

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2025.12.009

神经系统疾病专题

3D-DSA 引导的神经介入取栓术对缺血性脑卒中患者臂踝脉搏传播速度及血清 Netrin-1 水平的影响

熊礼恒,陶婷婷,叶伟,张金星



基金项目:江苏省卫生健康委医学科研项目(Z2023018)

作者单位:210000 南京,江苏省人民医院/南京医科大学第一附属医院介入放射科(熊礼恒、叶伟),超声科(陶婷婷),神经内科(张金星)

通信作者:叶伟,E-mail:yewei0720@163.com

【摘要】目的 探究三维数字减影血管造影(3D-DSA)引导的神经介入取栓术对缺血性脑卒中(IS)患者臂踝脉搏传播速度(ba-PWV)及血清神经导向因子(Netrin-1)水平的影响。**方法** 选取2021年9月—2024年11月江苏省人民医院/南京医科大学第一附属医院神经内科收治的IS患者180例,按照随机数字表法分为溶栓组(静脉溶栓)和取栓组(静脉溶栓+3D-DSA下神经介入取栓术),各90例。予以相应治疗后,比较2组血管再通率、ba-PWV、神经功能、脑血流动力学、血清指标[神经元特异性烯醇化酶(NSE)、Netrin-1]及不良反应。**结果** 治疗后,取栓组血管再通率为94.44%,高于溶栓组的83.33%($\chi^2/P=5.625/0.018$);取栓组ba-PWV、神经功能评分(NIHSS评分)、脑血管外周阻力(R_v)、NSE水平低于溶栓组($t/P=7.327/<0.001, 16.857/<0.001, 6.630/<0.001, 8.480/<0.001$),脑血管平均血流量(Q_m)、Netrin-1水平高于溶栓组($t/P=4.598/<0.001, 4.905/<0.001$);2组不良反应总发生率比较差异无统计学意义($\chi^2/P=0.669/0.414$)。**结论** 采用3D-DSA引导的神经介入取栓术治疗IS,能够提高血管再通率,上调Netrin-1表达并抑制NSE表达,有助于改善IS患者脑血流动力学,减少脑损伤。

【关键词】 缺血性脑卒中;三维数字减影血管造影;神经介入取栓术;臂踝脉搏传播速度;神经导向因子;脑血流动力学;疗效

【中图分类号】 R743.33

【文献标识码】 A

The effects of 3D-DSA-guided neurointerventional thrombectomy on brachial ankle pulse wave velocity and serum Netrin-1 in patients with ischemic stroke Xiong Liheng*, Tao Tingting, Ye Wei, Zhang Jinxing. *Department of Interventional Radiology, Jiangsu Province Hospital (The First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University), Jiangsu, Nanjing 210000, China

Funding program: Medical Research Project of Jiangsu Provincial Health Commission (Z2023018)

Corresponding author: Ye Wei, E-mail: yewei0720@163.com

【Abstract】 Objective To explore the effects of three-dimensional digital subtraction angiography (3D-DSA)-guided neurointerventional thrombectomy on brachial-ankle pulse wave velocity (ba-PWV) and serum Netrin-1 in patients with ischemic stroke (IS). **Methods** From September 2021 to November 2024, totally 180 patients with IS who received treatment in Department of Neurology, Jiangsu Province Hospital / The First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University were served as the research subjects and assigned into two groups through the random number table method: thrombolysis group (intravenous thrombolysis) and thrombectomy group (intravenous thrombolysis + 3D-DSA-guided neurointerventional thrombectomy). The vascular recanalization rate, ba-PWV, neurological function, cerebral hemodynamics, serum indicators [neuron specific enolase (NSE), Netrin-1], and adverse reactions were compared. **Results** The vascular recanalization rate in the thrombectomy group was 94.44%, which was higher than the 83.33% in the thrombolysis group ($\chi^2/P=5.625/0.018$). After treatment, the thrombectomy group had lower ba-PWV, neurological function score, peripheral resistance (R_v), and NSE ($t/P=7.327/<0.001, 16.857/<0.001, 6.630/<0.001, 8.480/<0.001$), and higher Netrin-1 and mean cerebral blood flow (Q_m) than the thrombolysis group ($t/P=4.905/<0.001, 4.598/<0.001$). There was no prominent difference in adverse reactions between two groups ($\chi^2/P=0.669/0.414$). **Conclusion** The 3D-DSA-guided neurointerventional thrombectomy can improve vascular recanalization rate, cerebral hemodynamics, reduce the risk of IS recurrence, upregulate Netrin-1 level, inhibit NSE expression, re-

duce brain injury, and improve neurological function in patients with IS.

[Key words] Ischemic cerebral stroke; Three-dimensional digital subtraction angiography; Neurointerventional thrombectomy; Brachial ankle pulse wave velocity; Netrin-1; Cerebral hemodynamics; Therapeutic effect

脑卒中是世界范围内第二大死亡原因和第三大致残原因^[1]。缺血性脑卒中(ischemic stroke, IS)是其主要亚型,由脑血管血栓形成导致的脑缺血引起,占所有脑卒中的 62.4%^[2]。机械血栓切除术作为一种微创手术进行血管内治疗已被证明可有效打开闭塞的近端血管,并改善大血管闭塞患者的功能结局^[3]。而进行机械取栓术时,动脉闭塞的识别和精确定位至关重要^[4]。其中,三维数字减影血管造影(three-dimensional digital subtraction angiography, 3D-DSA)技术在神经介入治疗中的优势较为明显,可提高对神经性疾病的检出率,并对其治疗具有重要指导意义^[5]。臂踝脉搏传播速度(brachial ankle pulse wave velocity, ba-PWV)常用于预测心血管事件的发生,近来有研究表明,其高水平可作为 IS 患者二级预防的独立危险因素^[6]。而血清神经导向因子(Netrin-1)水平变化对于 IS 患者神经功能预后评估具有重要参考作用^[7]。基于此,现探究 3D-DSA 引导的神经介入取栓术对 IS 患者 ba-PWV 及血清 Netrin-1 水平的影响,以期为 IS 患者的治疗提供更多参考,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2021 年 9 月—2024 年 11 月江苏省人民医院/南京医科大学第一附属医院神经内科收治的 IS 患者 180 例,按照随机数字表法分为溶栓组($n=90$)和取栓组($n=90$)。2 组临床资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。本研究已获得医院伦理委员会批准[JSL-2021(科)-020037],患者或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1)纳入标准:①符合 IS 相关诊断标准^[8],且经影像学检查确诊者;②首次发生脑卒中者;③发病至入院时间 ≤ 6 h;④临床资料完整者。(2)排除标准:①合并严重器质性病变者;②存在溶栓或取栓禁忌证者;③凝血功能异常者;④存在血液系统疾病者;⑤合并肝、肾功能障碍者;⑥患有精神疾病者;⑦脑外伤致 IS 者;⑧合并恶性肿瘤者。

1.3 治疗方法 (1)溶栓组:注射用阿替普酶(Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG, 规格:20 mg/支)0.9 mg/kg(最大剂量 90 mg)静脉持续泵注溶栓治疗,开始注射的 1 min 内给予全部剂量的 10%,剩余剂量 30 min 内泵注完成。(2)取栓组:在溶栓组基础上加用 3D-DSA 引导的神经介入取栓术。①股

表 1 溶栓组与取栓组 IS 患者临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data between thrombolysis group and 3D-DSA group in IS patients

项 目	溶栓组 ($n=90$)	取栓组 ($n=90$)	χ^2/t 值	P 值
性别[例(%)]			0.567	0.451
男	49(54.44)	54(60.00)		
女	41(45.56)	36(40.00)		
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	64.75 \pm 7.47	65.19 \pm 7.23	0.402	0.689
病程($\bar{x}\pm s$,h)	3.84 \pm 1.16	3.91 \pm 1.08	0.419	0.676
基础疾病				
糖尿病	26(28.89)	28(31.11)	0.106	0.745
高血糖	23(25.56)	29(32.22)	0.974	0.324
高血压	30(33.33)	34(37.78)	0.388	0.533
意识障碍[例(%)]	10(11.11)	13(14.44)	0.449	0.503
失语[例(%)]	35(38.89)	38(42.22)	0.207	0.649
吸烟史[例(%)]	22(24.44)	28(31.11)	0.997	0.318
饮酒史[例(%)]	27(30.00)	33(36.67)	0.900	0.343
家族遗传史[例(%)]	5(5.56)	6(6.67)	0.097	0.756

动脉穿刺:在局部麻醉下,选择右侧股动脉作为穿刺点,通过 Seldinger 技术建立穿刺通道,插入动脉鞘和导丝;②导管引导:利用导丝引导微导管到达闭塞部位的远端,通过 3D-DSA 确认微导管的位置;③支架输送:通过微导管将取栓支架输送至闭塞部位,确保支架完全展开并覆盖血栓;④支架释放:通过回拉导管的方式释放支架,使其自然展开并固定在血栓位置,同时通过负压吸引的方式将血栓取出;⑤术后造影:术后即刻造影,评估血管再通情况和血栓的清除效果;⑥术后处理:生命体征监测、影像学复查、常规药物治疗。

1.4 观测指标与方法

1.4.1 血管再通率检查:治疗后,通过影像学检查评估患者血管再通情况。(1)完全再通:血管完全恢复;(2)部分再通:血管部分恢复;(3)未再通:血栓移动或无明显变化。血管再通率=(完全再通+部分再通)/总例数 $\times 100\%$ 。

1.4.2 ba-PWV 检测:采用动脉硬化检测仪(大连欧姆龙有限公司,型号:HBP-8000)于治疗前后测定患者 ba-PWV,受检者测量前静坐 5 min,测量时,压力敏感探头分别置于肱动脉和踝动脉,记录脉搏波的传播时间差和距离,从而计算出 ba-PWV,正常参考值为 < 1400 cm/s,高于此值可能提示动脉硬化或血管损伤。

1.4.3 神经功能检测:采用美国国立卫生研究院脑卒中量表(NIHSS)^[9]于治疗前后评估患者神经功能缺损程度,总分 42 分, ≥ 21 分为重度卒中,分值越高代表

神经功能受损越严重。

1.4.4 血流动力学指标检测:采用脑血管功能检测仪(上海神州美景健康科技有限公司,型号:GT-3000)于治疗前后测定患者脑血管平均血流量(Q_m)、外周阻力(R_v)。

1.4.5 血清相关指标检测:于治疗前及治疗结束后第 1 d 抽取患者空腹肘静脉血 4 ml,离心留取血清,采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测神经元特异性烯醇化酶(NSE)、Netrin-1 水平,具体操作步骤严格按照试剂盒说明书进行(武汉华美生物工程有限公司,货号:E07961H、E11899h)。

1.4.6 不良反应记录:记录 2 组治疗后血管急性再闭塞、24 h 症状性颅内出血、病变残余狭窄等发生情况。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 22.0 软件对数据进行统计学分析。计数资料以频数或构成比(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组治疗后血管再通率比较 取栓组血管再通率为 94.44%,高于溶栓组的 83.33%,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。

表 2 溶栓组与取栓组 IS 患者治疗后血管再通率比较 [例(%)]

Tab.2 Comparison of vascular recanalization rates between the thrombolysis group and 3D-DSA group patients

组别	例数	完全再通	部分再通	未再通	血管再通率(%)
溶栓组	90	49(54.44)	26(28.89)	15(16.67)	83.33
取栓组	90	58(64.44)	27(30.00)	5(5.56)	94.44
U/χ^2 值		$U = 1.777$		$\chi^2 = 5.625$	
P 值		0.076		0.018	

2.2 2 组治疗前后 ba-PWV 比较 治疗前,2 组 ba-PWV 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,2 组 ba-PWV 均降低,且取栓组低于溶栓组($P < 0.01$),见表 3。

2.3 2 组治疗前后神经功能比较 治疗前,2 组 NIHSS 评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,2 组 NIHSS 评分均降低,且取栓组低于溶栓组($P < 0.01$),见表 4。

2.4 2 组治疗前后脑血流动力学比较 治疗前,2 组 Q_m 、 R_v 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,2 组 Q_m 升高、 R_v 降低,且取栓组升高/降低幅度均大于

溶栓组($P < 0.01$),见表 5。

表 3 溶栓组与取栓组 IS 患者治疗前后 ba-PWV 比较 ($\bar{x} \pm s$, cm/s)

Tab.3 Comparison of ba PWV levels between the thrombolysis group and the 3D-DSA group

组别	例数	ba-PWV		t 值	P 值
		治疗前	治疗后		
溶栓组	90	1 478.49 \pm 121.85	1 301.14 \pm 106.72	10.387	<0.001
取栓组	90	1 483.51 \pm 122.76	1 186.78 \pm 102.64	17.592	<0.001
t 值		0.275	7.327		
P 值		0.783	<0.001		

表 4 溶栓组与取栓组 IS 患者治疗前后神经功能比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

Tab.4 Comparison of neurological function between thrombolysis group and 3D-DSA group patients

组别	例数	NIHSS		t 值	P 值
		治疗前	治疗后		
溶栓组	90	27.69 \pm 3.16	13.23 \pm 2.71	32.953	<0.001
取栓组	90	27.37 \pm 3.49	7.05 \pm 2.18	46.847	<0.001
t 值		0.645	16.857		
P 值		0.520	<0.001		

表 5 溶栓组与取栓组 IS 患者治疗前后脑血流动力学比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.5 Comparison of cerebral hemodynamics between thrombolysis group and 3D-DSA group patients

组别	时间	Q_m (ml/s)	R_v (kPa \cdot s $^{-1}\cdot$ m $^{-1}$)
溶栓组 ($n=90$)	治疗前	3.33 \pm 0.59	81.66 \pm 12.37
	治疗后	4.14 \pm 0.85	60.50 \pm 10.41
取栓组 ($n=90$)	治疗前	3.22 \pm 0.47	82.33 \pm 11.25
	治疗后	4.74 \pm 0.90	50.81 \pm 9.16
t/P 溶栓组内值		7.427/ <0.001	12.416/ <0.001
t/P 取栓组内值		14.202/ <0.001	20.612/ <0.001
t/P 治疗后组间值		4.598/ <0.001	6.630/ <0.001

2.5 2 组治疗前后血清相关指标比较 治疗前,2 组 NSE、Netrin-1 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,2 组 NSE 水平降低、Netrin-1 水平升高,且取栓组降低/升高幅度均大于溶栓组($P < 0.01$),见表 6。

2.6 2 组治疗后不良反应比较 取栓组治疗后不良反应总发生率为 26.67%,低于溶栓组的 32.22%,2 组比较差异无统计学意义($\chi^2/P=0.669/0.414$),见表 7。

3 讨论

由于 IS 急性期治疗技术的快速进步,患者病死率大大降低,但残疾人数不断增加^[10]。因此,需要更为有效的治疗手段及预后评估方法,从而能够有效预防不良事件的发生,改善患者预后情况。IS 急性期的再通疗法包括静脉溶栓药物和动脉内治疗,溶栓药物常

表 6 溶栓组与取栓组 IS 患者治疗前后血清相关指标比较
($\bar{x}\pm s$, $\mu\text{g/L}$)

Tab.6 Comparison of serum indicators between thrombolysis group and 3D-DSA group patients

组 别	时间	NSE	Netrin-1
溶栓组 ($n=90$)	治疗前	36.83 \pm 5.46	302.47 \pm 21.38
	治疗后	21.25 \pm 3.31	341.59 \pm 22.16
取栓组 ($n=90$)	治疗前	36.22 \pm 5.24	303.52 \pm 20.34
	治疗后	17.46 \pm 2.65	358.21 \pm 23.29
t/P 溶栓组内值		23.149/ <0.001	12.052/ <0.001
t/P 取栓组内值		30.309/ <0.001	16.779/ <0.001
t/P 治疗后组间值		8.480/ <0.001	4.905/ <0.001

表 7 溶栓组与取栓组 IS 患者治疗后不良反应总发生率比较
[例(%)]

Tab.7 Comparison of total incidence of adverse reactions in IS patients with thrombolysis group and 3D-DSA group

组 别	例数	血管急性再闭塞	24 h 症状性颅内出血	病变残余狭窄	总发生率 (%)
溶栓组	90	8 (8.89)	12 (13.33)	9 (10.00)	32.22
取栓组	90	4 (4.44)	8 (8.89)	12 (13.33)	26.67

通过静脉给药溶解血栓起作用,但某些情况下,静脉溶栓的再通效果有限^[11]。快速有效的血运重建是 IS 治疗的基石,血管内血栓切除术再灌注极大地改变了大血管闭塞患者的预后^[12]。此外,影像学技术的发展为脑血管疾病的诊断治疗提供了重要指导。DSA 是急性脑血管病诊断的金标准,在血管内治疗纳入 IS 的治疗标准后,DSA 的作用日益突出^[13]。研究表明,DSA 下神经介入溶栓治疗 IS 患者,可有效增加血管再通率,改善患者神经功能及认知功能,促进脑血流动力学指标的恢复^[14]。而 3D-DSA 能够提供更清晰、更直观的脑血管图像。然而,目前关于 3D-DSA 在神经介入取栓术中的具体应用效果,以及其对患者生理指标和生物标志物,如血清 Netrin-1 水平的潜在影响仍需进一步研究。

本研究结果显示,取栓组血管再通率为 94.44%,高于溶栓组的 83.33%,提示 3D-DSA 引导的神经介入取栓术治疗 IS 患者能够提高血管再通率。分析原因,静脉溶栓通过注射溶栓药物,直接作用于血液中的血栓,使纤维蛋白溶解,从而解除血管阻塞,恢复脑部的血流,该机制是提高血管再通率的关键,因为血流恢复是改善脑组织缺血和缺氧状态的前提^[15]。3D-DSA 技术通过三维重建,能够清晰地显示血管的形态、病变部位及闭塞情况,为手术提供精确的解剖信息,这种高精度的影像学支持使得医生能够更准确地定位血栓位置 and 选择合适的取栓路径,从而提高血管再通的成功

率^[16]。ba-PWV 作为动脉僵硬度的指标,与心脑血管疾病风险密切相关,其不仅能够预测急性 IS 的发生,还能够评估患者的长期预后功能^[17]。Qm 水平下降将影响脑组织的供氧和代谢,Rv 是反映脑血管微循环通畅程度的重要指标,其值越高,表明脑血管阻力越大,微循环障碍越严重^[18]。治疗后,取栓组 ba-PWV 水平、NIHSS 评分、Rv 水平低于溶栓组,Qm 水平高于溶栓组,提示 3D-DSA 引导的神经介入取栓术治疗 IS 患者,可改善脑血流动力学和神经功能,减少 IS 再发的风险,提高长期预后水平。该研究结果与常馨等^[19]采用 DSA 引导的神经介入取栓术治疗 IS 患者可降低 ba-PWV 水平的结果一致。分析原因,静脉溶栓治疗的核心作用是通过溶解血栓或阻塞物,迅速恢复闭塞血管的血流,从而恢复缺血区的脑血流灌注,减少缺血半暗带的脑组织损伤,避免不可逆的脑损伤,从而减轻患者的神经功能损害^[20]。3D-DSA 技术通过三维重建,能够从多角度详细展示颅内血管的结构和病变情况,且机械取栓术通过直接清除颅内大动脉中的血栓,恢复血管通畅,从而迅速改善脑血流动力学,且其可以有效移除导致脑缺血的血栓,降低血管再闭塞的风险,从而减少脑卒中再发生的可能性^[21]。NSE 是一种反映脑组织损伤的生物标志物,其水平升高通常提示脑损伤的严重程度增加,且有研究指出其与患者的预后密切相关,Netrin-1 是一种轴突导向因子,近年来被发现具有神经保护作用^[22-25]。治疗后,取栓组 NSE 水平低于溶栓组,Netrin-1 水平高于溶栓组,提示 3D-DSA 引导的神经介入取栓术治疗 IS 患者,能够上调 Netrin-1 表达水平,抑制 NSE 的表达,减少脑损伤,改善神经功能。2 组不良反应发生情况比较差异无统计学意义 ($P>0.05$),说明在溶栓的基础上进行 3D-DSA 引导的神经介入取栓术并不会增加患者不良反应发生风险。

4 结 论

综上所述,3D-DSA 引导的神经介入取栓术治疗 IS 患者具有较好临床疗效,能够提高血管再通率,改善脑血流动力学,减少 IS 再发生的风险,并能上调 Netrin-1 表达水平,抑制 NSE 表达,降低 ba-PWV,减少脑损伤,改善神经功能及预后水平。但是本研究仍具有以下局限性:为单中心研究,未采用盲法设计,可能产生偏倚,且未进行长期随访记录,难以评估长期疗效。因此,后续应扩大样本来源,进行多中心研究,增加盲法设计及长期随访记录,进一步探讨其作用机制。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

熊礼恒:设计研究方案,实施研究过程,论文撰写;陶婷婷:

实施研究过程,资料搜集整理,参与撰写;叶伟:提出研究思路,分析试验数据,论文审核;张金星:进行统计学分析,论文修改
参考文献

- [1] Herpich F, Rincon F. Management of acute ischemic stroke[J]. Critical Care Medicine, 2020, 48(11): 1654-1663. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004597.
- [2] GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990—2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. The Lancet Neurology, 2021, 20(10): 795-820. DOI: 10.1016/S1474-4422(21)00252-0.
- [3] Xiong Y, Wakhloo AK, Fisher M. Advances in acute ischemic stroke therapy[J]. Circulation Research, 2022, 130(8): 1230-1251. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.121.319948.
- [4] Bani-Sadr A, Aguilera M, Cappucci M, et al. Comparison of magnetic resonance angiography techniques to brain digital subtraction arteriography in the setting of mechanical thrombectomy: A non-inferiority study[J]. Revue Neurologique, 2022, 178(6): 539-545. DOI: 10.1016/j.neurol.2021.12.009.
- [5] 侯凯, 龚颖娜, 李斌, 等. 浅析 3D-DSA 技术在神经介入中的优势[J]. 昆明医科大学学报, 2021, 42(4): 128-133. DOI: 10.12259/j.issn.2095-610X.S20210424.
- [6] 蔡涵璐, 王丽华, 刘佩芳, 等. 臂踝脉搏波传导速度对急性缺血性脑卒中早期预后的预测价值[J]. 心血管康复医学杂志, 2019, 28(4): 517-519. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0074.2019.04.32.
- [7] 吉康, 文娟, 钟亮晶, 等. 急性缺血性脑卒中患者血清 NfL, Galectin-3, Netrin-1 水平变化及临床意义[J]. 标记免疫分析与临床, 2021, 28(9): 1579-1583. DOI: 10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2021.09.027.
- [8] 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(9): 666-682. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2018.09.004.
- [9] Kwah LK, Diong J. National Institutes of Health Stroke Scale (NIH-SS)[J]. Journal of Physiotherapy, 2014, 60(1): 61-63. DOI: 10.1016/j.jphys.2013.12.012.
- [10] Wang J, Li Y, Qi L, et al. Advanced rehabilitation in ischaemic stroke research[J]. Stroke and Vascular Neurology, 2024, 9(4): 328-343. DOI: 10.1136/svn-2022-002285.
- [11] Roaldsen MB, Lindekleiv H, Mathiesen EB. Intravenous thrombolytic treatment and endovascular thrombectomy for ischaemic wake-up stroke[J]. The Cochrane Database of Systematic Reviews, 2021, 12(12): 109-125. DOI: 10.1002/14651858.CD010995.pub3.
- [12] Li W, Burgin WS, Beba Abadal K, et al. Direct angiographic intervention for acute ischemic stroke with large vessel occlusion[J]. Neurological Research, 2021, 43(11): 926-931. DOI: 10.1080/01616412.2021.1939485.
- [13] Shaban S, Huasen B, Haridas A, et al. Digital subtraction angiography in cerebrovascular disease: Current practice and perspectives on diagnosis, acute treatment and prognosis[J]. Acta Neurologica Belgica, 2022, 122(3): 763-780. DOI: 10.1007/s13760-021-01805-z.
- [14] 戴颖, 陈良丽, 陆芳萍, 等. 数字减影血管造影下神经介入溶栓联合静脉溶栓治疗对缺血性脑卒中患者认知功能及血清一氧化氮、神经导向因子-1、血管内皮生长因子的影响[J]. 陕西医学杂志, 2023, 52(7): 835-837, 841. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7377.2023.07.013.
- [15] 柳雅洁, 李自如, 袁军. 急性缺血性脑卒中血管内治疗预后影响因素的研究进展[J]. 神经损伤与功能重建, 2020, 15(11): 637-640. DOI: 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20191543.
- [16] Guan M, Lin J, Huang S, et al. High-degree middle cerebral artery stenosis: Can advanced 3D DSA-MRI fusion imaging better illustrate plaques and perforators[J]. Clinical Neuroradiology, 2021, 31(1): 51-59. DOI: 10.1007/s00062-020-00927-w.
- [17] 林道云, 陈高俊, 华如鹏, 等. 经全脑血管造影术引导神经介入治疗对缺血性脑血管病的疗效分析[J]. 湖南师范大学学报: 医学版, 2021, 18(6): 35-38. DOI: 10.3969/j.issn.1673-016X.2021.06.011.
- [18] 陈静, 谢闯洲. 神经介入联合阿替普酶静脉溶栓对急性缺血性脑卒中患者脑血流动力学及神经功能的影响[J]. 海南医学, 2020, 31(5): 579-581. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6350.2020.05.009.
- [19] 常馨, 王月, 杨勇. DSA 引导下神经介入溶栓术治疗老年缺血性脑卒中效果及对血管内皮功能的影响[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(6): 1148-1151. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2021.06.009.
- [20] 丁宏举, 周光, 李明晖. 替奈普酶与阿替普酶静脉溶栓联合替罗非班治疗急性缺血性脑卒中中的临床疗效对比研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2023, 31(12): 112-115. DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2023.00.308.
- [21] 刘冰, 霍会永, 赵聪慧, 等. 数字减影血管造影引导下神经介入取栓术对急性脑梗死患者血管内皮功能及血清血栓素 A₂/CXC 趋化因子配体 16 水平的影响[J]. 陕西医学杂志, 2025, 54(1): 88-92. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7377.2025.01.017.
- [22] 贾妹婧, 史春夏, 李立华. 不同危险因素急性脑梗死患者血清超敏 C 反应蛋白、神经元特异性烯醇化酶含量的变化及其临床意义[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(10): 61-64. DOI: 10.7619/jcmp.201910017.
- [23] 冯丽君, 王昆. 缺血性脑卒中患者体内 S100 β , NPY, NSE 水平及其临床意义[J]. 临床与病理杂志, 2019, 39(5): 1010-1015. DOI: 10.3978/j.issn.2095-6959.2019.05.016.
- [24] 王媛媛, 王博, 刘媛媛, 等. 血清细胞角蛋白蛋白片段 18 和肽素水平对青年缺血性脑卒中患者预后不良预测价值分析[J]. 临床军医杂志, 2025, 53(5): 533-536. DOI: 10.16680/j.1671-3826.2025.05.24.
- [25] Chen Z, Cao T, Zhong X, et al. Association between serum netrin-1 levels and early neurological deterioration after acute ischemic stroke[J]. Frontiers In Neurology, 2022, 1(3): 953-957. DOI: 10.3389/fneur.2022.953557.

(收稿日期: 2025-06-24)