

不同血脂指标在心血管病高危人群筛查中的价值

高鑫艳¹ 黄俊玲² (通讯作者)

1.右江民族医学院 广西 百色 533000

2.右江民族医学院附属医院 广西 百色 533000

【摘要】：心血管疾病（CVD）是全球首要死亡原因，心血管疾病高危人群的早期识别与精准干预是降低全球疾病负担的关键。血脂异常是心血管疾病的重要危险因素，心血管高危人群的血脂筛查是动脉粥样硬化性心血管疾病（ASCVD）一级和二级预防的核心环节。传统血脂指标中低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）仍是心血管风险评估与干预的主要靶点但其对残余风险的预测存在局限因此一些新兴血脂指标成为了风险评估的重要补充。本综述系统分析了甘油三酯葡萄糖指数（TyG）、非高密度脂蛋白胆固醇（non-HDL-C）、载脂蛋白B（ApoB）、脂蛋白（a）[Lp（a）]以及其他血脂比值在心血管高危人群筛查中的临床价值及卫生经济学价值展开分析。

【关键词】：血脂指标；心血管疾病；高危人群；筛查；价值

DOI:10.12417/2705-098X.25.22.002

根据《中国心血管健康与疾病报告 2023》，中国心血管疾病的患病率正逐年上升，目前患病人数高达 3.3 亿。同时，中国城乡居民因心血管疾病导致的死亡率也在持续上升其中因心血管疾病死亡的比例超过 40%，位于居民疾病死亡原因之首^[1]。这一严峻形势表明心血管疾病已成为中国重大的公共卫生问题。血脂异常被广泛认为是心血管疾病的主要独立危险因素，传统血脂检测在心血管高危人群筛查中普遍开展，研究显示^[2]即便 LDL-C 在很低的水平仍然有残余的不良心血管事件发生因此一些新兴指标如甘油三酯葡萄糖指数、非高密度脂蛋白胆固醇、载脂蛋白 B 及脂蛋白（a）等逐渐成为风险评估的重要补充。本文对不同血脂指标在心血管高危人群筛查中的价值进行综述。

1 甘油三酯-葡萄糖指数（TyG）

TyG 指数作为一种整合糖脂代谢信息的简易指标，通过公式 $\ln[\text{TG}(\text{mg/dL}) \times \text{FPG}(\text{mg/dL})/2]$ 计算得出^[3]，其临床应用价值在多项大规模研究中得到验证。研究显示^[4]TyG 指数的升高与 ASCVD 风险呈显著剂量-反应关系，每增加 1 单位 TyG 指数 ASCVD 风险升高 39%（风险比[HR]=1.39，95%置信区间[CI]: 1.18-1.64）。中国开滦研究^[5]（n=96 541）的长期随访数据也支持这一结论，提示 TyG 指数可能可以作为心血管疾病早期筛查及一级预防的独立生物学指标。TyG 指数可能可以用于早期识别胰岛素敏感性降低^[6]、代谢综合征^[7]的患者。

单一 TyG 指数的局限性促使研究者探索其与其他生物标志物的联合应用，研究表明^[8]TyG 指数与高敏 C 反应蛋白（hsCRP）在心血管疾病发生中具有协同效应，两者共存时总体心血管疾病风险最高（调整后风险比[aHR]=1.30），这提示联合评估血脂代谢指标与炎症标志物可更精准识别中老年心血管高危人群并为一级预防提供双重干预靶点。此外，美国国家健康与营养调查（NHANES）数据（n=11 937）表明^[9]，TyG 指数与肥胖指标（如腰围[WC]、腰围身高比[WHtR]）联合构

建的复合指标（TyG-WC, TyG-WHtR），其预测 CVD 死亡风险的效能（AUC=0.68-0.74）显著优于单一 TyG 指数。其中，TyG-WHtR 对心肌梗死风险的比值比（OR）高达 2.24。

综上，TyG 指数通过整合脂代谢与糖代谢异常的双重信号，为心血管高危人群筛查提供了高效、经济的评估手段。尽管现有研究未直接量化 TyG 指数的卫生经济价值，但其作为低成本、高灵敏度的风险预测工具，在优化筛查策略、减少远期医疗负担方面具有显著潜力。未来需结合经济学模型进一步验证其实际应用价值，需进一步验证其在不同种族、疾病阶段中的截断值并探索其与炎症、肥胖等指标的联合应用模式，以优化临床决策流程。

2 非高密度脂蛋白胆固醇（non-HDL-C）

非高密度脂蛋白胆固醇（non-HDL-C=TC-HDL-C）涵盖所有致动脉粥样硬化脂蛋白（VLDL、LDL、IDL、Lp（a）及残余颗粒），较 LDL-C 更全面反映动脉粥样硬化风险并且 non-HDL-C 无需测量甘油三酯，因此在空腹或非空腹个体的样本中都能准确测定^[10]。

近年来，多项研究表明 non-HDL-C 在心血管高危人群筛查中较 LDL-C 具有显著优势。队列研究证实，non-HDL-C 与全因死亡率（HR=1.18）及心肌梗死风险（HR=1.78）的相关性显著优于 LDL-C^[11]，尤其在 LDL-C 正常但 non-HDL-C 升高的人群中具有更强的预测价值^[12]。张丽沙等^[13]研究发现高 non-HDL-C 水平是绝经后女性发生心血管疾病的独立危险因素并且 non-HDL-C 水平与心血管疾病发病风险呈剂量-反应关系。然而值得注意的是，载脂蛋白 B 在风险评估方面展现出更精准的特性并且同样具有良好成本效益^[14]。有研究^[15]表明，non-HDL-C 与 Apo-B 对心血管事件的预测效能相当，但 non-HDL-C 的检测成本更低、报告时间更短使得它更适合作为大规模筛查的首选指标。

2019年ESC/EAS指南建议^[16]，在患有糖尿病、肥胖症、代谢综合征、高甘油三酯浓度或极低LDL-C水平的患者中，应优先使用non-HDL-C和Apo-B来评估CAD风险。2021加拿大指南^[17]也提出对于甘油三酯 $\geq 1.5\text{mmol/L}$ 的患者，非高密度脂蛋白胆固醇或载脂蛋白B是首选的脂质参数而不是低密度脂蛋白胆固醇。《中国血脂管理指南（2023）》^[18]也将non-HDL-C列为动脉粥样硬化性心血管疾病的次要干预靶点。综上所述，non-HDL-C在心血管高危人群筛查中具有重要价值，可以作为LDL-C的补充或替代指标特别是在高甘油三酯血症、糖尿病、代谢综合征等特殊人群中的预测效用可能更优。

3 载脂蛋白B (ApoB)

ApoB可以反映致动脉粥样硬化颗粒总数，每个LDL、VLDL颗粒仅含1个ApoB分子，因此ApoB可精确量化血浆中致动脉粥样硬化脂蛋白颗粒的总数。这一特性使其优于仅反映胆固醇含量的LDL-C，尤其在小而密LDL颗粒增多时如糖尿病、肥胖人群中更为敏感^[19]。因此，载脂蛋白B可被视为评估致动脉粥样硬化脂质状态的有力工具。

有研究^[20]发现载脂蛋白B与心血管疾病风险的关联强度高于低密度脂蛋白胆固醇和非高密度脂蛋白胆固醇（OR=1.21 vs 1.13-1.20），这表明ApoB可能更精准地体现动脉粥样硬化脂蛋白颗粒负荷，但其对风险分层的改善有限这可能是受限于样本量与随访时间。Marston等^[21]证实ApoB是心肌梗死风险的独立脂质预测因子并且其关联性在调整胆固醇和甘油三酯后依然显著（aHR=1.27, $P<0.001$ ），这提示在心血管高危人群的筛查中应优先关注脂蛋白颗粒数量而非传统脂质含量指标。NHANES研究^[22]发现在高血压人群中，ApoB对死亡风险的预测值优于传统指标LDL-C呈现非线性剂量反应关系，ApoB的极端水平（低水平HR1.66；高水平HR1.44）都与死亡率的增加显著相关。这些发现可能支持在一级预防中将ApoB用作评估动脉粥样硬化风险的核心生物标志物。

2019年ESC/EAS明确指出：载脂蛋白B作为心血管风险分层及疗效评估指标，其临床价值显著优于低密度脂蛋白胆固醇和非高密度脂蛋白胆固醇^[16]。美国国家脂质协会专家临床共识指出当载脂蛋白B水平显著升高时不仅可作为动脉粥样硬化性心血管疾病高风险的有力确认指标还能充当风险增强因素，这提示我们需对载脂蛋白B更密切关注和积极干预^[23]。2021加拿大心血管协会血脂异常指南建议在评估心血管疾病风险时非高密度脂蛋白胆固醇和载脂蛋白B可以作为低密度脂蛋白胆固醇的有效补充或替代指标^[17]。

基于现有研究证据，载脂蛋白B在心血管疾病风险评估中的卫生经济学价值已获得显著关注。根据美国国家参考实验室的成本数据^[24]显示医疗机构单独完成一项载脂蛋白B检测的平均费用为79.15美元，而包含总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇及非高密度脂蛋白胆固醇

五项指标的全套血脂组合检测的综合成本反而更低仅仅需要59.20美元，并且ApoB检测比non-HDL-C平均耗时增加4倍这可能延长临床干预时间。尽管载脂蛋白B单独检测成本较高以及检测时间长，但Cole等人^[25]指出，载脂蛋白B在评估心血管疾病风险方面比低密度脂蛋白胆固醇和非高密度脂蛋白胆固醇更具优势，尤其在心血管高危人群中，其浓度能更准确地反映致动脉粥样硬化脂蛋白颗粒数量，对风险评估意义重大。通过心血管疾病政策模型微观模拟版本进行成本分析^[14]发现，引入ApoB检测导致的成本增加幅度较小，标准血脂检测组合费用约占干预相关总费用的0.7%，加入ApoB检测后费用占比提升至1.9%平均每人成本增加39.93美元，若仅在随访时检测ApoB成本增幅可进一步降低。基于模拟模型的长期成本效益分析^[26]显示，以ApoB为治疗靶标相比non-HDL-C可节省约2930万美元医疗成本并显著减少1233例心血管事件，提示其在筛查高危人群时可能兼具经济性与有效性。

4 脂蛋白(a)[Lp(a)]

脂蛋白(a)是载脂蛋白B100与载脂蛋白(a)通过二硫键结合形成的特殊脂蛋白颗粒，其结构差异源于Apo(a)分子内kringleIV重复序列的遗传变异由LPA基因多态性驱动^[27]。Lp(a)与低密度脂蛋白胆固醇相比携带更高浓度的促动脉粥样硬化以及促炎氧化磷脂并具有独立于LDL-C的促血栓形成特性，它是心血管疾病和钙化主动脉瓣疾病的单基因危险因素^[28]。美国心脏协会科学声明即便在低密度脂蛋白胆固醇和载脂蛋白B100的血液浓度已通过干预显著降低的情况下，高脂蛋白(a)可能仍是心血管疾病的独立危险因子^[29]。人群研究显示Lp(a)水平具有显著种族差异：黑人中的中位数为75nmol/L显著高于中国人16nmol/L、白人19nmol/L和南亚人群31nmol/L^[30]，这提示在制定筛查策略时需结合人群遗传背景。

鉴于Lp(a)的遗传性及其在心血管疾病风险中的独立预测价值，2019年欧洲心脏病学会（ESC/EAS）^[16]、2021年加拿大心血管学会（CCS）^[17]建议，成年人一生中应至少检测一次Lp(a)。中国专家也建议^[31]在每个成年人的一生中至少应考虑检测一次，以确定那些具有非常高的遗传性Lp(a)水平增高的人群，Lp(a)超过30mg/dl心血管疾病风险可能性增加，尤其针对早发动脉粥样硬化性心血管疾病、家族性高胆固醇血症及有家族史的高危人群。美国国家脂质协会（NLA）^[32]强调当检测到高Lp(a)水平后，对一级家庭成员进行级联筛查是一种可行且有效的应对措施，可识别出其他需要干预的高危人群。值得注意的是指南正从“高危人群针对性检测”向“全民筛查”过渡，以识别遗传性Lp(a)升高的无症状个体。

目前脂蛋白(a)检测在临床实践中仍面临多重挑战，包括检测普及率偏低^[33]、实验室标准化程度不足^[34]及特异性靶向药物缺乏的问题。尽管新型RNA靶向疗法已显示出降低Lp(a)浓度的潜力，但以Pelacarsen为代表的药物对心血管硬终点的

改善效果仍需等待 III 期临床试验的验证^[35]。现有研究提示在高危人群筛查中实施 Lp(a) 检测仍具有重要临床价值。Shrana 等^[36]的回顾性研究表明,对于接受 PCSK9 抑制剂治疗后仍存在残余风险的高 Lp(a) 患者(基线中位 Lp(a) 76-92mg/dL),采用脂蛋白单采术可使主要不良心血管事件(MACE)风险降低,这为高危人群筛查指导靶向干预提供了直接临床证据。经济学分析进一步支持 Lp(a) 检测的可行性:Adams 等^[37]通过决策树模型证实,即使在无靶向治疗背景下推广 Lp(a) 检测并联合生活方式干预也可显著降低动脉粥样硬化性心血管疾病的长期医疗成本,其成本效益在初级和二级预防中均得到验证。值得注意的是,虽然目前 Lp(a) 存在检测标准化不足及医保报销缺乏^[38]等问题,但单次 Lp(a) 检测费用为 25-100 美元与常规血脂项目相当,结合其终生仅需检测一次的特性使得其在 ASCVD 风险分层中仍具有显著经济优势^[39]。但需特别指出的是目前缺乏有效 Lp(a) 靶向治疗手段仍是限制其临床应用的核心问题,提示未来需在筛查体系中整合多因素评估并加速靶向疗法的研发验证进程,进一步优化 Lp(a) 检测方法来提高检测普及率并且深入研究其干预策略以此来降低心血管疾病负担。

5 其他血脂指标

值得注意的是^[40],即使在传统血脂水平正常的人群中载脂蛋白 B/A1 比值等新型指标仍与冠心病风险显著相关,提示现有筛查标准可能遗漏部分高危个体需要引入更敏感的脂蛋白亚类分析。Zhang 等^[41]指出, ApoA 水平与心血管死亡率呈负相关(OR=0.69, 95%CI=0.52-0.93), ApoB/A1 比值升高是心血管死亡率(OR=2.13, 95%CI=1.48-3.07)和全因死亡率(OR=2.05, 95%CI=1.52-2.77)的危险因素,这表明这些血脂指标在评估心血管疾病风险方面具有重要价值为心血管高危人群的血脂筛查提供了关键参考。TG/HDL-C 作为胰岛素抵抗的替代指标,比率升高与心血管疾病风险增加有关^[42]。长期队列研究^[43]表明, TG/HDL 比值升高与心血管事件风险显著相关(HR=1.36-1.88),提示其作为高危人群筛查工具的有效性。Toprak 等人的^[44]研究表明, non-HDL-C/HDL-C (NHHR) 比率在预测 STEMI 患者无复流现象方面表现出 71%的敏感性和 67%的特异性并且在 ROC 曲线分析中优于其他血脂标志物(p<0.05)。队列研究证据^[45]表明, NHHR 升高与中老年人群心血管疾病风险显著相关, NHHR 最高组中每增加一单位可导致 CVD 风险增加 98%,这表明 non-HDL-C/HDL-C 比率可能在心血管高危人群的筛查中发挥重要作用可以提高风险评估的准确性。这些指标的临床价值在于其能够补充传统风险评估工具为心血管高危人群的早期筛查提供新的方法。

6 筛查策略

LDL-C 作为动脉粥样硬化性心血管疾病的首要干预靶点,指南明确将其作为治疗目标^[46],因其检测成本低且临床认可度

高适合所有人群的基线筛查。非高密度脂蛋白胆固醇包含所有致动脉粥样硬化脂蛋白,它比 LDL-C 更全面并且拥有无需空腹检测、计算简便^[10]、成本低的优势因此可替代 LDL-C 作为次要靶点^[18]使其适用于所有心血管高危人群,尤其适用于糖尿病、代谢综合征等 TG 升高人群^[16],可以作为基层医疗或资源有限地区的基础筛查指标。TyG 指数是联合空腹甘油三酯和空腹血糖计算而来的指标^[3],可以用于评估胰岛素抵抗^[6]和早期动脉硬化风险^[47],适用于糖尿病、代谢综合征^[7]的人群。ApoB 优于非高密度脂蛋白但检测成本较高^[24],适合于 LDL-C 达标但心血管风险仍高需要精准评估者。Lp(a) 作为独立遗传风险因子,因其浓度由基因决定所以短期内波动小一生可以至少检测一次,适用于早发心血管病家族史(男性<55 岁、女性<65 岁)、他汀治疗后仍进展者^[48]。

表 1 不同血脂指标在心血管高危人群筛查中的临床价值、适用人群及费用考量

指标	临床价值	适用人群	费用考量
TyG 指数	评估胰岛素抵抗	糖尿病、代谢综合征患者	低(需空腹血糖+TG 数据)
non-HDL-C	综合反映致动脉粥样硬化脂蛋白,优于 LDL-C	糖尿病、肥胖症、代谢综合征、高甘油三酯浓度或极低 LDL-C 水平的患者	极低(无需额外检测)
ApoB	精准评估致动脉粥样硬化颗粒总数,预测价值更高	LDL-C 达标但存在糖尿病、代谢综合征患者	中等(免疫比浊法成本较高)
Lp(a)	遗传性独立危险因素,无需重复检测	早发心血管病家族史,家族性高胆固醇血症	高(检测标准化不足,建议一次性筛查)
TG/HDL-C	胰岛素抵抗	肥胖、2 型糖尿病	极低(无需额外成本)

不同血脂指标在心血管高危人群筛查中的临床价值和应用场景存在差异如表 1 所示,以下是基于现有证据的分层选择策略:初筛所有人群的 LDL-C、HDL-C、TG 及 TC 从而可以计算出非 HDL-C 和 TG/HDL-C 比值;若 LDL-C 达标但临床事件频发可以选用 ApoB;对于患有糖尿病或者代谢综合征高危人群可选用 TyG 指数;有早发 CVD 家族史可选用 Lp(a) 进行一次检测。通过分层筛查策略可以优化资源的分配并且减少不必要的检测,同时可以早期识别高危个体避免心梗和卒中后的高额治疗费用以此来降低远期医疗支出,这种筛查策略尤其适合于中低收入地区或大规模人群筛查之中。

7 结论与展望

本综述系统探讨了多种血脂指标在心血管高危人群筛查中的价值,这些指标不仅在心血管风险预测中表现出显著的临床价值而且通过优化筛查策略和资源配置展现出重要的卫生经济学意义。TyG 指数通过综合反映胰岛素抵抗和代谢紊乱为心血管风险的早期识别提供了新的视角;non-HDL-C 和 ApoB 作为致动脉粥样硬化脂蛋白的关键指标进一步完善了传统血

脂评估体系;Lp(a)的遗传性特征使其成为识别高危个体的重要补充;而血脂比值则在资源有限的环境中具有广泛的筛查潜力。总之,不同血脂指标在心血管高危人群筛查中具有重要价值,但其应用仍面临诸多挑战。未来的研究应从多学科、多角度出发,深入探索血脂指标与心血管疾病的关系不断优化血脂指标的检测和应用方法,为心血管疾病的早期预防和精准干预提供更有力的支持以此来降低心血管疾病负担。

参考文献:

- [1] 刘明波,何新叶,杨晓红,等.《中国心血管健康与疾病报告 2023》要点解读[J].临床心血管病杂志,2024,40(8):599-616.
- [2] Bashir B,Schofield J,Downie P,et al.Beyond LDL-C:unravelling the residual atherosclerotic cardiovascular disease risk landscape-focus on hypertriglyceridaemia[J].Front Cardiovasc Med,2024,11:1389106.
- [3] Chamroonkiadtikun P,Ananchaisarp T,Wanichanon W.The triglyceride-glucose index,a predictor of type 2 diabetes development:A retrospective cohort study[J].Primary Care Diabetes,2020,14(2):161-167.
- [4] Ding X,Wang X,Wu J,et al.Triglyceride-glucose index and the incidence of atherosclerotic cardiovascular diseases:a meta-analysis of cohort studies[J].Cardiovascular diabetology,2021,20(1):76.
- [5] Liu Q,Cui H,Ma Y,et al.Triglyceride-glucose index associated with the risk of cardiovascular disease:the Kailuan study[J].Endocrine,2022:1-8.
- [6] Guerrero-Romero F,Simental-Mendía L E,González-Ortiz M,et al.The product of triglycerides and glucose,a simple measure of insulin sensitivity.Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp[J].J Clin Endocrinol Metab,2010,95(7):3347-3351.
- [7] Nabipoorashrafi S A,Seyedi S A,Rabizadeh S,et al.The accuracy of triglyceride-glucose(TyG)index for the screening of metabolic syndrome in adults:a systematic review and meta-analysis[J].Nutrition,Metabolism and Cardiovascular Diseases,2022,32(12):2677-2688.
- [8] Cui C,Liu L,Qi Y,et al.Joint association of TyG index and high sensitivity C-reactive protein with cardiovascular disease:a national cohort study[J].Cardiovascular diabetology,2024,23(1):111-156.
- [9] Dang K,Wang X,Hu J,et al.The association between triglyceride-glucose index and its combination with obesity indicators and cardiovascular disease:NHANES 2003-2018[J].Cardiovasc Diabetol,2024,23(1):8.
- [10] Wilson P W F,Jacobson T A,Martin S S,et al.Lipid measurements in the management of cardiovascular diseases:Practical recommendations a scientific statement from the national lipid association writing group[J].Journal of clinical lipidology, 2021,15(5):629-648.
- [11] Johannesen C,Mortensen M B,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.
- [12] Wu F,Juonala M,Jacobs J D R,et al.Childhood Non-HDL Cholesterol and LDL Cholesterol and Adult Atherosclerotic Cardiovascular Events[J].Circulation(New York,N.Y.),2024,149(3):217-226.
- [13] 张丽沙,吴寿岭,邵郅强,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.
- [14] Kohli-Lynch C N,Thanassoulis G,Moran A E,et al.The clinical utility of apoB versus LDL-C/non-HDL-C[J].Clinica chimica acta,2020, 508:103-108.
- [15] Aggarwal D J,Kathariya M G,Verma D P K.LDL-C, NON-HDL-C and APO-B for cardiovascular risk assessment:Looking for the ideal marker[J].Indian heart journal,2021,73(5):544-548.
- [16] Mach F,Baigent C,Catapano A L,et al.2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias:lipid modification to reduce cardiovascular risk:The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology(ESC)and European Atherosclerosis Society(EAS)[J].European heart journal,2020,41(1):111-188.
- [17] Pearson G J,Thanassoulis G,Anderson T J,et al.2021 Canadian Cardiovascular Society Guidelines for the Management of Dyslipidemia for the Prevention of Cardiovascular Disease in Adults[J].Canadian journal of cardiology,2021,37(8):1129-1150.

- [18] 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(03):237-271.
- [19] 周文丽,王营忠.心血管风险评估的新兴标记物[J].临床医学进展,2022,12(10):9155-9161.
- [20] Su X,Wang M,Zuo Y,et al.Apolipoprotein Particle and Cardiovascular Risk Prediction(from a Prospective Cohort Study)[J].The American journal of cardiology,2023,201:34-41.
- [21] Marston N A,Giugliano R P,Melloni G,et al.Association of Apolipoprotein B-Containing Lipoproteins and Risk of Myocardial Infarction in Individuals With and Without Atherosclerosis:Distinguishing Between Particle Concentration,Type,and Content[J].JAMA Cardiol,2022,7(3):250-256.
- [22] Huang Y,Chen S,Pan H,et al.Relationship between serum apolipoprotein B and risk of all-cause and cardiovascular disease mortality in individuals with hypertension:a prospective cohort study[J].BMC Cardiovasc Disord,2024,24(1):273.
- [23] Soffer D E,Marston N A,Maki K C,et al.Role of apolipoprotein B in the clinical management of cardiovascular risk in adults:An Expert Clinical Consensus from the National Lipid Association[J].Journal of clinical lipidology,2024,18(5):e647-e663.
- [24] Ramjee V,Sperling L S,Jacobson T A.Non-high-density lipoprotein cholesterol versus apolipoprotein B in cardiovascular risk stratification:Do the math[J].Journal of the American College of Cardiology,2011,58(5):457-463.
- [25] Cole J,Zubiran R,Wolska A,et al.Use of Apolipoprotein B in the Era of Precision Medicine:Time for a Paradigm Change?[J].J Clin Med,2023,12(17).
- [26] Luebbe S,Wilkins J,Moran A,et al.An Economic Evaluation of Non-HDL-Cholesterol and Apolipoprotein B as Treatment Targets for Lipid-Lowering Therapy in Primary Prevention[J].Circulation,2024,150(Suppl_1):A4142200.
- [27] Handhale A,Viljoen A,Wierzbicki A S.Elevated Lipoprotein(a):Background,Current Insights and Future Potential Therapies[J].Vascular health and risk management,2021,17:527-542.
- [28] Tsimikas S.Lipoprotein(a) in the Year 2024:A Look Back and a Look Ahead[J].Arteriosclerosis,thrombosis,and vascular biology, 2024,44(7):1485-1490.
- [29] Reyes-Soffer G,Ginsberg H N,Berglund L,et al.Lipoprotein(a):A Genetically Determined,Causal,and Prevalent Risk Factor for Atherosclerotic Cardiovascular Disease:A Scientific Statement From the American Heart Association[J].Arterioscler Thromb Vasc Biol,2022,42(1):e48-e60.
- [30] Patel A P,Wang M,Pirruccello J P,et al.Lp(a)(Lipoprotein[a])Concentrations and Incident Atherosclerotic Cardiovascular Disease:New Insights From a Large National Biobank[J].Arteriosclerosis,thrombosis,and vascular biology,2021,41(1):465-474.
- [31] 脂蛋白(a)与心血管疾病风险关系及临床管理的专家科学建议[J].中国循环杂志,2021,36(12):1158-1167.
- [32] Koschinsky M L,Bajaj A,Boffa M B,et al.A focused update to the 2019 NLA scientific statement on use of lipoprotein(a)in clinical practice[J].Journal of clinical lipidology,2024,18(3):e308-e319.
- [33] Bhatia H S,Hurst S,Desai P,et al.Lipoprotein(a)testing trends in a large academic health system in the United States[J].Journal of the American Heart Association,2023,12(18):e031255.
- [34] Ansari S,Garmany N R,Payne J,et al.The current status of lipoprotein(a)measurement in clinical biochemistry laboratories in the UK:Results of a 2021 national survey[J].Ann Clin Biochem,2024,61(3):195-203.
- [35] Sosnowska B,Surma S,Banach M.Targeted treatment against lipoprotein(a):the coming breakthrough in lipid lowering therapy[J].Pharmaceuticals,2022,15(12):1573.
- [36] Sbrana F,Bigazzi F,Corciulo C,et al.Lipoprotein apheresis reduces major adverse cardiovascular event incidence in high-lipoprotein (a)subjects on proprotein convertase subtilisin/kexin type 9 inhibitor therapy[J].Eur J Prev Cardiol,2024,31(8):e62-e64.
- [37] Adams J,Orfanos P,Hu X,et al.Review of Current Clinical Strategies of Managing Patients With Elevated Lipoprotein(a):Cost-Effectiveness of Lp(a)Testing and Patient Awareness of Lifestyle Changes Through Public Health Policy in Absence of a Targeted Therapy[J].Heart,Lung and Circulation,2024,33:S534.
- [38] Catapano A L,Tokgözoğlu L,Banach M,et al.Evaluation of lipoprotein(a)in the prevention and management of atherosclerotic

cardiovascular disease:a survey among the Lipid Clinics Network[J].Atherosclerosis,2023,370:5-11.

[39] Enas E A,Varkey B,Dharmarajan T S,et al.Lipoprotein(a):An independent,genetic,and causal factor for cardiovascular disease and acute myocardial infarction[J].Indian heart journal,2019,71(2):99-112.

[40] Deng K,Pan X,Voehler M W,et al.Blood Lipids,Lipoproteins,and Apolipoproteins With Risk of Coronary Heart Disease:A Prospective Study Among Racially Diverse Populations[J].Journal of the American Heart Association,2024,13(10):e034364.

[41] Zhang J,Song X,Li Z,et al.Association of apolipoprotein levels with all-cause and cardiovascular mortality[J].European journal of preventive cardiology,2024,31(9):1183-1194.

[42] Che B,Zhong C,Zhang R,et al.Triglyceride-glucose index and triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio as potential cardiovascular disease risk factors:an analysis of UK biobank data[J].Cardiovasc Diabetol,2023,22(1):34.

[43] Khalili S,Amouzegar A,Dorost S S,et al.Assessing the predictive value of elevated triglycerides,triglyceride-glucose index(TyG),and TG/HDL ratios for cardiovascular disease and mortality during 20 years of follow-up:Tehran lipid and glucose study[J].Clinical Biochemistry,2025:110891.

[44] Toprak K,Kaplangoray M,Akyol S,et al.The non-HDL-C/HDL-C ratio is a strong and independent predictor of the no-reflow phenomenon in patients with ST-elevation myocardial infarction[J].Acta Cardiologica,2024,79(2):194-205.

[45] Liu C,Zhang Z,Meng T,et al.Cross-sectional analysis of non-HDL/HDL cholesterol ratio as a marker for cardiovascular disease risk in middle-aged and older adults:Evidence from the CHARLS study[J].Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases,2025,34(1):108168.

[46] 中国血脂管理指南修订联合专家委员会,王增武,李建军,等.中国血脂管理指南(基层版 2024 年)[J].中国全科医学,2024,27(20):2429-2436.

[47] Wu S,Xu L,Wu M,et al.Association between triglyceride-glucose index and risk of arterial stiffness:a cohort study[J].Cardiovasc Diabetol,2021,20(1):146.

[48] Reyes-Soffer G,Ginsberg H N,Berglund L,et al.Lipoprotein(a):A Genetically Determined,Causal,and Prevalent Risk Factor for Atherosclerotic Cardiovascular Disease:A Scientific Statement From the American Heart Association[J].Arterioscler Thromb Vasc Biol,2022,42(1):e48-e60.