense middle cerebral artery in acute stroke[J]. Stroke, 1992, 23(3): 317-324.

[ 16 ] Kirchhoff K, Welzel T, Mecke C, et al. Differentiation of white, mixed, and red thrombi: value of CT in estimation of the prognosis of thrombolysis phantom study[J]. Radiology, 2003, 228(1): 126-130.

[ 17 ] 孙 威, 丁则昱, 张静波, 等. 急性脑梗死患者多模式 CT 指导下的静脉溶栓治疗[J]. 中华神经科杂志, 2010, 43(4): 256-260.

(2011-11-02 收稿)  
(本文编辑:王 蕾)