

TG/HDL-C比值与颅内外大动脉粥样硬化性狭窄严重程度的相关性

高韵奥¹, 霍会永², 李军涛^{3*}

¹承德医学院研究生学院, 河北 承德

²邯郸市中心医院神经内二科, 河北 邯郸

³邯郸市第一医院院办公室, 河北 邯郸

收稿日期: 2026年7月21日; 录用日期: 2026年8月14日; 发布日期: 2026年8月24日

摘要

目的: 探讨甘油三酯/高密度脂蛋白胆固醇(TG/HDL-C)比值与急性缺血性脑卒中患者颅内外大动脉粥样硬化狭窄严重程度的关联, 并评估其预测效能。方法: 回顾性纳入2022年7月~2025年7月邯郸市中心医院收治的304例急性缺血性脑卒中患者, 依据颅内外动脉狭窄程度将患者分为无狭窄组45例、轻度狭窄组35例、中度狭窄组41例、重度狭窄组183例。收集全部患者基线临床资料与入院24 h空腹实验室生化指标, 采用单因素检验比较四组临床、生化指标差异; 构建多因素有序Logistic回归模型筛选狭窄程度的独立影响因素; 绘制ROC曲线评价TG/HDL-C比值对重度颅内外大动脉粥样硬化狭窄的预测价值。结果: 四组间年龄、白细胞计数、TG、TG/HDL-C比值随狭窄程度加重逐步升高, HDL-C水平随狭窄程度加重逐步降低, 组间差异均具有统计学意义($P < 0.05$); 校正混杂因素后, TG/HDL-C比值、年龄、外周白细胞计数均为颅内外大动脉粥样硬化狭窄程度升高的独立危险因素(P 均 < 0.005); ROC曲线显示TG/HDL-C比值预测重度动脉狭窄的曲线下面积(AUC)为0.754 (95% CI: 0.700~0.809)。结论: TG/HDL-C比值升高是急性缺血性脑卒中患者颅内外大动脉粥样硬化狭窄加重的独立危险因素, 对重度血管狭窄具备一定的预测价值, 可作为入院风险分层的辅助血脂评估指标。

关键词

急性缺血性脑卒中, 颅内外动脉粥样硬化, 血管狭窄, TG/HDL-C比值, 危险因素

Correlation between TG/HDL-C Ratio and Severity of Intracranial and Extracranial Large Artery Atherosclerotic Stenosis

Yunao Gao¹, Huiyong Huo², Juntao Li^{3*}

*通讯作者。

文章引用: 高韵奥, 霍会永, 李军涛. TG/HDL-C 比值与颅内外大动脉粥样硬化性狭窄严重程度的相关性[J]. 临床医学进展, 2026, 16(8): 2148-2156. DOI: 10.12677/acm.2026.1683004

¹Graduate School of Chengde Medical College, Chengde Hebei

²Second Department of Neurology, Handan Central Hospital, Handan Hebei

³Hospital Administration Office, The First Hospital of Handan, Handan Hebei

Received: July 21, 2026; accepted: August 14, 2026; published: August 24, 2026

Abstract

Objective: To investigate the association between triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) ratio and the severity of intracranial and extracranial large artery atherosclerotic stenosis in patients with acute ischemic stroke, and to evaluate its predictive efficacy. **Methods:** A total of 304 patients with acute ischemic stroke admitted to Handan Central Hospital from July 2022 to July 2025 were retrospectively enrolled. The patients were divided into four groups according to the severity of intracranial and extracranial arterial stenosis: non-stenosis group (45 cases), mild stenosis group (35 cases), moderate stenosis group (41 cases) and severe stenosis group (183 cases). Baseline clinical data and fasting laboratory biochemical indicators collected within 24 h after admission of all patients were obtained. Univariate tests were used to compare the differences in clinical and biochemical indicators among the four groups. A multivariate ordered Logistic regression model was constructed to screen independent influencing factors for stenosis severity. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to assess the predictive value of TG/HDL-C ratio for severe intracranial and extracranial large artery atherosclerotic stenosis. **Results:** Age, white blood cell count, TG and TG/HDL-C ratio increased gradually with the aggravation of stenosis, while HDL-C level decreased gradually, with statistically significant differences among the four groups (all $P < 0.05$). After adjusting for confounding factors, TG/HDL-C ratio, age and peripheral white blood cell count were independent risk factors for increased severity of intracranial and extracranial large artery atherosclerotic stenosis (all $P < 0.005$). The area under the ROC curve (AUC) of TG/HDL-C ratio for predicting severe arterial stenosis was 0.754 (95% CI: 0.700~0.809). **Conclusion:** Elevated TG/HDL-C ratio is an independent risk factor for aggravated intracranial and extracranial large artery atherosclerotic stenosis in patients with acute ischemic stroke. It has moderate predictive value for severe vascular stenosis and can serve as an auxiliary lipid indicator for risk stratification on admission.

Keywords

Acute Ischemic Stroke, Intracranial and Extracranial Atherosclerosis, Vascular Stenosis, TG/HDL-C Ratio, Risk Factors

Copyright © 2026 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

脑卒中是全球重大健康威胁，2021 年数据显示其为全球第三大死亡原因，疾病负担持续上升，缺血性卒中占新发卒中六成以上，是卒中防控重点[1]。全球超 90%卒中负担源于可改变危险因素，以代谢与行为因素为主，早期风险识别与干预至关重要[2]。

颅内、颅外大动脉粥样硬化性狭窄是急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)主要病理基础，我国急性缺血性脑卒中患者颅内动脉粥样硬化(ICAS)患病率达 46.6%，且狭窄程度与卒中复发风险正相关

[3]。传统血脂指标评估动脉粥样硬化存在局限,非传统血脂指标可整合脂质组分作用,提升颅内、外动脉狭窄预测效能[4]。

甘油三酯与高密度脂蛋白胆固醇比值(TG/HDL-C)是关键非传统血脂指标,与缺血性卒中风险密切相关,可反映脂质代谢紊乱程度[5],同时能早期提示胰岛素抵抗,对无糖尿病人群心血管疾病的预测价值优于单一传统血脂指标[6]。

目前针对急性缺血性脑卒中患者,专门探讨 TG/HDL-C 对颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄的独立预测价值的研究仍较为缺乏。基于此,本研究探讨 TG/HDL-C 与急性缺血性脑卒中患者颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄的相关性及预测效能,为临床高危人群筛查与血脂管理提供依据。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

选取 2022 年 7 月至 2025 年 7 月在邯郸市中心医院神经内科收治的急性缺血性脑卒中患者作为研究对象,采用回顾性分析方法,共纳入 304 例。其中男性 226 例,女性 78 例,年龄 29~79 岁,平均年龄(60.13 ± 10.04)岁。所有患者均接受头颅 CT 血管成像(CTA)、磁共振血管造影(MRA)或数字减影血管造影(DSA)检查,依据颅内、外动脉狭窄程度分为 4 组:无狭窄组 45 例、轻度狭窄组 35 例、中度狭窄组 41 例、重度狭窄组 183 例。

2.2. 纳入标准与排除标准

纳入标准:① 诊断符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2023》[7]急性缺血性脑卒中标准;② 年龄 ≥ 18 周岁;③ 完成 CTA、MRA 或 DSA 检查,可明确颅内、外动脉狭窄情况;④ 临床资料、实验室数据及影像学资料完整。排除标准:① 非动脉粥样硬化性血管病变,如结节性动脉炎、烟雾病、动脉夹层、动静脉畸形、先天性血管异常等;② 合并出血性脑卒中;③ 严重心、肝、肾功能障碍;④ 严重呼吸系统疾病、血液系统疾病;⑤ 恶性肿瘤;⑥ 近 3 个月内有外伤史或手术史;⑦ 接受静脉溶栓、血管内取栓等再灌注治疗者。

2.3. 研究方法

2.3.1. 基线资料采集

收集患者年龄、性别、吸烟史、饮酒史、高血压病史、糖尿病病史等一般临床资料。

2.3.2. 体格检查指标

测量身高、体质量并计算体质指数(BMI)。

2.3.3. 实验室指标检测

患者入院 24 h 内采集空腹静脉血,由本院检验科完成检测,指标包括:总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、甘油三酯(TG)、空腹血糖(FPG)、同型半胱氨酸(HCY)、尿酸(UA)、白细胞计数及血小板计数等。根据 TG 和 HDL-C 水平计算甘油三酯/高密度脂蛋白胆固醇比值(TG/HDL-C)。

2.3.4. 颅内、外动脉狭窄评估

采用 CTA、MRA 或 DSA 评估颅内、外动脉狭窄程度,血管分区参照 2017 年中国卒中学会标准[8]:颅内动脉:颈内动脉 C6~C7 段,大脑前、中、后动脉,椎动脉 V4 段,基底动脉;颅外动脉:主动脉弓、锁骨下动脉起始段、颈总动脉、颈外动脉、颈内动脉 C1~C5 段,椎动脉 V1~V3 段。狭窄程度计算参照

华法林 - 阿司匹林症状性颅内疾病研究标准[9]: 狭窄程度(%) = (1 - 狭窄节段最窄处管腔直径/近端正常血管管腔直径)×100%。狭窄程度分组标准: 无狭窄: 无明显狭窄; 轻度狭窄: <50%; 中度狭窄: 50%~69%; 重度狭窄: 70%~99%或闭塞。多处狭窄者以最严重狭窄部位为准。

2.4. 统计学方法

采用 SPSS 27.0 软件进行统计分析。计量资料经 Shapiro-Wilk 检验正态性: 正态分布以均数 ± 标准差表示, 多组比较用单因素方差分析; 非正态分布以中位数(下四分位数, 上四分位数)表示, 多组比较用 Kruskal-Wallis H 检验。计数资料以例数(百分比)表示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。

以颅内外大动脉粥样硬化性狭窄程度作为有序因变量, 按无狭窄、轻度狭窄、中度狭窄和重度狭窄分别赋值为 0、1、2、3。行多因素有序 Logistic 回归分析前, 对拟纳入模型的变量进行共线性诊断。采用平行线检验判断有序 Logistic 回归模型是否满足比例优势假设。

3. 结果

3.1. 资料比较

比较无狭窄组、轻度狭窄组、中度狭窄组、重度狭窄组患者基线临床资料, 年龄指标四组间比较 $P=0.038$, 组间差异有统计学意义; 男性占比、吸烟、饮酒、高血压、糖尿病、冠心病患病情况及 BMI 水平在四组间未见明显统计学差异(P 依次为 0.770、0.663、0.165、0.466、0.217、0.315、0.885, 均>0.05)。除年龄外, 各组基线临床资料均衡, 具备组间对比基础, 见表 1。

Table 1. Comparison of baseline clinical data in patients with acute ischemic stroke stratified by different arterial stenosis severities

表 1. 急性缺血性脑卒中不同动脉狭窄程度患者基线临床资料对比

项目	无狭窄组	轻度狭窄组	中度狭窄组	重度狭窄组	P 值
年龄[岁]	58.82 (±10.624)	60.86 (±9.56)	61.05 (±9.75)	63.16 (±9.30)	0.038
男性[例数(%)]	72 (71.1%)	25 (71.4%)	29 (70.7%)	140 (76.5%)	0.77
吸烟[例数(%)]	12 (26.7%)	12 (34.3%)	14 (34.1%)	67 (36.6%)	0.663
饮酒[例数(%)]	8 (17.8%)	14 (40%)	12 (29.3%)	58 (31.7%)	0.165
高血压[例数(%)]	28 (62.2%)	27 (77.1%)	27 (65.9%)	130 (71%)	0.466
糖尿病[例数(%)]	11 (24.4%)	6 (17.1%)	13 (31.7%)	61 (33.3%)	0.217
冠心病[例数(%)]	4 (8.9%)	2 (5.7%)	6 (14.6%)	29 (15.8%)	0.315
BMI [kg/m ²]	25.71 (24.36, 29.01)	25.81 (22.89, 27.28)	25.51 (23.48, 27.51)	23.81 (22.06, 25.54)	0.885

3.2. 实验室指标比较

四组患者 TC、LDL-C、FPG、HCY、UA 及血小板计数比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。TG、HDL-C、TG/HDL-C 比值及白细胞计数在四组间比较差异有统计学意义(均 $P<0.05$)。其中, 重度狭窄组 TG 水平、TG/HDL-C 比值及白细胞计数高于其他组, HDL-C 水平低于其他组。随着颅内外大动脉粥样硬化性狭窄程度加重, TG/HDL-C 比值总体呈升高趋势, 无狭窄组、轻度狭窄组、中度狭窄组及重度狭窄组分别为 1.17 (0.79, 1.55)、1.21 (0.77, 1.59)、1.28 (0.96, 2.22)和 2.07 (1.43, 3.11), 差异有统计学意义($P<0.001$)。结果提示, TG/HDL-C 比值升高可能与急性缺血性脑卒中患者颅内外大动脉粥样硬化性狭窄程度加重相关。见表 2。

Table 2. Comparison of laboratory biochemical indicators among acute ischemic stroke patients with different degrees of arterial stenosis

表 2. 急性缺血性脑卒中不同动脉狭窄程度患者实验室生化指标对比

项目	无狭窄组	轻度狭窄组	中度狭窄组	重度狭窄组	P 值
白细胞($\times 10^9/L$) ^b	5.95 (5.46, 7.03)	6.53 (4.94, 7.18)	6.82 (5.52, 7.83)	6.96 (5.80, 8.12)	0.002
血小板($\times 10^9/L$) ^a	201 (177, 227.5)	216 (187, 255)	217 (179, 259.5)	220 (188, 258)	0.291
TC (mmol/L) ^b	4.03 (3.22, 4.74)	3.95 (3.45, 4.99)	3.87 (3.35, 4.35)	4.14 (3.48, 5.01)	0.259
TG (mmol/L) ^b	1.28 (1.04, 1.52)	1.13 (0.84, 1.5)	1.1 (0.90, 1.88)	1.8 (1.28, 2.55)	<0.001
LDL-C (mmol/L) ^b	2.28 (1.54, 2.83)	2.46 (1.75, 3.30)	2.12 (1.84, 2.72)	2.44 (1.90, 3.04)	0.410
HDL-C (mmol/L) ^b	1.06 (0.92, 1.25)	0.99 (0.76, 1.27)	0.89 (0.77, 1.05)	0.84 (0.72, 1.01)	<0.001
TG/HDL-C	1.17 (0.79, 1.55)	1.21 (0.77, 1.59)	1.28 (0.96, 2.22)	2.07 (1.43, 3.11)	<0.001
FPG (mmol/L) ^b	5.38 (4.89, 6.17)	5.55 (5.03, 6.49)	5.91 (5.08, 7.65)	5.78 (5.11, 7.82)	0.082
HCY $\mu\text{mol/L}$	12.90 (10.05, 18.65)	15.80 (12.80, 20.30)	15.60 (11.25, 27.00)	15.00 (11.70, 21.30)	0.305
UA $\mu\text{mol/L}$	269.10 (211.50, 333.00)	288.00 (243.00, 370.60)	294.00 (228.50, 330.50)	297.00 (254.00, 342.90)	0.170

3.3. 多因素有序 Logistic 回归分析

排除具有多重共线性的指标, 由于 TG/HDL-C 比值由 TG 和 HDL-C 计算得出, 共线性检测结果提示 TG 与 TG/HDL-C 比值之间存在共线性风险。为避免多重共线性影响模型稳定性, 最终模型中剔除 TG, 保留核心研究变量 TG/HDL-C 比值。根据以往临床经验, 并选择表 1 和表 2 中 $P < 0.05$ 的影响因素为自变量, 将狭窄程度作为因变量, 纳入颅内外动脉粥样硬化狭窄程度影响因素的多因素有序 Logistic 回归模型, 见表 3。多因素有序 Logistic 回归模型平行线检验结果显示, 平行线检验 $\chi^2 = 10.166$, $P = 0.750$, 提示模型满足平行线假设, 可采用多因素有序 Logistic 回归分析。模型拟合信息显示 $P < 0.001$, 提示模型整体具有统计学意义; 拟合优度检验 $\chi^2 = 806.176$, $P = 0.985$, 提示模型拟合良好。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

Table 3. Multivariate ordinal logistic regression analysis of influencing factors for the severity of intracranial and extracranial atherosclerotic stenosis

表 3. 颅内外动脉粥样硬化狭窄程度影响因素的多因素有序 Logistic 回归分析

变量	偏回归系数	偏回归系数标准误	Wald χ^2 值	OR 值	OR 值的 95% CI	P 值
TG/HDL-C	0.957	0.186	26.458	2.605	(1.809, 3.751)	<0.001
年龄	0.043	0.013	11.375	1.044	(1.018, 1.071)	<0.001
白细胞	0.244	0.080	9.386	1.277	(1.092, 1.492)	0.002
HDL-C	-0.563	0.522	1.163	0.570	(0.205, 1.584)	1.584
BMI	-0.011	0.036	0.104	0.989	(0.922, 1.060)	0.747
高血压	0.121	0.271	0.200	1.129	(0.664, 1.920)	0.655
糖尿病	-0.376	0.281	1.796	0.687	(0.396, 1.190)	0.180

多因素有序 Logistic 回归分析结果显示, TG/HDL-C 比值、年龄及白细胞计数均与颅内外大动脉粥样硬化性狭窄程度加重相关。TG/HDL-C 比值的偏回归系数为 0.957, OR = 2.605, 95% CI 为 1.809~3.751,

$P < 0.001$, 提示在调整混杂因素的影响后, TG/HDL-C 比值升高仍是颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄程度加重的独立相关因素。年龄的 OR 值为 1.044, 95% CI 为 1.018~1.071, $P \leq 0.001$, 提示年龄增加与狭窄程度加重相关。白细胞计数的 OR 值为 1.277, 95% CI 为 1.092~1.492, $P = 0.002$, 提示白细胞计数升高亦与狭窄程度加重相关。

3.4. ROC 曲线

有序 Logistic 回归用于分析 TG/HDL-C 比值随狭窄分级加重的变化趋势; 考虑到仅重度颅内、外大动脉粥样硬化狭窄与卒中复发、不良预后密切相关, 是临床重点干预对象, 故将分组二分类: 重度狭窄为阳性, 无、轻、中度狭窄合并为阴性, 绘制 ROC 曲线评价 TG/HDL-C 比值预测重度血管狭窄的临床价值。ROC 曲线分析显示, TG/HDL-C 比值预测急性缺血性脑卒中患者重度颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄的 ROC 曲线下面积(AUC)约为 0.754 (95% CI: 0.700~0.809), 最佳截断值约为 1.621, 敏感度为 65.6%, 特异度为 71.1%, 约登指数为 0.367。见图 1。

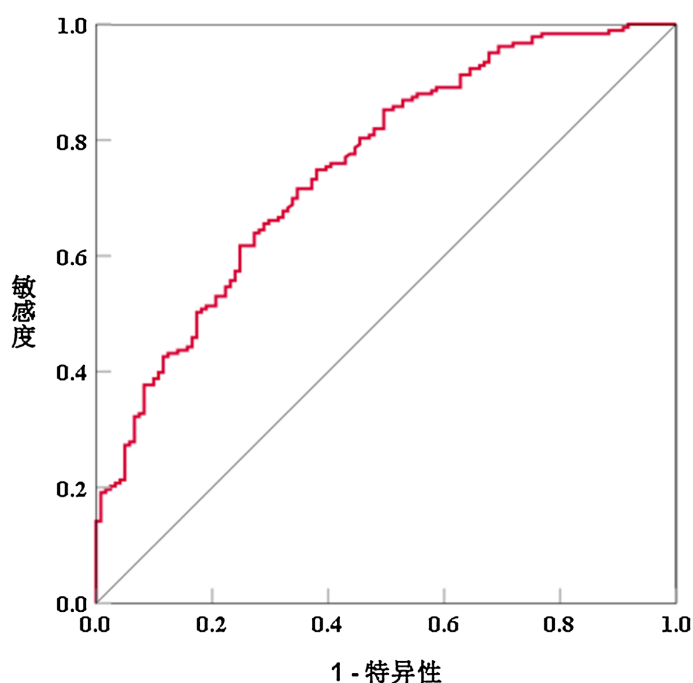


Figure 1. ROC curve for predicting severe intracranial and extracranial atherosclerotic stenosis using TG/HDL-C ratio in patients with acute ischemic stroke

图 1. TG/HDL-C 比值预测急性缺血性脑卒中患者重度颅内、外大动脉粥样硬化狭窄的 ROC 曲线

4. 讨论

颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄是急性缺血性脑卒中的重要病理基础, 其发生发展与脂质代谢紊乱、慢性炎症反应、血管内皮损伤及斑块进展密切相关。本研究结果显示, 不同颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄程度患者的年龄、TG、HDL-C、TG/HDL-C 比值及白细胞计数存在差异, 其中重度狭窄组 TG 水平、TG/HDL-C 比值及白细胞计数较高, 而 HDL-C 水平较低。随着狭窄程度加重, TG/HDL-C 比值总体呈升高趋势。进一步多因素有序 Logistic 回归分析显示, 在校正年龄和白细胞计数后, TG/HDL-C 比值仍与颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄程度加重独立相关。ROC 曲线分析亦提示 TG/HDL-C 比值对颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄具有一定预测价值。上述结果提示, TG/HDL-C 比值可能作为急性缺血性脑卒中患者颅内

外大动脉粥样硬化性狭窄风险评估的辅助指标。

TG/HDL-C 比值升高与颅内、外动脉粥样硬化性狭窄程度加重相关,可能与其综合反映致动脉粥样硬化脂质负荷增加和抗动脉粥样硬化保护作用减弱有关。TG 升高常提示富含甘油三酯脂蛋白、残余脂蛋白及小而密低密度脂蛋白颗粒增多,这些脂蛋白更易进入血管内膜并发生氧化修饰,促进内皮功能障碍、泡沫细胞形成和斑块进展。HDL-C 则具有促进胆固醇逆向转运、抗氧化、抗炎及保护血管内皮等作用。当 HDL-C 水平降低时,其抗动脉粥样硬化作用减弱。TG/HDL-C 比值将 TG 升高和 HDL-C 降低两个方向的异常整合在同一指标中,较单一血脂参数更能反映脂质代谢紊乱状态。Guqiao Nie 等[10]在中国老年人群横断面研究中发现, TG/HDL-C 比值与代谢综合征显著相关,并且在校正血压、血糖、年龄、性别和 BMI 后仍是代谢综合征的独立危险因素,提示 TG/HDL-C 比值能够反映机体代谢异常和心血管危险因素聚集状态。

近年来,非传统血脂参数在动脉粥样硬化性疾病风险评估中的价值逐渐受到关注。传统血脂指标如 TC、TG、LDL-C 和 HDL-C 多从单一脂质成分角度反映血脂状态,而非传统血脂比值可综合反映致动脉粥样硬化和抗动脉粥样硬化脂质成分之间的平衡关系。Shun Yu 等[4]基于中国医院人群的观察性研究显示, AIP、残余胆固醇、non-HDL-C、LCI、AC、CRI-I 及 CRI-II 等非传统血脂参数均与颅内或颅外动脉粥样硬化性狭窄显著相关,其中 AIP 在 ICAS、ECAS 和颅内、外联合狭窄中均具有较高的 OR 值。由于 AIP 本质上是 log 转换后的 TG/HDL-C 相关指标,该研究从侧面支持 TG/HDL-C 相关参数在颅内、外动脉粥样硬化性狭窄评估中的应用价值。

本研究发现 TG/HDL-C 比值与颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄程度加重独立相关,与既往关于脑动脉粥样硬化和非传统血脂指标的研究结论具有一致性。Huang YF 等[11]研究纳入中重度颅内、外动脉粥样硬化性狭窄患者,发现 AIP、LCI、RC、AC、CRI-I 和 CRI-II 等非传统血脂参数在 ICAS、ECAS 及颅内、外联合狭窄组间存在差异,并且 CRI-II 与症状性狭窄及卒中事件相关,提示非传统血脂参数不仅与狭窄发生有关,也可能与病变部位、分布及症状性事件有关。本研究以狭窄程度为有序因变量进行分析,进一步提示 TG/HDL-C 比值升高可能与颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄程度加重相关,补充了 TG/HDL-C 比值在急性缺血性脑卒中患者血管狭窄风险分层中的临床证据。

值得注意的是,颅内动脉粥样硬化和颅外动脉粥样硬化虽然均属于动脉粥样硬化性疾病,但二者在血管结构、危险因素敏感性和代谢异常表现方面可能存在差异。Ki-Woong Nam 等[12]研究显示,在急性大动脉粥样硬化性卒中患者中, AIP 和 TyG 指数与症状性 LAA-ICAS 显著相关,而单纯 TG 水平与 LAA-ECAS 未显示统计学相关性,提示由 TG 相关复合指标反映的代谢状态可能较单一 TG 水平更有助于判断卒中责任血管和症状性动脉粥样硬化病变。本研究中 TG/HDL-C 比值较单一 TG 或 HDL-C 更能体现统计学和临床解释价值,可能正是因为其同时反映了高 TG、低 HDL-C 及其背后的胰岛素抵抗和致动脉粥样硬化性血脂异常状态。既往也有研究结果提示,不同血脂比值在预测脑动脉粥样硬化方面的效能并不完全一致。Wen-Song Yang 等[13]纳入缺血性卒中患者,分析多种血脂比值与 ICAS 的关系,发现 TC/HDL-C、LDL-C/HDL-C、RC/HDL-C、non-HDL-C/HDL-C、apoB/HDL-C 和 apoB/apoA-I 比值与 ICAS 显著相关,但 TG/HDL-C 比值在校正混杂因素后未显示显著相关性。这提示 TG/HDL-C 比值与脑动脉粥样硬化之间的关系可能受研究人群、纳入标准、血管评估方式、狭窄定义及校正变量等因素影响。因此,本研究结果应理解为 TG/HDL-C 比值与颅内、外动脉粥样硬化性狭窄程度加重存在相关性,而非说明其可单独替代其他血脂指标或影像学检查。

除 TG/HDL-C 外,本研究还发现年龄和白细胞计数与颅内、外大动脉粥样硬化性狭窄程度加重相关。年龄增长是动脉粥样硬化发生发展的重要危险因素,可能与长期血管内皮损伤、脂质沉积、血管弹性下降及慢性炎症反应累积有关。白细胞计数升高则可能反映机体炎症状态增强。炎症反应贯穿动脉粥样硬化斑块形成、进展和不稳定全过程,可促进内皮功能障碍、单核细胞黏附迁移、巨噬细胞浸润和泡沫细

胞形成。Weidong Liu 等[14]基础实验研究显示,高尿酸可促进动脉粥样硬化进展并加重斑块易损性,表现为巨噬细胞浸润增加、脂质沉积增多、坏死核心扩大及胶原纤维减少,其机制可能与抑制自噬并促进泡沫细胞凋亡有关。虽然该研究关注的是高尿酸及斑块稳定性机制,但其结果提示代谢异常和炎症反应可共同参与动脉粥样硬化斑块进展,与本研究白细胞计数和狭窄程度相关的结果具有一定生物学一致性。

TG/HDL-C 比值与颅内外动脉狭窄的关系也可从颈动脉粥样硬化和斑块稳定性角度进一步理解。赵丽娜等[15]研究显示,在 LDL-C 水平正常的老年人群中, HDL-C、TG/HDL-C 比值及 sdLDL-C 与颈动脉粥样硬化斑块形成有关,斑块厚度和 sdLDL-C 水平是影响斑块内新生血管形成和斑块稳定性的危险因素。该研究提示,即使 LDL-C 处于正常范围, TG/HDL-C 比值仍可能反映动脉粥样硬化负荷和斑块相关风险。本研究中 LDL-C 在不同狭窄程度组间差异无统计学意义,而 TG/HDL-C 比值在重度狭窄组明显升高,也提示在部分急性缺血性脑卒中患者中,非传统血脂比值可能较单一 LDL-C 更有助于识别动脉粥样硬化风险。

本研究 ROC 曲线分析显示, TG/HDL-C 比值预测严重颅内外大动脉粥样硬化性狭窄的 AUC 约为 0.754,最佳截断值约为 1.621,对应敏感度为 65.6%,特异度为 71.1%,提示 TG/HDL-C 比值对颅内外大动脉粥样硬化性狭窄具有一定预测价值。其特异度较高而敏感度相对一般,说明该指标更适合作为辅助风险评估工具,而不宜单独用于筛查或诊断。A Iannuzzi 等[16]基于 DSA 影像资料的回顾性研究发现,较高 NHHR 组患者颅外狭窄、后循环狭窄、重度狭窄及症状性狭窄发生率更高,并提示 NHHR 有助于脑动脉粥样硬化性狭窄患者的风险分层和治疗决策。该研究虽关注 NHHR 而非 TG/HDL-C,但同样支持非传统血脂比值指标在脑动脉粥样硬化性狭窄风险评估中的潜在价值。从临床应用角度看, TG/HDL-C 比值来源于常规血脂检测,计算简便、费用低、可重复性强,适合在急性缺血性脑卒中患者入院评估中作为补充指标使用。Joon Ho Moon 等[17]在大型前瞻性社区队列研究中发现, TyG 指数与未来动脉粥样硬化性心血管疾病发生风险独立相关,且 TyG 指数较高者颈动脉斑块更常见,提示 TG 相关代谢指标在动脉粥样硬化性疾病风险预测中具有一定意义。结合本研究结果, TG/HDL-C 比值可作为传统危险因素和影像学检查之外的辅助评估指标,帮助临床识别可能存在较重颅内外动脉粥样硬化负荷的患者。但需要强调的是, TG/HDL-C 比值不能替代 CTA、MRA 或 DSA 等血管影像学检查,也不能单独作为颅内外动脉粥样硬化性狭窄的诊断依据。

本研究仍存在一定局限性。首先,本研究为单中心回顾性研究,样本来源相对有限,可能存在选择偏倚,且无法明确 TG/HDL-C 比值升高与颅内外动脉粥样硬化性狭窄程度加重之间的因果关系。其次, TG 水平容易受饮食、饮酒、降脂药物使用、糖代谢状态及急性应激反应影响,本研究仅采用入院后单次空腹血脂检测结果,不能反映长期血脂暴露水平。再次,本研究采用 CTA、MRA 或 DSA 评估颅内外动脉狭窄,不同影像学检查方法对狭窄程度判断可能存在一定差异。最后,本研究主要分析 TG/HDL-C 比值与狭窄程度之间的关系,尚未进一步区分颅内狭窄、颅外狭窄、前循环狭窄、后循环狭窄及症状性狭窄等不同亚型,未来仍需多中心、大样本、前瞻性研究进一步验证 TG/HDL-C 比值的预测价值及最佳临床截断值。

5. 结论

综上所述, TG/HDL-C 比值升高与急性缺血性脑卒中患者颅内外大动脉粥样硬化性狭窄程度加重相关。TG/HDL-C 比值可能通过反映脂质代谢紊乱、胰岛素抵抗、致动脉粥样硬化性血脂异常及炎症反应等综合状态,参与颅内外动脉粥样硬化性狭窄的发生发展。作为一种简便、经济、易获得的新型血脂评估指标, TG/HDL-C 比值可为急性缺血性脑卒中患者颅内外动脉粥样硬化性狭窄的风险分层提供一定参考。

声 明

本研究已通过邯郸市中心医院医学伦理委员会审批, (2025)伦审论文第(154)号。

参考文献

- [1] GBD 2021 Stroke Risk Factor Collaborators (2024) Global, Regional, and National Burden of Stroke and Its Risk Factors, 1990-2021: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Neurology*, **23**, 973-1003.
- [2] Feigin, V.L., Roth, G.A., Naghavi, M., Parmar, P., Krishnamurthi, R., Chugh, S., *et al.* (2016) Global Burden of Stroke and Risk Factors in 188 Countries, during 1990-2013: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet Neurology*, **15**, 913-924. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(16\)30073-4](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(16)30073-4)
- [3] Wang, Y., Zhao, X., Liu, L., Soo, Y.O.Y., Pu, Y., Pan, Y., *et al.* (2014) Prevalence and Outcomes of Symptomatic Intracranial Large Artery Stenoses and Occlusions in China: The Chinese Intracranial Atherosclerosis (CICAS) Study. *Stroke*, **45**, 663-669. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.113.003508>
- [4] Yu, S., Yan, L., Yan, J., Sun, X., Fan, M., Liu, H., *et al.* (2023) The Predictive Value of Nontraditional Lipid Parameters for Intracranial and Extracranial Atherosclerotic Stenosis: A Hospital-Based Observational Study in China. *Lipids in Health and Disease*, **22**, Article No. 16. <https://doi.org/10.1186/s12944-022-01761-4>
- [5] Liu, Y., Jin, X., Fu, K., Li, J., Xue, W., Tian, L., *et al.* (2023) Non-Traditional Lipid Profiles and the Risk of Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, **33**, 698-714. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2023.01.003>
- [6] Park, B., Jung, D.H., Lee, H.S. and Lee, Y.J. (2021) Triglyceride to HDL-Cholesterol Ratio and the Incident Risk of Ischemic Heart Disease among Koreans without Diabetes: A Longitudinal Study Using National Health Insurance Data. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **8**, Article ID: 716698. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.716698>
- [7] 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. 中国急性缺血性卒中诊治指南 2023 [J]. 中华神经科杂志, 2024, 57(6): 523-559.
- [8] 中国卒中学会科学声明专家组, 濮月华, 荆京, 等. 症状性颅内外动脉粥样硬化性大动脉狭窄管理规范——中国卒中学会科学声明[J]. 中国卒中杂志, 2017, 12(1): 64-71.
- [9] Samuels, O.B., Joseph, G.J., Lynn, M.J., Smith, H.A. and Chimowitz, M.I. (2000) A Standardized Method for Measuring Intracranial Arterial Stenosis. *American Journal of Neuroradiology*, **21**, 643-646.
- [10] Nie, G., Hou, S., Zhang, M. and Peng, W. (2021) High TG/HDL Ratio Suggests a Higher Risk of Metabolic Syndrome among an Elderly Chinese Population: A Cross-Sectional Study. *BMJ Open*, **11**, e041519. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-041519>
- [11] Huang, Y.F., Liu, Z.X., Cen, K., Zhang, R.W., Xiang, Q.Y., Cai, Q., *et al.* (2025) Non-Traditional Lipid Parameters Are Independent Predictors of the Location, Distribution, and Stroke Events of Moderate-to-Severe Intracranial and Extracranial Atherosclerotic Stenosis. *Frontiers in Neurology*, **16**, Article ID: 1564966. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1564966>
- [12] Nam, K.W., Kwon, H.M. and Lee, Y.S. (2024) Triglyceride-Related Parameters and Symptomatic Atherosclerotic Lesions in Patients with Ischemic Stroke. *Journal of Lipid and Atherosclerosis*, **13**, Article 155. <https://doi.org/10.12997/jla.2024.13.2.155>
- [13] Yang, W.S., Li, R., Shen, Y., Wang, X., Liu, Q., Wang, H., *et al.* (2020) Importance of Lipid Ratios for Predicting Intracranial Atherosclerotic Stenosis. *Lipids in Health and Disease*, **19**, Article No. 160. <https://doi.org/10.1186/s12944-020-01336-1>
- [14] Liu, W., Yu, W., Xie, D., Wang, Q., Zhao, H., Lv, J., *et al.* (2023) High Uric Acid Promotes Atherosclerotic Plaque Instability by Apoptosis Targeted Autophagy. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, **30**, 1176-1186. <https://doi.org/10.5551/jat.63645>
- [15] 赵丽娜, 石光煜, 郭喆, 薛晓蕊, 孙晓伟, 李崖雪, 张雪松. LDL-C 水平正常的老年人颈动脉硬化斑块形成及其稳定分型与 TG/HDL-C 比值、sdLDL-C 指标的相关性[J]. 海军军医大学学报, 2023, 44(8): 994-1000.
- [16] Iannuzzi, A., Giallauria, F., Gentile, M., Rubba, P., Covetti, G., Bresciani, A., *et al.* (2021) Association between Non-Hdl-C/HDL-C Ratio and Carotid Intima-Media Thickness in Post-Menopausal Women. *Journal of Clinical Medicine*, **11**, Article 78. <https://doi.org/10.3390/jcm11010078>
- [17] Moon, J.H., Kim, Y., Oh, T.J., Moon, J.H., Kwak, S.H., Park, K.S., *et al.* (2023) Triglyceride-Glucose Index Predicts Future Atherosclerotic Cardiovascular Diseases: A 16-Year Follow-Up in a Prospective, Community-Dwelling Cohort Study. *Endocrinology and Metabolism*, **38**, 406-417. <https://doi.org/10.3803/enm.2023.1703>