

# 急性前循环动脉粥样硬化性串联闭塞患者球囊扩张与支架置入的效果

李 威, 冯晓丽, 王康萌, 黄开来, 孙 刚, 陈 蓉, 赵振强, 关海涛

**【摘要】 目的** 比较颈内动脉起始段粥样硬化性串联闭塞患者颈内动脉颅外段行球囊扩张或支架置入的安全性和有效性。**方法** 纳入 2018 年 1 月至 2022 年 10 月海南医学院第一附属医院和广州医科大学附属第三医院收治的发病 24 h 内行血管内治疗的急性前循环串联闭塞脑卒中患者 91 例,分为球囊扩张组 51 例,支架置入组 40 例,比较两组基线和临床资料。mTICI 2b~3 定义为血管良好再通,术后 90 d 改良 Rankin 量表(mRS)评分 0~2 分定义为临床预后良好。**结果** 支架组患者术后血管良好再通率和 90 d 良好临床预后率较球囊组高,分别为 70% 比 60.8%和 60% 比 52%,但差异无统计学意义( $P=0.361, 0.391$ )。两组症状性颅内出血发生率、无症状性颅内出血发生率和病死率分别为 10%比 11.8%、32.5%比 41.2%、22.5%比 17.7%,差异均无统计学意义( $P=1.000, 0.396, 0.564$ )。**结论** 颈内动脉起始段动脉粥样硬化性病变所致的急性前循环串联闭塞患者,急性期颅外段行球囊扩张或支架置入可能均安全有效。

**【关键词】** 急性前循环串联闭塞; 动脉粥样硬化性病变; 球囊扩张; 支架置入; 血管内治疗

中图分类号:R651.12 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2024)-06-0593-06

**The efficacy of balloon dilation angioplasty and stent implantation in treating patients with acute anterior tandem occlusion caused by internal carotid artery atherosclerosis** LI Wei, FENG Xiaoli, WANG Kangmeng, HUANG Kailai, SUN Gang, CHEN Rong, ZHAO Zhenqiang, GUAN Haitao. Department of Neurology, First Affiliated Hospital, Hainan Medical College, Haikou, Hainan Province 570105, China

Corresponding author: GUAN Haitao, E-mail: weiligysy@163.com

**【Abstract】 Objective** To compare the safety and efficacy of emergency balloon dilation angioplasty with emergency stent implantation in treating patients with acute anterior tandem occlusion caused by atherosclerosis at the starting segment of the internal carotid artery. **Methods** A total of 91 patients with stroke caused by acute anterior tandem occlusion, who were admitted to the First Affiliated Hospital of Hainan Medical College and the Third Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University of China within 24 hours after disease onset to receive treatment from January 2018 to October 2022, were enrolled in this study. The patients were divided into balloon dilation angioplasty group (balloon dilation group,  $n=51$ ) and stent implantation group (stenting group,  $n=40$ ). The basic clinical data were compared between the two groups. The modified thrombolysis in cerebral infarction (mTICI) grade 2b-3 was defined as a good recanalization. The postoperative 90-day modified Rankin scale (mRS) score of 0-2 points was defined as a good clinical prognosis. **Results** The good recanalization rate and postoperative 90-day good clinical prognosis rate in the stenting group were 70% and 60% respectively, which were higher than 60% and 52% respectively in the balloon dilation group, and the differences between the two groups were not statistically significant ( $P=0.361$  and  $P=0.391$  respectively). The incidences of symptomatic intracranial hemorrhage (sICH), asymptomatic intracranial hemorrhage (aICH), and mortality in the stenting group were 10%, 32.5%, and 22.5% respectively, which in the balloon dilation group were 11.8%, 41.2%, and 17.7% respectively, and the differences between the two groups were not statistically significant ( $P=1.000, P=0.396$ , and  $P=0.564$  respectively). **Conclusion** For the treatment of patients with

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2024.06.002

基金项目: 海南省自然科学基金高层次人才项目(2019RC379)

作者单位: 570105 海南海口 海南医学院第一附属医院神经内科(李 威、冯晓丽、王康萌、黄开来、孙 刚、陈 蓉、赵振强); 广州医科大学附属第三医院神经内科(关海涛)

通信作者: 关海涛 E-mail: weiligysy@163.com

acute anterior tandem occlusion caused by atherosclerosis at the starting segment of the internal carotid artery, both emergency balloon dilation angioplasty or stent implantation are clinically safe and effective. (J Intervent Radiol, 2024, 33: 593-598)

**【Key words】** acute anterior tandem occlusion; atherosclerosis; balloon dilation angioplasty; stent implantation; endovascular therapy

急性前循环串联闭塞 (acute anterior tandem occlusions) 是指颅内大动脉闭塞伴颈内动脉颅外段重度狭窄或闭塞的病变, 发生率占急性前循环大动脉闭塞的 10%~15%<sup>[1-2]</sup>。研究显示, 血管内治疗较标准药物静脉溶栓治疗有效, 但颈内动脉颅外段是否有必要行急诊支架置入, 仍然存在较大的争议<sup>[3-7]</sup>。由于串联病变颅内闭塞血管机械取栓成功后, 近端病变血管可能出现再闭塞或再栓塞, 有术者主张急性期对颈内动脉颅外段进行支架置入<sup>[8-9]</sup>。然而早期支架置入的同时也伴随着术中支架内急性血栓形成的风险, 以及支架术后双联抗血小板聚集治疗引起的症状性出血风险, 特别是高出血风险的患者 (低 ASPECT 评分患者), 也有术者倾向于急性期颅外段只采取单纯球囊扩张成形<sup>[10-12]</sup>。急性前循环串联闭塞颅外段血管病变的原因复杂多样, 动脉粥样硬化占 60%~70%, 颈动脉夹层占 20%~30%, 其他为心源性栓塞、肌纤维发育不良或支架内闭塞等, 不同发病机制串联病变的处理方式需要进一步探讨<sup>[13-14]</sup>。本研究分析比较急性前循环动脉粥样硬化性串联闭塞患者单纯球囊扩张与支架置入的安全性和有效性。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

纳入 2018 年 1 月至 2022 年 10 月海南医学院第一附属医院和广州医科大学附属第三医院神经内科行血管内介入治疗的急性前循环串联闭塞 (颈内动脉颅外段诊断为大动脉粥样硬化病变) 患者 91 例。纳入标准: ①年龄 ≥ 18 岁; ②脑梗死诊断符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》<sup>[15]</sup> 标准, 经全脑血管造影证实存在前循环串联性闭塞和 ICA 颈段病变<sup>[1-2]</sup>; ③发病至股动脉穿刺时间 ≤ 24 h; ④根据 TOAST 分型诊断为颈内动脉起始段病变为大动脉粥样硬化型病变<sup>[16]</sup>; ⑤入院时 NIHSS 评分 ≥ 6 分; ⑥头颅 CT 或 MRI ASPECT 评分 ≥ 6 分; ⑦发病前改良 Rankin 量表 (mRS) 评分 ≤ 2 分; ⑧患者或其家属对手术方案及治疗风险充分知情并签署手术知情同意书。排除标准: ①非串联闭塞的前循环

大动脉闭塞患者; ②取栓支架或导管未能通过颅外段病变或远端闭塞血管单纯动脉溶栓; ③大面积脑梗死; ④临床基本资料缺乏或影像质量不合格, 难以进行分析; ⑤未完成随访。

### 1.2 治疗方法

血管介入治疗: 根据患者配合情况选择镇静局部麻醉或全身麻醉治疗。经股动脉穿刺置入 8 F 动脉鞘后行脑血管造影明确串联闭塞、Willis 环及侧支循环代偿情况。普通泥鳅导丝将 5 F 125 cm 多功能导管外衬 6 F 长鞘或 8 F 导引导管 (Guider Softip XF 8F, Boston Scientific 公司) 置入到责任动脉闭塞近端, 微导丝联合微导管或微导丝联合小球囊通过颅外段狭窄或闭塞病变, 微导管确认动脉远端真腔后, 将中间导管置于颈内动脉颅内段尽可能抽吸血栓, 然后微导丝外衬微导管通过颅内血管闭塞段到达远端动脉管腔。释放取栓支架覆盖闭塞病变处, 停留 5 min, 关闭 Y 阀滴注, 取栓支架锚定协助下尽可能将颅内支持导管前进接触血栓并保持负压抽吸, 同时联合支持导管缓慢回撤至导引导管内, 若造影显示血管未开通则重复上述取栓操作, 取栓一般不超过 3 次<sup>[17-18]</sup>。颅外段病变处理方案, 对球囊扩张后残余狭窄大于 70%、术中观察 30 min 血流难以维持的患者, 行颈内动脉支架置入治疗<sup>[19-20]</sup>。血管良好再通定义为改良脑梗死溶栓 (modified thrombolysis in cerebral infarction, mTICI) 分级 2b 或 3 级<sup>[21]</sup>。

### 1.3 围手术期管理

术前无溶栓患者穿刺完成后给予负荷剂量 4 000 U 肝素抗凝, 根据术中情况追加 1 000 U/h。根据术前头颅 ASPECTS 评分或术中 Dyna-CT 排除颅内出血后给予替罗非班, 首剂 0.25~0.3 mg/L, 30 min 内静脉推注, 持续以 0.1~0.15 μg/(kg·min) 静脉泵注 24 h, 术后 24 h 内复查头颅去碘 CT 排除出血后, 重叠替罗非班 4 h, 给予抗血小板聚集药物阿司匹林 300 mg/d+氯吡格雷 300 mg/d。颅内出血患者立刻停止使用抗血小板药物。

### 1.4 临床资料收集及评价方法

临床一般资料包括年龄、性别、卒中危险因素

(高血压病、高脂血症、糖尿病、房颤、吸烟史)、发病 NIHSS 评分、基线 ASPECT 评分和术前侧支循环评分(ASITN/SIR)等。记录发病时间(醒后卒中中以患者睡前最后一次表现正常的时间算起)、住院期间用药情况、静脉溶栓比例、颅内闭塞位置、手术方式、取栓的次数、颅内出血情况及术后颈动脉再狭窄发生率(>50%)。依据海德堡最新出血分类标准,颅内出血分为症状性颅内出血(SICH)和无症状性颅内出血(aSICH)。卒中发生后 3 个月通过门诊或电话随访患者恢复情况,使用改良 Rankin 量表(mRS)评估。

### 1.5 统计学方法

所有数据均采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,比较采用  $t$  检验;非正态分布的计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验;计数资料以例数(%)表示,比较采用卡方检验或 Fisher 精确概率法。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

共入组 91 例患者,年龄( $62.2 \pm 9.6$ )岁,女性 19 例(20.88%),高血压病史 50 例(54.95%),高脂血症 4 例(4.4%),糖尿病 13 例(14.29%),房颤 15 例(16.48%),吸烟 34 例(37.36%),短暂性脑缺血发作病史(TIA)4 例(4.4%),卒中病史(发病前 mRS 评分 0~1 分)9 例(9.89%)。基线 NIHSS 评分为 16(12, 20)分,ASPECT 评分 9(8, 10)分,桥接治疗患者共 28 例(30.77%),术前侧支循环良好(ASITN/SIR 评分 2~4 分)患者 55 例(60.44%)。发病至静脉溶栓时间( $177.64 \pm 68.13$ ) min,发病至穿刺时间为 293.50( $240.0, 358.75$ ) min,穿刺至再通时间为 91.0( $66.25, 143.75$ ) min,59 例(64.84%)血管良好再通(mTICI 2b~3),26 例(28.57%)术后颈内动脉颅外段再狭窄。术后 10 例(10.99%)发生 SICH,34 例(37.36%)发生 aSICH,90 d 时,50 例(54.95%)临床预后良好(mRS 评分 0~2 分),18 例(19.78%)死亡。

### 2.2 球囊组与支架组患者一般资料比较

将 91 例患者分为球囊组 51 例及支架组 40 例。比较两组患者一般资料,结果在年龄、性别、高血压、高脂血症、糖尿病、房颤病史、吸烟史、既往 TIA 和卒中病史方面差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。

### 2.3 球囊组与支架组患者各项指标比较

两组患者入院时 NIHSS 评分、术前 ASPECT 评分、静脉溶栓比例、ASITN/SIR 评分、时间节点、血管

表 1 两组一般资料对比

一般资料	球囊组(n=51)	支架组(n=40)	P 值
年龄(岁)	63.7±8.7	60.3±10.4	0.103
女性[n(%)]	11 (21.6)	8 (20.0)	1.000
高血压[n(%)]	29 (56.9)	21 (52.5)	0.678
高脂血症[n(%)]	2 (3.9)	2 (5.0)	1.000
糖尿病[n(%)]	7 (13.7)	6 (15.0)	0.863
心房颤动[n(%)]	11 (21.6)	4 (10.0)	0.140
吸烟[n(%)]	19 (38.0)	15 (37.5)	0.981
TIA 病史[n(%)]	3 (5.9)	1 (2.5)	0.628
卒中病史[n(%)]	6 (11.8)	3 (7.5)	0.726
收缩压(mmHg)	144.59±15.81	138.70±25.47	0.205
舒张压(mmHg)	82.78±9.56	77.05±12.50	0.119

TIA 为短暂性脑缺血发作

良好再通(mTICI 2b~3)及术后颅外段动脉再狭窄发生率差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。

表 2 两组各项指标对比

指标	球囊组(n=51)	支架组(n=40)	P 值
NIHSS 评分	17(13, 20)	15(11, 19)	0.280
ASPECT 评分	9 (8, 10)	9 (8, 10)	0.711
ASITN/SIR 2~4[n(%)]	31(60.8)	24 (60.0)	0.939
rt-PA[n(%)]	18 (35.3)	10 (25.0)	0.291
取栓次数	2 (1, 3)	2 (1, 2)	0.236
OTN(min)	150(110, 200)	185(172, 244)	0.232
OTP(min)	278(237, 343)	302(245, 368)	0.194
PTR(min)	89(61, 145)	94(70, 117)	0.834
远端栓塞[n(%)]	12 (23.5)	7 (17.5)	0.482
肺炎[n(%)]	5 (9.8)	8 (20.0)	0.168
mTICI 2b~3[n(%)]	31 (60.8)	28 (70.0)	0.361
颈内动脉再狭窄>50% [n(%)]	18 (35.3)	8 (20.0)	0.109

NIHSS 为美国卫生研究院卒中评分量表;ASPECT 为阿尔伯特卒中项目早期 CT 评分;ASITN/SIR 为美国介入和治疗神经放射学会/介入放射学会评分;rt-PA 为重组组织型纤溶酶原激活剂(阿替普酶);OTN 为发病到静脉溶栓的时间;OTP 为发病到穿刺时间;PTR 为穿刺到再通时间;mTICI 为改良脑梗死溶栓评分

### 2.4 球囊组与支架组患者颅内出血及预后比较

支架组患者术后血管良好再通和 90 d 良好临床预后较球囊组高,但两组差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),两组间 SICH 发生率、aSICH 发生率和病死率差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 3。

表 3 两组临床结局对比[n(%)]

临床结局	球囊组(n=51)	支架组(n=40)	P 值
90 d mRS 评分(≤2 分)	26 (52.0)	24 (60.0)	0.391
死亡	8 (17.7)	9 (22.5)	0.564
SICH	6 (11.8)	4 (10.0)	1.000
aSICH	21 (41.2)	13 (32.5)	0.396

mRS 为改良 Rankin 量表;SICH 为症状性颅内出血;aSICH 为无症状性颅内出血

## 3 讨论

El-Mitwalli 等<sup>[22]</sup>研究显示,约有一半的急性颈



内动脉闭塞患者伴随同侧颅内大脑中动脉主干闭塞,约 1/4 的患者同时伴随同侧颈内动脉闭塞或者严重动脉粥样硬化性狭窄。由于血栓负荷量大、病变类型复杂、单纯机械开通难度较大和术后抗血小板方案等特点,颈内动脉串联闭塞病变的血管内治疗模式已经成为国际上研究的热点<sup>[23]</sup>。本研究结果显示,术后良好再通情况与既往急性串联闭塞研究结果基本相符。

有多项临床研究分析比较介入治疗前循环串联病变的安全性和有效性,然而串联病变介入干预的具体方案尚无统一意见,尤其是串联病变的颈内动脉颅外段的处理方式<sup>[24]</sup>。Kim 等<sup>[25]</sup>纳入 75 例急性串联闭塞患者进行多中心前瞻性研究,结果显示,与单纯颅内闭塞取栓组比较,颅内取栓联合颈动脉支架置入组良好血管再通率(63.2%比 94.6%, $P=0.002$ )和临床良好预后率(26.3%比 64.3%, $P=0.007$ )均更高,而病死率(21.6%比 7.1%, $P=0.014$ )更低。另一项纳入了 147 例串联闭塞患者的前瞻性、非随机对照和多中心 STRATIS 注册研究显示,支架置入和单纯球囊扩张两者的良好再通率均较高(87.0%比 81.1%, $P=0.791$ ),但是支架组具有更高的临床预后良好率(68.5%比 36.6%, $P=0.003$ )<sup>[26]</sup>。然而,在 Kim 等的研究中,与支架置入组相比,单纯颅内闭塞取栓组患者年龄更大,糖尿病患者更多;而 STRATIS 研究中,球囊扩张组患者入院时 NIHSS 评分高,房颤病史更多,发病到开始血管内治疗的时间更长。因此,上述两项非随机对照研究不匹配的基线资料可能对预后有影响,需要谨慎解读其结果。Papanagiotou 等<sup>[27]</sup>研究表明,颈动脉一期支架置入合并抗栓治疗较单纯球囊扩张或不使用抗栓药物有更好的血管成功再通率(83.1%比 60.2%, $P=0.003$ ),但 90 d 良好预后率并无明显优势。国际串联病变血栓切除术(TITAN)登记研究纳入了 482 例来自欧洲和美国共 18 家综合卒中中心接受血管内治疗的串联闭塞患者,结果显示,支架置入组较单纯颅内取栓组具有较高的血管再通率和良好预后率,但是与球囊组比较,两者差异无统计学意义<sup>[28]</sup>。上述研究结果不一致的原因可能是有些研究样本量相对少,病例入组存在不均质性造成的,也可能与串联闭塞颅外段发病机制复杂多样,由动脉粥样硬化引起的串联闭塞,其治疗策略与夹层或栓塞的不一样有关<sup>[29-30]</sup>。本研究纳入两组患者的基线资料差异无统计学意义,结果显示,支架组患者术后血管良好再通率和 3 个月临床预后良好率较球囊组高,所得结论更加可信。

与单纯颅内大动脉闭塞相比,串联闭塞往往因为开通时间较长,急诊颈动脉支架置入后需要使用双联抗血小板药物预防支架内血栓形成,而被认为可能会增高颅内出血性转化风险,特别是术后有高灌注出血转化风险的患者<sup>[31]</sup>。本研究中,球囊组和支架组 SICH 发生率差异无统计学意义,且两组 aSICH 发生率均较高。Hao 等<sup>[32]</sup>研究显示,在前循环大动脉急性闭塞的亚洲人群行血管内治疗后,3 个月极良好临床预后(mRS 评分 0~1 分)与 aSICH 或许有一定的相关性,良好临床预后(mRS 评分 0~2 分)及病死率并未受到影响。Lei 等<sup>[33]</sup>发现,症状性出血性转化患者 3 个月及 1 年不良预后的风险是无出血性转化患者的 2.42 倍及 2.25 倍,而无症状性出血性转化患者 3 个月及 1 年不佳预后的风险分别是无任何出血性转化患者的 1.5 倍及 1.44 倍,同时无症状性及症状性出血性转化与患者的低累计生存率显著相关。而 Berger 等<sup>[34]</sup>认为,无症状性出血性转化并不影响患者神经功能。目前仍不清楚无症状性出血转化是否影响临床预后,在这种情况下行抗血小板治疗或许增加出血风险从而影响预后<sup>[35-38]</sup>。当术后出现任何出血转化时,颅外段病变单纯球囊扩张可以避免支架置入后因支架内血栓形成或再闭塞而不能停用抗血小板药物的尴尬局面。

动脉粥样硬化是急性前循环串联闭塞颅外段血管病变的主要原因。单纯球囊扩张处理串联病变颅外段会存在术后病变处新鲜血栓脱落、血管再狭窄甚至闭塞等<sup>[39]</sup>。支持支架置入者认为单纯球囊扩张术不是颈内动脉狭窄病变的标准血管内治疗手段<sup>[40-41]</sup>。然而急诊患者与择期患者不能相提并论,两者存在血脑屏障或血流动力学的差异,特别是梗死面积大或静脉溶栓后的患者<sup>[42]</sup>。本研究显示,术后单纯球囊组与支架组出现支架内无症状性再狭窄的差异无统计学意义,且随访期间未再发生同侧病变血管的相关卒中事件。

本研究存在以下不足:①为回顾性对照研究,样本量较小,存在病例选择偏倚;②与球囊组相比,支架组患者的 NIHSS 评分较低,且入院时房颤患者的比例较小,尽管这些基线特征差异无统计学意义,但可能影响了对于颅外段病变的处理方式,存在支架置入术选择偏倚。

综上所述,颈内动脉起始段动脉粥样硬化性病变所致的急性前循环串联闭塞患者,急性期行单纯球囊扩张术或支架置入术安全有效。对于梗死面积较大或再灌注出血风险高的串联病变患者,急性期

行球囊血管成形术,亚急性期根据患者恢复及病变血管情况再考虑是否行支架置入术。本研究结果尚需要多中心前瞻性随机对照试验进一步分析验证。

#### [参考文献]

- [1] Farooqui M,Zaidat OO,Hassan AE,et al. Functional and safety outcomes of carotid artery stenting and mechanical thrombectomy for large vessel occlusion ischemic stroke with tandem lesions[J]. JAMA Netw Open, 2023, 6: e230736.
- [2] Feil K, Herzberg M, Dorn F, et al. Tandem lesions in anterior circulation stroke: analysis of the German Stroke Registry - Endovascular Treatment[J]. Stroke, 2021, 52:1265-1275.
- [3] Cohen JE, Gomori M, Rajz G, et al. Emergent stent - assisted angioplasty of extracranial internal carotid artery and intracranial stent - based thrombectomy in acute tandem occlusive disease: technical considerations[J]. J Neurointerv Surg, 2013, 5: 440-446.
- [4] Cohen JE, Gomori JM, Rajz G, et al. Extracranial carotid artery stenting followed by intracranial stent - based thrombectomy for acute tandem occlusive disease[J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7: 412-417.
- [5] Li W, Yin Q, Xu G, et al. Treatment strategies for acute ischemic stroke caused by carotid artery occlusion[J]. Interv Neurol, 2016, 5: 148-156.
- [6] Lescher S, Czeppan K, Porto L, et al. Acute stroke and obstruction of the extracranial carotid artery combined with intracranial tandem occlusion: results of interventional revascularization[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2015, 38: 304-313.
- [7] Anadani M, Marnat G, Consoli A, et al. Endovascular therapy of anterior circulation tandem occlusions: pooled analysis from the TITAN and ETIS registries[J]. Stroke, 2021, 52: 3097-3105.
- [8] Behme D, Mpotsaris A, Zeyen P, et al. Emergency stenting of the extracranial internal carotid artery in combination with anterior circulation thrombectomy in acute ischemic stroke: a retrospective multicenter study[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2015, 36: 2340-2345.
- [9] Li W, Chen Z, Dai Z, et al. Management of acute tandem occlusions: stent-retriever thrombectomy with emergency stenting or angioplasty [J]. J Int Med Res, 2018, 46: 2578-2586.
- [10] Akpınar CK, Gürkas E, Aytac E. Carotid angioplasty - assisted mechanical thrombectomy without urgent stenting may be a better option in acute tandem occlusions[J]. Interv Neuroradiol, 2017, 23: 405-411.
- [11] Kang DH, Kim YW, Hwang YH, et al. Endovascular recanalization of acute tandem cervical carotid and intracranial occlusions: efficacy of cervical balloon angioplasty alone then intracranial target recanalization strategy[J]. World Neurosurg, 2019, 126: e1268-e1275.
- [12] Li W, Zhao C, Zhang M, et al. Angioplasty alone versus acute stenting for acute tandem occlusions due to internal carotid artery atherosclerotic[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2021, 208:106818.
- [13] 邱教学,孙殿敬,李文娜,等. 急性颈内动脉串联闭塞血管内治疗研究进展[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2021, 23:220-222.
- [14] Zhang W, Li C, Shi M, et al. Comprehensive classifications for the endovascular recanalization of vertebral artery stump syndrome[J]. J Interv Med, 2023, 6: 81-89.
- [15] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51:666-682.
- [16] Adams HP Jr, Bendixen BH, Kappelle LJ, 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.
- [17] 张东焕,刘义锋,张保朝,等. 血管内治疗颈内动脉颅外段伴同侧颅内动脉急性串联闭塞[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31:78-82.
- [18] Zhou T, Zhu L, Li T, et al. Application of retrievable Solitaire AB stents in the endovascular treatment of acute ischemic stroke [J]. J Interv Med, 2018, 1: 77-81.
- [19] 刘朝,王子尧,李冬冬,等. 非急性期闭塞性长段颈内动脉夹层血管内治疗初步探讨[J]. 介入放射学杂志, 2023, 32:736-740.
- [20] Dong Y, Liu C, Li D, et al. Enterprise stent for symptomatic complex intracranial atherosclerotic stenosis: safety and efficiency [J]. J Interv Med, 2019, 2: 234-239.
- [21] Zaidat O, Yoo A, Khatri P, et al. Recommendations on angiographic revascularization grading standards for acute ischemic stroke: a consensus statement[J]. Stroke, 2013, 44: 2650-2663.
- [22] El-Mitwalli A, Saad M, Christou I, et al. Clinical and sonographic patterns of tandem internal carotid artery/middle cerebral artery occlusion in tissue plasminogen activator - treated patients [J]. Stroke, 2002, 33: 99-102.
- [23] Marnat G, Mourand I, Eker O, et al. Endovascular management of tandem occlusion stroke related to internal carotid artery dissection using a distal to proximal approach: insight from the RECAST study[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2016, 37: 1281-1288.
- [24] Haussen DC, Turjman F, Piotin M, et al. Head or neck first? Speed and rates of reperfusion in thrombectomy for tandem large vessel occlusion strokes[J]. Interv Neurol, 2020, 8: 92-100.
- [25] Kim B, Kim BM, Bang OY, et al. Carotid artery stenting and intracranial thrombectomy for tandem cervical and intracranial artery occlusions[J]. Neurosurgery, 2020, 86: 213-220.
- [26] Jadhav AP, Zaidat OO, Liebeskind DS, et al. Emergent management of tandem lesions in acute ischemic stroke[J]. Stroke, 2019, 50: 428-433.
- [27] Papanagiotou P, Haussen DC, Turjman F, et al. Carotid stenting with antithrombotic agents and intracranial thrombectomy leads to the highest recanalization rate in patients with acute stroke with tandem lesions[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2018, 11:1290-1299.
- [28] Anadani M, Spiotta AM, Alawieh A, et al. Emergent carotid stenting plus thrombectomy after thrombolysis in tandem strokes: analysis of the TITAN registry[J]. Stroke, 2019, 50:2250-2252.
- [29] Berkhemer OA, Jansen IG, Beumer D, et al. Collateral status on baseline computed tomographic angiography and intra-arterial treatment effect in patients with proximal anterior circulation

- stroke[J]. Stroke, 2016, 47: 768-776.
- [30] Rebello LC, Bouslama M, Haussen DC, et al. Stroke etiology and collaterals: atheroembolic strokes have greater collateral recruitment than cardioembolic strokes[J]. Eur J Neurol, 2017, 24: 762-767.
- [31] Dorado L, Castano C, Millan M, et al. Hemorrhagic risk of emergent endovascular treatment plus stenting in patients with acute ischemic stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2013, 22: 1326-1331.
- [32] Hao Y, Yang D, Wang H, et al. Predictors for symptomatic intracranial hemorrhage after endovascular treatment of acute ischemic stroke[J]. Stroke, 2017, 48: 1203-1209.
- [33] Lei C, Wu B, Liu M, et al. Asymptomatic hemorrhagic transformation after acute ischemic stroke; is it clinically innocuous?[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2014, 23: 2767-2772.
- [34] Berger C, Fiorelli M, Steiner T, et al. Hemorrhagic transformation of ischemic brain tissue: asymptomatic or symptomatic?[J]. Stroke, 2001, 32: 1330-1335.
- [35] van der Ende NAM, Kremers FCC, van der Steen W, et al. Symptomatic intracranial hemorrhage after endovascular stroke treatment: external validation of prediction models[J]. Stroke, 2023, 54: 476-487.
- [36] Andrade JBC, Mohr JP, Lima FO, et al. The role of hemorrhagic transformation in acute ischemic stroke upon clinical complications and outcomes[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29: 104898.
- [37] Ande SR, Grynspan J, Aviv RI, et al. Imaging for predicting hemorrhagic transformation of acute ischemic stroke: a narrative review[J]. Can Assoc Radiol J, 2022, 73: 194-202.
- [38] 吕晓颖, 王承汉, 王正则, 等. 急性缺血性脑卒中取栓术后出血转化相关因素研究进展[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31: 310-314.
- [39] Allard J, Delvoye F, Pop R, et al. 24-hour carotid stent patency and outcomes after endovascular therapy: a multicenter study[J]. Stroke, 2023, 54: 124-131.
- [40] Feil K, Herzberg M, Dorn F, et al. Tandem lesions in anterior circulation stroke: analysis of the German stroke registry - endovascular treatment[J]. Stroke, 2021, 52: 1265-1275.
- [41] Brott TG, Halperin JL, Abbara S, et al. 2011 ASA/ACCF/AHA/AANN/AANS/ACR/ASNR/CNS/SAIP/SCAI/SIR/SNIS/SVM/SVS guideline on the management of patients with extracranial carotid and vertebral artery disease[J]. Stroke, 2011, 42: e464-e540.
- [42] Liebner S, Dijkhuizen RM, Reiss Y, et al. Functional morphology of the blood-brain barrier in health and disease[J]. Acta Neuropathol, 2018, 135: 311-336.

(收稿日期: 2023-08-12)

(本文编辑: 新宇)

欢迎投稿      欢迎订阅      欢迎刊登广告