

非高密度脂蛋白胆固醇与动脉粥样硬化性心血管疾病 关系的研究进展

丁芳芳 廖付军 鲍海龙 李洁琪

(贵州医科大学附属医院心血管内科, 贵州 贵阳 550004)

【摘要】近年来随着研究的深入,非高密度脂蛋白胆固醇逐渐受到广泛关注。越来越多的证据显示,其在检测的全面性、准确性和稳定性方面相较于低密度脂蛋白胆固醇具有更明显的优势,且预测动脉粥样硬化性心血管疾病(ASCVD)风险的能力更强,目前已成为评估和治疗 ASCVD 的主要指标之一。中国血脂管理指南(2023 版)也提高了对其的推荐级别,将其作为防治 ASCVD 的次要干预靶点。现就非高密度脂蛋白胆固醇与 ASCVD 关系的研究进展进行综述。

【关键词】非高密度脂蛋白胆固醇;低密度脂蛋白胆固醇;动脉粥样硬化;心血管疾病

【DOI】10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2024.09.009

The Relationship Between Non-High-Density Lipoprotein Cholesterol and Atherosclerotic Cardiovascular Disease

DING Fangfang, LIAO Fujun, BAO Hailong, LI Jieqi

(Department of Cardiovascular Medicine, The Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China)

【Abstract】In recent years, with the deepening of research, non-high-density lipoprotein cholesterol has gradually attracted widespread attention. More and more evidence shows that its comprehensiveness, accuracy and stability in detection have more obvious advantages than low-density lipoprotein cholesterol, and its ability to predict the risk of atherosclerotic cardiovascular disease (ASCVD) is stronger. At present, it has become one of the main indicators for evaluating and treating ASCVD. The Chinese Guidelines for Blood Lipid Management (2023 Edition) have also raised its recommendation level as a secondary intervention target for the prevention and treatment of ASCVD. This article reviews the research progress on the relationship between non-high-density lipoprotein cholesterol and ASCVD.

【Keywords】Non-high-density lipoprotein cholesterol; Low-density lipoprotein cholesterol; Atherosclerosis; Cardiovascular disease

动脉粥样硬化性心血管疾病(atherosclerotic cardiovascular disease, ASCVD)是世界范围内发病率和死亡率最高的疾病之一,尽管现在中国多项心血管技术已处于世界领先或接近领先水平,但 ASCVD 患病率仍处于持续上升阶段,在中国城乡居民疾病死亡构成比中,ASCVD 仍占首位^[1]。传统上依赖低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)作为 ASCVD 风险一级和二级预防最主要的治疗目标^[2],中国血脂管理指南(2023 版)也仍推荐其作为血脂干预的首要靶点^[3]。然而许多临床试验发现,尽管显著降低 LDL-C 水平,仍存在 ASCVD 残余风险^[4],而这种未被 LDL-C 识别的“残余风险”导致 ASCVD 发病率和死亡率的降低效果并不理想^[2],故而仅追求 LDL-C 水平达标对于全面评估和防控 ASCVD 风险存在较

多的局限性^[5]。目前有更多的证据显示非高密度脂蛋白胆固醇(non-high-density lipoprotein cholesterol, non-HDL-C)相较于 LDL-C,其检测更加全面、准确、稳定,且具有更强的 ASCVD 风险预测能力,是国内外权威血脂指南/共识推荐的重要治疗新靶点,基于未来更多的临床证据,甚至可能取代 LDL-C 成为 ASCVD 最主要的治疗目标^[6],现就 non-HDL-C 与 ASCVD 关系的研究进展进行综述。

1 non-HDL-C 是更全面、准确、稳定的可靠指标

脂质和脂蛋白颗粒作为动脉粥样硬化的重要组成部分,是 ASCVD 的基本病理基础。在动脉粥样硬化形成过程中,脂质聚集在血管壁上,引发炎症反应并影响白细胞、血管及心肌细胞的功能,刺激动脉粥样硬化进展,从而对心脏造成影响^[7]。LDL-C 作为血

液中胆固醇含量最多的脂蛋白,长久以来被认为是动脉粥样硬化发生的主要驱动因素^[8]。其较常用 Friedewald 公式即 $\text{LDL-C (mg/dL)} = \text{总胆固醇 (total cholesterol, TC)} - [\text{高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)} + \text{甘油三酯 (triglyceride, TG)/5}]$ 进行计算,该计算公式在 $\text{TG} > 4.5 \text{ mmol/L (400 mg/dL)}$ 的情况下不适用^[3],这可能的原因是由于 TG 作为长链脂肪酸和甘油合成的脂质分子,易受饮食的影响,因而其测量结果不稳定,使得 LDL-C 在非禁食状态下无法准确测定。

而 non-HDL-C 相较于 LDL-C,其检测更加全面,代表了除 HDL-C 以外的其他所有脂蛋白所含胆固醇的总和,包括 LDL-C、极低密度脂蛋白胆固醇、中密度脂蛋白胆固醇、乳糜微粒残粒胆固醇以及脂蛋白 a 等在内的所有含有载脂蛋白 B 的致动脉粥样硬化脂蛋白胆固醇^[9]。同时,在计算公式方面,与 LDL-C 相比,测量结果较为稳定,且不受 TG 影响,在非禁食状态下也能准确测量,可通过 TC 减去 HDL-C 来获得,即 $\text{non-HDL-C} = \text{TC} - \text{HDL-C}$ 。其中,TC 是指血液中各种脂蛋白所含胆固醇的总和,主要通过酶法进行测定,其测量结果较为稳定、准确,且不受饮食影响。而 HDL-C 是一种抗动脉粥样硬化的脂蛋白,能参与胆固醇逆转运,将胆固醇经肝脏代谢后排出体外,可通过化学沉淀法获得可靠结果^[10]。因此,相较于 LDL-C,可以说 non-HDL-C 是更全面、准确、稳定的可靠指标。

2 non-HDL-C 是预测 ASCVD 风险更强的靶标

尽管降低 LDL-C 水平一直作为 ASCVD 风险防控的首要靶标,然而越来越多证据显示,在 ASCVD 风险预测方面,non-HDL-C 可能具有优于 LDL-C 的预测作用。一项前瞻性研究^[11]结果显示,与 non-HDL-C 和 LDL-C 水平正常的一致性组相比,non-HDL-C 和 LDL-C 水平升高的不一致性组发生 ASCVD 的风险更高,尤其是在 LDL-C 水平正常但 non-HDL-C 水平升高的个体中,non-HDL-C 在预测 ASCVD 风险方面明显优于 LDL-C。一项随访研究^[12]还发现,ASCVD 风险增加与 non-HDL-C 水平升高存在相关性,而与 LDL-C 无关,并且与 LDL-C 相比,non-HDL-C 更能反映 ASCVD 残余风险。同时,non-HDL-C 水平较高的人群更有可能面临 ASCVD 风险。一项回顾性队列研究^[13]经过 9 年随访发现,高水平的 non-HDL-C 与即将发生的心血管事件风险显著增加有关,在调整其他心血管危险因素和其他可能的混杂因素后结果仍一致。另一项前瞻性队列研究^[14]也发现高水平 non-HDL-C 与较高的心血管疾病风险独立相关,并且具有高水平 non-HDL-C 的个体患心血管疾病的风险更高。Guan 等^[15]的研究还显示长期较高水平的 non-HDL-C 与 ASCVD 风险增加显

著相关,提示长期高水平 non-HDL-C 人群更易发生 ASCVD。

从长期维持较高水平的 non-HDL-C 的危害及早期监测的必要性来看,早期监测和控制 non-HDL-C 水平对于降低 ASCVD 风险十分重要。在一项来自弗雷明汉的心脏研究^[16]中发现,在生命早期 non-HDL-C 水平升高的成年人中,其在整个生命过程中都保持较高水平,因此,建议人们在 40 岁之前就进行血脂监测,以便及时识别并采取措施降低 ASCVD 风险。另有研究^[17]显示 non-HDL-C 水平与 ASCVD 的长期风险密切相关,随着其水平的升高,ASCVD 发病风险呈阶梯式上升,然而 non-HDL-C 水平降低 50% 与 75 岁时心血管疾病事件的风险降低存在关联,进一步提示早期控制 non-HDL-C 水平以降低 ASCVD 风险的必要性。鉴于 non-HDL-C 在 ASCVD 预测方面的优势以及 non-HDL-C 降低的益处,有研究建议将其纳入常规血脂检查中,以协助临床医生更全面地评估和判断患者的 ASCVD 风险^[18-19]。2019 年的欧洲心脏病学会/欧洲动脉粥样硬化学会《血脂异常管理指南》^[20]也建议将 non-HDL-C 作为 ASCVD 风险评估的一部分,尤其在 TG 水平升高、糖尿病、肥胖或 LDL-C 水平较低的人群中。中国血脂管理指南(2023 版)同样也提高了对 non-HDL-C 的推荐级别,将其作为防治 ASCVD 的次要干预靶点,并且指出其适合作为针对特殊人群如轻度或中度 TG 水平升高、糖尿病、代谢综合征、肥胖等人群的主要降脂目标。根据该指南,在中国 ASCVD 一级预防的低危人群中,non-HDL-C 的参考标准为:non-HDL-C $< 3.4 \text{ mmol/L}$ 为理想水平, $< 4.1 \text{ mmol/L}$ 为合适水平, $4.1 \sim < 4.9 \text{ mmol/L}$ 为边缘升高, $\geq 4.9 \text{ mmol/L}$ 为升高,见表 1。同时,针对 ASCVD 不同风险的等级个体,non-HDL-C 的降脂目标值分别为:低危人群 $< 4.1 \text{ mmol/L}$,中、高危人群 $< 3.2 \text{ mmol/L}$,极高危人群 $< 2.6 \text{ mmol/L}$ 且较基线降低幅度 $> 50\%$,超高危人群 $< 2.2 \text{ mmol/L}$ 且较基线降低幅度 $> 50\%$ ^[3],见表 2。

表 1 中国 ASCVD 一级预防低危人群 non-HDL-C 的参考标准

分类	non-HDL-C/(mmol · L ⁻¹)
理想水平	< 3.4
合适水平	< 4.1
边缘升高	$4.1 \sim < 4.9$
升高	≥ 4.9

表 2 ASCVD 不同风险等级个体 non-HDL-C 推荐的降脂目标值

风险等级	non-HDL-C/(mmol · L ⁻¹) 推荐目标值
低危	< 4.1
中、高危	< 3.2
极高危	< 2.6 且较基线降低幅度 $> 50\%$
超高危	< 2.2 且较基线降低幅度 $> 50\%$

3 监测 non-HDL-C 的临床意义

3.1 non-HDL-C 与动脉粥样硬化疾病相关性

动脉粥样硬化作为一种慢性炎症性疾病,是导致 ASCVD 发生的主要原因。许多研究发现,non-HDL-C 在评估动脉粥样硬化发生风险方面存在明显优势。有研究^[21]通过对 7 276 例参与者进行长期随访发现,较高的 non-HDL-C 水平与动脉粥样硬化的发生风险显著相关,尤其在年轻人群中,这种关联性更为明显,提示 non-HDL-C 水平越高,越易增加动脉粥样硬化的发生风险。同时,non-HDL-C 可能是比 LDL-C 评估动脉粥样硬化风险的更优指标。在一项纳入 16 733 例中国成年志愿者的研究^[22]中发现,无论 LDL-C 水平如何,non-HDL-C 始终与动脉粥样硬化相关,与 LDL-C 相比,其更能预测动脉粥样硬化的发生风险。Jia 等^[23]的研究通过对 non-HDL-C 与 LDL-C 水平不一致分析也发现,non-HDL-C 与动脉粥样硬化显著相关,而与 LDL-C 无关,其可能是评估动脉粥样硬化风险的更好指标。Björnsson 等^[24]的研究结果也显示,non-HDL-C 水平的升高与冠状动脉粥样硬化的发生风险密切相关,相较于 LDL-C,non-HDL-C 更可能是致动脉粥样硬化脂蛋白的最佳总体标志物。另外,其相较于 LDL-C,在评估冠心病风险方面也存在较高的预测价值。一项病例对照研究^[19]通过受试者操作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线分析显示 non-HDL-C 的 ROC 曲线下面积为 0.835(95% CI 0.771 ~ 0.898),显著高于 Friedwald 公式计算的 LDL-C 的 ROC 曲线下面积(0.667, 95% CI 0.582 ~ 0.752),提示 non-HDL-C 是评估冠心病风险特异性和敏感性较高的参数。由此,提示临床医生在评估患者的动脉粥样硬化疾病风险时,除了关注 LDL-C 外,更应重视对 non-HDL-C 水平的监测,以降低动脉粥样硬化疾病风险。

3.2 non-HDL-C 与高血压和糖尿病

高血压和糖尿病作为 ASCVD 的主要危险因素之一,与 non-HDL-C 密切相关。Chen 等^[25]的研究结果显示,non-HDL-C 在高血压人群中水平更高($P < 0.001$)。并且随着 non-HDL-C 水平升高,患者的高血压风险增加,多元逻辑回归分析显示其与高血压发病风险呈正相关。另外,一项横断面研究^[26]也显示 non-HDL-C 是高血压患病率的独立危险因素,其对高血压患病率的 ROC 曲线下面积为 0.620(95% CI 0.615 ~ 0.624),提示 non-HDL-C 对高血压患病率存在较好的预测价值。由此提示,定期监测和维持适当的 non-HDL-C 水平对于防治高血压具有重要作用。

同样,non-HDL-C 对于防治糖尿病也存在较高价值。Alé 等^[27]的研究发现 non-HDL-C 水平在患有糖

尿病的人群中普遍较高,其与糖尿病风险之间存在相关性,可作为糖尿病风险评估的参考指标之一。RCSCD-TCM 研究^[28]也发现 non-HDL-C 水平升高与糖尿病的风险存在显著相关性。一项基于 1 372 例患者的横断面研究^[29]同样也显示 non-HDL-C 水平与糖尿病及糖尿病前期风险独立相关,随着其水平升高,糖尿病及糖尿病前期风险增加。因而,降低 non-HDL-C 水平在防治糖尿病方面也具有一定价值。

总之,non-HDL-C 作为血脂异常的重要指标,是高血压、糖尿病风险的高危因素,在临床工作中,应对 non-HDL-C 水平进行适当的控制与管理,以降低高血压和糖尿病风险。

3.3 non-HDL-C 与 ASCVD 患者风险预后

心肌梗死(myocardial infarction, MI)作为一种常见的急性 ASCVD 疾病,与 non-HDL-C 存在显著联系。一项基于 64 031 例中国参与者的随访研究^[30]显示,non-HDL-C 与 MI 风险显著相关,non-HDL-C 水平每升高 1 mmol/L,MI 风险增加 38% ($HR = 1.38$, 95% CI 1.26 ~ 1.51),随着 non-HDL-C 水平升高,MI 风险呈上升趋势。Hansen 等^[31]也发现较高水平的 non-HDL-C 与较高 MI 风险之间存在曲线线性关系,其水平每升高 1 mmol/L,MI 的调整 HR 为 1.3(1.1 ~ 1.6),提示较高水平的 non-HDL-C 与 MI 风险密切相关。同时有研究发现,non-HDL-C 相较于 LDL-C 在预测 MI 风险方面更具优势。一项队列研究^[32]通过水平不一致分析显示,non-HDL-C 水平升高与 MI 风险增加相关,而与 LDL-C 无关。另外,一项基于 868 例急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)术后患者长期随访研究^[33]发现,non-HDL-C 可能比 LDL-C 更能预测 MI 风险及 AMI 术后患者长期主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular event, MACE)风险,并且比 LDL-C 更适合作为 AMI 术后患者的治疗靶点。由此提示 non-HDL-C 在 MI 风险预后评估中存在较高价值,降低 non-HDL-C 水平可避免较高 MI 风险发生。

此外,non-HDL-C 在评估冠心病患者的预后方面也存在重要价值。一项回顾性横断面研究发现,non-HDL-C 水平在稳定性冠心病患者冠状动脉侧支循环不良组中明显增高,经多因素逻辑回归分析显示其水平升高是稳定性冠心病患者出现冠状动脉侧支循环不良的独立危险因子^[34],由此提示高 non-HDL-C 水平可预测稳定性冠心病患者发生冠状动脉侧支循环的不良风险。Li 等^[35]的研究通过对 468 例既往接受过冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)合并急性冠脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)患者的临床不良心血管事件进行分析发现,

non-HDL-C 水平升高与 MACE 风险增加显著相关且反映了既往有 CABG 的 ACS 患者发生 MACE 的残余风险,并与既往接受过 CABG 或经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)的 ACS 患者的 MACE 风险呈线性相关。同时,non-HDL-C 在评估冠心病患者 PCI 后服用他汀类药物的疗效及预后方面也具有相关性。一项通过分析 537 例稳定型心绞痛患者接受 PCI 后并服用强效他汀类药物的研究^[36]发现,

non-HDL-C ≥ 5.56 mmol/L 是此类患者在 PCI 后 9 个月至 2 年内发生新病变的独立危险因素。因此,降低 non-HDL-C 水平对于降低 ASCVD 风险及改善 ASCVD 患者预后十分关键,为提高患者的治疗效果及改善其预后,应重点关注 non-HDL-C 水平的降低,以提供更全面、有效的治疗方案。

non-HDL-C 在不同 ASCVD 中的应用研究与结论,见表 3。

表 3 non-HDL-C 在不同 ASCVD 中的应用研究与结论

疾病名称	non-HDL-C 的应用研究及结论
动脉粥样硬化 ^[21-24]	与动脉粥样硬化的发生风险显著相关,可能是评估动脉粥样硬化风险的更优指标,可也是致动脉粥样硬化脂蛋白的最佳总体标志物
高血压 ^[25-26]	与高血压患病率呈正相关,是高血压患病率的独立危险因素
糖尿病 ^[27-28]	与糖尿病及糖尿病前期风险独立相关,可作为糖尿病风险评估的参考指标之一
MI ^[30-33]	与 MI 风险显著相关,与 LDL-C 相比,更能预测 AMI 术后患者长期 MACE 风险,且更适合作为 AMI 术后患者的治疗靶点
冠心病 ^[34-36]	是评估冠心病风险特异性和敏感性较高的参数,可作为稳定性冠心病患者冠状动脉侧支循环不良的独立预测因子。其水平升高与 MACE 风险增加显著相关且反映了既往有 CABG 的 ACS 患者发生 MACE 的残余风险,并与既往接受过 CABG 或 PCI 的 ACS 患者的 MACE 风险呈线性相关。non-HDL-C ≥ 5.56 mmol/L 是稳定型心绞痛患者在 PCI 后 9 个月至 2 年内发生新病变的独立危险因素

4 总结与展望

综上所述,non-HDL-C 是比 LDL-C 更全面、准确、稳定的可靠指标且具有较强的 ASCVD 风险预测能力。随着未来对 non-HDL-C 研究的深入,其在 ASCVD 风险评估和治疗中的作用将得到更广泛的认可和应用,甚至可替代 LDL-C 成为 ASCVD 的首要治疗靶点,未来的指南应强调 non-HDL-C 在指导心血管疾病预防策略方面的重要性。

参 考 文 献

[1] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2022 概要[J]. 中国循环杂志,2023,38(6):583-612.

[2] Carr SS, Hooper AJ, Sullivan DR, et al. Non-HDL-cholesterol and apolipoprotein B compared with LDL-cholesterol in atherosclerotic cardiovascular disease risk assessment [J]. Pathology, 2019, 51(2):148-154.

[3] 王增武,刘静,李建军,等. 中国血脂管理指南(2023 年)[J]. 中国循环杂志,2023,38(3):237-271.

[4] Hoogeveen RC, Ballantyne CM. Residual cardiovascular risk at low LDL: remnants, lipoprotein(a), and inflammation [J]. Clin Chem, 2021, 67(1):143-153.

[5] 彭及雅,李欣颖,张大庆. LDL-C、non-HDL-C 和 ApoB100 的临床应用价值评价[J]. 临床检验杂志,2021,39(7):521-524.

[6] 杨阳,彭道泉. 非高密度脂蛋白胆固醇作为降脂治疗目标的意义[J]. 中华检验医学杂志,2021,44(7):569-573.

[7] Soppert J, Lehrke M, Marx N, et al. Lipoproteins and lipids in cardiovascular disease: from mechanistic insights to therapeutic targeting [J]. Adv Drug Deliv Rev, 2020, 159:4-33.

[8] Borén J, Chapman MJ, Krauss RM, et al. Low-density lipoproteins cause atherosclerotic cardiovascular disease: pathophysiological, genetic, and therapeutic insights; a consensus statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel [J]. Eur Heart J, 2020, 41(24):2313-2330.

[9] 张丽沙,吴寿岭,邵强,等. 非高密度脂蛋白胆固醇对绝经后女性心血管

疾病的影响[J]. 中国循环杂志,2024,39(1):61-67.

[10] 中华医学会检验医学分会,中国医师协会检验医师分会,中国生物化学与分子生物学会脂质与脂蛋白专业委员会,等. 中国临床血脂检测指南[J]. 中华检验医学杂志,2022,45(10):1017-1033.

[11] Wu F, Juonala M, Jacobs DR Jr, et al. Childhood non-HDL cholesterol and LDL cholesterol and adult atherosclerotic cardiovascular events [J]. Circulation, 2024, 149(3):217-226.

[12] Johannesen CDL, Mortensen MB, Langsted A, et al. Apolipoprotein B and non-HDL cholesterol better reflect residual risk than LDL cholesterol in statin-treated patients [J]. J Am Coll Cardiol, 2021, 77(11):1439-1450.

[13] Hong S, Han K, Park JH, et al. Higher non-high-density lipoprotein cholesterol was higher associated with cardiovascular disease comparing higher LDL-C in nine years follow up: cohort study [J]. J Lipid Atheroscler, 2023, 12(2):164-174.

[14] Zheng Q, Wang H, Wang X, et al. Individual and combined contributions of non-high-density lipoprotein cholesterol and brachial-ankle pulse wave velocity to cardiovascular disease risk: results of a prospective study using the Kailuan cohort [J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 10:1105464.

[15] Guan XM, Shi HP, Xu S, et al. Cumulative non-high-density lipoprotein cholesterol burden and risk of atherosclerotic cardiovascular disease: a prospective community-based study [J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 10:1105342.

[16] Pencina KM, Thanassoulis G, Wilkins JT, et al. Trajectories of non-HDL cholesterol across midlife: implications for cardiovascular prevention [J]. J Am Coll Cardiol, 2019, 74(1):70-79.

[17] Brunner FJ, Waldeyer C, Ojeda F, et al. Application of non-HDL cholesterol for population-based cardiovascular risk stratification: results from the Multinational Cardiovascular Risk Consortium [J]. Lancet, 2019, 394(10215):2173-2183.

[18] Su X, Kong Y, Peng D. Evidence for changing lipid management strategy to focus on non-high density lipoprotein cholesterol [J]. Lipids Health Dis, 2019, 18(1):134.

[19] Kathariya G, Aggarwal J, Garg P, et al. Is evaluation of non-HDL-C better than calculated LDL-C in CAD patients? MMIMSR experiences [J]. Indian Heart J, 2020, 72(3):189-191.

- [20] Mach F, Baigent C, Catapano AL, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk [J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(1):111-188.
- [21] Wang J, Miao R, Chen Z, et al. Age-specific association between non-HDL-C and arterial stiffness in the Chinese population[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9:981028.
- [22] Wen J, Huang Y, Lu Y, et al. Associations of non-high-density lipoprotein cholesterol, triglycerides and the total cholesterol/HDL-C ratio with arterial stiffness independent of low-density lipoprotein cholesterol in a Chinese population[J]. *Hypertens Res*, 2019, 42(8):1223-1230.
- [23] Jia X, Qi Y, Zheng R, et al. Discordance of apolipoprotein B, non-HDL-cholesterol, and LDL-cholesterol predicts risk of increased arterial stiffness and elevated carotid intima-media thickness in middle-aged and elderly Chinese adults[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9:906396.
- [24] Björnsson E, Thorleifsson G, Helgadóttir A, et al. Association of genetically predicted lipid levels with the extent of coronary atherosclerosis in Icelandic adults[J]. *JAMA Cardiol*, 2020, 5(1):13-20.
- [25] Chen S, Cheng W. Relationship between lipid profiles and hypertension: a cross-sectional study of 62,957 Chinese adult males[J]. *Front Public Health*, 2022, 10:895499.
- [26] Cheng W, Zhuang J, Chen S. Dyslipidemia and the prevalence of hypertension: a cross-sectional study based on Chinese adults without type 2 diabetes mellitus [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9:938363.
- [27] Alé MC, Echeverría G, Jugo A, et al. [Non-HDL cholesterol levels in Chilean population and their association with diabetes mellitus and cardiovascular disease][J]. *Rev Med Chil*, 2019, 147(11):1365-1373.
- [28] Yang T, Liu Y, Li L, et al. Correlation between the triglyceride-to-high-density lipoprotein cholesterol ratio and other unconventional lipid parameters with the risk of prediabetes and Type 2 diabetes in patients with coronary heart disease: a RCSCD-TCM study in China[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 21(1):93.
- [29] He Y, Chiang C, Gebremariam LW, et al. Factors associated with prediabetes and diabetes among public employees in northern Ethiopia[J]. *Asia Pac J Public Health*, 2021, 33(2-3):242-250.
- [30] Tian X, Zuo Y, Chen S, et al. Association of changes in lipids with risk of myocardial infarction among people without lipid-lowering therapy [J]. *Atherosclerosis*, 2020, 301:69-78.
- [31] Hansen MK, Mortensen MB, Warnakula Olesen KK, et al. Non-HDL cholesterol and residual risk of cardiovascular events in patients with ischemic heart disease and well-controlled LDL cholesterol: a cohort study[J]. *Lancet Reg Health Eur*, 2024, 36:100774.
- [32] Li TY, Zhu P, Song Y, et al. Discordance analysis for apolipoprotein and lipid measures for predicting myocardial infarction in statin-treated patients with coronary artery disease: a cohort study [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2023, 20(12):845-854.
- [33] Wongcharoen W, Sutthiwuthichai S, Gunaparn S, et al. Is non-HDL-cholesterol a better predictor of long-term outcome in patients after acute myocardial infarction compared to LDL-cholesterol?: a retrospective study [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2017, 17(1):10.
- [34] Sivri F, Öztürk Ceyhan B. Increased plasma non-high-density lipoprotein levels and poor coronary collateral circulation in patients with stable coronary artery disease[J]. *Tex Heart Inst J*, 2023, 50(3):e227934.
- [35] Li C, He K, Yang Y, et al. Nomograms based on non-high-density lipoprotein to predict outcomes in patients with prior coronary artery bypass grafting with acute coronary syndrome: a single-center retrospective study [J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2023, 19:15-26.
- [36] Kanda D, Miyata M, Ikeda Y, et al. The priority of non-HDL-C assessment to predict new lesions among stable angina patients with strong statins [J]. *J Atheroscler Thromb*, 2022, 29(6):894-905.

收稿日期:2024-03-04

投稿须知

1. 投稿请作者根据系统提示填写完整个人信息(基金项目及编号、单位、地址、邮编、手机号码、E-mail、研究方向等)。
2. 稿件请用 word 格式文件上传,格式参照系统首页 2024 投稿格式示例。
3. 文责自负,编辑部可对文稿作文字修改、删减或退请作者修改。稿件刊登后其版权归《心血管病学进展》编辑部。
4. 收到本刊回执 2 个月后未接到本刊录用通知,则稿件仍在审阅研究中,作者如需另投他刊,请先与本刊联系。请勿一稿多投及多稿一投。
5. 本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”等。凡在本刊发表的论文将自然转载其中,如作者有异议,请投稿时声明,否则本刊将视为作者同意。

本刊编辑部