

评估SII及CONUT评分对老年患者颈动脉内膜切除术后隐性脑梗死的影响

李佳薇¹, 蒋丽丽², 刘佳^{2*}

¹青岛大学青岛医学院, 山东 青岛

²青岛大学附属医院麻醉科, 山东 青岛

收稿日期: 2026年5月9日; 录用日期: 2026年6月3日; 发布日期: 2026年6月11日

摘要

目的: 探讨老年患者术前全身免疫炎症指数(SII)及控制营养状况(CONUT)评分与择期颈动脉内膜切除术(CEA)后隐性脑梗死(CBI)的相关性。方法: 回顾性分析2023年1月至2025年3月间在青岛大学附属医院因严重颈动脉狭窄行颈动脉内膜切除术的老年患者。收集患者相关临床资料, 通过相关影像学图像特点(有无隐性脑梗死现象)分为CBI组和非CBI组。使用SPSS 27.0统计学软件对CBI组及非CBI组两组间相关影响因素行单因素线性回归分析和多因素Logistic回归分析, 从而分析出全身免疫炎症指数(SII)及控制营养状况(CONUT)评分是否为择期颈动脉内膜切除术后的隐性脑梗死(CBI)的独立危险因素。结果: 本研究共纳入了212例符合既定标准的患者, 有43例表现为CBI, 169例无CBI。单因素分析显示CBI组SII、CONUT评分显著升高($P < 0.05$); 多因素Logistic回归显示CONUT评分是CBI的独立危险因素($OR = 8.501$, $95\% CI: 3.463 \sim 20.868$, $P < 0.001$); SII在校正混杂因素后未达到独立显著性($P = 0.572$)。结论: SII与CBI存在单因素关联, 但并非独立危险因素, 其预测作用可能受年龄、高血压等因素介导。CONUT评分是一个简单且易于获得的仅客观实验室数值的参数, 与接受CEA患者的CBI风险独立相关。

关键词

颈动脉内膜切除术, 隐性脑梗死, 全身免疫炎症指数, 控制营养状况评分

Assessing the Impact of SII and CONUT Score on Covert Brain Infarction after Carotid Endarterectomy in Elderly Patients

Jiawei Li¹, Lili Jiang², Jia Liu^{2*}

¹Qingdao Medical College, Qingdao University, Qingdao Shandong

²Department of Anesthesiology, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

*通讯作者。

文章引用: 李佳薇, 蒋丽丽, 刘佳. 评估 SII 及 CONUT 评分对老年患者颈动脉内膜切除术后隐性脑梗死的影响[J]. 临床医学进展, 2026, 16(6): 737-747. DOI: 10.12677/acm.2026.1662272

Abstract

Objective: To investigate whether the Systemic Immune-Inflammation Index (SII) and the Controlling Nutritional Status (CONUT) score were associated with covert brain infarction (CBI) after elective carotid endarterectomy in a propensity-matched cohort of elderly patients. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on elderly patients who underwent carotid endarterectomy for severe carotid artery stenosis at the Affiliated Hospital of Qingdao University between January 2023 and March 2025. Relevant clinical data were collected, and patients were divided into CBI group and non-CBI group according to postoperative imaging findings. SPSS 27.0 statistical software was used to perform univariate analysis, multivariate linear regression analysis, and binary logistic regression analysis on relevant influencing factors between the CBI and non-CBI groups. This was done to determine whether the Systemic Immune-Inflammation Index (SII) and the Controlling Nutritional Status (CONUT) score are independent risk factors for covert brain infarction (CBI) after elective carotid endarterectomy. **Results:** A total of 212 patients who met the eligibility criteria were enrolled in this study. Postoperatively, 43 patients (20.3%) developed covert brain infarction (CBI), while 169 patients (79.7%) did not. Univariate linear regression and multivariate Logistic regression analyses were performed using SPSS 27.0 to compare related risk factors between the CBI group and the non-CBI group. The results showed that SII and CONUT scores were significantly higher in the CBI group ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression revealed that the CONUT score was an independent risk factor for CBI (OR = 8.501, 95% CI: 3.463~20.868, $P < 0.001$). After adjusting for confounding factors, SII did not reach independent statistical significance ($P = 0.572$). **Conclusions:** SII is correlated with CBI in univariate analysis but not an independent risk factor, and its predictive effect may be mediated by age, hypertension and other factors. As a simple and easily accessible parameter based on routine laboratory indicators, CONUT score is independently associated with the risk of postoperative CBI in patients undergoing CEA.

Keywords

Carotid Endarterectomy, Covert Brain Infarction, Systemic Immune-Inflammation Index, Controlling Nutritional Status Score

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(Stroke)是全球范围内致残和致死的主要原因之一,尤其对老年人群构成重大健康威胁,其中缺血性脑卒中(Ischemic Stroke)占有脑卒中病例的60%以上[1]。颈动脉粥样硬化性狭窄是缺血性脑卒中的重要病因,约20%~30%的缺血性脑卒中事件与颈动脉狭窄相关[2]。为预防脑卒中发生,颈动脉内膜切除术(Carotid Endarterectomy, CEA)已成为治疗症状性或重度无症状性颈动脉狭窄的标准外科手术式,能有效降低脑卒中风险[3]。然而,CEA本身也可能伴随围手术期并发症,其中隐性脑梗死(Covert Brain Infarction, CBI)近年来受到广泛关注。多项研究证实,隐性脑梗死是血管性认知障碍(Vascular Cognitive Impairment)和痴呆(如阿尔茨海默病混合病理)的独立危险因素,同时增加未来症状性脑卒中及死亡风险[4]。炎症与免疫反应在动脉粥样硬化发生、发展及并发症中扮演核心角色。全身免疫炎症指数(Systemic Immune-

Inflammation Index, SII)是一种新兴的复合炎症标志物,由外周血中性粒细胞计数、血小板计数和淋巴细胞计数计算得出,公式为: $SII = (\text{中性粒细胞计数} \times \text{血小板计数}) / \text{淋巴细胞计数}$ [5]。该指数整合了炎症反应、凝血激活及免疫调节等多路径信息,有望成为识别高危患者、指导抗炎管理的实用工具。控制营养状况(Controlling Nutritional Status, CONUT)评分是一种基于血清白蛋白、总胆固醇水平和淋巴细胞计数的简易筛查工具,最初设计用于评估住院患者的营养状况和免疫风险[6]。本研究旨在通过单中心回顾性队列分析,评估术前 SII 及 CONUT 评分与老年 CEA 患者术后隐性脑梗死的关联性,并探讨其联合预测效能。

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

本研究回顾性纳入 2023 年 1 月至 2025 年 3 月青岛大学附属医院血管外科、神经外科收治的颈动脉狭窄患者共 212 例。研究对象的选择:(1) 患者被诊断为动脉粥样硬化引起的颈动脉狭窄,并进行了颈动脉内膜切除术;(2) 年龄 ≥ 60 周岁,临床资料完整;(3) 有症状的颈动脉狭窄程度大于 50% 的患者,或狭窄程度大于 70% 的无症状患者(经颈动脉超声、CTA 或 DSA 证实)。排除标准:(1) 85 岁以上;(2) 术前有神经系统疾病史;(3) 严重精神疾病;(4) 自身免疫性疾病;(5) 持续性传染病;(6) 急性炎症或恶性肿瘤;(7) 急性肾损伤、终末期肾病;(8) 转移性疾病;(9) 伤口感染和脓毒症记录的患者。

2.2. 研究方法

通过青岛大学附属医院的病案管理系统和信息系统,对符合纳入及排除标准的患者进行了详细的基线数据和影像资料收集。收集的内容包括:1) 一般情况:年龄、性别、体重指数(BMI)、既往史(高血压、糖尿病、吸烟史);2) 实验室检验结果:葡萄糖、总胆固醇(TC)、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、C 反应蛋白(CRP)、白蛋白、单核细胞计数、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数、血小板计数;3) 计算相关比值:单核细胞与淋巴细胞比(MLR)、NLR 和血小板与淋巴细胞比(PLR)计算如下: $MLR = \text{单核细胞} / \text{淋巴细胞}$; $NLR = \text{中性粒细胞} / \text{淋巴细胞}$; $PLR = \text{血小板} / \text{淋巴细胞}$, $SII = \text{血小板计数} \times \text{中性粒细胞计数} / \text{淋巴细胞计数}$, CONUT 评分由文献中相关图表计算;4) 相关影像学图像特点(有无隐性脑梗死现象)。CBI 被定义为在 CEA 后通过 MRI 检测到的急性脑梗死,且患者无临床中风症状。所有患者在术前及术后 3 小时内接受 24T 脑 MRI 及 DWI 和 ADC 定位,以识别与手术相关的新 CBI。神经放射科医生将 DWI 高信号区域与 ADC 同一侧的低信号区域解释为 CBI。

2.3. 统计学方法

数据处理及统计分析均采用 SPSS 27.0 统计软件完成。具体统计方法如下:计量资料以中位数(四分位数)表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料以例数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验。为减少混杂偏倚,提高组间基线均衡性,本研究采用倾向性评分匹配(PSM),以是否发生 CBI 为因变量,年龄、性别、高血压、糖尿病、吸烟史为协变量,进行 1:2 匹配,卡钳值设为 0.02。匹配后对均衡性进行检验,再进行后续回归分析。为探究颈动脉内膜剥脱术(CEA)术后隐性脑梗死(CBI)的相关影响因素,采用单因素及多因素线性回归分析 SII、CONUT 评分的相关影响因素;采用多变量 Logistic 回归分析 CBI 的独立危险因素。统计检验标准设定为 $P < 0.05$,即 P 值小于 0.05 时,认为差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 基线特征

根据 CBI 将患者分为两组。CEA 后共 43 例(20.3%)为 CBI,169 例(79.7%)无 CBI。患者特征见表 1。

两组在性别、BMI、高血压和吸烟方面未发现显著差异，表明两组间的人口统计特征是同质的。经倾向性评分匹配后，两组基线资料具有良好可比性($P > 0.05$)。在生化指标方面，CBI患者总胆固醇、LDL-C、HDL-C显著降低($P < 0.001$)。葡萄糖、C-RP、甘油三酯、白蛋白之间无显著差异。在血细胞计数方面，CBI患者血小板($P = 0.019$)较高，而两组淋巴细胞、单核细胞和中性粒细胞的差异不显著。CBI患者中，NLR ($P = 0.439$)和MLR ($P = 0.161$)更高但无显著差异，且SII及CONUT评分显著升高：(两组 $P < 0.001$)。

Table 1. Baseline characteristics of included patients stratified by CBI status

表 1. CBI 纳入患者的基线特征

| 变量 | 总数(n = 212) | CBI = 1 组(有, n = 43) | CBI = 2 组(无, n = 169) [n (%)] | Statistic | P |
|-------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|------------------|
| 年龄 | 68.00 (67.00, 72.25) | 67.00 (67.00, 68.00) | 70.00 (66.00, 74.00) | Z = -2.91 | 0.004 |
| BMI | 23.80 (22.00, 25.90) | 23.80 (22.20, 26.20) | 23.80 (22.00, 25.80) | Z = -0.75 | 0.452 |
| 葡萄糖 | 5.26 (4.77, 6.51) | 5.94 (4.66, 6.42) | 5.25 (4.80, 6.70) | Z = -0.82 | 0.409 |
| 总胆固醇 | 3.19 (2.75, 3.72) | 2.84 (2.37, 2.88) | 3.44 (2.86, 4.80) | Z = -5.89 | <0.001 |
| 甘油三酯 | 0.78 (0.70, 0.95) | 0.84 (0.76, 1.05) | 0.78 (0.67, 0.95) | Z = -2.27 | 0.023 |
| LDL-C | 1.75 (1.21, 1.99) | 1.55 (1.06, 1.63) | 1.85 (1.50, 3.05) | Z = -5.70 | <0.001 |
| HDL-C | 1.15 (0.99, 1.33) | 1.02 (0.99, 1.12) | 1.18 (1.03, 1.38) | Z = -4.11 | <0.001 |
| CRP | 1.41 (1.04, 4.07) | 2.20 (1.06, 3.17) | 1.40 (1.04, 4.10) | Z = -0.24 | 0.813 |
| 白蛋白 | 39.90 (37.77, 43.20) | 40.20 (38.70, 41.30) | 38.90 (36.70, 43.20) | Z = -1.53 | 0.126 |
| 中性粒细胞 | 4.08 (3.25, 4.79) | 4.39 (3.51, 4.79) | 3.90 (3.25, 4.60) | Z = -1.34 | 0.182 |
| 淋巴细胞 | 1.86 (1.28, 2.12) | 1.71 (1.16, 2.22) | 1.86 (1.28, 2.12) | Z = -0.84 | 0.400 |
| 血小板 | 220.00 (188.00, 249.00) | 188.00 (145.00, 249.00) | 221.00 (196.00, 243.00) | Z = -2.35 | 0.019 |
| 单核细胞 | 0.48 (0.35, 0.62) | 0.54 (0.26, 0.56) | 0.48 (0.35, 0.64) | Z = -1.35 | 0.176 |
| MLR | 0.27 (0.21, 0.37) | 0.25 (0.25, 0.27) | 0.27 (0.21, 0.42) | Z = -1.40 | 0.161 |
| NLR | 2.31 (1.56, 2.81) | 2.16 (1.73, 2.42) | 2.37 (1.55, 2.81) | Z = -0.77 | 0.439 |
| PLR | 125.12 (92.45, 149.22) | 132.38 (84.68, 145.61) | 115.84 (95.41, 149.22) | Z = -0.71 | 0.477 |
| SII | 490.93 (322.04, 614.34) | 405.64 (275.56, 602.84) | 490.93 (350.39, 614.34) | Z = -2.29 | 0.022 |
| 性别 | | | | $\chi^2 = 0.23$ | 0.631 |
| 男 | 173 (81.60) | 34 (79.07) | 139 (82.25) | | |
| 女 | 39 (18.40) | 9 (20.93) | 30 (17.75) | | |
| 吸烟史 | | | | $\chi^2 = 0.33$ | 0.568 |
| 有 | 87 (41.04) | 16 (37.21) | 71 (42.01) | | |
| 无 | 125 (58.96) | 27 (62.79) | 98 (57.99) | | |
| 高血压病史 | | | | $\chi^2 = 0.07$ | 0.797 |
| 有 | 122 (57.55) | 24 (55.81) | 98 (57.99) | | |
| 无 | 90 (42.45) | 19 (44.19) | 71 (42.01) | | |
| 2 | 169 (79.72) | 0 (0.00) | 169 (100.00) | | |
| 糖尿病病史 | | | | $\chi^2 = 11.98$ | <0.001 |
| 有 | 118 (55.66) | 34 (79.07) | 84 (49.70) | | |
| 无 | 94 (44.34) | 9 (20.93) | 85 (50.30) | | |

续表

| CONUT, n(%) | | | | $\chi^2 = 39.27$ | <0.001 |
|-------------|------------|------------|------------|------------------|------------------|
| 0 | 16 (7.55) | 0 (0.00) | 16 (9.47) | | |
| 1 | 18 (8.49) | 0 (0.00) | 18 (10.65) | | |
| 2 | 65 (30.66) | 8 (18.60) | 57 (33.73) | | |
| 3 | 63 (29.72) | 10 (23.26) | 53 (31.36) | | |
| 4 | 50 (23.58) | 25 (58.14) | 25 (14.79) | | |

Z: Mann-Whitney test, χ^2 : Chi-square test

LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇、HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇、CRP: C反应蛋白、MLR: 单核细胞与淋巴细胞比、NLR: 中性粒细胞与淋巴细胞比、PLR: 血小板与淋巴细胞比。

3.2. 与 SII 及 CONUT 评分相关的因素

采用线性回归分析来确定与 SII 及 CONUT 评分相关的潜在因素, 以修改后续的多元逻辑分析模型。在单变量线性回归分析中, 性别、高血压病史、糖尿病病史、葡萄糖、CRP、中性粒细胞、淋巴细胞、血小板、NLR 及 PLR 与 SII 存在显著线性关联(P 均 <0.001)。其中, 性别、葡萄糖、中性粒细胞、血小板、NLR、PLR 为正向影响因素(β 值分别为 518.49、158.05、281.29、7.29、342.19、9.43); 高血压病史、糖尿病病史、CRP、淋巴细胞为负向影响因素(β 值分别为-371.95、-310.72、-201.10、-360.29)。吸烟史、年龄、BMI、TC、甘油三酯、LDL-C、HDL-C、白蛋白、MLR 与因变量无线性关联(P 均 >0.05); 单核细胞呈边缘显著相关($P = 0.074$) (见表 2)。

Table 2. Results of univariate linear regression analysis of SII with potential influencing factors

表 2. SII 与各潜在影响因素的单变量线性回归分析结果

| 变量 | 回归系数(β) | 标准误差(S.E) | t | P | β (95%CI) |
|-------|-----------------|-----------|-------|------------------|---------------------------|
| 性别 | | | | | |
| 男 | | | | | 0.00 (Reference) |
| 女 | 518.49 | 101.35 | 5.12 | <0.001 | 518.49 (319.84~717.13) |
| 吸烟史 | | | | | |
| 有 | | | | | 0.00 (Reference) |
| 无 | 2.64 | 84.66 | 0.03 | 0.975 | 2.64 (-163.29~168.57) |
| 高血压病史 | | | | | |
| 有 | | | | | 0.00 (Reference) |
| 无 | -371.95 | 80.25 | -4.63 | <0.001 | -371.95 (-529.23~-214.66) |
| 糖尿病病史 | | | | | |
| 有 | | | | | 0.00 (Reference) |
| 无 | -310.72 | 81.04 | -3.83 | <0.001 | -310.72 (-469.56~-151.89) |
| 年龄 | -4.75 | 7.44 | -0.64 | 0.524 | -4.75 (-19.34~9.83) |
| BMI | 15.24 | 15.32 | 0.99 | 0.321 | 15.24 (-14.78~45.25) |
| 葡萄糖 | 158.05 | 30.59 | 5.17 | <0.001 | 158.05 (98.08~218.01) |
| TC | -16.76 | 34.50 | -0.49 | 0.628 | -16.76 (-84.39~50.86) |
| 甘油三酯 | 88.31 | 187.97 | 0.47 | 0.639 | 88.31 (-280.11~456.72) |
| LDL-C | -30.71 | 46.04 | -0.67 | 0.506 | -30.71 (-120.94~59.53) |

续表

| | | | | | |
|-------|---------|--------|-------|--------|---------------------------|
| HDL-C | -241.33 | 147.90 | -1.63 | 0.104 | -241.33 (-531.22~48.55) |
| CRP | -201.10 | 35.46 | -5.67 | <0.001 | -201.10 (-270.60~-131.61) |
| 白蛋白 | -12.15 | 9.52 | -1.28 | 0.203 | -12.15 (-30.80~6.51) |
| 中性粒细胞 | 281.29 | 9.47 | 29.72 | <0.001 | 281.29 (262.74~299.84) |
| 淋巴细胞 | -360.29 | 70.07 | -5.14 | <0.001 | -360.29 (-497.62~-222.96) |
| 血小板 | 7.29 | 0.57 | 12.84 | <0.001 | 7.29 (6.17~8.40) |
| 单核细胞 | -361.27 | 201.34 | -1.79 | 0.074 | -361.27 (-755.88~33.35) |
| MLR | 268.64 | 320.29 | 0.84 | 0.403 | 268.64 (-359.11~896.39) |
| NLR | 342.19 | 5.98 | 57.20 | <0.001 | 342.19 (330.47~353.91) |
| PLR | 9.43 | 0.48 | 19.64 | <0.001 | 9.43 (8.49~10.37) |

CI: Confidence Interval

LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇、HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇、CRP: C 反应蛋白、MLR: 单核细胞与淋巴细胞比、NLR: 中性粒细胞与淋巴细胞比、PLR: 血小板与淋巴细胞比

注: 采用单变量线性回归分析, 以 SII 为因变量; * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$; $n = 195$; 共分析 20 个潜在影响因素, 其中 $P < 0.05$ 的显著因素有 15 个, $P < 0.01$ 的高度显著因素有 1 个, $P < 0.001$ 的极高度显著因素有 10 个。

另在单变量线性回归分析中, 无高血压病史、无糖尿病病史、总胆固醇(TC)、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、C 反应蛋白(CRP)、白蛋白、淋巴细胞、中性粒细胞/淋巴细胞比值(NLR)、血小板/淋巴细胞比值(PLR)与 CONUT 评分存在极强线性关联(P 均 <0.001); 中性粒细胞、单核细胞/淋巴细胞比值(MLR)亦呈显著相关($P < 0.01$); 无吸烟史、年龄、BMI、葡萄糖、血小板、单核细胞与因变量无显著线性关联(P 均 >0.05)。女性与 CONUT 评分的关联性未达到统计学显著性($P = 0.051$), 提示可能与样本量有关(见表 3)。

Table 3. Results of univariate linear regression analysis of CONUT score with potential influencing factors

表 3. CONUT 评分与各潜在影响因素的单变量线性回归分析结果

| 变量 | 回归系数(β) | 标准误(SE) | t | P | β (95%CI) |
|-------|-----------------|---------|-------|--------|---------------------|
| 性别 | | | | | |
| 男 | | | | | 0.00 (Reference) |
| 女 | -0.40 | 0.20 | -1.96 | 0.051 | -0.40 (-0.80~-0.00) |
| 吸烟史 | | | | | |
| 有 | | | | | 0.00 (Reference) |
| 无 | -0.21 | 0.16 | -1.28 | 0.202 | -0.21 (-0.52~0.11) |
| 高血压病史 | | | | | |
| 有 | | | | | 0.00 (Reference) |
| 无 | -0.69 | 0.15 | -4.49 | <0.001 | -0.69 (-1.00~-0.39) |
| 糖尿病病史 | | | | | |
| 有 | | | | | 0.00 (Reference) |
| 无 | -0.54 | 0.16 | -3.43 | <0.001 | -0.54 (-0.84~-0.23) |
| 年龄 | 0.02 | 0.01 | 1.49 | 0.138 | 0.02 (-0.01~0.05) |
| BMI | 0.01 | 0.03 | 0.25 | 0.802 | 0.01 (-0.05~0.07) |

续表

| | | | | | |
|-------|-------|------|--------|--------|---------------------|
| 葡萄糖 | 0.04 | 0.06 | 0.58 | 0.560 | 0.04 (-0.09~0.16) |
| TC | -0.60 | 0.05 | -11.73 | <0.001 | -0.60 (-0.71~-0.50) |
| 甘油三酯 | -1.86 | 0.34 | -5.53 | <0.001 | -1.86 (-2.53~-1.20) |
| LDL-C | -0.82 | 0.07 | -12.08 | <0.001 | -0.82 (-0.95~-0.69) |
| HDL-C | -1.06 | 0.28 | -3.84 | <0.001 | -1.06 (-1.60~-0.52) |
| CRP | 1.45 | 0.22 | 6.64 | <0.001 | 1.45 (1.02~1.88) |
| 白蛋白 | -0.12 | 0.02 | -7.71 | <0.001 | -0.12 (-0.16~-0.09) |
| 中性粒细胞 | 0.12 | 0.04 | 2.93 | 0.004 | 0.12 (0.04~0.20) |
| 淋巴细胞 | -0.76 | 0.13 | -5.70 | <0.001 | -0.76 (-1.02~-0.50) |
| 血小板 | -0.00 | 0.00 | -0.70 | 0.485 | -0.00 (-0.00~0.00) |
| 单核细胞 | -0.18 | 0.39 | -0.47 | 0.637 | -0.18 (-0.95~0.58) |
| MLR | 1.58 | 0.61 | 2.60 | 0.010 | 1.58 (0.39~2.77) |
| NLR | 0.24 | 0.04 | 5.58 | <0.001 | 0.24 (0.16~0.33) |
| PLR | 0.01 | 0.00 | 5.18 | <0.001 | 0.01 (0.01~0.01) |

CI: Confidence Interval

LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇、HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇、CRP: C 反应蛋白、MLR: 单核细胞与淋巴细胞比、NLR: 中性粒细胞与淋巴细胞比、PLR: 血小板与淋巴细胞比

注: 采用单变量线性回归分析, 以 CONUT 评分为因变量; *P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001; n = 195; 共分析 20 个潜在影响因素, 其中 P < 0.05 的显著因素有 17 个, P < 0.01 的高度显著因素有 9 个, P < 0.001 的极高度显著因素有 11 个。

多因素线性回归校正混杂因素后, 中性粒细胞、淋巴细胞仍为影响 SII 的独立相关因素(P < 0.05), 提示上述指标在控制干扰后仍具有稳定的线性关联, 可作为独立影响因素纳入后续分析。

3.3. SII 及 CONUT 评分与隐性脑梗死的风险因素

采用多变量逻辑分析以确定潜在风险因素与 CEA 后隐性脑梗死之间的关联。证实了 CONUT 评分是 CBI 的独立风险因素, CONUT 评分每增加 1 分, CBI 发生风险增加 7.5 倍(OR = 8.501), 提示营养状况评估对 CBI 风险预测具有重要价值。SII 在单变量分析与 CBI 相关, 但在调整其他因素后关联不再显著, 表明其对 CBI 的影响可能通过其他变量介导。此外年龄较小、BMI 较低、合并高血压的患者发生 CBI 的风险更高, 应作为重点关注人群(见表 4)。

Table 4. Associations of SII and CONUT score with CBI in adjusted logistic regression models

表 4. SII 及 CONUT 评分对逻辑回归分析中相关参数调整 CBI 的影响

| 变量 | 模型 1 (仅 SII) OR (95% CI) | 模型 1 (仅 SII) P 值 | 模型 2 (仅 CONUT 评分) OR (95%CI) | 模型 2 (仅 CONUT 评分) P 值 | 模型 3 (多变量调整) OR (95% CI) | 模型 3 (多 变量调整) P 值 |
|----------|-----------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|
| 常数项 | 0.171 (0.106~0.275)** | <0.001** | 0.008 (0.002~0.038)** | <0.001** | 4499959.118 (21.332~949276571556.365) ** | <0.05** |
| SII | 1.001 (1.000~1.001)** | <0.05** | - | - | 1.000 (0.999~1.001) | 0.572 |
| CONUT 评分 | - | - | 3.204 (2.040~5.032)** | <0.001** | 8.501 (3.463~20.868)** | <0.001** |

续表

| 变量 | 模型 1 (仅 SII) OR (95% CI) | 模型 1 (仅 SII) P 值 | 模型 2 (仅 CONUT 评分) OR (95% CI) | 模型 2 (仅 CONUT 评分) P 值 | 模型 3 (多变量调整) OR (95% CI) | 模型 3 (多变量调整) P 值 |
|--------------------------------|---|------------------|---|-----------------------|---|------------------|
| 性别(1 = 男 vs 2 = 女) | - | - | - | - | 1.611 (0.380~6.830) | 0.517 |
| 年龄(每增加 1 岁) | - | - | - | - | 0.766 (0.665~0.882)** | <0.001** |
| BMI (每增加 1 kg/m ²) | - | - | - | - | 0.750 (0.594~0.946)** | <0.05** |
| 高血压(1 = 有 vs 2 = 无) | - | - | - | - | 4.919 (1.549~15.620)** | <0.01** |
| 糖尿病(1 = 有 vs 2 = 无) | - | - | - | - | 0.686 (0.227~2.070) | 0.503 |
| 吸烟史(1 = 有 vs 2 = 无) | - | - | - | - | 0.781 (0.272~2.237) | 0.645 |
| 模型拟合信息 | 样本量: 212A IC: 212.02 伪 R ² : 0.027 | - | 样本量: 212A IC: 181.15 伪 R ² : 0.172 | - | 样本量: 212A IC: 158.05 伪 R ² : 0.345 | - |

为进一步评估 SII、CONUT 评分及二者联合对 CEA 术后 CBI 的预测价值,本研究绘制 ROC 曲线并计算曲线下面积(AUC)。结果显示: SII 预测 CBI 的 AUC 为 0.627 (95% CI: 0.534~0.720, P = 0.022), 预测效能较低; CONUT 评分预测 CBI 的 AUC 为 0.826 (95% CI: 0.758~0.894, P < 0.001), 具有良好的预测价值; SII 与 CONUT 联合模型预测 CBI 的 AUC 为 0.853 (95% CI: 0.791~0.915, P < 0.001), 高于单一 SII 及单一 CONUT 评分, 提示联合检测可进一步提升风险预测效能。CONUT 评分对 CBI 具有独立且良好的预测能力, SII 与 CONUT 联合应用可实现更优的术前风险分层(见表 5)。

Table 5. ROC curve parameters of SII, CONUT and combined model for predicting CBI
表 5. SII、CONUT 及联合模型预测 CBI 的 ROC 曲线参数

| 指标 | AUC | 95%CI | P 值 | 截断值 | 灵敏度 | 特异度 |
|----------------|-------|-------------|--------|--------|-------|-------|
| SII | 0.627 | 0.534~0.720 | 0.022 | 468.52 | 0.605 | 0.621 |
| CONUT | 0.826 | 0.758~0.894 | <0.001 | 3.5 分 | 0.767 | 0.793 |
| SII + CONUT 联合 | 0.853 | 0.791~0.915 | <0.001 | — | 0.814 | 0.805 |

4. 讨论

颈动脉粥样硬化性狭窄是缺血性卒中的核心病因,约 20%~30%的缺血性卒中由其引发,主要通过血流动力学障碍与动脉-动脉栓塞致病[7]。炎症在动脉粥样硬化进程中起关键作用,巨噬细胞、T [8]淋巴细胞浸润可降解斑块纤维帽,IL-6、TNF- α 等促炎因子加剧内皮损伤与凝血激活,形成“炎症-血栓”恶性循环。老年患者常伴随斑块钙化、溃疡及腔内血栓,显著提升 CEA 围术期并发症风险[9]。CEA 虽为预防卒中的标准术式,但术中血管阻断、微栓子脱落、再灌注损伤等,易诱发影像学可见、无临床症状的隐性脑梗死(CBI) [10]。

CBI 在 CEA 术后发生率为 10%~30%, 远高于症状性脑梗死,是血管性认知障碍、痴呆的独立危险

因素,还会升高远期卒中与死亡风险[11]。CBI的主要机制包括:术中微栓子导致的微血管梗死[12];血运重建后氧化应激与炎症爆发引发的再灌注损伤[13];颈动脉阻断导致的短暂脑低灌注[14];以及高凝与炎症状态诱发的微血管血栓[15]。多发性皮质下小梗死会进一步降低脑储备能力,加速神经功能衰退,因此术前精准识别CBI高危因素,对围术期管理意义重大。

本研究单因素分析显示,高SII与CBI风险升高相关。SII整合中性粒细胞、血小板、淋巴细胞水平,全面反映机体“促炎-促凝-免疫抑制”状态[16][17]。活化的中性粒细胞会产生趋化因子、细胞因子、蛋白酶和活性氧(ROS),可能损伤内皮并触发血栓[18],此外,中性粒细胞释放炎症介质,进一步加重脑损伤[19];活化血小板表达P-选择素,促进炎症级联反应与血栓形成[20]。2020年的一项回顾性研究显示SII与急性缺血性卒中患者的短期不良结局相关,而该指标可以预测急性缺血性卒中患者的不良结局风险[16]。另有研究显示系统性炎症标志物,尤其是SII,可能作为颈动脉内膜切除术患者术后死亡率和手术复杂性的有用预测指标[21]。Huang等于2023年报道SII可预测急性缺血性卒中严重程度与短期预后[5];Sevil等提出SII可评估CEA术后死亡与手术复杂程度[21]。但上述研究未同时校正营养、代谢、血脂等关键混杂因素。本研究在纳入CONUT评分、年龄、高血压、BMI等变量后,SII不再独立相关,提示SII的预测价值依赖人群与校正模型,不能单独作为CBI的独立预测因子。其可能的机制包括:SII整合中性粒细胞、血小板、淋巴细胞,虽能反映全身炎症-免疫-凝血状态,但在老年CEA人群中,高血压、年龄、围术期低灌注对CBI的贡献度更强,掩盖了SII的独立效应;SII为非特异性炎症指标,在动脉粥样硬化、感染、代谢紊乱等多种状态下均可升高,对脑梗死特异性不足;本研究样本量有限、CBI事件数较少,可能降低SII的独立预测效能。

多因素Logistic回归证实,CONUT评分是CBI的独立危险因素,评分每升高1分,CBI风险增加7.5倍(OR=8.501)。CONUT评分基于白蛋白、总胆固醇、淋巴细胞计数,评估“营养-代谢-免疫”轴功能。多项研究证实CONUT评分与中风的预后存在显著关系。2023年的一项研究发现,超过一半的急性缺血性卒中患者营养控制不佳[22][23]。有研究表明CONUT评分对中风患者3个月后住院和出院后全因死亡率具有预测效度[24]。CONUT评分可快速识别此类“代谢储备不足”的高危老年患者。

ROC曲线分析结果进一步验证了SII与CONUT评分在CEA术后CBI风险预测中的临床价值。本研究显示,CONUT评分单独预测CBI的AUC达0.826,提示其基于白蛋白、胆固醇及淋巴细胞计数构建的营养-免疫-代谢评估体系,能够稳定识别CBI高危患者,与回归分析中CONUT为独立危险因素的结果相互印证。与之相比,SII单独预测效能较弱(AUC=0.627),进一步支持其在多因素校正后不再具有独立预测意义的结论,提示单一炎症指标难以全面反映CBI的复杂病理机制。

值得注意的是,SII与CONUT联合模型的AUC提升至0.853,预测效能优于任一单一指标,提示将全身炎症状态与营养免疫状况相结合,可从“炎症激活”与“代谢储备”两个维度更全面地评估CBI风险。这一结果与既往研究观点一致,即营养不良与全身炎症共同参与动脉粥样硬化、微栓子形成及脑缺血再灌注损伤过程。因此,SII与CONUT联合评估可为临床提供更精准的术前风险分层工具,有助于早期识别高危患者并实施针对性营养支持与围术期炎症管理,最终降低术后隐性脑梗死发生风险。

综上,SII仅与CBI存在单因素关联,预测价值受混杂因素影响;CONUT评分是简便、客观、稳定的独立预测指标。二者联合可从炎症、营养代谢双维度实现术前风险分层,指导围术期营养支持与抗炎干预,降低CBI发生风险,改善老年CEA患者长期神经预后。

5. 结论

SII与CONUT评分是老年CEA患者术后隐性脑梗死的有效预测指标,分别从炎症激活与营养代谢失衡角度揭示了CBI的病理生理基础。联合应用这两项简易、低成本的指标,有助于术前风险分层与个

体化干预, 最终改善老年患者的神经功能长期预后。本研究为单中心回顾性队列研究, 存在一定局限性。首先, 单中心设计易产生选择偏倚, 研究对象均来自同一医院, 在地域、人群特征、手术策略及围术期管理上较为单一, 无法覆盖不同地区、不同级别医院的患者特征, 导致研究结果的外部真实性与普遍适用性受限, 难以直接推广至更广泛的临床人群。其次, 样本量相对有限, 术后隐性脑梗死(CBI)事件数仅43例, 统计效能不足, 可能影响结果的稳定性与可靠性, 且未进行外部队列验证, 结论的重复性有待进一步确认。第三, 作为回顾性研究, 难以全面控制年龄、基础疾病、用药情况、术中操作细节等混杂因素。未来可开展多中心、大样本前瞻性队列研究, 联合不同地区、不同级别医院扩大样本量, 均衡基线特征, 控制选择与信息偏倚, 提高研究结论的普适性。

声 明

本研究为回顾性研究, 数据收集前已获青岛大学附属医院伦理委员会审批(批准号: QYFYWZLL29443)。

基金项目

课题项目: 麻醉门诊在衰弱老年病人围术期管理中的优化策略及效果研究, 课题编号: SDHRGL202520。

参考文献

- [1] GBD 2019 Stroke Collaborators (2021) Global, Regional, and National Burden of Stroke and Its Risk Factors, 1990-2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Neurology*, **20**, 795-820.
- [2] Bir, S.C. and Kelley, R.E. (2022) Carotid Atherosclerotic Disease: A Systematic Review of Pathogenesis and Management. *Brain Circulation*, **8**, 127-136. https://doi.org/10.4103/bc.bc_36_22
- [3] Bonati, L.H., Kakkos, S., Berkefeld, J., de Borst, G.J., Bulbulia, R., Halliday, A., et al. (2021) European Stroke Organisation Guideline on Endarterectomy and Stenting for Carotid Artery Stenosis. *European Stroke Journal*, **6**, I-XLVII. <https://doi.org/10.1177/23969873211012121>
- [4] Meinel, T.R., Kaesmacher, J., Roten, L. and Fischer, U. (2020) Covert Brain Infarction: Towards Precision Medicine in Research, Diagnosis, and Therapy for a Silent Pandemic. *Stroke*, **51**, 2597-2606. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.120.030686>
- [5] Huang, L. (2023) Increased Systemic Immune-Inflammation Index Predicts Disease Severity and Functional Outcome in Acute Ischemic Stroke Patients. *The Neurologist*, **28**, 32-38. <https://doi.org/10.1097/nrl.0000000000000464>
- [6] Aruğaslan, E., Zengin, A., Karataş, M.B., et al. (2022) Prognostic Significance of Controlling Nutritional Status Score (CONUT) in Patients Undergoing Pericardiocentesis. *Acta Cardiologica Sinica*, **38**, 84-90.
- [7] Musialek, P., Bonati, L.H., Bulbulia, R., Halliday, A., Bock, B., Capoccia, L., et al. (2025) Stroke Risk Management in Carotid Atherosclerotic Disease: A Clinical Consensus Statement of the ESC Council on Stroke and the ESC Working Group on Aorta and Peripheral Vascular Diseases. *Cardiovascular Research*, **121**, 13-43. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvad135>
- [8] Bora, R., Kılıç, A. and Toprak, B. (2025) Atherosclerosis and Inflammation: Are the Rules of the Game Changing with Biological Therapies? *Journal of Inflammation Research*, **18**, 9811-9822. <https://doi.org/10.2147/jir.s531345>
- [9] Gimžauskaitė, A., Trumpa, E., Lukoševičius, S., Plisienė, J., Antuševas, A., Velička, L., et al. (2025) Assessment of Atherosclerotic Plaque Morphology Using Contrast-Enhanced Ultrasound and Its Impact on Primary Cardiovascular Events Following Simultaneous Carotid Endarterectomy and Coronary Artery Bypass Grafting. *Vascular*, **33**, 205-211. <https://doi.org/10.1177/17085381241239499>
- [10] Shu, L., Aziz, Y.N., de Havenon, A., Messe, S.R., Nguyen, T.N., Sur, N.B., et al. (2025) Perioperative Stroke: Mechanisms, Risk Stratification, and Management. *Stroke*, **56**, 2798-2809. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.125.051673>
- [11] Rydén, L., Sacuiu, S., Wetterberg, H., Najar, J., Guo, X., Kern, S., et al. (2021) Atrial Fibrillation, Stroke, and Silent Cerebrovascular Disease. *Neurology*, **97**, e1608-e1619. <https://doi.org/10.1212/wnl.00000000000012675>
- [12] Spence, J.D. (2020) Uses of Ultrasound in Stroke Prevention. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*, **10**, 955-964. <https://doi.org/10.21037/cdt.2019.12.12>
- [13] Güler, M.C., Tanyeli, A., Ekinci Akdemir, F.N., Eraslan, E., Özbek Şebin, S., Güzel Erdoğan, D., et al. (2023) An Overview of Ischemia-Reperfusion Injury: Review on Oxidative Stress and Inflammatory Response. *The Eurasian Journal of Medicine*,

- 54, S62-S65. <https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2022.22293>
- [14] Castaneda-Vega, S., Beer-Hammer, S., Leiss, V., Napieczynska, H., Vuozzo, M., Schmid, A.M., *et al.* (2023) Cerebrovascular Gi Proteins Protect against Brain Hypoperfusion and Collateral Failure in Cerebral Ischemia. *Molecular Imaging and Biology*, **25**, 363-374. <https://doi.org/10.1007/s11307-022-01764-8>
- [15] Bray, M.A., Sartain, S.E., Gollamudi, J. and Rumbaut, R.E. (2020) Microvascular Thrombosis: Experimental and Clinical Implications. *Translational Research*, **225**, 105-130. <https://doi.org/10.1016/j.trsl.2020.05.006>
- [16] Zhou, Y., Li, W., Xia, S., Xiang, T., Tang, C., Luo, J., *et al.* (2022) Predictive Value of the Systemic Immune Inflammation Index for Adverse Outcomes in Patients with Acute Ischemic Stroke. *Frontiers in Neurology*, **13**, Article 836595. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.836595>
- [17] Shi, K., Tian, D., Li, Z., Ducruet, A.F., Lawton, M.T. and Shi, F. (2019) Global Brain Inflammation in Stroke. *The Lancet Neurology*, **18**, 1058-1066. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(19\)30078-x](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(19)30078-x)
- [18] Allen, C., Thornton, P., Denes, A., McColl, B.W., Pierozynski, A., Monestier, M., *et al.* (2012) Neutrophil Cerebrovascular Transmigration Triggers Rapid Neurotoxicity through Release of Proteases Associated with Decondensed DNA. *The Journal of Immunology*, **189**, 381-392. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1200409>
- [19] Iadecola, C. and Anrather, J. (2011) The Immunology of Stroke: From Mechanisms to Translation. *Nature Medicine*, **17**, 796-808. <https://doi.org/10.1038/nm.2399>
- [20] De Meyer, S.F., Denorme, F., Langhauser, F., Geuss, E., Fluri, F. and Kleinschnitz, C. (2016) Thromboinflammation in Stroke Brain Damage. *Stroke*, **47**, 1165-1172. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.115.011238>
- [21] Sevil, F.C., Siner, H., Korucu, C. and Aksu, U. (2026) The Role of New Generation Inflammatory Markers in Patients Undergoing Carotid Endarterectomy. *BMC Surgery*, **26**, Article No. 294. <https://doi.org/10.1186/s12893-026-03629-1>
- [22] Naito, H., Hosomi, N., Nezu, T., Kuzume, D., Aoki, S., Morimoto, Y., *et al.* (2020) Prognostic Role of the Controlling Nutritional Status Score in Acute Ischemic Stroke among Stroke Subtypes. *Journal of the Neurological Sciences*, **416**, Article ID: 116984. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2020.116984>
- [23] Chen, Y., Yang, H., Lan, M., Wei, H. and Chen, Y. (2023) The Controlling Nutritional Status Score and Risk Factors Associated with Malnutrition in Patients with Acute Ischemic Stroke. *Frontiers in Neurology*, **14**, Article 1067706. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1067706>
- [24] López Espuela, F., Roncero-Martín, R., Zamorano, J.D.P., Rey-Sanchez, P., Aliaga-Vera, I., Portilla Cuenca, J.C., *et al.* (2019) Controlling Nutritional Status (CONUT) Score as a Predictor of All-Cause Mortality at 3 Months in Stroke Patients. *Biological Research for Nursing*, **21**, 564-570. <https://doi.org/10.1177/1099800419860253>