

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2025.01.023

CT 血管造影联合血浆 PON-1、CHI3L1 在缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄中的应用价值 *

李尊强 马慧兰 晏楠楠 刘奎环 陈 萍 颜庭超 王俊平[△]

(盘锦辽油宝石花医院放射科 辽宁 盘锦 124000)

摘要 目的: 探讨计算机断层扫描血管造影 (CTA) 联合血浆对氧磷脂酶 1 (PON-1)、壳多糖酶 3 样蛋白 1 (CHI3L1) 对缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的诊断价值。**方法:** 选取 2021 年 6 月至 2024 年 3 月我院收治的 86 例缺血性脑卒中患者, 均行 CTA 检查和数字减影血管造影 (DSA) 检查, 根据患者是否存在颈动脉狭窄将其分为狭窄组 (n=45 例) 和无狭窄组 (n=41 例)。采用 Kappa 检验 CTA 与 DSA 检查结果的一致性, 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析 CTA 联合血浆 PON-1、CHI3L1 诊断缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的价值。**结果:** DSA 检查结果显示, 86 例缺血性脑卒中患者中, 无颈动脉狭窄 41 例, 存在颈动脉狭窄 45 例 (其中轻、中、重度狭窄分别 13、19、7 例, 闭塞 6 例)。CTA 准确检出存在颈动脉狭窄 31 例 (其中轻、中、重度狭窄分别 8、15、5 例, 闭塞 3 例), 准确率为 68.89% (31/45)。CTA 检查结果与 DSA 检查结果一致性中等 (Kappa 值=0.419, $P<0.05$)。狭窄组血浆 PON-1 水平低于无狭窄组, 血浆 CHI3L1 水平高于无狭窄组 ($P<0.05$)。CTA、血浆 PON-1、CHI3L1 单独诊断缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.710、0.722、0.681, 联合诊断的 AUC 为 0.846, 高于各指标单独诊断 ($Z=3.093、2.411、2.774, P<0.05$)。**结论:** 存在颈动脉狭窄的缺血性脑卒中患者血浆 PON-1 水平降低, CHI3L1 水平增高, CTA 联合血浆 PON-1、CHI3L1 对缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄具有较高的诊断价值。

关键词: 缺血性脑卒中; 颈动脉狭窄; 计算机断层扫描血管造影; 对氧磷脂酶 1; 壳多糖酶 3 样蛋白 1

中图分类号: R543.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6273(2025)01-161-07

Application Value of CT Angiography Combined with Plasma PON-1 and CHI3L1 in Carotid Artery Stenosis in Ischemic Stroke Patients*

LI Zun-qiang, MA Hui-lan, YAN Nan-nan, LIU Kui-huan, CHEN Ping, YAN Ting-chao, WANG Jun-ping[△]

(Department of Radiology, Panjin Liaoyou Gemstone Flower Hospital, Panjin, Liaoning, 124000, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the diagnostic value of computed tomography angiography (CTA) combined with plasma paraoxonase-1 (PON-1) and chitinase 3-like protein 1 (CHI3L1) in carotid artery stenosis in ischemic stroke patients. **Methods:** 86 ischemic stroke patients who were admitted in our hospital from June 2021 to March 2024 were selected, all patients underwent CTA and digital subtraction angiography (DSA), patients were divided into stenosis group (n=45 cases) and non-stenosis group (n=41 cases) according to the presence or absence of carotid artery stenosis. The consistency of CTA and DSA results was tested by Kappa, the value of CTA combined with plasma PON-1 and CHI3L1 in the diagnosis of carotid artery stenosis in ischemic stroke patients was analyzed

* 基金项目: 盘锦市科学技术项目 (20210101)

作者简介: 李尊强 (1984-), 男, 本科, 副主任医师, 研究方向: 头颈部血管狭窄的影像诊断, E-mail: 13941758512@163.com

[△] 通讯作者: 王俊平 (1983-), 女, 本科, 副主任医师, 研究方向: 头颈部血管狭窄的影像诊断, E-mail: 765642966@qq.com

(收稿日期: 2024-10-14)

by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** The results of DSA examination showed that, among 86 ischemic stroke patients, there were 41 cases without carotid stenosis, and 45 cases with carotid stenosis (there were 13 cases of mild stenosis, 19 cases of moderate stenosis, 7 cases of severe stenosis and 6 cases of occlusion). CTA accurately detected 31 cases of carotid artery stenosis (including 8 cases of mild, 15 cases of moderate and 5 cases of severe stenosis, and 3 cases of occlusion), with an accuracy rate of 68.89% (31/45). The consistency between CTA and DSA was moderate (Kappa value=0.419, $P<0.05$). The plasma PON-1 level in stenosis group was lower than that in non-stenosis group, and the plasma CHI3L1 level was higher than that in non-stenosis group ($P<0.05$). The area under the curve (AUC) of CTA, plasma PON-1 and CHI3L1 in the diagnosis of carotid artery stenosis in ischemic stroke patients were 0.710, 0.722 and 0.681, respectively, the AUC of combined diagnosis was 0.846, which was higher than that of each index ($Z=3.093, 2.411, 2.774, P<0.05$). **Conclusion:** The plasma PON-1 level decreased in ischemic stroke patients with carotid artery stenosis, and CHI3L1 level increased, CTA combined with plasma PON-1 and CHI3L1 has a high diagnostic value for carotid stenosis in ischemic stroke patients.

Key words: Ischemic stroke; Carotid artery stenosis; Computed tomography angiography; Paraoxonase-1; Chitinase 3-like protein 1

Chinese Library Classification(CLC): R543.5 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2025)01-161-07

前言

颈动脉狭窄是引发缺血性脑卒中的关键因素,通常由颈动脉的粥样硬化斑块形成所致^[1]。这些狭窄性病变有可能逐步进展至完全闭塞,进而导致严重的脑神经损伤^[2]。目前,数字减影血管造影(DSA)作为临床评估颈动脉狭窄的金标准,但因其有创性和可能引发的患者不良反应,限制了其在临床上的广泛应用^[3,4]。相比之下,计算机断层扫描血管造影(CTA)能够无创地显示血管内部的病变情况,并计算颈动脉狭窄率,因此在颈动脉狭窄的诊断中显示出一定的应用价值^[5]。然而,CTA检查结果可能受到个体差异和操作技术等多种因素的影响,进而影响其诊断的准确性^[6]。对氧磷脂酶 1(PON-1)是一种与高密度脂蛋白相关的水解酶,对动脉粥样硬化具有保护作用,且已有研究证实 PON-1 水平的降低与症状性颈动脉狭窄存在关联^[7,8]。壳多糖酶 3 样蛋白 1(CHI3L1)是一种分泌型糖蛋白,具有促炎和促动脉粥样硬化的作用,研究发现在颈动脉狭窄患者中 CHI3L1 的表达水平上调,并与颈动脉粥样硬化斑块的脆弱性增加相关^[9,10]。鉴于此,本研究拟探讨 CTA 联合血浆 PON-1、CHI3L1 对缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的诊断价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2021 年 6 月至 2024 年 3 月我院收治的 86 例缺血性脑卒中患者,其中男 53 例,女 33 例;年龄 57-81 岁,平均年龄(66.09 ± 6.12)岁;基础疾病:高血压 49 例,糖尿病 51 例,高脂血症 43 例。纳入标准:(1)患者符合缺血性脑卒中相关诊断标准^[11];(2)均行 CTA 检查和 DSA 检查,以 DSA 检查结果为金标准;(3)临床及影像学资料完整。排除标准:(1)脑肿瘤、出血性脑卒中等其它脑部疾病;(2)颈动脉炎症、外伤等其他原因导致的颈动脉狭窄;(3)伴有严重的肝、肾、心、肺等重要器官功能障碍;(4)合并血液系统疾病、自身免疫系统疾病、感染或传染性疾病;(5)对造影剂存在过敏反应或禁忌证者;(6)既往存在颅脑手术史。本研究已获得我院医学伦理委员会批准,患者家属均已签署书面知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 CTA 检查 所有患者入组 24 h 内接受 CTA 检查,采用 SOMATOM Drive CT 128 排 256 层 CT 扫描仪(德国 SIMENS 公司)进行检查,患者取仰卧位,扫描范围从主动脉弓至颅底,首先采用常规扫描观察颈动脉钙化及斑块形成情况,之后进行 CTA 检查,经肘静脉 5 mL/s 注射 50 mL 碘比醇注射液,20 mL 生理盐水冲管,启动对比剂示踪技术触发扫描,参数:管电压

80~120 kV,管电流 100~400 mA,层间距 0.75 mm,层厚 0.75 mm,管旋转时间为 0.5 s。利用容积再现、曲面重建等技术进行图像重建,计算颈动脉狭窄率=(正常血管直径-最狭窄处内径)/正常血管直径×100%。颈动脉狭窄率评定标准^[2]:狭窄率 0%为无狭窄,<50%为轻度狭窄,50-69%为中度狭窄,70%-99%为重度狭窄,100%为闭塞。以上操作均由同一组医师完成。

1.2.2 血浆 PON-1、CHI3L1 检测 所有患者入组 24 h 内采集外周静脉血 3 mL 注入肝素抗凝试管混匀后取上层液离心 6 min 后(离心速率 3000 rpm,离心半径 10 cm),吸取最上层血浆保存待检。应用酶联免疫吸附法检测血浆 PON-1(试剂盒购自英国 Abcam 公司)、CHI3L1(试剂盒购自上海臻科生物科技有限公司)水平。

1.3 DSA 检查及分组

所有患者入组 24 h 内接受 DSA 检查,检查前禁食水至少 6 h,仪器采用 IGS530 医用血管造影 X 线机(美国 GE 公司),采用改良的 Seldinger 技术对股动脉进行穿刺,随后注入造影剂(碘比醇注射液),分别于颈动脉行冠状面、矢状面、水平面进行摄片,并记录颈动脉狭窄程度。根据缺血性脑卒中患者是否存在颈动脉狭窄将其分为狭窄组(45 例)和无狭窄组(41 例)。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 28.0 版统计学软件分析数据。计数资料以[例(%)]表示,采用卡方检验。符合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验。采用 Kappa 检验 CTA 与 DSA 检查结果的一致性,Kappa 值<0.2 为一致性较差,0.21~0.40 为一致性一般,0.41~0.60 为一致性中等,0.61~0.80 为一致性较高,0.81~1 为几乎完全一致。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 CTA 联合血浆 PON-1、CHI3L1 诊断缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的价值。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 DSA 与 CTA 检查结果比较

DSA 检查结果显示,86 例缺血性脑卒中患者中,无颈动脉狭窄 41 例,存在颈动脉狭窄 45 例,其中轻度狭窄 13 例,中度狭窄 19 例,重度狭窄 7 例,闭塞 6 例。将 41 例无颈动脉狭窄的患者纳入无狭窄组,其余 45 例存在颈动脉狭窄的患者纳入狭窄组。以 DSA 检查结果为金标准,CTA 准确检出存在颈动脉狭窄 31 例(其中轻、中、重度狭窄分别 8、15、5 例,闭塞 3 例),准确率为 68.89%(31/45)。CTA 检查结果与 DSA 检查结果一致性中等(Kappa 值=0.419, $P=0.002$),见表 1。

表 1 DSA 与 CTA 检查结果比较[n(%)]

Table 1 Comparison of DSA and CTA test results [n(%)]

DSA test	CTA test				
	Non-stenosis	Mild stenosis	Moderate stenosis	Severe stenosis	Block
Non-stenosis(n=41)	30(73.17)	6(14.63)	4(9.76)	1(2.44)	0(0.00)
Mild stenosis(n=13)	3(23.08)	8(61.54)	2(15.38)	0(0.00)	0(0.00)
Moderate stenosis(n=19)	2(10.53)	2(10.53)	15(78.94)	0(0.00)	0(0.00)
Severe stenosis(n=7)	0(0.00)	0(0.00)	1(14.29)	5(71.42)	1(14.29)
Block(n=6)	0(0.00)	0(0.00)	1(16.67)	2(33.33)	3(50.00)

2.2 狭窄组与无狭窄组血浆 PON-1、CHI3L1 比较

狭窄组血浆 PON-1 水平低于无狭窄组,血浆 CHI3L1 水平高于无狭窄组($P<0.05$),见图 1 和表 2。

2.3 CTA 联合血浆 PON-1、CHI3L1 检测对缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的诊断价值

CTA、血浆 PON-1、CHI3L1 单独诊断缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的曲线下面积(AUC)分别为 0.710、0.722、0.681,联合诊断的 AUC 为 0.846,高于各指标单独诊断($Z=3.093$ 、 2.411 、 2.774 , $P<0.05$),见表 3 和图 2。

2.4 典型病例 CTA 图像对比

病例 1:男性,61 岁,缺血性脑卒中,CTA 图

像中可见颈动脉处明显狭窄,狭窄处斑块形成,经 DSA 与 CTA 检查证实为颈动脉狭窄,见图 3A。病例 2:女性,65 岁,缺血性脑卒中,CTA 图

像中未见颈动脉处狭窄,经 DSA 与 CTA 检查证实为颈动脉无狭窄,见图 3B。

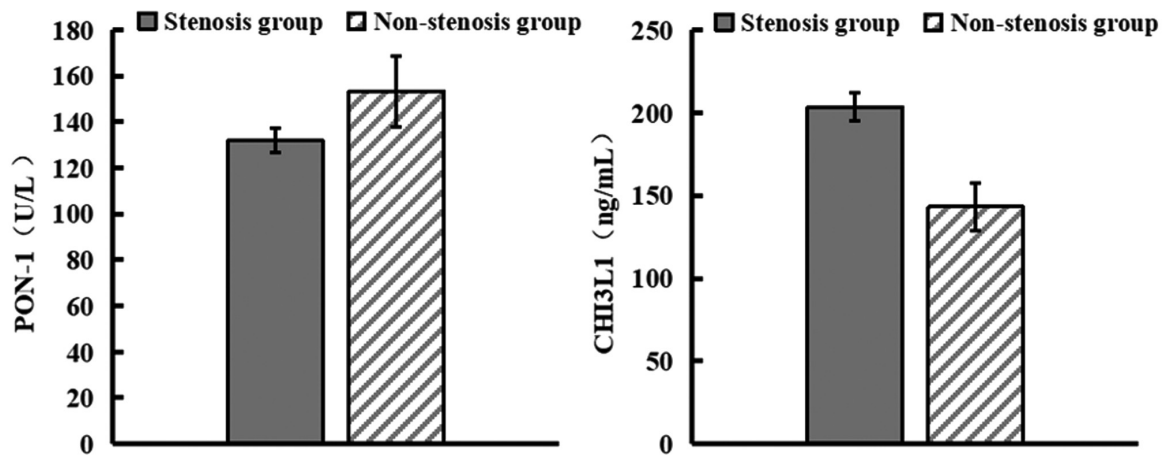


图 1 狭窄组与无狭窄组血浆 PON-1、CHI3L1 比较柱状图

Fig.1 Histogram of plasma PON-1 and CHI3L1 between stenosis group and non-stenosis group

表 2 狭窄组与无狭窄组血浆 PON-1、CHI3L1 比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of plasma PON-1 and CHI3L1 between stenosis group and non-stenosis group($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	PON-1 (U/L)	CHI3L1 (ng/mL)
Stenosis group	45	132.06± 17.19	203.65± 43.98
Non-stenosis group	41	153.47± 23.51	143.26± 23.57
t		-4.851	7.825
P		< 0.001	< 0.001

表 3 CTA 联合血浆 PON-1、CHI3L1 检测对缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的诊断价值

Table 3 Diagnostic value of CTA combined with plasma PON-1 and CHI3L1 in carotid artery stenosis in patients with ischemic stroke

Indexes	AUC (95% CI)	Threshold	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Jorden index
CTA	0.710 (0.602 ~ 0.803)	-	68.89	73.17	0.421
PON-1	0.722 (0.615 ~ 0.814)	147.77 U/L	60.00	85.37	0.454
CHI3L1	0.681 (0.571 ~ 0.777)	179.65 ng/mL	55.56	87.80	0.434
Unite	0.846 (0.752 ~ 0.914)	-	95.56	72.06	0.676

3 讨论

颈动脉狭窄是缺血性脑卒中的主要风险因素之一,其狭窄程度直接关联到脑卒中后神经功能缺损的严重性,并与患者的残疾和死亡风险有着密切的联系^[12]。目前评估颈动脉狭窄的方法包括 DSA、颈动脉超声检查及 CTA 等。DSA 虽是评估颈动脉狭窄的金标准,但其作为一种有创性检查,伴随着较高的并发症风险^[13]。

而颈动脉超声检查虽然具备快速、无创以及高时间分辨率的优势,但其检查结果受限于颈内动脉颅内段的评估能力,并且对操作者的经验有较高的依赖性^[14]。相比之下,CTA 能够同时评估颈动脉的颅外和颅内段,对血管腔形态和狭窄程度进行准确评估,且不易受到运动伪影的影响,因此在颈动脉狭窄的临床评估中得到了广泛的应用^[15]。然而,CTA 在血流动力学分析方面存在一定局限性,需要进一步提升诊断

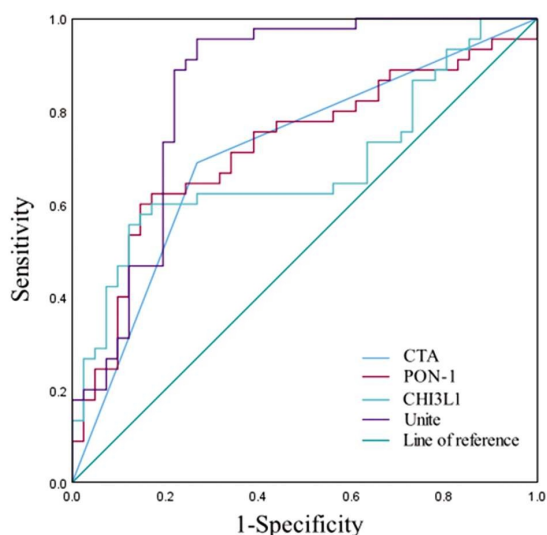


图2 CTA联合血浆PON-1、CHI3L1检测诊断缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的ROC曲线

Fig.2 ROC curve of CTA combined with plasma PON-1 and CHI3L1 for diagnosing carotid artery stenosis in patients with ischemic stroke

效能。因此,本研究的目的在于探讨CTA联合血浆PON-1和CHI3L1水平检测在缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄诊断中的应用价值。通过结合影像学检查和生物标志物的检测,旨在提高颈动脉狭窄的诊断准确性,并为临床提供更为有效的诊断工具。这对于早期识别和管理颈动脉狭窄,预防缺血性脑卒中的发生具有重要的临床意义,同时也可未来的治疗策略提供新的研究方向。

本研究结果显示,CTA准确检出颈动脉狭窄31例,准确率为68.89%,与DSA结果的一致性系数为0.419,表明CTA对缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄具有较高的检出率。作为一种微创血管成像技术,CTA以其操作便捷性和高分辨率等优势,在检查过程中通过注入造影剂,增强了对颈动脉的扫描能力,从而突出了血流与造影剂浓度的差异。这使得CTA能够从多个

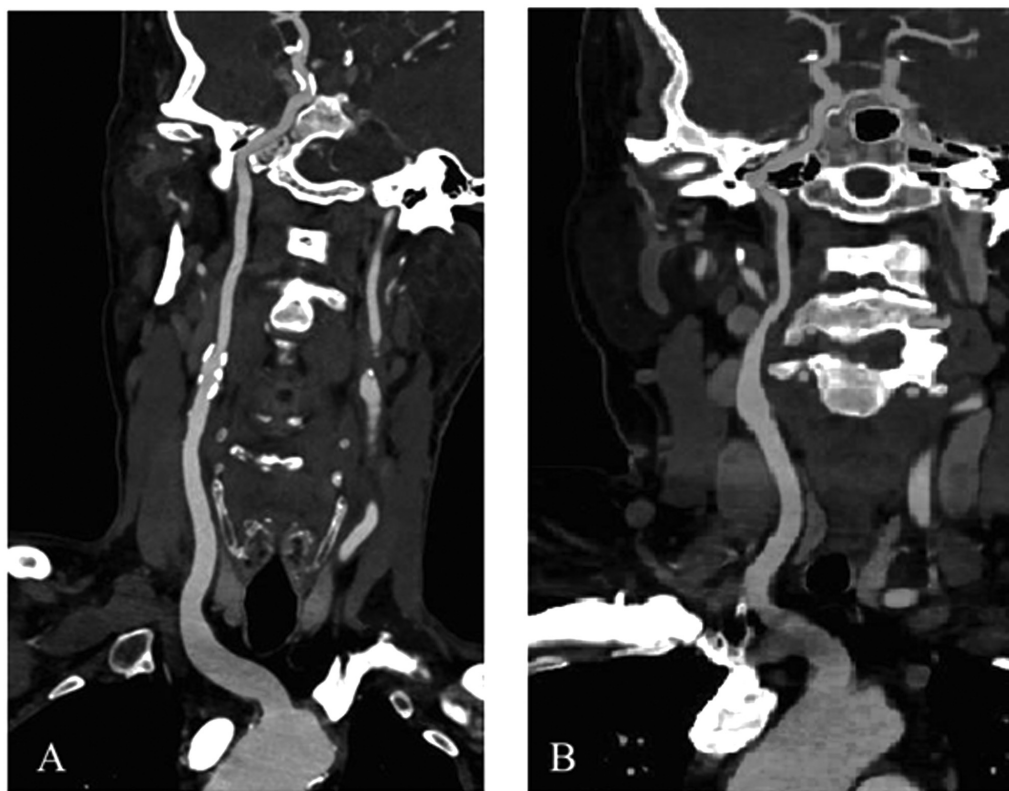


图3 典型病例CTA图像对比

Fig.3 Comparison of CTA images in typical cases

角度清晰地展示病变血管的形态和特征,并直观地体现了颅颈区大血管及其内斑块的三维解剖空间关系,为颈动脉狭窄的准确判断提供了重要信息^[16,17]。进一步的诊断效能分析结果显示,CTA单独诊断缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的AUC值为0.710,这一结果证实了CTA在

诊断缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄方面具有较好的准确性和可靠性,为临床提供了有力的诊断和治疗决策支持。然而,CTA在时空分辨率上的局限性,以及其无法进行血流动力学分析的特点,在面对严重钙化病变时可能会高估动脉狭窄的程度,因此,结合生物学标志物的使用对

于提高诊断效能显得尤为重要^[18,19]。

炎症反应是动脉粥样硬化过程中的一个关键因素,与缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的发生有着密切的联系^[20]。PON-1 作为一种钙依赖性酶,具有抗氧化作用,并能促进斑块中胆固醇的外排,防止低密度脂蛋白氧化,从而阻止动脉粥样硬化的进程^[21]。在颈动脉狭窄病变中,PON-1 的活性被抑制,其低水平表达被认为是颈动脉狭窄的生物标志物^[22]。CHI3L1 则是一种与炎症相关的糖蛋白,它通过介导炎症反应、巨噬细胞极化和细胞凋亡,加剧动脉粥样硬化的进程^[23]。研究表明,接受颈动脉内膜切除术的患者血清中 CHI3L1 水平的增高与术后脑损伤有关^[24]。本研究结果进一步证实,狭窄组血浆 PON-1 水平显著降低,而血浆 CHI3L1 水平则显著增高,当 CTA 联合血浆 PON-1 和 CHI3L1 进行诊断时,颈动脉狭窄的诊断效能得到了显著提升,这表明 CTA 结合颈动脉狭窄相关的生物学标志物在缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的诊断中具有更高的价值和临床意义。PON-1 和 CHI3L1 的异常水平可以指示动脉粥样硬化的炎症和氧化应激状态,通过监测这些生物标志物,可以更深入地了解颈动脉狭窄的病理生理过程,从而在 CTA 检查的基础上提供更多的诊断信息,提高诊断的特异性和敏感性^[25]。

综上所述,本研究结果显示,CTA 在诊断缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄方面与 DSA 结果具有较高的一致性,这证实了 CTA 作为一种微创血管成像技术在临床应用中的可靠性。此外,本研究发现存在颈动脉狭窄的缺血性脑卒中患者血浆 PON-1 水平显著降低,而血浆 CHI3L1 水平则显著增高,这进一步证实了 PON-1 和 CHI3L1 具有可成为诊断颈动脉狭窄生物标志物的潜力。当 CTA 联合血浆 PON-1 和 CHI3L1 水平检测时,诊断颈动脉狭窄的效能得到了显著提升,这表明综合影像学特征与生物标志物的诊断策略能够提高诊断的准确性和可靠性。然而,本研究也存在一定的局限性。本研究未对伴有颈动脉狭窄的缺血性脑卒中患者的神经功能缺损程度进行具体评估,CTA 联合 PON-1 和 CHI3L1 与神经缺损的关系仍需进一步基础实验证实。

参 考 文 献 (References)

- [1] Chang RW, Tucker LY, Rothenberg KA, et al. Incidence of Ischemic Stroke in Patients With Asymptomatic Severe Carotid Stenosis Without Surgical Intervention [J]. JAMA, 2022, 327(20): 1974-1982.
- [2] 王丽轩, 贾建普, 洪震, 等. 缺血性脑卒中颈动脉狭窄患者血清 Chemerin, Hcy 的表达水平变化及其与颈动脉狭窄程度的关系 [J]. 卒中与神经疾病, 2023, 30(1): 63-66.
- [3] Svoboda N, Bradac O, Mandys V, et al. Diagnostic accuracy of DSA in carotid artery stenosis: a comparison between stenosis measured on carotid endarterectomy specimens and DSA in 644 cases [J]. Acta Neurochir (Wien), 2022, 164(12): 3197-3202.
- [4] 程任捷, 王伟, 唐文成, 等. CDUS、CTA 评估颈动脉狭窄程度及斑块形态与 DSA 的一致性分析 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2024, 22(6): 40-42.
- [5] 李梅. 颈部血管超声与 CT 血管造影技术评价颈动脉狭窄价值比较观察 [J]. 影像研究与医学应用, 2024, 8(5): 132-134.
- [6] Benson JC, Nardi V, Madhavan AA, et al. Reassessing the Carotid Artery Plaque "Rim Sign" on CTA: A New Analysis with Histopathologic Confirmation [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2022, 43(3): 429-434.
- [7] Lioudaki S, Verikokos C, Kouraklis G, et al. Paraoxonase-1 and Symptomatic Status in Carotid Artery Disease [J]. Ann Vasc Surg, 2020, 35(2): 355-360.
- [8] 张彩霞, 马媛媛, 崔二平, 等. 血清 Lp-PLA2、PON-1 及 vWF 水平对老年颈动脉狭窄患者颈动脉斑块稳定性的影响及临床预测价值 [J]. 分子诊断与治疗杂志, 2023, 15(10): 1698-1702.
- [9] Tsantilas P, Lao S, Wu Z, et al. Chitinase 3 like 1 is a regulator of smooth muscle cell physiology and atherosclerotic lesion stability [J]. Cardiovasc Res, 2021, 117(14): 2767-2780.
- [10] 李艳华, 李阔, 姬春雪, 等. 缺血性脑血管病患者血清 β 淀粉样蛋白和壳多糖酶 3 样蛋白 1 水平与颈动脉病变的关系 [J]. 检验医学, 2024, 39(9): 823-827.
- [11] 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.
- [12] 陈燕, 童天夫, 季丰, 等. miR-145、miR-210、Lp-PLA2 与缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的关联性分析 [J]. 脑与神经疾病杂志, 2023, 31(9): 545-550.
- [13] 刘懿, 苏晓明, 王媛媛, 等. 血清 L-Arg 和 IL-4 水平预测症状性颈动脉狭窄患者再发缺血性脑卒中

- 的价值[J]. 检验医学, 2024, 39(7):634-639.
- [14] 肖敏, 程景华, 苟加梅. TCCD 技术诊断急性缺血性脑卒中颈动脉狭窄与 DSA 一致性及其参数评估病情价值分析[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2023, 18(1): 46-50.
- [15] David E, Grazhdani H, Aliotta L, et al. Imaging of Carotid Stenosis: Where Are We Standing? Comparison of Multiparametric Ultrasound, CT Angiography, and MRI Angiography, with Recent Developments [J]. Diagnostics (Basel), 2024, 14(16): 1708.
- [16] Zeng HL, Shao FQ, Peng XF, et al. Systematic review and meta-analysis of the diagnostic value of computed tomography angiography for severe internal carotid artery stenosis [J]. BMC Med Imaging, 2024, 24(1): 215.
- [17] Pisu F, Williamson BJ, Nardi V, et al. Machine Learning Detects Symptomatic Plaques in Patients With Carotid Atherosclerosis on CT Angiography [J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2024, 17(6): e016274.
- [18] Xu S, Zhang J, Yang J, et al. Evaluating the association between vascular remodeling and plaque calcification patterns of the carotid artery and its effects on ischemic symptoms using CT angiography [J]. Cardiovasc Diagn Ther, 2024, 14(2): 229-239.
- [19] Suzuki M, Onozato Y, Kondo J, et al. Carotid artery plaque assessment using CT with iodine mapping [J]. Eur Radiol, 2024, 34(4): 2405-2406.
- [20] 刘懿, 苏晓明, 王媛媛, 等. 血清 L-Arg 和 IL-4 水平预测症状性颈动脉狭窄患者再发缺血性脑卒中的价值[J]. 检验医学, 2024, 39(7): 634-639.
- [21] 王萌萌, 金钊, 张秀静, 等. lncRNA-ANRIL、PON1 在冠心病血清中的表达及其临床意义 [J]. 现代生物医学进展, 2022, 22(9): 1790-1794.
- [22] Khan H, Shaikh F, Syed MH, et al. Current Biomarkers for Carotid Artery Stenosis: A Comprehensive Review of the Literature [J]. Metabolites, 2023, 13(8): 919.
- [23] Song M, Zhang G, Shi H, et al. Serum YKL-40 in coronary heart disease: linkage with inflammatory cytokines, artery stenosis, and optimal cut-off value for estimating major adverse cardiovascular events [J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 10(10): 1242339.
- [24] Iłżęcki M, Iłżęcka J, Przywara S, et al. Effect of carotid endarterectomy on brain damage markers [J]. Acta Neurol Scand, 2017, 135(3): 352-359.
- [25] Hou C, Ning B, He W. Transient perivascular inflammation of the carotid artery syndrome following ischemic stroke [J]. Pol Arch Intern Med, 2024, 134(3): 16670.