

DOI:10.16781/j.0258-879x.2018.09.1047

• 专题报道 •

大动脉粥样硬化与心源性栓塞急性缺血性脑卒中特征差异对比研究

田冰^{1△}, 王铁功^{1△}, 杨鹏飞², 尹伟¹, 许兵¹, 陈录广¹, 刘崎¹, 刘建民², 陆建平^{1*}

1. 海军军医大学(第二军医大学)长海医院影像医学科, 上海 200433

2. 海军军医大学(第二军医大学)长海医院脑血管病中心, 上海 200433

[摘要] **目的** 探究大动脉粥样硬化与心源性栓塞急性缺血性脑卒中(AIS)梗死特征差异。**方法** 回顾性纳入2016年10月至2018年6月于我院急诊入院治疗,且入院后、治疗前均行多模态计算机断层扫描(CT)检查的AIS患者99例,其中大动脉粥样硬化46例,心源性栓塞53例。比较两组患者的入院时美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分和格拉斯哥昏迷量表(GCS)评分、梗死核心区和缺血半暗带体积及二者差值以及后循环血管闭塞率、颅内大动脉闭塞率。**结果** 大动脉粥样硬化组AIS患者入院时NIHSS评分低于心源性栓塞组[9.5(2.0, 16.0)分 vs 15.0(6.0, 24.0)分, $Z=2.31, P<0.001$], GCS评分高于心源性栓塞组[(13.52 ± 2.69) 分 vs (11.60 ± 3.31) 分, $t=1.04, P=0.002$]。心源性栓塞组梗死核心区和缺血半暗带体积分别为1(0, 22)mL和64(30, 126)mL,均大于大动脉粥样硬化组[分别为0(0, 1)mL和10(0, 70)mL; $Z=3.85, 3.43, P$ 均 <0.001];但心源性栓塞组和大动脉粥样硬化组缺血半暗带与梗死核心区体积的差值差异无统计学意义[46(4, 103)mL vs 10(0, 64)mL, $Z=1.92, P>0.05$]。大动脉粥样硬化组颅内大动脉闭塞率和后循环血管闭塞率分别为30.43%(14/46)和36.96%(17/46),与心源性栓塞组[分别为50.94%(27/53)和9.43%(5/53)]相比差异均有统计学意义($\chi^2=11.82, 6.77, P$ 均 <0.001)。**结论** 大动脉粥样硬化与心源性栓塞AIS患者的临床症状、脑组织改变及颅内大动脉改变不同,基于临床及多模态CT检查的病因学评估有助于精确评估AIS患者缺血状态。

[关键词] 急性缺血性脑卒中;大动脉粥样硬化;心源性栓塞;缺血半暗带;梗死核心

[中图分类号] R 743.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2018)09-1047-05

Characteristics of large artery atherosclerosis and cardioembolism acute ischemic stroke: a comparative study

TIAN Bing^{1△}, WANG Tie-gong^{1△}, YANG Peng-fei², YIN Wei¹, XU Bing¹, CHEN Lu-guang¹, LIU Qi¹, LIU Jian-min², LU Jian-ping^{1*}

1. Department of Medical Imaging, Changhai Hospital, Navy Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

2. Stroke Center, Changhai Hospital, Navy Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective** To investigate the difference in infarction characteristics between large artery atherosclerosis and cardioembolism acute ischemic stroke (AIS). **Methods** A retrospective study was done on 99 AIS patients, who were admitted to Emergency Room of our hospital and underwent multi-modal computed tomography (CT) after admission and before treatment. Forty-six of 99 AIS patients had large artery atherosclerosis and 53 had cardioembolism. The NIHSS score and GCS score on admission, infarction core and ischemic penumbra volumes and the volume difference, and vascular occlusion rates of posterior circulation and large artery were compared between the two groups. **Results** Compared with the cardioembolism group, the NIHSS score was significantly lower and the GCS score was significantly higher in the large artery atherosclerosis group (9.5 [2.0, 16.0] vs 15.0 [6.0, 24.0], $Z=2.31, P<0.001$; 13.52 ± 2.69 vs $11.60\pm 3.31, t=1.04, P=0.002$). The volumes of infarction core and ischemic penumbra in the cardioembolism group were 1 (0, 22) mL and 64 (30, 126) mL, respectively, and were both significantly larger than those in the large artery atherosclerosis group (0 [0, 1] mL and 10 [0, 70] mL; $Z=3.85$ and $3.43, P$ both <0.01). However, the volume difference of ischemic penumbra and infarction core was not significantly different between the cardioembolism and large artery atherosclerosis groups (46 [4, 103] mL vs 10 [0, 64] mL,

[收稿日期] 2018-08-09 **[接受日期]** 2018-08-30

[基金项目] 上海市市级医院新兴前沿技术联合公关项目(SHDC12013110). Supported by the Municipal Hospital's Project for Emerging and Frontier Technology of Shanghai (SHDC12013110).

[作者简介] 田冰, 博士, 主治医师. E-mail: tianbing2003@163.com; 王铁功, 硕士, 主治医师. E-mail: wangtiegongcock@163.com

[△]共同第一作者(Co-first authors).

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31162154, E-mail: cjr.lujianping@vip.163.com

$Z=1.92, P>0.05$). The large artery occlusion rate and posterior circulation occlusion rate were both significantly different between the large artery atherosclerosis and cardioembolism groups (30.43% [14/46] vs 50.94% [27/53] and 36.96% [17/46] vs 9.43% [5/53]; $\chi^2=11.82$ and 6.77, both $P<0.001$). **Conclusion** The clinical symptoms, cerebral changes and intracranial large artery changes are different in AIS patients with large artery atherosclerosis and cardioembolism. Etiology evaluation based on clinical features and multi-modal CT examination can help to accurately assess the ischemic state of AIS patients.

[Key words] acute ischemic stroke; large artery atherosclerosis; cardioembolism; ischemic penumbra; infarction core

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(9): 1047-1051]

目前,脑卒中已经成为我国国民死亡的首位原因,其发病率以每年 8.7% 的速度增长^[1-2]。急性缺血性脑卒中 (acute ischemic stroke, AIS) 约占所有脑卒中的 70%,我国每年新发 AIS 患者超过 200 万^[2-3]。尽管不同病因 AIS 的血管狭窄程度可能相似,但因病理生理变化不同其治疗 (机械取栓及静脉溶栓等) 的反应可能不同^[4]。因此,准确、及时的病因判断是制定个体化血流重建策略的前提条件。

传统的 AIS 病因判断主要基于急性脑卒中 Org 10172 治疗试验 (Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment, TOAST) 分型,对急诊 AIS 患者并不适用^[5]。大动脉粥样硬化和心源性栓塞是 AIS 最常见的两大病因,探究 AIS 特征差异对 AIS 病因的判断具有指导意义。在众多影像学检查设备及技术中,多模态计算机断层扫描 (computed tomography, CT) 目前已被国内外多家卒中中心用于 AIS 患者的术前筛查及评估。一站式多模态 CT 检查结合第三方软件的定量分析,能够快速、准确地评估 AIS 患者的脑组织及脑血管改变^[6]。本研究基于多模态 CT 检查对 AIS 患者脑组织改变进行量化分析,评估大动脉粥样硬化与心源性栓塞 AIS 患者的特征差异,以指导临床并制定精准治疗方案。

1 资料和方法

1.1 一般资料 回顾性纳入 2016 年 10 月至 2018 年 6 月于我院急诊入院治疗,入院后、治疗前均行多模态 CT 检查且 CT 图像质量可用于诊断的 AIS 患者 99 例,包括大动脉粥样硬化 AIS 患者 46 例,心源性栓塞 AIS 患者 53 例。所有患者入院时均行美国国立卫生研究院卒中量表 (National Institutes of Health stroke scale, NIHSS) 评分及格拉斯哥昏迷量表 (Glasgow coma scale, GCS) 评分。本研究通过我院医学伦理委员会审批。

1.2 影像学检查 多模态 CT 检查,包括 CT 平扫、计算机断层扫描血管成像 (computed tomography angiography, CTA)、计算机断层扫描灌注成像 (computed tomography perfusion, CTP) 检查,均采用 256 层 CT 仪 (Brilliance iCT Elite FHD; Philips Healthcare)。CT 平扫:管电压为 120 kV,管电流为 350 mAs,层厚为 5 mm。CTP 检查:采用 JOG 模式,管电压为 80 kV,管电流为 180 mAs,共 15 个循环,每个循环扫描时间为 0.33 s,间隔时间为 4 s,层厚为 5 mm,扫描范围为 128 mm,视野 (field of view, FOV) 为 220 mm×220 mm;经肘静脉置入留置针 (20 G),使用双筒高压注射器推注非离子型造影剂碘必乐 (370 mg I/mL) 50 mL,注射速率为 5 mL/s,随后以相同速率推注 20 mL 0.5% 氯化钠注射液冲管。CTA 检查:CTP 扫描结束后立即再推注非离子型造影剂碘必乐 (370 mg I/mL) 45 mL,注射速率为 5 mL/s,随后以相同速率推注 20 mL 0.5% 氯化钠注射液冲管,使用自动触发技术扫描,管电压为 120 kV,管电流为 300 mAs,层厚为 1 mm。

1.3 图像后处理 CT 平扫图像经设备后台自动重建获得,层厚为 5 mm、层间距为 5 mm,用于排除脑出血及初步评估后循环血管闭塞率 (后循环血管闭塞 AIS 患者例数/AIS 患者总例数)。CTP 原始数据经重建后自动传输至 RAPID 软件 (iSchemaView, Menlo Park, CA) 进行量化分析,得出脑血流量 (cerebral blood flow, CBF) <30% 及达峰时间 (time to maximum, T_{max}) >6 s 的脑组织体积 (mL);其中 CBF<30% 的脑组织区域判定为梗死核心区, $T_{max}>6$ s 为缺血低灌注区,而 CBF<30% 与 $T_{max}>6$ s 之间不匹配的区域 (mismatch volume) 为缺血半暗带。CTA 图像后处理采用 256 层 CT 仪配套的 Philips 软件进行重建,层厚为 1 mm、层间距为 1 mm;重建图像传输到 Philips 工作站进行后处理,得到容

积再现 (volume render, VR) 及最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP) 图像, 用于分析颅内大动脉包括颈内动脉颅外段和颅内段、椎动脉 V1~V4 段、基底动脉、大脑后动脉 P1 段、大脑前动脉 A1 段及大脑中动脉 M1 和 M2 段的狭窄或闭塞情况, 计算患者颅内大动脉闭塞率 (颅内大血管闭塞 AIS 患者例数/AIS 患者总例数)。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 19.0 软件进行数据分析。呈正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用 t 检验; 呈偏态分布的计量资料以中位数 (下四分位数, 上四分位数) 表示, 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验; 计数资料以例数和百分数表示, 组间比较采用 χ^2 检验。检验水准 (α) 为 0.05。

2 结果

2.1 一般资料 共纳入 AIS 患者 99 例, 男 57 例, 女 42 例; 年龄为 42~83 岁, 平均为 (66.6±10.8) 岁; 所有患者均有肢体活动障碍和 (或) 语言功能障碍。大动脉粥样硬化组 46 例, 其中男 32 例、女 14 例, 平均年龄为 (65.6±8.6) 岁; 心源性栓塞组 53 例, 其中男 25 例、女 28 例, 平均年龄为 (67.4±12.4) 岁; 两组患者的性别、年龄差异均无统计学意义 ($\chi^2=0.071$, $P=0.789$; $t=-0.84$, $P=0.404$)。

2.2 临床评分 大动脉粥样硬化组和心源性栓塞组 AIS 患者入院时 NIHSS 评分分别为 9.5 (2.0,

16.0) 分和 15.0 (6.0, 24.0) 分, 入院时 GCS 评分分别为 (13.52±2.69) 分和 (11.60±3.31) 分, 两组差异均有统计学意义 ($Z=2.31$, $P<0.001$; $t=1.04$, $P=0.002$)。

2.3 多模态 CT 检查结果 CT 平扫检查显示, 前循环大血管闭塞 AIS 患者 77 例 (大动脉粥样硬化 29 例, 心源性栓塞 48 例), 后循环血管闭塞 AIS 患者 22 例 (大动脉粥样硬化 17 例, 心源性栓塞 5 例); 大动脉粥样硬化组后循环血管闭塞率为 36.96% (17/46), 心源性栓塞组后循环血管闭塞率为 9.43% (5/53), 两组差异有统计学意义 ($\chi^2=6.77$, $P<0.001$)。

与大动脉粥样硬化组比较, 心源性栓塞组 AIS 患者的梗死核心区和缺血半暗带体积均较大 [1 (0, 22) mL vs 0 (0, 1) mL, $Z=3.85$, $P<0.001$; 64 (30, 126) mL vs 10 (0, 70) mL, $Z=3.43$, $P<0.001$]。但大动脉粥样硬化组和心源性栓塞组 AIS 患者缺血半暗带与梗死核心区体积的差值分别为 10 (0, 64) 和 46 (4, 103) mL, 两组差异无统计学意义 ($Z=1.92$, $P>0.05$)。

CTA 检查结果显示, 大动脉粥样硬化组和心源性栓塞组 AIS 患者颅内大动脉闭塞率分别为 30.43% (14/46) 和 50.94% (27/53), 两组差异有统计学意义 ($\chi^2=11.82$, $P<0.001$)。大动脉粥样硬化 AIS 典型病例影像学特征见图 1, 心源性栓塞 AIS 典型病例影像学特征见图 2。

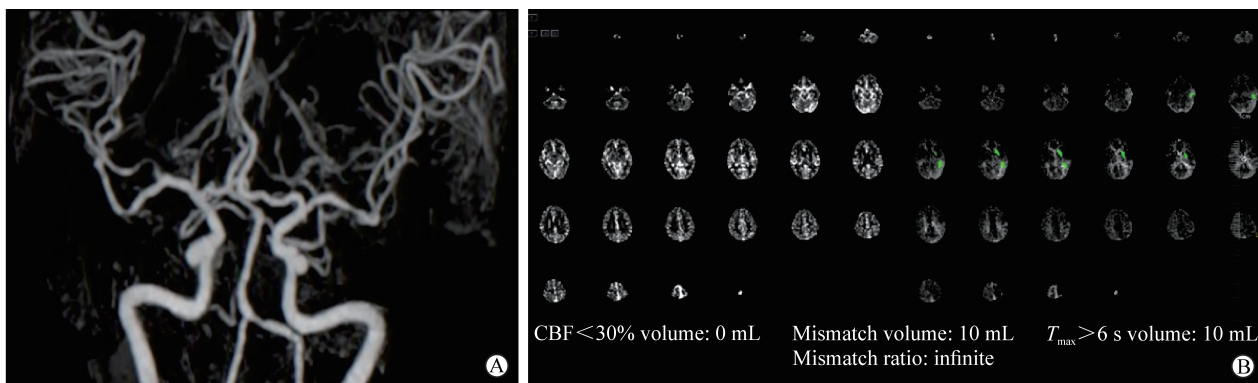


图 1 大动脉粥样硬化 AIS 患者的 CTA 及 CTP 图像

Fig 1 CTA and CTP images of AIS patient with large artery atherosclerosis

Male, 68 years, paroxysmal right limb weakness for 1 d. The NIHSS score was 22 and GCS score was 7 on admission. A: CTA examination showed that M1 segments of bilateral middle cerebral artery had stenosis; B: CTP examination showed that the volumes of infraction core (CBF<30% volume) and ischemic penumbra were 0 mL and 10 mL, respectively. AIS: Acute ischemic stroke; CTA: Computed tomography angiography; CTP: Computed tomography perfusion; NIHSS: National Institutes of Health stroke scale; GCS: Glasgow coma scale; CBF: Cerebral blood flow; T_{max} : Time to maximum

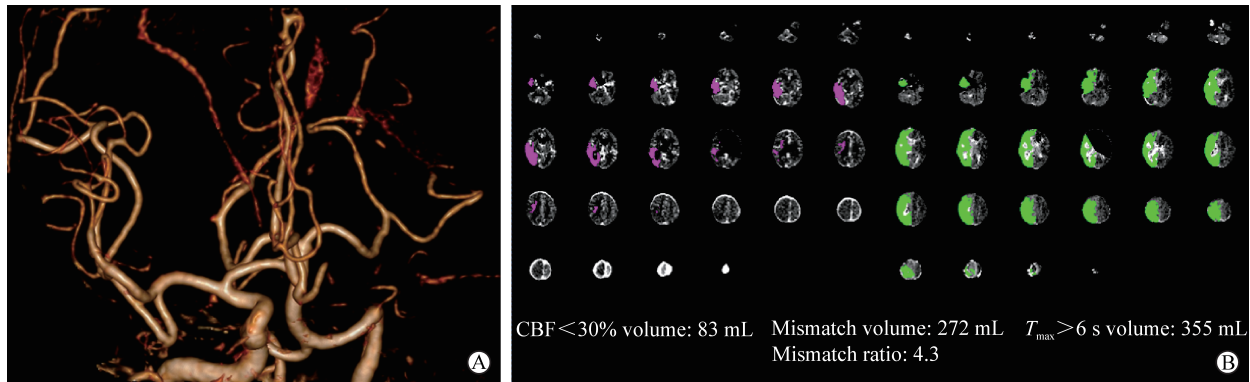


图2 心源性栓塞 AIS 患者的 CTA 及 CTP 图像

Fig 2 CTA and CTP images of AIS patient with cardioembolism

Male, 75 years, sudden right limb weakness. The NIHSS score was 11 and GCS score was 13 on admission. A: CTA examination showed that left internal carotid artery and middle cerebral artery were occluded; B: CTP examination showed that the volumes of infarction core (CBF<30% volume) and ischemic penumbra were 83 mL and 272 mL, respectively. AIS: Acute ischemic stroke; CTA: Computed tomography angiography; CTP: Computed tomography perfusion; NIHSS: National Institutes of Health stroke scale; GCS: Glasgow coma scale; CBF: Cerebral blood flow; T_{\max} : Time to maximum

3 讨论

大动脉粥样硬化和心源性栓塞是 AIS 的常见病因, 约占所有 AIS 患者的 50%^[7]。AIS 病因学分析不仅可以影响血管狭窄或闭塞后侧支循环形成及治疗效果, 还对临床治疗方案的选择如再通后是否行抗血小板治疗等至关重要^[4]。本研究通过分析大动脉粥样硬化与心源性栓塞 AIS 患者的临床与影像学数据, 评估两种常见病因 AIS 患者的临床特征、脑组织缺血状态及颅内大血管闭塞情况, 并探讨其差异, 从而快速指导临床判别 AIS 患者病因和制定精准治疗方案。

NIHSS 评分和 GCS 评分是临床评估 AIS 患者神经功能损伤程度的常用的有效工具。Fischer 等^[8]通过对超早期缺血性脑卒中患者行数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 检查以及 NIHSS 评分, 发现 NIHSS 评分与颅内动脉狭窄有关。本研究结果显示, 与大动脉粥样硬化 AIS 比较, 心源性栓塞 AIS 患者入院时 NIHSS 评分更高, GCS 评分更低, 提示心源性栓塞 AIS 患者的神经功能受损程度更严重。研究表明大动脉粥样硬化 AIS 侧支循环较丰富, 原因可能是大动脉粥样硬化 AIS 血管狭窄、闭塞的速度相对缓慢, 因此具有足够的时间开放及形成侧支循环^[9]。本研究发现心源性栓塞 AIS 患者颅内大动脉闭塞率更高, 原因同样可能与血管狭窄、闭塞的速度有关, 心源性栓塞 AIS 血管狭窄、闭塞的速度较快, 导致其大动脉闭塞率更高。另外, 本研究结果显示与大动脉粥样硬化 AIS 比较, 心源性栓塞 AIS 不易累及后循环, 其原因可

能是前循环血流量更大, 心源性栓子更易进入。

缺血半暗带和梗死核心区是评价 AIS 患者脑组织缺血的重要指标。Kim 等^[9]采用磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 分析大动脉粥样硬化与心源性栓塞 AIS 患者灌注模式的差异, 结果发现与心源性栓塞 AIS 比较, 尽管大动脉粥样硬化 AIS 缺血半暗带的绝对脑组织体积差异并无统计学意义, 但灌注加权成像与弥散加权成像不匹配区体积的比值 (灌注加权成像 $T_{\max} \geq 2$ s 的脑组织体积/弥散加权成像异常的脑组织体积) 较高。本研究发现, 心源性栓塞 AIS 患者的缺血半暗带和梗死核心区体积均大于大动脉粥样硬化 AIS, 但二者差值的差异并无统计学意义, 与 Kim 等^[9]的研究结果不一致, 原因可能是由纳入病例偏倚等原因所致。尽管各研究结果不一致, 但均表明大动脉粥样硬化与心源性栓塞 AIS 的梗死特征存在差异, 基于多中心随机对照数据的不同病因 AIS 梗死特征差异有待进一步研究。

AIS 梗死核心区的范围可用于评估血管内治疗的风险, 缺血半暗带的范围可以预测患者预后, 临床上通常将最小绝对错配比作为血管内治疗的纳入标准, 以帮助临床决策是否进行血管内治疗^[10]。本研究中缺血半暗带和梗死核心区体积的差值差异无统计学意义, 提示 AIS 病因学的区分对于血管内治疗可能并无指导意义。然而研究表明, 静脉溶栓和机械取栓治疗大动脉粥样硬化 AIS 的疗效均较心源性栓塞 AIS 差, 原因可能是大动脉粥样硬化 AIS 出现临床症状主要是因为斑块表面原位血栓形成阻塞血管, 尽管临床治疗可以改善血栓局部狭窄使其

再通, 但慢性斑块存在导致其残余狭窄及再闭塞率增加, 从而影响疗效^[11-12]。

目前多数医院采用 CT 检查对 AIS 患者进行评估, 主要是由于 MRI 扫描时间长, 对于 AIS 患者并不适用。即使能够急诊开展 MRI 检查且采用快速扫描序列 (6 min 内完成扫描), 仍有 14%~30% 的患者因金属植入物等原因无法行 MRI 检查; 并且文献报道采用 MRI 检查 AIS 患者的中位入院至静脉溶栓时间难以缩短到 60 min 内^[13]。除时间因素外, 对于 AIS 尤其是大血管闭塞 AIS 患者, 术前影像学评估的目的除了排除出血性病变外, 还需要识别闭塞血管部位以及通过直接或间接征象评估梗死核心区、缺血半暗带和侧支循环, 从而选择通过机械取栓可能获得良好预后的患者^[14]。

多模态 CT 检查结合快速图像重建及自动化的图像分析软件能够快速得出 CT 平扫、CTA 及 CTP 数据^[15]。CT 平扫可以排除脑出血, 并发现脑组织缺血及大血管闭塞的早期征象, 例如灰白质分界消失、大脑动脉高密度征等。CTA 有助于明确 AIS 的责任血管, 显示大血管闭塞, 评估侧支循环, 并且能够为血管内治疗提供路径信息等。CTP 能评估脑血流储备、梗死核心区、缺血半暗带 (可挽救的脑组织)、侧支循环等, 为静脉溶栓、桥接或动脉内机械取栓、辅助支架治疗等手段提供循证依据。本研究采用的 RAPID 软件目前已被应用于多家国际卒中中心, RAPID 软件分析可以得到不同阈值脑血容量、CBF 及 T_{\max} 对应的脑组织体积 (mL), 使脑组织血流灌注结果得以量化, 从而更加精准地评估脑组织缺血状态^[16]。

本研究仍存在不足。首先, 本研究为单中心研究, 且样本量有限。其次, 尽管大动脉粥样硬化及心源性栓塞是 AIS 的主要病因, 但根据 TOAST 分型, 还有小动脉闭塞、其他原因及不明原因的 AIS, 纳入各种病因 AIS 患者的临床和影像学特征差异分析有待进一步研究, 从而更全面评估 AIS 缺血状态, 以指导临床治疗方案的选择。

[参 考 文 献]

- [1] ZHOU M, WANG H, ZHU J, CHEN W, WANG L, LIU S, et al. Cause-specific mortality for 240 causes in China during 1990–2013: a systematic subnational analysis for the Global Burden of Disease Study 2013[J]. *Lancet*, 2016, 387: 251-272.
- [2] WANG W, JIANG B, SUN H, RU X, SUN D, WANG L, et al; NESS-China Investigators. Prevalence, incidence, and mortality of stroke in China: results from a nationwide population-based survey of 480687 adults[J]. *Circulation*, 2017, 135: 759-771.
- [3] 高峰,徐安定. 急性缺血性卒中血管内治疗中国指南 2015[J]. *中国卒中杂志*,2015,10:590-606.
- [4] TIAN C, CAO X, WANG J. Recanalisation therapy in patients with acute ischaemic stroke caused by large artery occlusion: choice of therapeutic strategy according to underlying aetiological mechanism?[J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2017, 2: 244-250.
- [5] SPOSATO L A, CIPRIANO L E, SAPOSNIK G, RUÍZ VARGAS E, RICCIO P M, HACHINSKI V. Diagnosis of atrial fibrillation after stroke and transient ischaemic attack: a systematic review and meta-analysis[J]. *Lancet Neurol*, 2015, 14: 377-387.
- [6] NAEL K, KHAN R, CHOUDHARY G, MESHKSAR A, VILLABLANCA P, TAY J, et al. Six-minute magnetic resonance imaging protocol for evaluation of acute ischemic stroke: pushing the boundaries[J]. *Stroke*, 2014, 45: 1985-1991.
- [7] ADAMS H P JR, BENDIXEN B H, KAPPELLE L J, BILLER J, LOVE B B, GORDON D L, et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment[J]. *Stroke*, 1993, 24: 35-41.
- [8] FISCHER U, ARNOLD M, NEDELTCHEV K, BREKENFELD C, BALLINARI P, REMONDA L, et al. NIHSS score and arteriographic findings in acute ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2005, 36: 2121-2125.
- [9] KIM H J, YUN S C, CHO K H, CHO A H, KWON S U, KIM J S, et al. Differential patterns of evolution in acute middle cerebral artery infarction with perfusion-diffusion mismatch: atherosclerotic vs. cardioembolic occlusion[J]. *J Neurol Sci*, 2008, 273(1/2): 93-98.
- [10] CAMPBELL B C, MITCHELL P J, KLEINIG T J, DEWEY H M, CHURILOV L, YASSI N, et al; EXTEND-IA Investigators. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372: 1009-1018.
- [11] MOLINA C A, MONTANER J, ARENILLAS J F, RIBO M, RUBIERA M, ALVAREZ-SABÍN J. Differential pattern of tissue plasminogen activator-induced proximal middle cerebral artery recanalization among stroke subtypes[J]. *Stroke*, 2004, 35: 486-490.
- [12] FORLIVESI S, BOVI P, TOMELLERI G, MICHELETTI N, CARLETTI M, MORETTO G, et al. Stroke etiologic subtype may influence the rate of hyperdense middle cerebral artery sign disappearance after intravenous thrombolysis[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2017, 43: 86-90.
- [13] SHAH S, LUBY M, POOLE K, MORELLA T, KELLER E, BENSON R T, et al. Screening with MRI for Accurate and Rapid Stroke Treatment: SMART[J]. *Neurology*, 2015, 84: 2438-2444.
- [14] 中国卒中学会,中国卒中学会神经介入分会,中华预防医学会卒中预防与控制专业委员会介入学组. 急性缺血性卒中血管内治疗影像评估中国专家共识[J]. *中国卒中杂志*,2017,12:1041-1056.
- [15] CAMPBELL B C, PARSONS M W. Imaging selection for acute stroke intervention[J]. *Int J Stroke*, 2018, 13: 554-567.
- [16] ALBERS G W, GOYAL M, JAHAN R, BONAFE A, DIENER H C, LEVY E I, et al. Ischemic core and hypoperfusion volumes predict infarct size in SWIFT PRIME[J]. *Ann Neurol*, 2016, 79: 76-89.