

应用CTA对基底节区大脑中动脉M1段急性梗死灶侧支循环建立情况的评价

曾 辉, 刘 莹

新疆医科大学第二附属医院医学影像科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2024年11月27日; 录用日期: 2024年12月21日; 发布日期: 2024年12月30日

摘 要

目的: 探讨应用CT血管造影(CTA)对基底节区大脑中动脉M1段急性梗死灶侧支循环建立情况的评价效果。方法: 选取本院2023年8月~2024年7月诊治的60例基底节区大脑中动脉M1段急性梗死患者, 所有患者均行CTA检查与数字减影血管造影(DSA)检查评价侧支循环建立情况。以DSA检查结果为金标准, 分析CTA对侧支循环建立情况评价的应用效能。分析不同侧支循环情况、不同侧支血管狭窄程度的CT参数[局部脑血流量(rCBF)、局部脑血容量(rCBV)、局部平均通过时间(rMTT)、局部最大峰值时间(rTTP)]与大脑中动脉区域侧支评分系统(Tan评分)的差异性。应用Pearson分析法, 分析CT参数、Tan评分与侧支循环建立情况的相关性。对患者进行预后评估, 分析不同侧支循环情况下神经功能缺损程度(NIHSS评分)、日常生活能力(BI评分)的差异性。结果: DSA检查评价为侧支循环不良27例, 侧支循环良好33例; CTA检查评价为侧支循环不良25例, 侧支循环良好35例; CTA对侧支循环建立情况评价的准确率、敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为86.67%、81.48%、90.91%、88.00%、85.71%。侧支循环良好组的rCBF、rCBV大于侧支循环不良组, rMTT、rTTP短于侧支循环不良组, Tan评分高于侧支循环不良组, 均 $P < 0.05$ 。不同侧支血管狭窄程度的rCBF、rCBV、rMTT、rTTP及Tan评分比较, 均 $P < 0.05$ 。侧支循环建立情况与rCBF、rCBV、Tan评分均呈正相关性($P < 0.05$), 与rTTP呈负相关性($P < 0.05$), 与rMTT无明显相关性($P > 0.05$)。侧支循环良好组的NIHSS评分低于侧支循环不良组, BI评分高于侧支循环不良组, 均 $P < 0.05$ 。结论: CTA在基底节区大脑中动脉M1段急性梗死灶侧支循环建立情况评价中的应用效能较高, CT参数、Tan评分与侧支循环存在明显的相关性, 侧支循环不良提示预后较差。

关键词

CTA, 基底节区, 大脑中动脉M1段, 急性梗死灶, 侧支循环

Evaluation of Collateral Circulation Establishment in Acute Infarction Lesion of M1 Segment of Middle Cerebral Artery in Basal Ganglia Region Using CTA

文章引用: 曾辉, 刘莹. 应用 CTA 对基底节区大脑中动脉 M1 段急性梗死灶侧支循环建立情况的评价[J]. 临床医学进展, 2024, 14(12): 1377-1384. DOI: 10.12677/acm.2024.14123229

Hui Zeng, Ying Liu

Department of Medical Imaging, The Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Nov. 27th, 2024; accepted: Dec. 21st, 2024; published: Dec. 30th, 2024**Abstract**

Objective: To explore the evaluation effect of CT angiography (CTA) on the establishment of collateral circulation in acute infarction lesions of the M1 segment of the middle cerebral artery in the basal ganglia region. **Method:** Sixty patients with acute infarction of the M1 segment of the middle cerebral artery in the basal ganglia region treated in our hospital from August 2023 to July 2024 were selected. All patients underwent CTA and digital subtraction angiography (DSA) to evaluate the establishment of collateral circulation. Using DSA examination results as the gold standard, analyze the application effectiveness of CTA in evaluating the establishment of collateral circulation. Analyze the differences in CT parameters (rCBF, rCBV, rMTT, rTTP) and the middle cerebral artery regional collateral score system (Tan score) for different collateral circulation conditions and degrees of collateral vessel stenosis. Apply Pearson analysis to analyze the correlation between CT parameters, Tan score, and collateral circulation establishment. Evaluate the prognosis of patients and analyze the differences in the degree of neurological deficit (NIHSS score) and daily living ability (BI score) under different collateral circulation conditions. **Result:** DSA examination evaluated 27 cases of poor collateral circulation and 33 cases of good collateral circulation; CTA examination evaluated 25 cases of poor collateral circulation and 35 cases of good collateral circulation; The accuracy, sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value of CTA in evaluating the establishment of collateral circulation were 86.67%, 81.48%, 90.91%, 88.00%, and 85.71%, respectively. The rCBF and rCBV of the group with good collateral circulation were higher than those of the group with poor collateral circulation, while rMTT and rTTP were shorter than those of the group with poor collateral circulation. The Tan score was higher than that of the group with poor collateral circulation, all $P < 0.05$. The comparison of rCBF, rCBV, rMTT, rTTP, and Tan scores for different degrees of collateral vessel stenosis showed $P < 0.05$. The establishment of collateral circulation is positively correlated with rCBF, rCBV, and Tan scores ($P < 0.05$), negatively correlated with rTTP ($P < 0.05$), and not significantly correlated with rMTT ($P > 0.05$). The NIHSS score of the group with good collateral circulation was lower than that of the group with poor collateral circulation, and the BI score was higher than that of the group with poor collateral circulation, both $P < 0.05$. **Conclusion:** CTA has a high application efficiency in evaluating the establishment of collateral circulation in acute infarction of the M1 segment of the middle cerebral artery in the basal ganglia region. There is a significant correlation between CT parameters, Tan score, and collateral circulation, and poor collateral circulation indicates poor prognosis.

Keywords**CTA, Basal Ganglia Region, M1 Segment of Middle Cerebral Artery, Acute Infarction Lesion, Collateral Circulation**

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>**Open Access****1. 引言**

在神经科学的领域中, 急性脑血管事件的诊断与治疗一直是医学研究的热点与难点。基底节区大脑

中动脉 M1 段急性梗死以其高发病率、高致残率和高死亡率, 严重威胁着人类的生命健康[1]。侧支循环的建立, 作为机体应对脑血管阻塞时的自然代偿机制, 对于维持缺血区域的血流灌注、减轻脑组织损伤及促进功能恢复具有重要意义[2]。然而, 侧支循环的复杂性、多样性以及动态变化性, 使得其评估成为一项极具挑战性的任务。在此背景下, CT 血管造影(CTA)作为一种非侵入性、高分辨率的血管成像技术, 逐渐成为评价急性脑梗死侧支循环的重要工具[3]。CTA 凭借其快速成像、高空间分辨率以及对血管结构的清晰显示能力, 为量化分析侧支循环的形态学特征、评估其功能状态及预测患者预后提供了强有力的参考依据[4] [5]。本研究旨在探讨 CTA 在基底节区大脑中动脉 M1 段急性梗死灶侧支循环建立情况评价中的应用效能, 期望能够加深对急性脑梗死侧支循环生理病理机制的理解, 为个体化治疗方案的制定提供更为精确的影像学依据, 汇报如下:

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

选取本院 2023 年 8 月~2024 年 7 月诊治的 60 例基底节区大脑中动脉 M1 段急性梗死患者, 其中男 34 例, 女 27 例; 年龄 52~84 (67.41 ± 4.72) 岁; 体重指数 19~27 (23.68 ± 1.47) kg/m^2 ; 病程 3~24 (8.34 ± 2.57) h; 饮酒者 25 例, 吸烟者 35 例。

2.2. 纳入标准与排除标准

纳入标准: (1) 病历资料完整; (2) 明确诊断为基底节区大脑中动脉 M1 段急性梗死; (3) 发病至接受 CTA 检查的时间在适当的时间窗内; (4) CTA 图像清晰, 能够准确显示脑血管结构, 包括基底节区大脑中动脉 M1 段及其侧支循环; (5) 患者或其家属签署知情同意书, 同意参与本研究并接受 CTA 检查与数字减影血管造影(DSA)检查。

排除标准: (1) 非急性梗死, 如陈旧性脑梗死、脑出血或其他脑血管疾病; (2) 合并有心、肺、肝、肾等严重疾病; (3) 颅内肿瘤; (4) 颅脑动脉畸形; 造影剂过敏; (5) 因意识障碍、躁动或其他原因无法配合完成检查。

2.3. 方法

2.3.1. CTA 检查方法

仪器使用 128 层 Brilliance i CT (Philips 公司)。采用双筒高压注射器, 经肘前静脉以 3.5~5.0 mL/s 的速率推注碘佛醇 100 mL。从主动脉弓下缘至颅顶进行扫描, 确保全面覆盖脑血管区域。参数设定: 管电压 120 kV, 电流 250 mA, 准直器宽度 0.625 mm, 层厚 0.90 mm, 层间距 0.45 mm; 确保图像的高分辨率和清晰度, 并准确显示脑血管结构。CTA 扫描后行 CT 灌注成像, 扫描范围特别聚焦于基底节层面, 详细评估该区域的血流灌注情况。所采集的图像上传至工作站进行后续处理和分析, 图像数据由两名具备丰富影像学诊断经验的医师独立进行评估, 主要分析侧支循环的建立情况。CT 灌注灌注图像传输至工作站, 获取病灶侧与健侧的局部脑血流量(rCBF)、局部脑血容量(rCBV)、局部平均通过时间(rMTT)、局部最大峰值时间(rTTP), 了解梗死灶区域的血流灌注状态, 进一步评估侧支循环建立情况。

2.3.2. DSA 检查方法

仪器使用 ARTIS 1500 数字减影血管造影机(德国 Siemens 公司)。检查过程中, 患者取仰卧位, 嘱其禁止吞咽和移动, 以确保图像的稳定性。对股动脉穿刺点进行常规消毒, 使用利多卡因进行局部麻醉。采用 Seldinger 法, 将 5F 动脉鞘顺利置入股动脉内。在导丝的引导下, 以 4/5F 诊断导管进行选择造影, 通过正位、侧位、斜位等多个角度进行摄影, 以全面、准确地显示脑血管结构。造影完成后, 撤出导管

鞘, 对穿刺点进行压迫止血, 持续时间为 20 min; 对腹股沟区域进行加压包扎, 嘱患者穿刺侧下肢保持制动状态 8 h, 以避免出血和其他并发症的发生。DSA 检查拍摄的 X 线图像均进行数字化及减影处理, 以提高图像质量。

2.3.3. 侧支循环建立情况的评价方法

在 CTA 检查中, 采用大脑中动脉区域侧支评分系统(Tan 评分)对侧支循环建立情况进行评估。Tan 评分的总分为 0~3 分, 0 分为未建立侧支循环, 1 分为侧支循环显影 $\leq 50\%$, 2 分为侧支循环显影 $50\% \sim 99\%$, 3 分为侧支循环 100%显影, 0~1 分表示侧支循环不良, 2~3 分表示侧支循环良好[6]。

在 DSA 检查中, 对于侧支循环的评估主要依据脑血管的闭塞情况。具体评估标准如下: 若基底节区大脑中动脉 M1 段存在血管闭塞, 则判定为侧支循环不良; 若未见血管闭塞, 则判定为侧支循环良好[7]。

在 CTA 检查中, 根据侧支血管狭窄面积评估血管狭窄程度[8]: 狭窄面积 $\leq 30\%$ 为轻度狭窄(17 例), $31\% \sim 69\%$ 为中度狭窄(31 例), $\geq 70\%$ 为重度狭窄或闭塞(12 例)。

2.3.4. 预后评估方法

对患者进行追踪随访, 评估其预后情况, 包括神经功能缺损程度与日常生活能力。神经功能缺损程度: 应用神经功能缺损量表(NIHSS), 总分 42 分, 评分越低越好[9]。日常生活能力: 应用 Barthel 指数(BI)评分量表, 内容共 10 项, 总分 100 分, 评分越高越好[10]。

2.4. 研究质量控制

收集并分析患者的基线资料, 包括年龄、性别、合并症、用药情况等, 进行多因素分析, 排除混杂因素的影响, 以提高研究结果的准确性和可靠性。

2.5. 观察指标

(1) 以 DSA 检查结果为金标准, 分析 CTA 对侧支循环建立情况评价的应用效能。(2) 分析不同侧支循环情况下 CT 参数与 Tan 评分的差异性。(3) 分析不同侧支血管狭窄程度下 CT 参数与 Tan 评分的差异性。(4) 应用 Pearson 分析法, 分析 CT 参数、Tan 评分与侧支循环建立情况的相关性。(5) 分析不同侧支循环情况下神经功能缺损程度、日常生活能力的差异性。

2.6. 统计学分析

应用 SPSS 25.0 软件, 以 $(\bar{x} \pm s)$ 表述计量资料, 2 组比较行 t 检验, 多组比较采用单因素方差分析; 以 $[n (\%)]$ 表述计数资料, 行 χ^2 检验; 相关性分析采用 Pearson 分析法。当 $P < 0.05$ 时, 差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. CTA 对侧支循环建立情况评价的应用效能

60 例患者中, DSA 检查评价为侧支循环不良 27 例, 侧支循环良好 33 例; CTA 检查评价为侧支循环不良 25 例, 侧支循环良好 35 例。以 DSA 检查结果为金标准, 经计算, CTA 对侧支循环建立情况评价的准确率、敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为 86.67%、81.48%、90.91%、88.00%、85.71%。见表 1。

3.2. 不同侧支循环情况下 CT 参数与 Tan 评分的差异性

侧支循环良好组的 rCBF、rCBV 大于侧支循环不良组, rMTT、rTTP 短于侧支循环不良组, Tan 评分

高于侧支循环不良组, 均 $P < 0.05$ 。见表 2。

Table 1. Comparison of CTA evaluation results and DSA examination results for collateral circulation establishment

表 1. CTA 对侧支循环建立情况评价结果与 DSA 检查结果比较

DSA 检查结果	CTA 检查结果		合计
	侧支循环不良	侧支循环良好	
侧支循环不良	22	5	27
侧支循环良好	3	30	33
合计	25	35	60

Table 2. Differences in CT parameters and Tan scores under different collateral circulation conditions

表 2. 不同侧支循环情况下 CT 参数与 Tan 评分的差异性

分组	例数	rCBF [ml/(100·min)]	rCBV (ml/100g)	rMTT (s)	rTTP (s)	Tan 评分(分)
侧支循环不良	27	0.67 ± 0.20	0.78 ± 0.21	1.72 ± 0.42	1.74 ± 0.30	1.04 ± 0.30
侧支循环良好	33	0.79 ± 0.22	0.94 ± 0.26	1.53 ± 0.29	1.58 ± 0.27	2.20 ± 0.37
<i>t</i> 值	-	2.189	2.581	2.067	2.172	13.132
<i>P</i> 值	-	0.033	0.012	0.043	0.034	0.000

3.3. 不同侧支血管狭窄程度下 CT 参数与 Tan 评分的差异性

不同侧支血管狭窄程度的 rCBF、rCBV、rMTT、rTTP 及 Tan 评分比较, $P < 0.05$ 。见表 3。

Table 3. Differences in CT parameters and Tan score under different degrees of collateral vessel stenosis

表 3. 不同侧支血管狭窄程度下 CT 参数与 Tan 评分的差异性

分组	例数	rCBF [ml/(100·min)]	rCBV (ml/100g)	rMTT (s)	rTTP (s)	Tan 评分(分)
轻度狭窄	17	0.84 ± 0.23	0.99 ± 0.28	1.51 ± 0.29	1.45 ± 0.30	2.62 ± 0.40
中度狭窄	31	0.71 ± 0.21	0.85 ± 0.24	1.64 ± 0.38	1.60 ± 0.28	1.94 ± 0.35
重度狭窄或闭塞	12	0.63 ± 0.19	0.72 ± 0.20	1.73 ± 0.44	1.80 ± 0.31	1.00 ± 0.31
<i>F</i> 值	-	4.570	4.648	4.131	3.863	3.792
<i>P</i> 值	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

3.4. CT 参数、Tan 评分与侧支循环建立情况的相关性

以侧支循环建立情况(良好 = 1, 不良 = 0)为自变量, 以 rCBF、rCBV、rMTT、rTTP、Tan 评分为因变量, 进行 Pearson 分析, 结果显示: 侧支循环建立情况与 rCBF、rCBV、Tan 评分均呈正相关性($P < 0.05$), 与 rTTP 呈负相关性($P < 0.05$), 与 rMTT 无明显相关性($P > 0.05$)。见表 4。

3.5. 不同侧支循环情况下神经功能缺损程度、日常生活能力的差异性

侧支循环良好组的 NIHSS 评分低于侧支循环不良组, BI 评分高于侧支循环不良组, 均 $P < 0.05$ 。见表 5。

Table 4. Correlation between CT parameters, Tan score, and collateral circulation establishment
表 4. CT 参数、Tan 评分与侧支循环建立情况的相关性

相关指标	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
rCBF	0.395	0.007
rCBV	0.416	0.000
rMTT	0.185	0.135
rTTP	-0.523	0.000
Tan 评分	0.494	0.000

Table 5. Differences in the degree of neurological deficit and daily living ability under different collateral circulation conditions

表 5. 不同侧支循环情况下神经功能缺损程度、日常生活能力的差异性

分组	例数	NIHSS 评分	BI 评分
侧支循环不良	27	10.79 ± 2.63	83.51 ± 4.62
侧支循环良好	33	7.32 ± 2.11	87.47 ± 5.11
<i>t</i> 值	-	5.672	3.117
<i>P</i> 值	-	0.000	0.003

4. 讨论

基底节区大脑中动脉 M1 段急性梗死是指由于大脑中动脉 M1 段(即水平段)发生急性闭塞,导致基底节区脑组织血流中断,进而引起局部脑组织缺血、缺氧性坏死。其发病机制复杂,涉及血管动脉硬化、血流动力学异常、血小板聚集等多种因素。长期的高血压、高血糖、高血脂等危险因素可导致血管管壁逐渐增厚、管腔狭窄,最终形成血栓或斑块,引发血管闭塞。梗死发生后,患者可能出现偏瘫、偏盲、偏身感觉障碍等“三偏”症状,以及失语、构音障碍等语言功能受损,会严重影响生活质量[11]。脑梗死急性期,梗死灶周围脑组织可能出现水肿,导致颅内压增高,继而危及生命安全[12]。

侧支循环是指当主要血管发生闭塞时,通过其他血管路径为缺血区域提供血液供应的代偿机制[13]。在脑梗死中,侧支循环的建立有助于减少梗死灶体积、稳定梗死区脑血流量,并改善缺血后脑组织损伤[14]。CTA 在评价基底节区大脑中动脉 M1 段急性梗死灶侧支循环建立情况中具有显著的应用优势,能够为临床决策提供客观、准确的依据,有助于提高急性脑梗死患者的治疗效果和预后[15]。CTA 的分辨率高,能够清晰地显示脑血管的解剖结构和病变情况,包括侧支循环的建立情况[16]。CTA 还可以通过侧支循环评分系统(如 Tan 评分)对侧支循环进行量化评估。研究表明,CTA 的侧支循环评分与脑梗死体积及分布具有相关性,有助于预测患者的预后情况[17]。值得一提的是,CTA 能够在短时间内完成扫描,这对于急性脑梗死患者来说至关重要,因为时间就是大脑。虽然 DSA 是判断大脑侧支循环的金标准,但 CTA 具有操作简便、无创、价格相对便宜等优势,更适合作为急性脑梗死患者的首选检查方法[18]。

本研究结果显示,CTA 对侧支循环建立情况评价的准确率、敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值均 >81%,提示:CTA 在评价侧支循环建立情况方面具有较高的应用效能。CTA 作为一种先进的医学影像技术,能够清晰地显示血管结构和血流情况,从而准确判断侧支循环的建立状态。高准确率、敏感度等指标表明 CTA 在侧支循环评估中的可靠性和有效性。

侧支循环良好组的 rCBF、rCBV 大于侧支循环不良组,rMTT、rTTP 短于侧支循环不良组,Tan 评分高于侧支循环不良组,均 $P < 0.05$ 。rCBF 和 rCBV 的增加反映了侧支循环良好组在缺血或病变区域有更

好的血液供应和灌注,这有助于维持脑组织的正常功能。 $rMTT$ 、 $rTTP$ 的降低表明血流到达病变区域的时间更短,即侧支循环的建立加速了血流的传输。 Tan 评分是一种评估侧支循环的量化指标,其增高意味着侧支循环的建立更为完善。不同侧支血管狭窄程度的 $rCBF$ 、 $rCBV$ 、 $rMTT$ 、 $rTTP$ 及 Tan 评分比较,均 $P < 0.05$;该结果表明不同侧支血管狭窄程度下的 CT 参数与 Tan 评分均存在显著性差异。随着血管狭窄程度的增加, $rCBF$ 和 $rCBV$ 呈现下降趋势,而 $rMTT$ 和 $rTTP$ 呈现上升趋势,这种变化反映了血管狭窄对脑组织血流动力学的影响,即狭窄程度越严重,脑组织的血流灌注越差,血液通过血管的时间越长。侧支循环建立情况与 $rCBF$ 、 $rCBV$ 、 Tan 评分均呈正相关性($P < 0.05$),与 $rTTP$ 呈负相关性($P < 0.05$)。正相关性表明侧支循环的建立程度越好, $rCBF$ 、 $rCBV$ 和 Tan 评分越高,这进一步证实了侧支循环在改善脑组织血液供应和灌注方面的重要作用。负相关性则说明侧支循环的建立能够缩短血流到达病变区域的时间,即 $rTTP$ 降低。

侧支循环良好组的 NIHSS 评分低于侧支循环不良组,BI 评分高于侧支循环不良组,均 $P < 0.05$;提示侧支循环良好组患者的神经功能缺损程度较轻,且日常生活活动能力较好。这可能是因为良好的侧支循环有助于改善缺血区域的血液供应,从而减轻神经元的损伤,有助于患者更快地恢复日常生活能力。良好的侧支循环还可以减少脑梗死后的并发症,如脑水肿、脑出血等,从而有助于其神经功能和日常生活活动能力的恢复。

综上所述,CTA 在基底节区大脑中动脉 M1 段急性梗死灶侧支循环建立情况评价中的应用效能较高,CT 参数、 Tan 评分与侧支循环存在明显的相关性,侧支循环不良提示预后较差。

参考文献

- [1] 徐志嘉,曹月洲,赵林波,等.基于机械取栓术前 CTA 的侧支循环评分对动脉粥样硬化狭窄型急性大脑中动脉闭塞的预测价值[J].介入放射学杂志,2023,32(2):114-118.
- [2] 时建文,杨忠泽,刘森.CT 灌注成像参数对急性脑梗死侧支循环的评估价值及与术后近期预后的相关性[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2024,22(2):42-44.
- [3] 李蕾,徐建,辛奕,等.基于晚期 CTA 图像对急性大血管闭塞性卒中患者的评估价值及对治疗的指导作用[J].介入放射学杂志,2023,32(10):954-959.
- [4] 王莹莹,胡杰,许瑞卿,等.急性脑梗死患者中医证候与侧支循环、脑血流灌注及预后的相关性分析[J].广州中医药大学学报,2024,41(7):1662-1669.
- [5] 汪欣,马宝新.多时相头 CT 血管造影联合 CT 灌注成像评估急性缺血性脑卒中患者侧支循环中的应用价值[J].黑龙江医学,2023,47(17):2113-2115,2119.
- [6] 吴磊,胡东,高续,等.CTA 和 CTP 评价 AIS 患者侧支循环建立及脑灌注的研究[J].影像科学与光化学,2022,40(4):778-783.
- [7] 钟事宏,罗冰惠,郭盛.头颈 CT 血管造影及 NIHSS 评分与急性缺血性脑卒中患者侧支循环及预后的关系[J].中国医学创新,2024,21(14):138-142.
- [8] 尚桐羽,陈首名,张蕾,等.CT 灌注成像对急性缺血性脑卒中患者脑组织血流灌注情况,脑侧支血流循环状态及侧支血管狭窄的评估价值[J].分子影像学杂志,2022,45(5):749-753.
- [9] 汪星,孙冬,黄承芳,等.沙库巴曲缬沙坦钠片联合替奈普酶治疗对急性脑梗死患者神经功能缺损血管生成因子水平的影响[J].微循环学杂志,2023,33(4):45-50.
- [10] 陈小玲.基底节区急性脑梗死患者基于动态低频振幅的内在大脑活动的时间动力学与神经功能重塑的关系[D]:[硕士学位论文].南宁:广西医科大学,2022.
- [11] 孙福祥,张哲,张琳.3D-ASL 与数字减影血管造影对急性缺血性脑卒中患者闭塞部位和侧支循环的诊断价值比较[J].中国医师杂志,2023,25(1):81-85,91.
- [12] 沈亦亮,张强,施健.一站式 CT 血管造影 + CT 脑灌注成像可评估脑血管狭窄程度及侧支循环的开放程度[J].分子影像学杂志,2022,45(6):902-907.
- [13] 雷鸣,赵立波,胥流源,等.Rapid 软件、CT 血管造影和数字减影血管造影对侧支循环评估价值对比[J].中国医

- 药导报, 2023, 20(17): 82-85, 131.
- [14] 黄欣, 丁宁宁, 周丽, 等. 基于能谱 CT 血管成像的下肢动脉硬化闭塞性疾病侧支循环成像效果评价研究[J]. 实用放射学杂志, 2023, 39(8): 1249-1253.
- [15] 赵松, 刘岩, 张智琴, 等. 单时相和多时相 CT 血管成像评估脑梗死患者侧支循环及与 CT 灌注成像相关性研究[J]. 实用放射学杂志, 2023, 39(8): 1217-1221.
- [16] 顾贵业, 沈健. CT 灌注成像联合 CT 血管成像在急性缺血性脑卒中侧支循环诊断中的应用价值[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(11): 1735-1738.
- [17] 陶景山, 臧晓进, 戴益盛, 等. 四维 CT 血管造影评估的急性缺血性脑卒中患者脑侧支循环与预后的相关性[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2022, 21(6): 443-448.
- [18] 李萌, 鲍海华. 单期和多期 CT 血管造影评估缺血性脑卒中患者侧支状态与 CT 灌注参数的对比性研究[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(1): 29-34.