

· 指南与共识 ·

中国临床血脂检测指南(2026版)

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分会 中国医药质量管理协会智慧检验质量分会 国家卫生健康委员会临床检验中心 中华检验医学杂志编辑委员会

通信作者: 鄢盛恺, 遵义医科大学附属医院医学检验科 遵义医科大学检验医学院, 遵义 563003, Email: yanshengkai@sina.com; 潘柏申, 复旦大学附属中山医院检验科, 上海 200032, Email: pan.baishen@zs-hospital.sh.cn; 陈文祥, 北京医院 国家卫生健康委员会临床检验中心, 北京 100730, Email: wchen@bjhmoh.cn; 尚红, 中国医科大学附属第一医院检验科, 沈阳 110001, Email: hongshang100@hotmail.com

【摘要】 临床血脂检测是从儿童到老年全生命周期血脂管理的重要组成部分, 准确的检测结果是有效开展临床血脂管理工作的基本需要。近年来世界范围内血脂检测领域的研究取得了诸多进展, 我国临床血脂检测指南的修订势在必行。血脂与脂蛋白亚组分检测新技术的应用, 脂蛋白及载脂蛋白检测的标准化, 脂蛋白(a)摩尔浓度检测结果报告的逐步普及和血脂检验报告单改革的逐步尝试及推广等, 极大地促进了临床血脂检测领域的进步与发展。《中国临床血脂检测指南(2026版)》涵盖了临床血脂检测相关概述、检验前过程、检验过程、检验后过程及血脂测定项目的合理选择与应用等整个血脂检测全链条, 并从多学科角度提出了相应的意见, 旨在促进我国临床血脂检测与应用的进一步规范化与标准化, 全面提升我国血脂管理水平。

【关键词】 血脂异常; 血脂; 脂蛋白; 血脂检测; 心血管疾病; 临床实验室技术; 指南
基金项目: 国家自然科学基金(82070916)

实践指南注册: 国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2025CN1013)

China guideline for clinical lipid profile testing (2026 edition)

Laboratory Medicine Society of Chinese Medical Association, Chinese Medical Doctor Association of Laboratory Medicine, Division of Lipids and Lipoproteins of Chinese Society of Biochemistry and Molecular Biology, Branch of Intelligent Laboratory Medicine Quality of China Quality Management Association for Pharmaceuticals, National Health Commission Clinical Laboratory Center, Editorial Board of Chinese Journal of Laboratory Medicine

Corresponding authors: Yan Shengkai, Department of Laboratory Medicine, Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, College of Laboratory Medicine of Zunyi Medical University, Zunyi 563003, China, Email: yanshengkai@sina.com; Pan Baishen, Department of Laboratory Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China, Email: pan.baishen@zs-hospital.sh.cn; Chen Wenxiang, National Center for Clinical Laboratories, Beijing Hospital, Beijing 100730, China, Email: wchen@bjhmoh.cn; Shang Hong, Department of Laboratory Medicine, the First Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China, Email: hongshang100@hotmail.com

【Abstract】 Blood lipid profile testing plays a vital role in managing lipid levels from childhood to old age, and obtaining accurate test results is essential for effective lipid management

DOI: 10.3760/cma.j.cn114452-20260213-00110

收稿日期 2026-02-13 本文编辑 张媛

引用本文: 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分会, 等. 中国临床血脂检测指南(2026版)[J]. 中华检验医学杂志, 2026, 49(7): 760-778.

DOI: 10.3760/cma.j.cn114452-20260213-00110.



中华医学杂志社
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



in clinical settings. In recent years, there have been significant global advances in lipid testing technology, prompting a need to update the current Chinese guidelines for clinical blood lipid testing. Notably, new technologies now enable the detection of lipid and lipoprotein subfractions, more detailed breakdowns of cholesterol and fat particles that provide deeper insight into cardiovascular risk, and assays for lipoproteins and apolipoproteins have been increasingly standardized. Additionally, the gradual popularization of lipoprotein(a) reporting in molar concentration, a more precise method for quantifying this cardiovascular risk marker, along with ongoing reforms to lipid test reports, has contributed to major progress in the field. Key updates in this *China Guideline for Clinical Lipid Profile Testing (2026 edition)* include the adoption of advanced analytical techniques for lipid subfraction analysis and the implementation of standardized protocols for apolipoprotein assays. The guideline addresses the full chain of lipid profile testing, covering basic information on lipid profile testing, pre-examination, examination, and post-examination processes, as well as the appropriate selection and clinical applications of these tests. The guideline provides multidisciplinary recommendations aimed at further standardizing and harmonizing clinical lipid testing and its application in China, thereby comprehensively improving the level of lipid management nationwide.

【Key words】 Dyslipidemias; Blood lipid; Lipoprotein; Lipid profile testing; Cardiovascular diseases; Clinical laboratory techniques; Guidelines

Fund program: National Natural Science Foundation of China (82070916)

Practice guideline registration: Practice Guideline Registration for Transparency (PREPARE-2025CN1013)

临床血脂检测是从儿童到老年全生命周期血脂管理的重要组成部分,检测结果准确是有效开展临床血脂管理工作的基本需要。多种因素可影响血脂检测的准确性,包括受试者和样品情况、检测系统等。2022年由国内多学科专家组成的专家委员会,在对2003年《关于临床血脂测定的建议》、2007年《中国成人血脂异常防治指南》及《中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版)》等内容(含附件)进行全面系统更新基础上^[1-3],结合国内外血脂领域研究的最新进展,共同制订了《中国临床血脂检测指南》^[4]。从临床血脂检测项目的相关概述、临床血脂检测全过程(包括检验前过程、检验过程、检验后过程)及血脂检测项目的合理选择与应用等方面系统地提出了更适合国人的建议,是我国临床检验领域第一部涵盖整个血脂检测全过程的跨学科专家指南。该指南的发布与实施,极大地推进了我国临床实验室在血脂检测及血脂分析的临床应用等方面水平的提高,对包括基层在内的血脂检测与临床应用的规范化与标准化起到了重要指导作用。

《中国临床血脂检测指南》发布后,包括《中国血脂管理指南(2023年)》等国内外血脂管理方面的专家建议、共识及指南相继发表^[5-11],全球范围内血脂领域的研究取得了诸多突破性进展,新型调脂药物的相继问世,血脂与脂蛋白亚组分检测新技术的应用,脂蛋白及载脂蛋白检测的标准化,脂蛋白

(a)摩尔浓度检测结果报告的逐步普及和血脂检验报告单改革的逐步尝试及推广等,极大地促进了临床血脂检测领域的进步与发展^[12-18]。基于上述背景,由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分会、中国医药质量管理协会智慧检验质量分会、国家卫生健康委员会临床检验中心、《中华检验医学杂志》编辑委员会组织国内多学科专家组成专家委员会,对《中国临床血脂检测指南》进行更新并更名为《中国临床血脂检测指南(2026版)》,旨在指导临床实践,全面提升我国血脂检测与临床应用水平,保障血脂管理工作的有效开展,推进动脉粥样硬化性心血管病(atherosclerotic cardiovascular disease, ASCVD)的防治。

第一部分 指南制订方法

本指南制订遵循世界卫生组织(World Health Organization, WHO)和中华医学会制订/修订指南的基本方法及程序^[3,11,19]。在广泛征求专家组成员意见的基础上,经归纳整理和讨论后,围绕指南修订的总体原则、更新的主要内容、检验前过程、检验过程、检验后过程及血脂检测项目的合理选择与应用等6个方面,明确了新指南需要更新的主要内容和核心问题。结合国内外最新循证医学证据与国内



临床实践,通过5次专家会议讨论与修订,最终确定了19条推荐意见。在制订这些推荐意见时,专家组采用基于证据的方法,利用可用的数据资料进行分析制订推荐意见。

1. 文献检索:为获取可靠和全面的证据支持,本指南的文献检索覆盖多个中英文数据库,包括PubMed、Web of Science、中国知网、万方数据库和中文科技期刊数据库(维普)。中文检索词包括血脂、脂蛋白、血脂异常、血脂检测、心血管疾病、临床实验室技术、指南等;英文检索词包括 plasma lipids、lipoprotein、dyslipidemias、blood lipid measurements、cardiovascular disease、clinical laboratory techniques、guideline 等。文献检索时间为各数据库建库至2026年1月31日,检索文献类型包括国内外相关临床研究、随机对照研究(randomized clinical trial, RCT)、人群队列研究、指南、共识文件及系统综述。对纳入文献进行严格的质量评价,选取高质量的研究证据,剔除未达到循证医学标准的研究报告。

2. 推荐强度:(1) I类:已证实和(或)公认的有益和有效的检测、操作或治疗。(2) II类:证据支持的有用和(或)有效的检测、操作或治疗,但尚有矛盾或存在不同观点;其中,II a类为有关证据、观点倾向于有用和(或)有效,应用这些检测、操作或治疗是合理的,II b类为有关证据、观点尚不能充分证明有用和(或)有效,可考虑应用。(3) III类:已证实和(或)公认无用、无效,并对一些病例可能有害的检测、操作或治疗,不推荐使用。

3. 证据等级:(1) A级:证据源自大规模或中等规模人群队列或多项RCT或荟萃分析;(2) B级:证据源自小规模队列研究、单项RCT或多项非随机对照研究;(3) C级:证据源自小规模研究、回顾性研究或专家共识意见。

第二部分 概述

推荐意见 1 总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇为临床常规血脂检测的基本项目(I类推荐, A级证据);载脂蛋白A I、载脂蛋白B、脂蛋白(a)等血脂项目已被越来越多临床实验室作为常规血脂检测项目(II a类推荐, B级证据)。

推荐意见 2 非高密度脂蛋白胆固醇可通过计算获得,代表了含有载脂蛋白B的各脂蛋白颗粒

中胆固醇的总量,是目前临床十分重视的常规血脂检测项目(II a类推荐, B级证据)。

推荐意见 3 其他如小而密低密度脂蛋白胆固醇、残粒样脂蛋白胆固醇、游离脂肪酸、磷脂与神经酰胺、脂蛋白颗粒与其他脂蛋白亚组分分析等项目的临床应用价值也日益受到关注(II a类推荐, B级证据)。

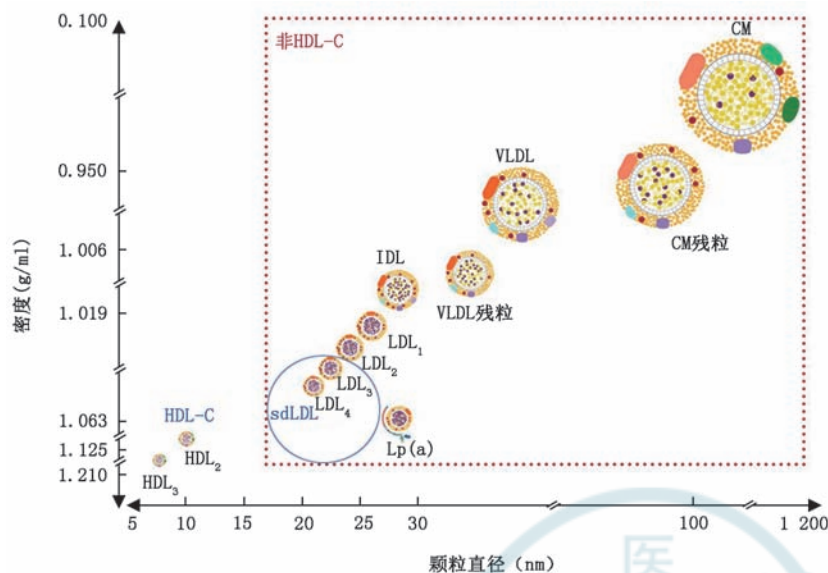
一、血脂、脂蛋白及载脂蛋白

血脂是血液中脂类物质的总称,包括甘油三酯(triglyceride, TG)、胆固醇、磷脂、糖脂、类固醇和非酯化或称游离脂肪酸(nonesterified fatty acid, NEFA/free fatty acid, FFA)等。胆固醇包括游离胆固醇(free cholesterol, FC)和胆固醇酯(cholesterol ester, CE),两者合称总胆固醇(total cholesterol, TC)。由于TG和胆固醇都是疏水性物质,必须与特殊蛋白质即载脂蛋白(apolipoprotein, Apo)结合形成亲水性的球形脂蛋白,才能溶于血液,被运输至组织进行代谢^[7, 11]。不同密度脂蛋白携带的TG和胆固醇含量不同,所含Apo的种类和数量也不同^[20-21]。

脂蛋白常采用密度梯度超速离心法进行分类。一般称乳糜微粒(chylomicrons, CM)、极低密度脂蛋白(very low density lipoprotein, VLDL)和中间密度脂蛋白(intermediate density lipoprotein, IDL)为富含甘油三酯脂蛋白(triglyceride-rich lipoproteins, TRL);低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)和高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)为富含胆固醇脂蛋白。另有一种特殊脂蛋白称为脂蛋白(a)[lipoprotein(a), Lp(a)],其密度介于LDL与HDL之间。由于理化性质、脂质和蛋白组成、代谢和功能的差异等导致脂蛋白颗粒间存在一定的异质性,根据颗粒大小和密度高低不同,可将其进一步分为不同的亚组分^[8-12, 20-23](图1、表1)。

临床上可用琼脂糖凝胶电泳将脂蛋白分为CM(留在加样原点处)、 β -脂蛋白、前 β -脂蛋白和 α -脂蛋白4大类,分别大致对应超速离心法的CM、IDL/LDL、VLDL和HDL^[21]。血浆脂蛋白一般呈球状,不易直接测定。由于LDL、HDL中胆固醇含量比较稳定,临床上常通过检测低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)含量间接了解血浆LDL、HDL含量。HDL颗粒的蛋白质主要为ApoA I,而其他脂蛋白较少含ApoA I,所以血清ApoA I可大致反映HDL水





注: HDL为高密度脂蛋白; HDL-C为高密度脂蛋白胆固醇; sdLDL为小而密低密度脂蛋白; LDL为低密度脂蛋白; IDL为中间密度脂蛋白; VLDL为极低密度脂蛋白; CM为乳糜微粒; Lp(a)为脂蛋白(a)

图1 血浆脂蛋白颗粒大小、密度及其胆固醇示意图

平。正常情况下,每个LDL、IDL、VLDL和Lp(a)颗粒中均含有1分子ApoB,约90%的ApoB均分布在LDL颗粒中。ApoB包括ApoB48和ApoB100,前者主要存在于CM中,后者主要存在于LDL中。除特殊说明外,临床常规测定的ApoB通常指的是ApoB100^[1,4,21]。Lp(a)由LDL样颗粒和Apo(a)组成,两者以二硫键共价结合。Lp(a)具有显著的多态性,源于Apo(a)肽链长度不一。Apo(a)的kringle IV(KIV)含有10种亚型,其中KIV 1和KIV

3~10均只有单一拷贝,而KIV 2中的相似环饼拷贝数为2~40个不等,正是KIV 2的不同拷贝数,决定了每个个体Lp(a)的分子量大小、血浆浓度和致病性的不同^[1,4,18,23-24]。

二、脂蛋白代谢紊乱与临床血脂检测

血浆脂蛋白的代谢过程非常复杂,各种脂蛋白颗粒中的脂质和蛋白质在脂蛋白代谢过程中处在经常不断的交换和变化之中。脂蛋白的代谢不仅涉及脂蛋白分子本身,同时也涉及许多脂蛋白分子以外的因素,如脂蛋白受体、一些关键酶及脂质转运蛋白等。一般说来,人体内血浆脂蛋白代谢途径可分为外源性和内源性。脂蛋白代谢是血中脂质、脂蛋白、载脂蛋白及其受体和酶

相互作用的代谢过程。正常人体内脂类物质的产生、消耗或转化等维持动态平衡,所以血脂含量基本不变^[4,21]。

脂蛋白代谢紊乱所致血脂异常通常指血清中胆固醇和(或)TG水平升高,俗称高脂血症。实际上血脂异常也泛指包括低高密度脂蛋白胆固醇血症等在内的各种血脂异常。血脂异常分类较繁杂,最简单的有病因分类(即原发性高脂血症与继发性高脂血症)和临床分类(即高胆固醇血症、高甘油

表1 血浆脂蛋白颗粒的化学组成和功能

分类	密度(g/ml)	直径(nm)	主要脂质成分(%)				载脂蛋白		主要来源	功能
			TG	胆固醇酯	磷脂	胆固醇	主要	其他		
CM	<0.950	80.0~1 200.0	90~95	2~4	2~6	1	B48	A1、A2、A4、A5	小肠合成	转运外源性TG
VLDL	0.950~1.006	28.0~80.0	50~65	8~14	12~16	4~7	B100	A1、C2、C3、E、A5	肝脏合成	转运内源性TG
IDL	1.006~1.019	25.0~30.0	25~40	20~35	16~24	7~11	B100	C2、C3、E	VLDL中TG经脂酶水解后形成	属LDL前体,部分经肝脏代谢
LDL	1.019~1.063	21.8~27.5	4~6	34~35	22~26	6~15	B100	无	VLDL、IDL中TG经脂酶水解后形成	将肝脏合成的内源性胆固醇转运至肝外组织
HDL	1.063~1.210	7.2~12.0	7	10~20	55	5	A1	A2、C3、E、M	主要是肝脏和小肠合成	参与胆固醇的逆转运
Lp(a)	1.055~1.085	25.0~30.0	4~8	35~46	17~24	6~9	Apo(a)	B100	在肝脏或肝外Apo(a)通过二硫键与LDL形成的复合物	功能尚不完全清楚

注:CM为乳糜微粒;VLDL为极低密度脂蛋白;IDL为中间密度脂蛋白;LDL为低密度脂蛋白;HDL为高密度脂蛋白;Lp(a)为脂蛋白(a);TG为甘油三酯;Apo(a)为载脂蛋白(a);依据垂直梯度离心自动血脂谱检测(vertical auto profile,VAP)技术可将脂蛋白进行亚组分类:VLDL可分为VLDL₁₋₂、VLDL₃(密度分别为0.950~0.980、0.980~1.006 g/ml);LDL可分为LDL₁、LDL₂、LDL₃、LDL₄(密度分别为1.019~1.023、1.023~1.034、1.034~1.044、1.044~1.063 g/ml);HDL可分为HDL₂、HDL₃(密度分别为1.063~1.125、1.125~1.210 g/ml)



三酯血症、混合型高脂血症及低高密度脂蛋白胆固醇血症),最实用的是临床分类^[2-5,21]。

来自流行病学、遗传学和临床干预研究的广泛证据,已明确表明 LDL-C 是 ASCVD 的致病性危险因素。国际上已有血脂指南建议将除 HDL 以外其他脂蛋白(均为致 AS 脂蛋白)所含胆固醇的总和即非 HDL-C 作为 ASCVD 一级预防和二级预防的首要目标[包括 VLDL、IDL、LDL 和 Lp(a)中的胆固醇]^[4-15]。非 HDL-C 代表了含有 ApoB 的各脂蛋白颗粒中胆固醇的总量,计算公式如下:非 HDL-C=TC-HDL-C。新近研究还表明,除 LDL 外的其他含有 ApoB 的脂蛋白,包括 TRL 及其残粒,以及 Lp(a),不但参与 ASCVD 的病理生理,而且可能与 AS 血栓事件相关^[22-23,25-26]。

血脂水平可及时反映体内脂类代谢状况,也是临床常规检测的重要项目。临床常规血脂检测的基本项目为 TC、TG、LDL-C 和 HDL-C。ApoA I、ApoB、Lp(a)等血脂项目已被越来越多临床实验室作为常规血脂检测项目^[1-6]。非 HDL-C 可通过计算获得,是目前临床十分重视的常规血脂项目。其他如小而密低密度脂蛋白胆固醇(small dense LDL-C, sdLDL-C)、残粒样脂蛋白胆固醇(remnant-like particle cholesterol, RLP-C)、FFA、磷脂与神经酰胺等项目,脂蛋白颗粒与其他脂蛋白亚组分分析等以及非空腹血脂检测的临床应用价值也日益受到关注^[4,11,21-22,27-32]。需结合患者临床特征、诊疗需求等合理选择血脂检测项目,并了解血脂检测各过程(包括检验前过程、检验过程、检验后过程)的关键影响因素,以便对检测结果作出恰当的临床解释并为 ASCVD 风险评估提供可靠依据。

第三部分 检验前过程

推荐意见 4 检验前过程影响临床血脂检测的因素主要包括:生物学因素、行为因素、临床因素及样品因素,应采取措施减少可控检验前因素对临床血脂检测结果的影响(I 类推荐,A 级证据)。

推荐意见 5 早期发现血脂异常和监测其水平变化,是有效实施 ASCVD 防治措施的重要基础(I 类推荐,A 级证据)。

推荐意见 6 推荐采用空腹血清样品进行临床血脂检测以减少样品类型对结果的影响(I 类推荐,B 级证据)。

推荐意见 7 非空腹血脂检测可用于 ASCVD

风险评估、观察急性心肌梗死患者发病时血脂状况、诊断高甘油三酯血症、筛查家族性高胆固醇血症,儿童、老年患者等特殊人群,以及其他一些特殊状况时了解血脂水平(II a 类推荐,B 级证据)。

一、血脂水平的影响因素

充分了解检验前的影响因素,并最大限度减少误差的来源对临床血脂检测非常重要^[1,4,20-21,28]。影响血脂水平的因素主要分为以下几类。

(一)生物学因素

血脂水平存在显著个体间差异,且受年龄、性别、种族等因素影响,同时具有明确的生物学变异特征(表 2)^[1,20,33]。血脂水平存在自然的日间波动,单次检测结果无法完全代表基线水平。因此,若初次测定血脂异常,建议间隔 1~2 周再次空腹检测,若两次结果差异<15%,可取均值作为个体基线;若差异显著,需排除应激、作息紊乱等生理干扰因素后追加检测,取结果比较接近的两次(差异<15%)的均值作为基线,以最大限度降低生物学变异的影响^[4,20]。

表 2 血脂项目的生物学变异

项目	平均生物学变异(%)	个体内生物学变异(%) ^a
TC	6.1~11.0	5.5
TG	23.0~40.0	22.3
HDL-C	7.0~12.0	7.8
LDL-C	9.5	7.1
ApoA I	7.0~8.0	—
ApoB	6.5~10.0	—
Lp(a)	8.6	—

注:TC 为总胆固醇;TG 为甘油三酯;HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇;LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇;ApoA I 为载脂蛋白 A I;ApoB 为载脂蛋白 B;Lp(a)为脂蛋白(a);^a代表中国人数据

1. 年龄:随着年龄增加,血清 TC 和 TG 水平逐渐增加,60~70 岁后升高的趋势逐渐减弱,甚至下降。

2. 性别:绝经前女性的血清 HDL-C 水平高于同龄男性,TC 低于男性。绝经后,同龄的两性 HDL-C 水平相似,女性的 TC 水平高于男性^[34]。

3. 季节因素:血清 TC、TG 以冬季最高,而夏季降低,季节差异可分别高达 0.31 mmol/L 和 0.23 mmol/L,男性血脂随季节变化较女性明显^[35]。

(二)行为因素

血脂水平受饮食、肥胖、运动、饮酒、吸烟、精神因素等影响。

1. 饮食:影响血清胆固醇、TG 和各种脂蛋白水



平。食物中的反式或饱和脂肪酸,胆固醇以及高卡路里都与 LDL-C 水平升高有关。文献报告,以不饱和脂肪酸替代饱和脂肪酸,食用富含植物类固醇、膳食纤维的食物和 ω -3 脂肪酸可降低 TG、VLDL-C、LDL-C 水平^[36]。

2. 肥胖:中心型肥胖者随着体重指数的增加,血清 TC、TG、ApoB 升高, HDL-C 和 ApoA I 降低, TC/HDL-C 比值升高^[37-38]。坚持锻炼和减肥对调节血脂水平是有益的,可降低血清 TG 和 LDL-C,升高 HDL-C 水平^[39]。

3. 运动:剧烈运动会促进脂肪分解并进入血液循环,产生的能量供代谢所需,可能会导致暂时性的 TG 升高。长期中等强度有氧运动可降低体内脂质过氧化物和自由基水平,降低 ASCVD 的发病率。

4. 饮酒:酒精可使 TG 水平升高,其影响因酒精摄入量和方式、个体易感性、遗传变量和饮食因素而异^[40]。一般来说饮酒后酒精在体内完全清除需 30 h,因此建议临床血脂检测前两天避免饮酒。

5. 吸烟:吸烟会升高血清 LDL-C 和 TG,影响 HDL-C 水平^[41]。

6. 精神因素:精神紧张可使交感神经兴奋,引起血液中游离脂肪酸增加^[42]。

(三)临床因素

1. 疾病因素:影响甲状腺、肝脏、肾脏、胰腺、免疫系统的慢性疾病和组织损伤均与血脂和脂蛋白浓度的变化有关,如甲状腺功能减低、肝功能不全、肾病综合征、糖尿病、感染和创伤等。

2. 药物因素:开始服用调脂药物以及调整药物种类或剂量后 4 周内不适合评估血脂水平;由于他汀类等调脂药物在体内达到最大疗效通常需要 4 周以上,在此之前检测血脂评估疗效可能欠准确^[43]。除调脂药物外,抗肿瘤药物(尤其是抗乳腺癌药物)、抗高血压药物(如噻嗪类利尿剂, β 受体阻滞剂)、免疫抑制剂、雌激素及孕激素(避孕药主要成分)等也可导致血脂水平发生改变^[4,20]。

3. 以下情形不适合进行血脂检测以用于 ASCVD 风险预测:(1)在发热或严重感染期间或大手术后,急性时相反应会影响脂质和脂蛋白浓度^[44];(2)孕期、产后 6 周内,在此阶段的血脂水平呈生理性升高^[45-46];(3)过量饮酒或暴饮暴食后,暴饮暴食会导致血脂出现较大波动。

(四)样品因素

主要涉及样品收集与处理,如禁食状态、血液浓缩、抗凝剂与防腐剂、毛细血管与静脉血及样品

贮存等。

1. 禁食时间:血脂检测结果与禁食时间的长短相关,空腹要求至少禁食 8 h,以 12~14 h 为宜,但不宜超过 16 h,空腹期间可少量饮水。长时间不饮水或体位改变导致的血液相对浓缩也可使检测结果出现偏差。

2. 样品类型:血清或血浆样品均适用于血脂、脂蛋白检测,考虑国内临床实际,推荐首选采用空腹血清样品^[1,4,20]。总体来说,血浆胆固醇比血清胆固醇略低,降低的程度与抗凝剂的种类有关,若用 EDTA 抗凝血浆,可将结果乘以 1.03,近似换算为血清浓度。

3. 样品贮存:样品的采集、处理、贮存不当也是造成检测结果出现偏差的原因之一。样品溶血、脂血以及血液中的药物等对检测方法的干扰同样是不可忽视的影响因素。

二、受试者准备及样品采集与处理

为了真实反映受试者的日常血脂水平,血脂检测需要受试者在身体状况良好、慢性疾病趋于稳定且无短期血脂异常波动的因素时采集血液样品。一般情况下,建议采取以下措施减少检验前因素对血脂检测结果的影响^[1,4,20-21]。(1)采集样品前受试者处于稳定代谢状态,至少 2 周内保持日常生活饮食习惯和稳定体重;(2)采集样品前受试者 24 h 内不进行剧烈身体活动;(3)采集样品前受试者禁食 8~14 h(非空腹血脂检测除外);(4)抽血前受试者坐位休息至少 5 min,除特殊情况外,受试者取坐位接受抽血(坐位的血脂水平高于卧位);(5)静脉穿刺时止血带使用不超过 1 min;(6)血液样品保持密封,避免剧烈震荡;(7)用血清作血脂分析样品,血液样品在 1~2 h 内离心,分离血清(含促凝剂采血管可在更短时间内离心);(8)及时分析血清样品,尽量避免样品存放。若必须贮存,需保持样品密封,短期(3 d 内)可存于 4 °C,长期需存于 -70 °C 以下。

三、非空腹血脂检测

目前临床常规要求受检者检测空腹血脂。但空腹血脂结果无法完全反映人体血脂总负荷,非空腹才是人体大部分时间的真实状态。已有的研究表明,非空腹血脂检测结果在预测心血管风险方面的临床价值与空腹相似,且非空腹采血更便于提高血脂检测的依从性;国内外多个共识或指南均推荐,在特定情况下非空腹血脂检测可以合理代替空腹检测^[30,47]。

非空腹指受检者保持习惯性饮食情况下,末次



进食 8 h 内的状态。非空腹状态下检测血脂与空腹检测相比, TG 升高, TC 和 LDL-C 水平相近或略降低, 而 HDL-C、ApoA I、ApoB 和 Lp(a) 水平基本不受进食的影响。基于以上变化特点, 非空腹检测可发现显著的高甘油三酯血症和(或)高胆固醇血症; 若非空腹 TG > 2.0 mmol/L, 则建议后续进行空腹检测。

在 ASCVD 风险评估、急性心肌梗死患者发病时血脂状况观察、高甘油三酯血症诊断、家族性高胆固醇血症(familial hypercholesterolemia, FH)筛查, 以及儿童、老年患者等特殊人群的血脂筛查等情况下, 可根据不同的临床应用场景, 选择空腹或非空腹血脂检测^[4,30]。需要注意的是, 由于非空腹检测血脂项目的异常切点与空腹不同, 在检测报告单的“样品类型”中应明确标识“非空腹样品”, 或在申请血脂检测时标注, 最终在检验报告单中体现。

需注意, 非空腹血脂检测结果受检测方法学影响。如进食后血液中 CM 和 VLDL 颗粒增多, 会影响 HDL-C 和 LDL-C 匀相测定法的检测结果, 而非空腹样品给 HDL-C 和 LDL-C 检测带来的变异还具有个体差异性; 另外, 非空腹样品中游离甘油含量变化也对 TG 检测产生影响^[4]; 基于以上原因, 考虑到我国临床血脂检测多与其他项目共用血清样品的实际情况, 为避免样品采集引发新问题, 仍推荐首选空腹血清样品进行血脂检测。

第四部分 检验过程

推荐意见 8 建议临床常规采用酶法测定血清 TC、TG, 匀相法测定血清 HDL-C、LDL-C; 免疫比浊法测定血清 ApoA I、ApoB 和 Lp(a) (I 类推荐, A 级证据)。

推荐意见 9 推荐采用摩尔浓度报告血清 Lp(a) 检测结果 (II a 类推荐, B 级证据)。

推荐意见 10 临床实验室应对血脂检测系统的精密度、正确度和准确度等性能指标进行定期验证及日常监测 (I 类推荐, A 级证据)。

推荐意见 11 临床实验室应进行内部质量控制, 定期参加国家或地区认可的室间质量评价计划, 重视血脂检测的标准化和一致性 (I 类推荐, B 级证据)。

一、检测方法选择

各种血脂项目可能有多种检测方法, 其原理不同, 分析性能、易操作性和分析成本也有差异。血脂常规检测应酌情选择合适的测定方法^[1,4,20-21]。

1. 血清 TC 测定: 测定方法包括化学法、色谱法和酶法等, 其中酶法最为简便, 易自动化, 分析性能良好, 是目前 TC 常规测定普遍使用的方法。其他方法目前仅用于某些特殊情况(如特定化学法和色谱法用作参考方法)。建议采用酶法(如胆固醇氧化酶-过氧化物酶-4-氨基安替比林和酚法)作为临床实验室测定血清 TC 的常规方法。

2. 血清 TG 测定: 测定方法包括化学法、色谱法和酶法等, 酶法同样是目前普遍采用的 TG 常规测定方法。现阶段多数 TG 酶法测定的是总甘油, 部分酶法扣除游离甘油。建议采用酶法(如甘油磷酸氧化酶-过氧化物酶-4-氨基安替比林和酚法)作为临床实验室测定血清 TG 的常规方法, 一般可使用总甘油测定方法, 必要时应考虑使用可去除游离甘油的测定方法如两步酶法^[1,4,48]。

3. 血清 HDL-C 测定: 曾有许多方法用于血清 HDL-C 测定, 大致可分为超速离心法、电泳法、色谱法、沉淀法、匀相等。早期 HDL-C 常规测定主要采用的是沉淀法(如磷钨酸镁沉淀法), 经严格论证的沉淀法可实现较高的分析特异性, 但其主要缺点是需预先对样品进行沉淀、离心等处理, 且结果易受高 TG 的影响。目前 HDL-C 常规测定的主要方法为匀相法, 包括清除法、聚乙二醇(polyethylene glycol, PEG)修饰酶法、选择性抑制法、免疫分离法等, 匀相法的最大优点是使用方便, 不需样品处理, 分析性能良好, 适合于自动化和大批量检测, 但部分方法可能存在特异性问题^[1,4,49-50]。建议采用匀相法进行血清 HDL-C 常规测定。

4. 血清 LDL-C 测定: 测定方法包括超速离心法、电泳法、色谱法、公式计算法、沉淀法、匀相等, 常规采用的主要方法为匀相法、沉淀法和公式计算法。公式计算法曾是国际上使用最普遍的 LDL-C 测定方法, 目前在部分国家仍广泛使用。这类方法在 TG < 2.82 mmol/L 的情况下有一定的准确性, 但不能用于 TG ≥ 4.52 mmol/L 或某些异常脂蛋白血症的样品, 结果的可靠性也受 TC、TG 和 HDL-C 这 3 项指标测定质量的影响。此法较常用的公式是 Friedewald 公式, 即 $LDL-C = TC - HDL-C - TG / 2.2$ (单位均为 mmol/L) 或 $LDL-C = TC - HDL-C - TG / 5$ (单位均为 mg/dl)。其优势是无须检测、计算简便, 但结果在低 LDL-C、高 TG 和非空腹时可靠性较差。考虑到 TG 与 VLDL-C 比值受很多因素的影响, Friedewald 公式改进后的 Martin-Hopkins 公式 [即 $LDL-C = TC - HDL-C - TG / \text{可变因子}$ (单位均为



mg/dl)] 可根据 TG 和非 HDL-C 水平动态调整 TG/VLDL-C 比值 (可在线计算 <https://ldlcalculator.com>)。对于低 LDL-C (<1.81 mmol/L) 和高 TG (≥ 1.70 mmol/L) 等情况, 无论是否为空腹状态, Martin-Hopkins 公式和 Sampson 公式计算 LDL-C 均较 Friedewald 公式更为准确。对于已进行过常规血脂检测的成人与儿童, 优先推荐采用 Martin-Hopkins 公式或 Sampson 公式计算 LDL-C^[1,4,17,51]。部分国家曾用沉淀法测定 LDL-C (如聚乙烯硫酸沉淀法), 但因其特异性有限且操作繁琐, 应用不甚广泛。匀相法是 我国目前测定 LDL-C 的主要方法, 包括清除法、杯芳烃法、可溶性反应法和保护性试剂法等, 这类方法使用方便, 适合于自动化和大批量检测, 但部分方法可能存在特异性问题^[17,51-52]。建议常规采用匀相法测定血清 LDL-C。

5. 血清 ApoA I 和 ApoB: 早期多采用火箭电泳法测定血清 ApoA I 和 ApoB, 而后相继出现放射免疫法 (radioimmunoassay, RIA)、酶联免疫吸附试验 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)、荧光免疫法以及免疫浊度法包括免疫透射比浊法 (immunoturbidimetry, ITA) 和免疫散射比浊法 (immunonephelometry, INA)。建议采用免疫浊度法作为临床实验室测定血清 ApoA I 和 ApoB 的常规方法, 首选 ITA 法, 其次为 INA 法^[1,4,21]。

6. 血清 Lp(a) 测定: 早期检测血清 Lp(a) 多采用电泳法, 方法灵敏度差, 主要用于定性检测。定量检测 Lp(a) 都基于免疫化学原理, 如 RIA、ELISA、荧光免疫法和免疫浊度法。建议采用免疫浊度法作为临床实验室测定血清 Lp(a) 的常规方法。试剂所用抗体应为多克隆抗体或混合数株识别 Apo(a) 上不同抗原位点的单克隆抗体。首选 ITA 法, 其次为 INA 法^[1,4,21]。需要注意的是 Lp(a) 测定比较复杂, 部分采用多克隆抗体的 Lp(a) 检测试剂可能存在较明显的特异性问题, 主要原因是 apo(a) 基因多态性导致 Apo(a) 分子的不均一性 (KIV 2 拷贝数不同), 不同 Apo(a) 异构体的免疫反应性不同, 而导致 Lp(a) 质量浓度测定产生误差 (即 mg/L 报告结果易被高估或低估)。使用校准物可溯源到 WHO/国际临床化学和检验医学联合会 (International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, IFCC) SRM 2B 参考物质的 Lp(a) 检测体系, 可避免因 apo(a) 多态性、抗体的反应性及校准品差异所导致的定量误差, 以摩尔浓度 (nmol/L) 为结果报告单位, 可较好地解决常规检测系统结果可

比性问题。鉴于现有商品化试剂盒较多仍以质量浓度 (mg/L) 单位进行结果报告, 在尚无法完全统一为 nmol/L 单位之前, 两类检测体系及结果报告单位均可使用, 建议临床实验室首先选择摩尔浓度为报告单位的检测体系与结果报告方式, 但由于个体间 KIV 2 拷贝数的差异, 使用多克隆抗体的试剂较难实现真正的等摩尔检测, 目前部分制造商是基于 KIV 2 拷贝数的人群调查结果, 通过在不同浓度处使用不同 KIV 2 拷贝数的校准品近似得到摩尔浓度的结果^[17-18], 因此应注意 nmol/L 结果与 mg/L 结果之间不可直接换算或进行转换^[4,8,21,23,27]。

二、检测系统选择

临床血脂常规测定普遍采用商品化检测仪器、试剂和校准物, 品牌众多, 相同方法可在不同检测系统应用。不同检测系统的分析性能常不同, 因此选择可靠的检测系统是保证血脂分析质量的关键^[1,4]。推荐尽可能采用全自动检测系统进行血脂常规测定。

(一) 检测系统分析性能

1. 精密度、正确度和准确度: 所选用的血脂检测系统的分析性能指标应符合表 3 要求^[1,4,9,20]。精密度反映检测系统的随机误差, 常用变异系数 (coefficient of variation, CV) 表示。正确度反映检测系统的系统误差, 用偏倚表示。靶值一般指参考方法定值、其他可靠方法的测定值, 或来自多种方法的均值 (公议值)。准确度常以总误差 (total error, TE) 表示, 在检测系统特异性良好的前提下, TE 主要来源于精密度和正确度 (用公式表示为: 总误差 = 偏倚绝对值 + $1.96 \times CV$)。其中, 准确度是检测系统的主要分析性能指标。目前我国绝大多数血脂检测系统精密度良好, 部分检测系统可能存在正确度和准确度不佳的问题^[4,53]。

表 3 血脂项目检测的精密度、正确度和准确度要求

项目	精密度	正确度	准确度
	[变异系数 (CV), %]	[偏倚 (%)]	[总误差 (%)]
TC	3	± 3	9
TG	5	± 5	15
HDL-C	4	± 5	13
LDL-C	4	± 4	12
ApoA I	3	± 5	-
ApoB	3	± 5	-
Lp(a)	4	± 10	-

注: TC 为总胆固醇; TG 为甘油三酯; HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇; ApoA I 为载脂蛋白 A I; ApoB 为载脂蛋白 B; Lp(a) 为脂蛋白 (a)

2. 特异性:特异性是影响准确度的重要因素。检测系统应具备只作用于目标血脂项目、不受其他血清成分影响的能力。目前我国 TC 和 TG 检测系统特异性良好,部分脂蛋白和载脂蛋白检测系统可能存在特异性问题。

3. 测量区间:检测系统测量区间应至少覆盖下列血脂范围。TC: 2.00~10.00 mmol/L, TG: 0.30~10.00 mmol/L, HDL-C: 0.30~2.50 mmol/L, LDL-C: 0.50~7.00 mmol/L, ApoA I : 0.50~2.00 g/L, ApoB: 0.50~2.00 g/L, Lp(a): 5~800 mg/L 或 7~240 nmol/L。

(二)检测系统性能验证

任何新选用的检测系统,在用于临床样品检验前,均应进行性能验证,以保证检测系统性能符合上述分析性能指标。具体验证方法可参阅有关行业标准或文献。

(三)血脂检测

使用经过验证的检测系统进行临床样品血脂分析,按检测系统或试剂说明书规定的程序进行分析操作。

需注意的是,校准是正确度的关键因素。检测系统校准物的定值应使临床样品测定结果可溯源到已有的参考系统^[4,54],若非封闭系统,组合系统的校准物在该系统中要具有互换性。

三、质量保证

临床实验室应建立完善的全面质量管理体系,规定血脂检测各环节的工作条件和程序。对血脂检测精密度、正确度和准确度等指标进行定期评估与日常监控。

我国医疗机构样品采集和检验分析有时分属不同部门,部门间应密切沟通,保证相关工作程序的有效实施,尽量减少分析前因素对血脂检测的影响。

临床实验室应根据工作经验、行业交流、科学文献等选用性能可靠的血脂检测方法和检测系统(主要是试剂和校准物)。应尽量保持使用同一种检测系统,不宜随意、频繁更换。如需更换系统,在用于临床检测前应对新的检测系统进行方法验证,并与原检测系统进行比对。

临床实验室应进行内部质量控制。质控品应适宜血脂分析,足够均匀、稳定,浓度在主要医学决定水平附近,至少两个水平;应尽量长期使用同种质控品,不宜频繁更换;每批检验分析至少分析1次质控品。基于患者数据的实时质量控制(patient-based real-time quality control, PBRTQC)是一种利用患者临床样品检测结果,对检验分析过程

性能进行实时、动态、连续监控的质量控制方法,例如基于患者数据预分类实时质控(patient data pre-classification real-time quality control, PCRTQC)可早期、及时预警常规血脂检测系统的性能偏离与异常,能够作为传统质控方法的有效补充手段^[55-56]。

临床实验室应定期参加国家或地区认可的室间质量评价计划,尤其是基于参考方法定值的标准化计划室间质评(正确度验证计划)以提高血脂检测的正确度。

四、血脂检测的标准化

血脂检测标准化的核心是量值溯源,主要包括建立血脂检测的参考系统及实施血脂检测的标准化计划两方面工作。

1. 血脂检测的参考系统:国际上已建立较完整的 TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 测定的参考方法,研制了 TC 和 TG 的一级(纯度)和二级(血清基质)参考物质,并建立了基于同位素稀释质谱法(isotope dilution mass spectrometry, IDMS)等原理的参考方法。也建立了 HDL-C、LDL-C 参考方法,研制了二级参考物质。ApoA I、ApoB 和 Lp(a)测定的标准化问题非常复杂,目前尚无公认的参考方法。WHO/IFCC 认定的二级参考物质分别为 ApoA I 冻干血清(编号 SP1-01)、ApoB 冰冻血清(编号 SP3-07,现编号改为 SP3-08)和 Lp(a)冻干血清(编号 IFCC SRM 2B),目前正在研发基于 IDMS 的 ApoA I、ApoB 和 Apo(a)等在内的7种载脂蛋白候选参考方法并以此对基于人血清基质的参考物质进行赋值^[4,17,21,57]。我国现已建立较完整的 TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 测定的参考系统,其他项目测定的参考系统正在建立中^[58-61]。表4为目前国内外公认的血脂与脂蛋白分析参考系统。

2. 血脂检测的标准化计划:主要有应用参考物质和应用参考方法两种方式,各有其优缺点^[4,17,20,52,61]。应用参考物质相对简便,是目前最常用的方式,如美国疾病预防控制中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)-国家心肺血液研究所血脂标准化计划和我国国家卫生健康委临检中心的血脂正确度验证计划等;但参考物质种类和浓度水平有限,还可能存在基质效应。应用参考方法,即用参考方法和常规方法同时分析有代表性、足够数量和分别取自不同个体的新鲜样品,是最有效的标准化方式,如美国 CDC 的胆固醇参考方法实验室网络血脂标准化计划;但此方式比较复杂,受有无参考方法和足够量新鲜临床样品的限



表 4 血脂与脂蛋白测定的参考系统

项目	1 级参考材料	参考方法	2 级参考材料
TC	纯胆固醇 NIST SRM911c 我国 GBW09203	ALBK 法(CDC) HPLC 法(我国、JCTLM 认证) ID-LC-MS/MS 法(我国、JCTLM 认证) ID-GC-MS 法(NIST、CDC 等)	NIST SRM909c, SRM1951c 我国 GBW09138, GBW09145~09148, GBW 09178~09180, GBW(E)090995~090999
TG	NIST SRM1595 我国 GBW09149	二氯甲烷/硅酸/变色酸法(CDC) (NCEP 推荐) ID-LC-MS/MS 法(我国、CDC 比对 方法) ID-GC-MS 法(NIST、CDC 等)	NIST SRM909c, NIST SRM1951c 我国 GBW09145~09148, GBW 09178~09180, GBW(E) 090995~090999
HDL-C	同 TC	超离心/肝素 Mn ²⁺ /ALBK 法 (CDC)(NCEP 推荐)	NIST SRM1951c 我国 GBW 09178~09180, GBW(E)090995~090999
LDL-C	同 TC	β 定量法(CDC) (NCEP 推荐)	NIST SRM1951c 我国 GBW 09178~09180, GBW(E)090995~090999
ApoA I	纯化的 ApoA I BCR CRM393	暂无	WHO/IFCC SP1-01 CDC 用 RIA 法为对比方法定值 我国 GBW09193~09196
ApoB	超离心纯化的 LDL(密度为 1.030~1.050)	暂无	WHO/IFCC SP3-08 NWLRL 用 INA 法为对比方法定值;我国 GBW 09193~ 09196
Lp(a)	2 份超离心纯化 Lp(a)	暂无	WHO/IFCC SRM 2B NWLRL 用 ELISA 法为对比方法定值

注:TC 为总胆固醇;TG 为甘油三酯;HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇;LDL 为低密度脂蛋白;LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇;ApoA I 为载脂蛋白 A I;ApoB 为载脂蛋白 B;Lp(a)为脂蛋白(a);NIST 为美国国家标准与技术研究院;SRM 为标准参考物质;GBW 为国家一级标准物质;CRM 为有证标准物质;ALBK 为正己烷抽提 L-B 反应显色法;CDC 为美国疾病预防控制中心;HPLC 为高效液相色谱法;JCTLM 为国际检验医学溯源联合委员会;ID-LC-MS/MS 为同位素稀释液相色谱串联质谱法;ID-GC-MS 为同位素稀释气相色谱质谱法;NCEP 为美国国家胆固醇教育计划;GBW(E)为国家二级标准物质;WHO 为世界卫生组织;RIA 为放射免疫法;NWLRL 为美国西北脂质研究实验室;INA 为免疫散射比浊法;IFCC 为国际临床化学和检验医学联合会;ELISA 为酶联免疫吸附试验

制。ApoA I、ApoB 的标准化计划与 Lp(a)标准化计划类似,所进行的工作主要是一系列的检测系统校准程序(通常分为 3 个阶段),主要面向试剂或检测系统生产厂家和血脂检测参考实验室。

第五部分 检验后过程

推荐意见 12 临床血脂检测结果报告中除了要向医师或患者提供准确、及时和可靠的检测数据外,还应包括结果解释所必需的信息(Ⅱa 类推荐, B 级证据)。

推荐意见 13 国内外主张以显著增高冠心病危险的血脂水平作为血脂异常划分标准,同时也根据危险水平制定治疗目标及进行干预(Ⅰ类推荐, A 级证据)。

推荐意见 14 血脂合适水平和异常切点主要适用于 ASCVD 一级预防低危人群(Ⅰ类推荐, A 级证据)。

推荐意见 15 血脂检测项目是 ASCVD 危险因素,不是诊断指标;对血脂检测结果的解释,需考

虑生物学变异和临床指征,并结合其他危险因素进行综合判断分析(Ⅰ类推荐, A 级证据)。

一、结果报告

检验结果报告应满足国家医疗管理部门及医学实验室质量和能力认可(ISO 15189)的所有要求,但血脂检测结果受生理、遗传及药物等因素影响较大,因此,报告中除检验结果外,还应包括检验方法及解释结果所必需的信息^[4,7-9,20-21,62]。

(一)血脂检测结果报告内容

1. 样品基本信息:(1)医嘱信息:如患者姓名、性别、年龄、住院/门诊号、联系方式等,以及其他可能的健康相关指标(包括体质指数、身高等);危险因素(冠心病史、糖尿病史、高血压史和吸烟史等);用药情况等;(2)样品信息:注明为空腹静脉血,或是非空腹静脉血;(3)其他:包括申请医师、申请科室;临床诊断;申请检验的具体项目;申请时间;涉及检验结果互认有关内容等。

2. 检测信息:(1)检测实验室名称、联系电话等;(2)样品编号、采样时间、接收时间、检测时间和报告时间;(3)原始样品类型;(4)检测方法:如酶



法,免疫比浊法等;(5)用 SI 单位或可溯源至 SI 单位报告的检测结果;(6)生物参考区间(或临床危险性分层值)等;(7)以文字形式对检测结果进行解释,必要时可用图或表格形式表达;(8)其他警示性或解释性注释(如可能影响检验结果的原始样品的质或量等);(9)检验者、报告(审核)者姓名。现阶段限于实际条件,各医疗机构血脂检验结果报告中可能仅包含部分检验信息和大部分检测信息,要求包含上述所有信息可能暂时比较困难。一些医疗机构已创造条件逐步改进血脂检验报告单,并取得较好效果^[63]。进一步加强与临床科室医师沟通配合、完善医院及实验室信息系统(laboratory information system, LIS)和严格按照标准操作规程录入并审核报告中的各项信息等是目前需要各方努力的重点工作。

(二)检测结果的表达形式

临床实验室可规定血脂检验的报告格式和介质(电子或纸质)以及从实验室发出报告的方式。必要时可增加检验诊断/结论等。

二、血脂合适水平和异常切点

近些年来国内外主张以显著增高 ASCVD 危险的血脂水平作为血脂异常划分标准,同时也可根据危险水平制定治疗目标及进行干预。我国 ASCVD 一级预防总体风险为低危的人群(即所谓“普通人群”),建议采用表 5 的血脂水平分层切点^[4,7,23]。国内外大规模前瞻性流行病学调查结果一致显示,罹患 ASCVD 危险性不仅取决于血脂水平、个体具有某一危险因素的严重程度,而且更取决于个体同时具有危险因素的数目和具体情况。我国目前按照有无冠心病及其他动脉粥样硬化性疾病、有无高血压、其他心血管危险因素的多少,结合血脂水平来综合评估 ASCVD 的发病危险,将人群进行危险性高低分类并有相应的目标水平(如 LDL-C 的目标水平在低危人群中应 <3.37 mmol/L、中危人群应 <

2.59 mmol/L、高危人群应 <1.81 mmol/L、极高危人群应 <1.42 mmol/L、超高危人群应 <1.04 mmol/L),个体化指导临床开展血脂异常的干预与综合管理。

三、血脂分析的临床意义

1. TC:指血液中各种脂蛋白所含胆固醇之和。TC 对 ASCVD 的危险评估和预测价值不及 LDL-C 精准。TC 水平升高可见于各种高脂蛋白血症、梗阻性黄疸、肾病综合征、甲状腺功能低下、慢性肾功能衰竭及糖尿病等。TC 水平降低可见于各种脂蛋白缺陷状态、肝硬化、恶性肿瘤、营养不良及巨细胞性贫血等。

2. TG:受遗传和环境因素的双重影响,与种族、年龄、性别以及生活习惯(如饮食、运动等)有关。TG 水平个体内与个体间变异大,同一个体的 TG 水平受饮食和不同时间等因素的影响,所以同一个体在不同时间的 TG 值可能有较大差异。人群中血清 TG 水平呈明显的正偏态分布。血清 TG 水平升高多见于肥胖、代谢综合征、酗酒及高甘油三酯血症等。血清 TG 水平轻至中度升高者患冠心病的危险性增加。当 TG 水平重度升高时,常可伴发急性胰腺炎。TG 水平降低可见于慢性阻塞性肺疾患、脑梗死、甲状腺功能亢进、甲状旁腺功能亢进、营养不良、吸收不良综合征及 β 脂蛋白缺乏症等。

3. LDL-C:LDL-C 水平升高是导致 AS 的主要致病性危险因素,在 ASCVD 发病中起着核心作用,提倡以降低血清 LDL-C 水平防治 ASCVD,是目前国内外血脂管理指南推荐的调脂治疗首要干预靶点^[3-10,28,64]。LDL-C 水平升高可见于 FH、混合型高脂血症、甲状腺功能低下及肾病综合征等。LDL-C 水平降低可见于家族性无 β 或低 β -脂蛋白血症、营养不良、甲状腺功能亢进、消化吸收不良、肝硬化、慢性消耗性疾病及恶性肿瘤等。

4. HDL-C:通常情况下, HDL-C 水平与 ASCVD

表 5 我国 ASCVD 一级预防低危人群主要血脂项目分层标准

分层	TC [mmol/L (mg/dl)]	LDL-C [mmol/L (mg/dl)]	HDL-C [mmol/L (mg/dl)]	TG [mmol/L (mg/dl)]	非 HDL-C [mmol/L (mg/dl)]	Lp(a) [nmol/L (mg/L)]
理想水平	-	<2.59(100)	-	-	<3.37(130)	-
合适水平	<5.18(200)	2.59~3.37(100~130)	-	<1.70(150)	<4.14(160)	<75.00(300)
边缘升高	5.18~6.22(200~240)	3.37~4.14(130~160)	-	1.70~2.30(150~200)	4.14~4.92(160~190)	-
升高	$\geq 6.22(240)$	$\geq 4.14(160)$	-	$\geq 2.30(200)$	$\geq 4.92(190)$	$\geq 75.00(300)$
降低	-	-	<1.04(40)	-	-	-

注:ASCVD 为动脉粥样硬化性心脏病;TC 为总胆固醇;LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇;HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇;TG 为甘油三酯;非 HDL-C 为非高密度脂蛋白胆固醇;Lp(a) 为脂蛋白(a);表中所列数值为空腹 8~14 h 血脂检测水平;血脂项目的不同单位相互转换系数为:TC、HDL-C、LDL-C:1 mg/dl=0.025 9 mmol/L;TG:1 mg/dl=0.011 3 mmol/L



发病风险呈负相关。TG 水平升高常伴随着 HDL-C 水平的降低,严重营养不良者伴随血清 TC 水平明显降低,同时 HDL-C 水平也降低。吸烟可使 HDL-C 水平下降,而运动可使 HDL-C 水平轻度升高。HDL-C 水平降低还可见于急性感染、糖尿病、肥胖、慢性肾功能衰竭、肝炎和肝硬化等疾病。近年研究发现,过高 HDL-C 水平(≥ 2.07 mmol/L)可能与全因死亡率和心血管事件风险增加相关^[65]。

5. 非 HDL-C:指血液中除 HDL 以外其他脂蛋白所含胆固醇的总和,代表了含有 ApoB 脂蛋白颗粒中的胆固醇的总量。国内外部分血脂管理指南推荐其作为调脂治疗的次要干预靶点^[3-10],适用于 TG 水平轻中度升高(2.26~5.65 mmol/L),特别是 VLDL-C 水平增高、HDL-C 水平偏低而 LDL-C 水平不高或已达治疗目标的个体,尤其是糖尿病、代谢综合征或慢性肾病伴高非 HDL-C 的患者。非 HDL-C 治疗目标值比 LDL-C 高约 0.8 mmol/L。

6. ApoA I:正常人群 ApoA I 水平多在 1.20~1.60 g/L 范围内,女性略高于男性。血清 ApoA I 与 HDL-C 水平常呈正相关,其临床意义也大体相似。少数情况如家族性高甘油三酯血症患者 HDL-C 水平常偏低,但 ApoA I 水平未必下降,冠心病发病风险并未升高;而家族性混合型高脂血症患者 ApoA I 与 HDL-C 水平均会下降,冠心病发病风险增高。ApoA I 缺乏症(如 Tangier 病)、家族性低 α 脂蛋白血症及鱼眼病等血清中 ApoA I 与 HDL-C 水平极低。ApoA I 水平升高主要见于妊娠、雌激素疗法、锻炼和饮酒。

7. ApoB:正常人群中血清 ApoB 水平在 0.80~1.10 g/L 范围内。ApoB 反映血液中致 AS 脂蛋白颗粒的总数量,与血清 LDL-C 水平呈明显正相关,两者的临床意义相似。在某些情况下,当高甘油三酯血症时,由于 TRL 及残粒、sdLDL(B 型 LDL)颗粒增多,此时 ApoB 含量高而胆固醇含量相对较少,故可出现血清 LDL-C 水平虽然不高,但血清 ApoB 水平增高的所谓“高载脂蛋白 B 血症”,所以 ApoB 与 LDL-C 同时测定有利于临床判断是否可能存在 sdLDL 颗粒增多的情况。ApoB 水平降低主要见于 I 型高脂血症、雌激素疗法、肝病、锻炼及感染等。

8. Lp(a):血清 Lp(a)水平主要与遗传有关,通常在 5 岁后不会改变,基本不受性别、年龄、体重、适度体育锻炼和目前常用降胆固醇药物的影响。正常人群中 Lp(a)水平呈明显偏态分布,且有地域和种族差异,其中非洲血统人群水平最高。Lp(a)

风险阈值尚无普遍共识,国内以 <300 mg/L(或 <75 nmol/L)为切点,高于此水平者 ASCVD 风险增加。Lp(a) ≥ 500 mg/L(或 ≥ 125 nmol/L)为 ASCVD 风险增强因子,Lp(a)水平升高是冠心病、缺血性脑卒中、外周血管疾病及钙化性主动脉瓣狭窄等的独立危险因素。此外,Lp(a)水平增高还可见于多种炎症反应、肾病综合征、糖尿病肾病、妊娠和服用生长激素等^[4,18,23,66]。

四、异常结果解释处理及其他注意事项

1. LDL-C 算法与直接测定结果不一致:脂蛋白 X(lipoprotein X, Lp-X)与 LDL 密度相似。Lp-X 存在可致超速离心法测定 LDL-C 结果假性升高,而匀相法直接测定 LDL-C 的结果假性降低,出现直接测定的 LDL-C 与公式计算的 LDL-C 结果不一致情况^[67-68]。因 Lp-X 不含 ApoB,如同一样品发现 LDL-C 异常升高,但与 ApoB 升高不一致时,应怀疑 Lp-X 存在。Lp-X 常见于梗阻性黄疸患者,可用(HDL-C+LDL-C)/TC 比值降低初步鉴别继发 Lp-X 的血脂异常^[69]。也可用脂蛋白电泳加以区分:样品图谱可见迁移至负极的异常 β 脂蛋白,即可能是 Lp-X。

2. HDL-C 与 LDL-C 总和大于 TC:由于 TC、HDL-C 和 LDL-C 检测均存在各自的测量误差,即使每次检测均在允许的总误差范围之内,但偶尔仍可能出现 HDL-C 与 LDL-C 之和大于 TC 的现象。由于某些匀相法的特异性欠佳,如果 LDL-C 和 HDL-C 检测的分析误差重叠,也可能导致 HDL-C 和 LDL-C 之和大于 TC。此外,某些样品的 LDL-C、HDL-C 结果升高或降低也可能由其他干扰引起,例如 IgM 和 IgG 引起的干扰^[70]。LIS 系统应具有 HDL-C 与 LDL-C 之和大于 TC 时的提醒功能。如出现此类情况,建议实验室采取质控复核、样品重测等措施,或结合患者实际情况进行综合判断与必要处理。

3. 同一样品 LDL-C 与 ApoB 结果、或 HDL-C 与 ApoA I 结果不一致:高甘油三酯血症时(VLDL 极高),sdLDL 增高,大而轻 LDL 较少,此时可出现 LDL-C 不高,但 ApoB 增高的所谓“高载脂蛋白 B 血症”,反映 sdLDL 增多。所以 ApoB 与 LDL-C 同时测定有利于临床 ASCVD 风险判断^[4]。病理状态下 HDL 亚类与组成往往发生变化,则 ApoA I 的含量不一定与 HDL-C 成比例,同时测定 ApoA I 与 HDL-C 对病理状态的分析更有帮助。此外,HDL-C、LDL-C 匀相法容易受到非典型样品以及异常蛋白如免疫球蛋白(IgG 或 IgM)性质及浓度干



扰,由于异常蛋白与试剂中的 PEG 修饰酶和硫酸 α -环糊精等可能发生非特异性反应,造成测定偏差,导致 ApoA I 与 HDL-C、LDL-C 与 ApoB 结果不一致而影响治疗决策^[4]。

4. 脂血样品血脂结果的处理:脂血样品是临床检测常见的干扰原因,对比浊法和比色法的项目可以造成较大干扰^[20]。对不同的检测项目可以采用不同的处理方法来消除干扰。严重脂血的样品,有条件的实验室可进行超速离心分离后再检测,也可以进行稀释后再测。需要注意的是超速离心会导致部分血脂成分留在上浮的乳糜层,使用下层清液检测会影响部分血脂项目的准确性(如 TC、TG 等)。稀释后再测,要避免稀释后浓度过低(如低于检测下限)问题。脂血样品测试后应标注样品的状态为脂血,并告知临床科室。值得注意的是,对临床血脂检测结果的解释,需考虑生物学变异和临床指征。血脂水平在心血管整体危险评估、生活方式干预及调脂治疗疗效判断时,需根据多次血脂检测结果作出医学决策。临床血脂检测项目是 ASCVD 危险因素,不是诊断指标,应避免把危险因素当作诊断指标看待,应认识到血脂异常只是 ASCVD 危险因素的一部分,ASCVD 还有其他已知或未知的危险因素。

第六部分 血脂检测项目的合理选择与应用

推荐意见 16 TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 是临床筛查血脂异常和服用降血脂药物疗效评估的基本项目组合(I 类推荐,A 级证据),结合 ApoA I、ApoB 和 Lp(a)是血脂检测关注对象 ASCVD 风险评估的常规组合(II a 类推荐,B 级证据)。

推荐意见 17 LDL-C 水平是调脂治疗首要干预靶点(I 类推荐,A 级证据);非 HDL-C 是调脂治疗次要干预靶点(II a 类推荐,B 级证据)。

推荐意见 18 对于已确诊 ASCVD,尤其是近期发生急性心血管事件的患者;患有代谢性疾病(如糖尿病、肥胖、代谢综合征)及慢性肾脏病,即使其 LDL-C 已达目标值;他汀类药物治疗后 LDL-C 控制良好,但仍发生心血管事件或影像学提示斑块进展的患者,建议在基本项目基础上增加 RLP-C、LDL-P、sdLDL-C 等项目或选用 VAP、核磁共振波谱分析等技术全面检测血脂亚组分,以进一步评估 ASCVD 剩余风险(II a 类推荐,B 级证据)。

推荐意见 19 基因检测可用于诊断 FH(I 类推荐,A 级证据)或辅助个体化降血脂治疗(II a 类推荐,B 级证据)。

一、血脂检测项目的合理选择

我国绝大部分医疗机构均具有血脂检测的条件,基层医疗机构针对一般就诊人群开展血脂检测基本项目 TC、TG、HDL-C 和 LDL-C 的组合筛查,可及时检出血脂异常患者,进行初步 ASCVD 风险和降血脂药物疗效的评估^[1-6]。对于部分血脂检测对象,特别是疑为 ASCVD 但常规血脂检测结果正常或 TC/LDL-C 水平降低者、中青年心脑血管病患者、有早发 ASCVD 家族史者、直系亲属中有低 ApoA I [或高 ApoB、高 Lp(a)] 者、FH 或其他遗传性血脂异常患者、轻到重度 TG 升高者、糖尿病、肥胖和代谢综合征患者等,应考虑增加 ApoA I、ApoB 和 Lp(a)等检测项目,以进一步识别体内的致 AS 脂蛋白负荷^[3-5,21,23]。

需注意的是,临床十分关注常规血脂检测未见异常所致 ASCVD 风险评估漏检、ASCVD 患者找不到涉及血脂的病因,或者血脂异常患者调脂治疗后仍存在 ASCVD 剩余风险等问题。特别是对于他汀类降血脂药物治疗反应不佳或 LDL-C 水平已达目标值但仍存在 ASCVD 剩余风险人群,在依据 ASCVD 危险分层设定 LDL-C 目标值的同时,需重视对非 HDL-C、ApoB、Lp(a)、RLP-C、LDL-P 及 sdLDL-C 等血脂项目检测,或选用 VAP 技术等进行全面血脂亚组分检测分析^[4,11,27,71-72]。适用人群主要包括:(1)已确诊 ASCVD,尤其是近期发生急性心血管事件的患者;(2)患有代谢性疾病(如糖尿病、肥胖、代谢综合征)及慢性肾脏病,即使其 LDL-C 水平已达目标值;(3)他汀类药物治疗后 LDL-C 水平控制良好,但仍发生心血管事件或影像学提示斑块进展的患者。

目前情况下,以区域医疗中心为单位,其中至少要有一家公立三级医疗机构能够开展专业的血脂检测项目^[4,11,73-74],如对于家族性高脂血症或异常脂蛋白血症的患者,宜再进行脂蛋白电泳、脂质超速离心、脂代谢相关基因突变/基因型检测等特殊检查,帮助其临床分型与鉴别,以利于开展专业的血脂管理。

二、其他血脂检测项目

1. LDL 颗粒:LDL 颗粒(LDL particle, LDL-P)是指每单位体积中 LDL 颗粒数量,而不是常规测定的每体积 LDL-C 质量;可采用基于 VAP、核磁共振波



谱分析(nuclear magnetic resonance, NMR)等技术进行检测^[4,11,28,71-72,75-76]。由于 LDL 的异质性, LDL-C 水平相同的个体, 高 LDL-P 提示血液中 LDL 颗粒以 sdLDL 为主; sdLDL 亚型比大而轻 LDL 亚型更易致 AS 发生。因此, 与常规 LDL-C 检测相比, LDL-P 检测更有利于 ASCVD 风险的精准评估。2015 年, 美国国家脂质协会(National Lipid Association, NLA)的血脂异常管理建议将 LDL-P 作为评估 ASCVD 的指标之一^[77], 尤其适合 LDL-C 和非 HDL-C 水平已达标人群。2017 年, 美国临床内分泌学家协会(American Association of Clinical Endocrinologists, AACE)和美国内分泌学会(American College of Endocrinology, ACE)的血脂异常管理与 CVD 预防指南建议将 LDL-P 作为 ASCVD 的其他危险因素纳入评估体系^[78]。2020 年, AACE 和 ACE 的新版 2 型糖尿病综合管理方案也建议将 LDL-P 作为糖尿病患者治疗监测的靶标^[79]。2021 年, NLA 的 CVD 管理中血脂检测实用建议强调 TG>5.65 mmol/L、有 ASCVD 病史或家族史者均应考虑检测 LDL-P, 以评估其 ASCVD 风险^[28]。近年来多项系统评价和专家共识持续支持 LDL 亚组分在 ASCVD 风险评估中的作用, 认为 LDL-P 等非传统血脂指标共同提供了超越常规血脂检测的心血管风险信息^[11,27-28,80]。

2. sdLDL-C: LDL 亚型中 sdLDL 与 AS 关系更为密切^[10,28-29,81]。sdLDL-C 匀相法检测技术可实现对样品的直接测定, 满足高通量和快速检测的要求^[4,21,51]。2017 年, AACE 和 ACE 的血脂异常管理与 CVD 预防指南建议将 sdLDL-C 作为 ASCVD 的其他危险因素纳入评估体系^[78]。2018 年, 日本动脉粥样硬化协会(Japan Atherosclerosis Society, JAS)的 ASCVD 预防指南将 sdLDL-C 作为 ASCVD 危险因素纳入了常规血脂筛查; 针对 sdLDL-C 水平的检测, 有望改进传统的 ASCVD 风险评估模型^[82]。

3. RLP-C: TRL 及其残粒与 ASCVD 风险相关^[4,6,21-22,32]。空腹状态下, RLP-C 水平代表 VLDL 及 IDL 中的胆固醇; 非空腹状态下, RLP-C 水平还包括餐后 CM 及其残粒中的胆固醇。RLP-C 可采用公式估算即 $RLP-C = TC - HDL-C - LDL-C$, 现多采用 VAP 技术或匀相法直接测定, 后者国内外已有可供临床实验室自动化检测使用的商品化试剂盒^[4,11,21,83]。美国 FDA 最初批准 RLP-C 仅用于 III 型高脂血症的诊断, 现已批准用于 ASCVD 危险性评估。2018 年, JAS 的 ASCVD 预防指南也将 RLP-C 作为 ASCVD 危险因素纳入了常规血脂筛查^[82]。RLP-C 是反映

TRL 及其残粒致 AS 的重要测量指标, 适用于高 TG 人群, 特别是糖尿病患者 ASCVD 风险评估与脂管理^[11,31]。

4. NEFA: NEFA 是脂肪代谢的中间产物; 可促进炎症反应、加速 AS 进程。酶法测定 NEFA, 可用于自动生化分析仪^[4,21]; 液相色谱-质谱(liquid chromatograph-mass spectrometer, LC-MS)技术可更高效、精准地检测多种 NEFA 含量^[84]。空腹血浆 NEFA 几乎全部来自脂肪细胞内 TG 水解, 但餐后血浆 NEFA 40%~50% 由食物脂肪 CM 中的 TG 被 LPL 水解产生, 脂肪利用被胰岛素抑制, 在富含碳水化合物餐后 NEFA 浓度下降。因而, NEFA 有助于反映机体脂质代谢、糖代谢及内分泌功能状态, 对探索 ASCVD、糖尿病等发病机理及防治策略具有重要意义^[84-85]。

5. 磷脂和神经酰胺: 磷脂是一类含有磷酸的脂类物质, 血液中的磷脂主要包括卵磷脂(磷脂酰胆碱)、溶血卵磷脂、脑磷脂(磷脂酰乙醇胺)和鞘磷脂; 其中, 鞘磷脂的代谢产物神经酰胺在 ASCVD 中的作用近年来受到广泛关注^[31,86]。血清磷脂定量方法包括测定无机磷化学法和酶法两大类, 建议酶法如胆碱氧化酶-过氧化物酶-4-氨基安替比林和酚法(COD-PAP 法)作为临床实验室测定血清磷脂的常规方法^[21]。血清磷脂水平升高常见于高脂血症、胆汁淤积(可能与 Lp-X 增高有关)及甲状腺功能减退等; 降低常见于急性感染、甲状腺功能亢进及营养障碍等。多项研究表明, 神经酰胺可作为 ASCVD 的独立生物标志物, 其特定长链亚型(如 Cer16:0、Cer18:0、Cer24:1)水平升高与主要不良心血管事件风险显著相关。基于神经酰胺的心血管事件危险评分 1 和心血管事件危险评分 2, 已被开发用于改善 ASCVD 风险评估, 在普通人群、老年人和高危患者(如慢性肾病患者)中均显示出优越的预测性能^[31,86-87]。基于 LC-MS 的代谢组学技术可系统分析血浆磷脂谱及神经酰胺, 有助于进一步了解机体磷脂变化与代谢变化之间的关联, 阐明相关代谢性疾病的病理生理机制^[88]。

6. Lp-PLA2: Lp-PLA2 属于磷脂酶 A2 超家族成员, 作为一种血管特异性的炎症因子, 与内皮功能紊乱、斑块稳定性等密切相关。Lp-PLA2 的检测有活性及质量两种方式, 临床上推荐检测 Lp-PLA2 的质量浓度($\mu\text{g/L}$)^[21,29]。研究显示, 随 Lp-PLA2 水平升高, 冠心病和卒中不良预后风险增加, 尤其是老年人和无症状的 ASCVD 高危人群。因此,



Lp-PLA2 可用于无症状 ASCVD 高危人群的筛查。已接受他汀治疗且胆固醇控制较好的患者, Lp-PLA2 水平可提高心血管病事件风险预测价值。发生急性血栓事件的患者, 包括 ACS 患者和缺血性卒中患者, Lp-PLA2 有助于远期风险评估, 如与高敏感 C 反应蛋白联合检测可提高预测价值^[21, 29]。新近研究提示, Lp-PLA2 与 RLP-C 水平联合升高, 会增加主要不良心脑血管事件及全因死亡风险, 且这种关联受到性别与年龄的显著影响^[89]; 在急性缺血性卒中患者中, Lp-PLA2 水平升高是静脉溶栓后发生早期神经功能恶化的独立危险因素^[90]。

7. 血脂相关基因检测: 血脂相关基因检测主要用于 FH 诊断、提示或监测个体对调脂药物治疗的反应性。目前国内外专家共识均以检测到 LDLR、ApoB、PCSK9 和 LDLRAP1 基因的致病性突变作为诊断 FH 的金标准^[91-94]; 其他基因如 ApoE、ABCG5/G8 基因突变等也会导致 FH 发生。他汀类药物广泛应用于 ASCVD 的调脂治疗。ApoE、SLCO1B1、细胞色素 P450 酶系统等基因的多态性可影响个体对他汀类药物治疗的反应性。针对他汀类药物相关基因多态性的检测, 有利于判断其治疗的疗效及安全性, 指导临床制定更为合理的个体化用药方案^[95]。

三、新的血脂检测技术与应用

1. VAP 技术: VAP 技术将改良密度梯度超速离心分别与脂蛋白胆固醇酶法分析、脂蛋白颗粒激光散射法分析相结合, 进行血脂与脂蛋白亚组分检测。可同时报告 TC、LDL-C、HDL-C、VLDL₃-C、VLDL-C、IDL-C、LDL₄₊₃₊₂₊₁-C、LDL-P、RLP-C、sdLDL-C、LDL 密度模式、非 HDL-C、Lp(a)-C、HDL₂-C、HDL₃-C 等指标结果、血脂与脂蛋白亚组分图谱(包括 VAP 技术检测脂蛋白亚组分胆固醇图谱及脂蛋白颗粒浓度图谱), 更全面地评估 ASCVD 风险(含剩余风险), 并有助于评估降血脂药物的临床疗效^[11, 72, 75]。我国近期发布的专家共识进一步规范了基于 VAP 技术的血脂与脂蛋白亚组分检测及其临床应用, 为全面提升血脂综合管理水平提供了更为精准的工具与手段^[11]。

2. NMR 技术: NMR 技术属于混合相检测, 主要通过检测脂蛋白颗粒表面的磷脂、FC 以及内核中胆固醇酯和 TG 的末端甲基质子数量, 来确定脂蛋白亚组分的颗粒数量、粒径分布及脂质组成等特征, 可检测 LDL 平均粒径、VLDL、IDL、LDL、HDL 亚型及其脂质分布等参数^[11, 28, 76]。但由于各实验室仪

器设备的原理不一定相同, 通过 NMR 技术检测的脂蛋白颗粒浓度参考范围可能不一致, 因此临床实验室在报告结果时应注明具体的检测方法或原理。2020 年, 国内已有研究团队首次采用 NMR 技术提供了中国表观健康人群血脂亚组分的参考数据, 为 NMR 血脂检测在 ASCVD 防治的临床应用做了基础准备^[76]。

3. 液相色谱串联质谱(liquid chromatography tandem mass spectrometry, LC-MS/MS)技术: LC-MS/MS 是一种集高效分离和多组分定性、定量于一体的技术。LC-MS/MS 在血脂检测领域的应用, 始于小分子化合物的准确测定, 如目前国内外被广泛应用的血清 TC 和 TG 测定的参考方法^[61]。近年来, LC-MS/MS 也用于多种载脂蛋白定量, 单次测定可获得个体完整的载脂蛋白谱, 有望建立基于 LC-MS/MS 技术的载脂蛋白参考方法, 推进载脂蛋白检测的标准化。此外, LC-MS/MS 也是脂质代谢组学研究的主要技术之一, 已广泛用于疾病脂质生物标志物的识别、早期诊断、药物靶点筛选及药物作用机制研究等领域^[4, 28, 96]。

执笔人: 鄢盛恺(遵义医科大学附属医院医学检验科 遵义医科大学检验医学院); 潘柏申(复旦大学附属中山医院检验科); 陈文祥(北京医院 国家卫生健康委员会临床检验中心); 汪俊军(东部战区总医院检验科); 胡敏(中南大学湘雅二医院检验科); 叶平(解放军总医院第二医学中心心内科); 程歆琦(中国医学科学院 北京协和医院检验科)

专家组顾问(按姓氏汉语拼音排序): 彭永祥(原香港大学玛丽医院生化科); 周新(武汉大学中南医院检验科)

专家组成员(按姓氏汉语拼音排序): 陈文祥(北京医院 国家卫生健康委员会临床检验中心); 程歆琦(中国医学科学院 北京协和医院检验科); 崔丽艳(北京大学第三医院检验科); 段勇(昆明医科大学第一附属医院检验科); 董军(北京医院 国家老年医学研究中心); 干岭(《中华医学杂志》社有限责任公司); 何津春(兰州大学第一医院医学检验中心); 胡敏(中南大学湘雅二医院检验科); 胡晓波(上海市临床检验中心); 李国平(北京医院 国家老年医学研究中心); 黎健(北京医院 国家老年医学研究中心); 李建军(中国医学科学院 阜外心血管病医院心内科); 刘德培(中国医学科学院 北京协和医学院); 刘树业(天津市第三中心医院检验科); 刘向祎(首都医科大学附属北京同仁医院检验科); 潘柏申(复旦大学附属中山医院检验科); 彭永祥(原香港大学玛丽医院生化科); 阮雄中(重庆医科大学脂质研究中心); 尚红(中国医科大学附属第一医院检验科); 盛慧明(上海交通大学医学院附属同仁医院); 涂建成(武汉大学中南医院检验科); 王昌敏(新疆维吾尔自治区人民医院临床检验中心);



王成彬(解放军总医院第一医学中心医学检验中心);王惠民(南通大学医学院附属医院检验科);王绿娅(首都医科大学附属北京安贞医院心内科);王传新(山东大学齐鲁医院检验科);王琳(华中科技大学同济医学院附属协和医院检验科);王学晶(民航总医院检验科);王增武(中国医学科学院阜外心血管病医院心内科);王治国(北京医院国家卫生健康委员会临床检验中心);汪俊军(东部战区总医院检验科);文江平(清华大学第一附属医院北京华信医院检验科);叶平(解放军总医院第二医学中心心内科);鄢仁晴(遵义医科大学附属医院检验科 遵义医科大学检验医学院);鄢盛恺(遵义医科大学附属医院医学检验科 遵义医科大学检验医学院);张传宝(北京医院国家卫生健康委员会临床检验中心);张国军(首都医科大学附属北京天坛医院检验科);张江涛(北京医院国家卫生健康委员会临床检验中心);赵家军(山东省立医院内分泌科);邹继华(宁波美康盛德医学检验所);周伟燕(北京医院国家卫生健康委员会临床检验中心);周新(武汉大学中南医院检验科);周洲(中国医学科学院阜外心血管病医院实验诊断中心)

秘书组成员(按姓氏汉语拼音排序):程歆琦(中国医学科学院北京协和医院检验科);陈若虹(中南大学湘雅二医院检验科);刘锦嵩(中国医学科学院北京协和医学院);李本柏(遵义医科大学附属医院医学检验科 遵义医科大学检验医学院);林鹏(遵义医科大学附属医院医学检验科 遵义医科大学检验医学院);王蓓丽(复旦大学附属中山医院检验科);吴嘉(东部战区总医院检验科)

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- 鄢盛恺. 关于临床血脂测定的建议[J]. 中华检验医学杂志, 2003, 26 (3): 182-184. DOI: 10.3760/j. issn: 1009-9158.2003.03.019.
- 中国成人血脂异常防治指南制订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南[J]. 中华心血管病杂志, 2007, 35(5): 390-419. DOI:10.3760/j.issn:0253-3758.2007.05.003.
- 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版)[J]. 中国循环杂志, 2016, 31(10):937-950. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2016.10.001.
- 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. DOI: 10.3760/cma. j. cn114452-20220829-00497.
- 中国血脂管理指南修订联合专家委员会. 中国血脂管理指南(2023年)[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(3):237-271. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2023.03.001.
- Li JJ, Zhao SP, Zhao D, et al. 2023 Chinese guideline for lipid management[J]. Front Pharmacol, 2023, 14: 1190934. DOI: 10.3389/fphar.2023.1190934.
- Arrobas Velilla T, Guijarro C, Ruiz RC, et al. Consensus document for lipid profile testing and reporting in Spanish clinical laboratories: what parameters should a basic lipid profile include? [J]. Adv Lab Med, 2023, 4(2): 138-156. DOI: 10.1515/almed-2023-0047.
- Solnica B, Sygitowicz G, Sitkiewicz D, et al. 2024 Guidelines of the Polish Society of Laboratory Diagnostics and the Polish Lipid Association on laboratory diagnostics of lipid metabolism disorders[J]. Arch Med Sci, 2024, 20(2):357-374. DOI: 10.5114/aoms/186191.
- Cao J, Donato L, El-Khoury JM, et al. ADLM guidance document on the measurement and reporting of lipids and lipoproteins[J]. J Appl Lab Med, 2024, 9(5): 1040-1056. DOI: 10.1093/jalm/jfae057.
- Kenkre JS, Mazaheri T, Neely R, et al. Standardising lipid testing and reporting in the United Kingdom; a joint statement by HEART UK and The Association for Laboratory Medicine[J]. Ann Clin Biochem, 2025, 62(4): 257-286. DOI: 10.1177/00045632251315303.
- 中华医学会检验医学分会, 中国医师协会检验医师分会, 中国研究型医院学会检验医学专业委员会, 等. VAP技术检测血脂与脂蛋白亚组分及其临床应用中国专家共识(2025版)[J]. 中华检验医学杂志, 2025, 48(7):819-833. DOI: 10.3760/cma.j.cn114452-20250218-00088.
- Arrobas Velilla T, Guijarro C, Campuzano Ruiz R, et al. Consensus document for lipid profile testing and reporting in Spanish clinical laboratories[J]. Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed), 2023, 70(7): 501-510. DOI: 10.1016/j.endien.2023.05.012.
- Higgins V, White-Al Habeeb N, Bailey D, et al. Canadian Society of Clinical Chemists harmonized pediatric lipid reporting recommendations for clinical laboratories[J]. Can J Cardiol, 2024, 40(7): 1183-1197. DOI: 10.1016/j.cjca.2024.01.023.
- Piazza G, Desai NR, Baber U, et al. Practical solutions for implementation of blood cholesterol guidelines in clinical practice[J]. Trends Cardiovasc Med, 2024, 34(6):371-378. DOI: 10.1016/j.tcm.2023.08.001.
- Sosnowska B, Stepinska J, Mitkowski P, et al. Recommendations of the Experts of the Polish Cardiac Society (PCS) and the Polish Lipid Association (PoLA) on the diagnosis and management of elevated lipoprotein(a) levels[J]. Arch Med Sci, 2024, 20(1):8-27. DOI: 10.5114/aoms/183522.
- Ray KK, Kronenberg F. Seventeen years to change practice: will the 2025 ESC/EAS dyslipidaemia guidelines finally break the Sisyphean cycle? [J]. Atherosclerosis, 2026, 413: 120636. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2026.120636.
- Lyle AN, Danilenko U, Sugahara O, et al. Cardiovascular disease lipids and lipoproteins biomarker standardization [J]. Crit Rev Clin Lab Sci, 2025, 62(4): 266-287. DOI: 10.1080/10408363.2025.2462817.
- Jang Y, Lee JH, Lee SG, et al. A position paper on lipoprotein(a) from the lipoprotein(a) task force of the Korean Society of Lipid and Atherosclerosis: current evidence, clinical applications, and future directions[J]. Korean Circ J, 2026, 56(1): 9-32. DOI: 10.4070/kcj.2025.0388.
- 蒋朱明, 詹思延, 贾晓巍, 等. 制订/修订《临床诊疗指南》的基本方法及程序[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(4):250-253. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.04.004.
- Rifai N, Warnick GR, Dominiczak MH. Handbook of lipoprotein testing[M]. Washington: AACC Press, 2001.
- 鄢盛恺, 倪培华. 临床生物化学检验[M]. 5版. 北京: 中国医药科技出版社, 2024.



- [22] Ginsberg HN, Packard CJ, Chapman MJ, et al. Triglyceride-rich lipoproteins and their remnants: metabolic insights, role in atherosclerotic cardiovascular disease, and emerging therapeutic strategies—a consensus statement from the European Atherosclerosis Society[J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(47): 4791-4806. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab551.
- [23] 北京心脏学会. 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. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2021.12.003.
- [24] Coassin S. Recent advances in understanding the spectrum of genetic determinants of lipoprotein(a) levels[J]. *Curr Opin Lipidol*, 2026, 37(2): 65-72. DOI: 10.1097/MOL.0000000000001030.
- [25] 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. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz455.
- [26] Boekholdt SM, Arsenault BJ, Mora S, et al. Association of LDL cholesterol, non-HDL cholesterol, and apolipoprotein B levels with risk of cardiovascular events among patients treated with statins: a meta-analysis[J]. *JAMA*, 2012, 307(12):1302-1309. DOI: 10.1001/jama.2012.366.
- [27] 中国中西医结合学会检验医学专业委员会. 非传统血脂指标与动脉粥样硬化性心血管疾病风险管理中国专家共识[J]. *中华预防医学杂志*, 2022, 56(4): 405-421. DOI: 10.3760/cma.j.cn112150-20211130-01106.
- [28] Wilson P, Jacobson TA, Martin SS, et al. Lipid measurements in the management of cardiovascular diseases: Practical recommendations a scientific statement from the national lipid association writing group[J]. *J Clin Lipidol*, 2021, 15(5): 629-648. DOI: 10.1016/j.jacl.2021.09.046.
- [29] 中国老年学学会心脑血管病专业委员会, 中国医师协会检验医师分会心脑血管病专家委员会. 脂蛋白相关磷脂酶 A2 临床应用专家建议[J]. *中华心血管病杂志*, 2015, 43(10): 843-847. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2015.10.002.
- [30] 刘玲, 赵水平. 非空腹血脂检测与临床应用建议[J]. *中华内科杂志*, 2021, 60(5): 400-405. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20200429-00436.
- [31] 李本柏, 成晓亮, 王融, 等. 神经酰胺的检测方法及临床应用进展[J]. *中华检验医学杂志*, 2024, 47(7):827-832. DOI: 10.3760/cma.j.cn114452-20240109-00015.
- [32] 杨雪娇, 鄢仁晴, 鄢盛恺. 重视残粒样脂蛋白胆固醇在 ASCVD 风险管理中的检测与应用[J]. *遵义医科大学学报*, 2026, 49(1):1-6. DOI:10.3969/j.issn.2096-8159.2026.01.001.
- [33] 曾洁, 赵海舰, 张传宝, 等. 19项临床生化检验项目的分析前变异和个体内生物学变异[J]. *中华检验医学杂志*, 2010, 33(8): 776-781. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-9158.2010.08.016.
- [34] 鲜敬荣, 朱晶, 熊赢, 等. 上海市某医院 2014—2024 年 260 余万例血脂数据分析[J]. *中华检验医学杂志*, 2025, 48(7): 842-850. DOI: 10.3760/cma.j.cn114452-20250312-00151.
- [35] Gordon DJ, Trost DC, Hyde J, et al. Seasonal cholesterol cycles: the lipid research clinics coronary primary prevention trial placebo group[J]. *Circulation*, 1987, 76(6):1224-1231. DOI: 10.1161/01.cir.76.6.1224.
- [36] Grundy SM, Denke MA. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins[J]. *J Lipid Res*, 1990, 31(7):1149-1172.
- [37] Wolf RN, Grundy SM. Influence of weight reduction on plasma lipoproteins in obese patients[J]. *Arteriosclerosis*, 1983, 3(2):160-169. DOI: 10.1161/01.atv.3.2.160.
- [38] Newman B, Selby JV, Quesenberry CP, et al. Nongenetic influences of obesity on other cardiovascular disease risk factors: an analysis of identical twins[J]. *Am J Public Health*, 1990, 80(6):675-678. DOI: 10.2105/ajph.80.6.675.
- [39] Wood PD, Haskell WL. The effect of exercise on plasma high density lipoproteins[J]. *Lipids*, 1979, 14(4):417-427. DOI: 10.1007/BF02533428.
- [40] Taskinen MR, Nikkilä EA, Välimäki M, et al. Alcohol-induced changes in serum lipoproteins and in their metabolism[J]. *Am Heart J*, 1987, 113(2 Pt 2): 458-464. DOI: 10.1016/0002-8703(87)90614-4.
- [41] Brischetto CS, Connor WE, Connor SL, et al. Plasma lipid and lipoprotein profiles of cigarette smokers from randomly selected families: enhancement of hyperlipidemia and depression of high-density lipoprotein[J]. *Am J Cardiol*, 1983, 52(7): 675-680. DOI: 10.1016/0002-9149(83)90396-x.
- [42] Motta E, Motta J, Souza LN, Vieira BB, et al. Acute physical and mental stress resulted in an increase in fatty acids, norepinephrine, and hemodynamic changes in normal individuals: a possible pathophysiological mechanism for hypertension-Pilot study[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2021, 23(4): 888-894. DOI: 10.1111/jch.14190.
- [43] Jones GR. Recommendations for lipid testing and reporting by Australian Pathology Laboratories: an important development[J]. *Clin Biochem Rev*, 2007, 28(2): 50-51.
- [44] Alvarez C, Ramos A. Lipids, lipoproteins, and apoproteins in serum during infection[J]. *Clin Chem*, 1986, 32(1 Pt 1): 142-145.
- [45] 应春妹, 岳朝艳, 张淳义, 等. 妊娠中、晚期孕妇血脂水平的检测及其正常参考值区间的建立[J]. *中华妇产科杂志*, 2015, 50(12): 926-930. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2015.12.009.
- [46] Lind T. Clinical chemistry of pregnancy[J]. *Adv Clin Chem*, 1980, 21:1-24. DOI: 10.1016/s0065-2423(8)60085-2.
- [47] Nordestgaard BG, Langsted A, Mora S, et al. Fasting is not routinely required for determination of a lipid profile: clinical and laboratory implications including flagging at desirable concentration cutpoints—a joint consensus statement from the European Atherosclerosis Society and European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine[J]. *Clin Chem*, 2016, 62(7):930-946. DOI: 10.1373/clinchem.2016.258897.
- [48] 鄢盛恺. 应更加关注三酰甘油的临床检测与应用[J]. *现代检验医学杂志*, 2011, 26 (3): 1-4. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7414.2011.03.001.
- [49] Warnick GR, Nauck M, Rifai N. Evolution of methods for measurement of HDL-cholesterol: from ultracentrifugation to homogeneous assays[J]. *Clin Chem*, 2001, 47(9):1579-1596.
- [50] Miller WG, Myers GL, Sakurabayashi I, et al. Seven direct methods for measuring HDL and LDL cholesterol compared with ultracentrifugation reference measurement procedures[J]. *Clin Chem*, 2010, 56(6): 977-986. DOI: 10.1373/clinchem.2009.142810.
- [51] 何紫云, 鄢盛恺. LDL-C 的测定: 现状与发展[J]. *实验与检验医学*, 2021, 39 (6): 1327-1332. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1292.2021.06.001.



- [52] 鄢盛恺, 陈文祥. 临床血脂测定的方法学与标准化进展[J]. 中华心血管病杂志, 2004, 32 (11): 1050-1053. DOI: 10.3760/j.issn.0253-3758.2004.11.038.
- [53] Zhou W, Luo W, Yu S, et al. Performance of HDL-C measurements assessed by a 4-year trueness-based EQA/PT program in China[J]. Clin Chem Lab Med, 2022, 60(10):1586-1597. DOI: 10.1515/cclm-2020-0658.
- [54] 唐文佳, 彭颖斐, 吴炯, 等. 血脂检测结果一致性比较及其对临床诊断决策的影响[J]. 中华检验医学杂志, 2013, 36(9): 832-835. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-9158.2013.09.013.
- [55] 中华医学会检验医学分会, 中国中西医结合学会检验医学专业委员会. 基于患者数据的实时质量控制程序建立与性能验证专家共识[J]. 中华检验医学杂志, 2024, 47(1): 35-48. DOI: 10.3760/cma.j.cn114452-20230926-00172.
- [56] Man D, Mu R, Zhang K, et al. Patient-based pre-classified real-time quality control (PCRTQC) [J]. Clin Chim Acta, 2023, 549:117562. DOI:10.1016/j.cca.2023.117562.
- [57] 林鹏, 鄢盛恺. 重视载脂蛋白 B 在动脉粥样硬化性心血管疾病风险管理中的检测与应用[J]. 中华检验医学杂志, 2025, 48(7): 809-813. DOI: 10.3760/cma.j.cn114452-20250308-00142.
- [58] 董军, 李红霞, 满永, 等. 血清总胆固醇、总甘油、游离甘油和甘油三酯标准物质的研制[J]. 中华检验医学杂志, 2008, 31(3): 276-279. DOI: 10.3321/j.issn:1009-9158.2008.03.008.
- [59] 周伟燕, 张传宝, 董军, 等. 血清总胆固醇、总甘油、高密度脂蛋白胆固醇及低密度脂蛋白胆固醇标准物质的研制[J]. 中华检验医学杂志, 2013, 36(11): 1013-1017. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-9158.2013.11.011.
- [60] Meng Q, Zhou W, Zhang C, et al. Serum triglyceride measurements: the commutability of reference materials and the accuracy of results[J]. Clin Chem Lab Med, 2017, 55(9):1284-1290. DOI: 10.1515/cclm-2016-0682.
- [61] 周伟燕, 李红霞, 张传宝, 等. 同位素稀释质谱法在美国 CDC-CRMLN 计划中的比对结果分析[J]. 临床检验杂志, 2017, 35 (9): 690-695. DOI: 10.13602/j.cnki.jcls.2017.09.13.
- [62] 世界华人检验与病理医师协会. 血脂异常疾病检验诊断报告模式专家共识[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(22):1739-1742. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.22.004.
- [63] 鄢盛恺, 柯元南, 李坤坤, 等. 相关科室血脂异常患者对检验报告单有用性评价及调脂治疗相关知识调查[J]. 北京大学学报(医学版), 2010, 42(6): 675-680. DOI: 10.3969/j.issn.1671-167X.2010.06.017.
- [64] Silverman MG, Ference BA, Im K, et al. Association between lowering LDL-C and cardiovascular risk reduction among different therapeutic interventions: a systematic review and meta-analysis[J]. JAMA, 2016, 316(12):1289-1297. DOI: 10.1001/jama.2016.13985.
- [65] Liu C, Dhindsa D, Almuwaqqat Z, et al. Association between high-density lipoprotein cholesterol levels and adverse cardiovascular outcomes in high-risk populations [J]. JAMA Cardiol, 2022, 7(7): 672-680. DOI: 10.1001/jamacardio.2022.0912.
- [66] Wilson DP, Jacobson TA, Jones PH, et al. Use of Lipoprotein (a) in clinical practice: a biomarker whose time has come. A scientific statement from the National Lipid Association [J]. J Clin Lipidol, 2019, 13(3): 374-392. DOI: 10.1016/j.jacl.2019.04.010.
- [67] Ćwiklińska A, Mickiewicz A, Kowalski R, et al. Detection of Lipoprotein X (LpX): a challenge in patients with severe hypercholesterolaemia[J]. J Med Biochem, 2020, 39(3): 283-289. DOI: 10.2478/jomb-2019-0038.
- [68] Huygen LPM, Westerink J, Mol GC, et al. When LDL cholesterol is not LDL cholesterol: LpX, a clinical lesson [J]. JACC Case Rep, 2022, 4(11):690-693. DOI: 10.1016/j.jaccas.2022.03.009.
- [69] Zhao Y, Wang S, Liang S, et al. Clinical laboratory characteristics of patients with obstructive jaundice accompanied by dyslipidemia[J]. Clin Biochem, 2021, 94: 42-47. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2021.04.017.
- [70] Pang RWC, Tam SCF. Novel use of the Friedewald formula to tackle anomalous HDL-C results in two cases of paraproteinaemia[J]. Clin Biochem, 2004, 37(3):238-240. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2003.11.003.
- [71] Davidson MH. Triglyceride-rich lipoprotein cholesterol (TRL-C): the ugly stepsister of LDL-C[J]. Eur Heart J, 2018, 39(7):620-622. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx741.
- [72] 何志洁, 何津春, 张燕培, 等. 基于垂直密度梯度离心全自动血脂谱检测法的家族性高三酰甘油血症家系血脂亚组分分析[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2022, 42(4): 482-489. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8115.2022.04.010.
- [73] Twomey PJ, Griffin D, Torney W, et al. National laboratory handbook: recommendations for the testing and reporting of lipids in clinical diagnostic laboratories within the Republic of Ireland [EB/OL]. (2019-07-31) [2022-09-02]. <https://www.hse.ie/eng/about/who/cspd/ncps/pathology/resources/lab-testing-for-lipids111.pdf>.
- [74] Australian Pathology Lipid Interest Group, Appleton CA, Caldwell G, et al. Recommendations for lipid testing and reporting by Australian pathology laboratories[J]. Clin Biochem Rev, 2007, 28 (2):32-45.
- [75] Kulkarni KR. Cholesterol profile measurement by vertical auto profile method[J]. Clin Lab Med, 2006, 26(4): 787-802. DOI: 10.1016/j.cll.2006.07.004.
- [76] 蒯亚晖, 杨琼, 苏保满, 等. 磁共振波谱技术测定中国人群血脂亚组分的初步探讨[J]. 中国循环杂志, 2020, 35 (5): 487-494. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2020.05.012.
- [77] Jacobson TA, Maki KC, Orringer CE, et al. National Lipid Association recommendations for patient-centered management of dyslipidemia: part 2[J]. J Clin Lipidol, 2015, 9(6 Suppl): S1-122. e1. DOI: 10.1016/j.jacl.2015.09.002.
- [78] Jellinger PS, Handelsman Y, Rosenblit PD, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology guidelines for management of dyslipidemia and prevention of cardiovascular disease [J]. Endocr Pract, 2017, 23 (Suppl 2): 1-87. DOI: 10.4158/EP171764.APPGL.
- [79] Garber AJ, Handelsman Y, Grunberger G, et al. Consensus statement by the American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology on the comprehensive type 2 diabetes management algorithm: 2020 executive summary[J]. Endocr Pract, 2020, 26(1):107-139. DOI: 10.4158/CS-2019-0472.
- [80] Quesada JA, Bertomeu-González V, Orozco-Beltrán D, et al. The benefits of measuring the size and number of lipoprotein particles for cardiovascular risk prediction: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Investig Arterioscler, 2023, 35(4): 165-177. DOI: 10.1016/j.arteri.2022.11.001.
- [81] Higashioka M, Sakata S, Honda T, et al. The association of



- small dense low-density lipoprotein cholesterol and coronary heart disease in subjects at high cardiovascular risk[J]. *J Atheroscler Thromb*, 2021, 28(1): 79-89. DOI: 10.5551/jat.55350.
- [82] Kinoshita M, Yokote K, Arai H, et al. Japan Atherosclerosis Society (JAS) guidelines for prevention of atherosclerotic cardiovascular diseases 2017[J]. *J Atheroscler Thromb*, 2018, 25(9):846-984. DOI: 10.5551/jat.GL2017.
- [83] Varbo A, Benn M, Tybjaerg-Hansen A, et al. Remnant cholesterol as a causal risk factor for ischemic heart disease[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 61(4):427-436. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.08.1026.
- [84] Lee-Okada HC, Hama K, Yokoyama K, et al. Development of a liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometric method for the simultaneous analysis of free fatty acids[J]. *J Biochem*, 2021, 170(3): 389-397. DOI: 10.1093/jb/mvab054.
- [85] Nomura SO, Karger AB, Weir NL, et al. Free fatty acids, cardiovascular disease, and mortality in the multi-ethnic study of atherosclerosis[J]. *J Clin Lipidol*, 2020, 14(4): 531-541. DOI: 10.1016/j.jacl.2020.06.005.
- [86] Zhu Q, Scherer PE. Ceramides and atherosclerotic cardiovascular disease: a current perspective[J]. *Circulation*, 2024, 149(21): 1624-1626. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.065409.
- [87] Tham WK, Chang JK, Teo GS, et al. Ultrafast measurement of circulating ceramides in human cohorts[J]. *Anal Chem*, 2025, 97(26): 13789-13798. DOI: 10.1021/acs.analchem.5c00058.
- [88] Chen S, Zong G, Wu Q, et al. Associations of plasma glycerophospholipid profile with modifiable lifestyles and incident diabetes in middle-aged and older Chinese[J]. *Diabetologia*, 2022, 65(2): 315-328. DOI: 10.1007/s00125-021-05611-3.
- [89] Liu Y, Zhang L, Xu Y, et al. Joint association of remnant cholesterol and lipoprotein-associated phospholipase A2 with composite adverse events: a 12-year follow-up study from Asymptomatic Polyvascular Abnormalities Community study[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2025, 27(5): 2790-2799. DOI: 10.1111/dom.16286.
- [90] Hu B, Hua J. Impact of onset-to-needle time on the risk of early neurological deterioration in patients with acute ischemic stroke receiving intravenous thrombolysis[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2025, 21: 917-927. DOI: 10.2147/TCRM.S515542.
- [91] 中华医学会心血管病学分会动脉粥样硬化及冠心病学组, 中华心血管病杂志编辑委员会. 家族性高胆固醇血症筛查与诊治中国专家共识[J]. *中华心血管病杂志*, 2018, 46(2): 99-103. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.02.006.
- [92] Sturm AC, Knowles JW, Gidding SS, et al. Clinical genetic testing for familial hypercholesterolemia: JACC scientific expert panel[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 72(6): 662-680. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.05.044.
- [93] Cao YX, Sun D, Liu HH, et al. Improvement of definite diagnosis of familial hypercholesterolemia using an expanding genetic analysis[J]. *JACC Asia*, 2021, 1(1): 82-89. DOI: 10.1016/j.jacasi.2021.04.001.
- [94] 代海兵, 鄢盛恺. 家族性高胆固醇血症的基因诊断研究进展[J]. *临床心血管病杂志*, 2023, 39(5): 348-354. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2023.05.006.
- [95] Ahangari N, Doosti M, Ghayour Mobarhan M, et al. Personalised medicine in hypercholesterolaemia: the role of pharmacogenetics in statin therapy[J]. *Ann Med*, 2020, 52(8):462-470. DOI: 10.1080/07853890.2020.1800074.
- [96] Langlois MR, Nordestgaard BG, Langsted A, et al. Quantifying atherogenic lipoproteins for lipid-lowering strategies: consensus-based recommendations from EAS and EFLM[J]. *Clin Chem Lab Med*, 2020, 58(4): 496-517. DOI: 10.1515/cclm-2019-1253.

中华医学会

