

DOI:10.13602/j.cnki.jcls.2024.06.03

· 临床检验技术研究 ·

均相法和 VAP 分离相法检测低密度脂蛋白胆固醇水平的比较*

徐秀芬^{1a}, 邹继华², 陈凯云³, 胡巍², 吴立山², 于雪峰³, 徐炜烽², 徐勇², 王占科^{1b,4} (1. 宁波市鄞州中医院 a. 内分泌科, b. 医学检验科, 浙江宁波 315100; 2. 宁波美康盛德医学检验所, 浙江宁波 315100; 3. 南昌大学第四附属医院中心实验室, 南昌 330002; 4. 宁波市 VAP 脂蛋白亚组分精准检测重点实验室, 浙江宁波 315100)

摘要:目的 观察均相法和垂直密度梯度离心全自动血脂谱(VAP)分离相法检测血浆标本低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)结果不一致性,并探讨其原因,为准确定量检测血浆 LDL-C 水平提供实验依据。方法 收集 2022 年 1 月至 2023 年 1 月宁波市鄞州中医院内分泌科糖尿病颈动脉斑块患者血浆标本 360 份,同时采用均相法和 VAP 分离相法检测 LDL-C 水平,VAP 分离相法通过软件自动计算标本离心后的 LDL-C 曲线下面积作为 LDL-C 水平($LDL-C_{VAP}$),均相法通过特殊表面活性剂法直接检测 LDL-C 水平($LDL-C_{均相}$)。360 份标本根据 $LDL-C_{均相}$ 与 $LDL-C_{VAP}$ 相对偏差程度,分为 $LDL-C_{均相}$ 与 $LDL-C_{VAP}$ 一致组(A 组)和不一致组(B 组),B 组又分为 $LDL-C_{均相}$ 偏高(B1)组和偏低(B2)组,B1 和 B2 组根据相对偏差大小又分为 B1-1、B1-2 和 B1-3 以及 B2-1 组。统计各组标本百分比,各组标本脂蛋白 a 胆固醇[Lp(a)-C]、中密度脂蛋白胆固醇(IDL-C)、Lp(a)-C 和 IDL-C 之和[Lp(a)-C+IDL-C]、极低密度脂蛋白胆固醇(VLDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)以及总胆固醇(TC)和总三酰甘油(TG)水平。结果 360 份标本 $LDL-C_{均相}$ 明显大于 $LDL-C_{VAP}$, $P<0.01$ 。B 组标本百分比明显高于 A 组,B1 组明显高于 B2 组, $P<0.05$ 。B1 组各组标本 Lp(a)-C、IDL-C 以及 Lp(a)-C+IDL-C 水平均明显高于 A 组, $P<0.01$ 。360 份标本 $LDL-C_{均相}$ 与 $LDL-C_{VAP}$ 相对偏差与标本 Lp(a)-C、IDL-C、Lp(a)-C+IDL-C 水平呈明显正相关,相关系数最大指标为 Lp(a)-C+IDL-C, $P<0.01$ 。结论 糖尿病颈动脉斑块患者血浆标本均相法检测 LDL-C 与 VAP 分离相法检测结果明显不一致,主要表现为均相法检测结果偏高。标本 Lp(a)-C+IDL-C 水平越高,均相法和 VAP 分离相法检测相对偏差越大。均相法检测 LDL-C 结果偏高原因,可能与均相法检测 LDL-C 结果包含了无法消除的 Lp(a)和 IDL 携带的胆固醇有关。VAP 分离相法可作为准确检测不含 Lp(a)-C 和 IDL-C 的真正 LDL-C 水平的方法。

关键词:低密度脂蛋白胆固醇;VAP;均相法;脂蛋白 a 胆固醇;中密度脂蛋白胆固醇

中图分类号:R446

文献标志码:A

Comparative analysis of homogeneous phase and vertical auto profile separation phase methods for detecting low-density lipoprotein cholesterol levels

XU Xiufen^{1a}, ZOU Jihua², CHEN Kaiyun³, HU Wei², WU Lishan², YU Xuefeng³, XU Weifeng², XU Yong², WANG Zhanke^{1b,4} (1. a. Department of Endocrinology, b. Department of Medical Laboratory, Ningbo Yinzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Ningbo 315100, Zhejiang; 2. Ningbo Meikang Shengde Medical Laboratory, Ningbo 315100, Zhejiang; 3. Central Laboratory, the Fourth Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330002, Jiangxi; 4. Key Laboratory of Precise Detection of VAP Lipoprotein Subcomponents, Ningbo 315100, Zhejiang, China)

Abstract: Objective To investigate the reasons for the inconsistent results between the vertical auto profile (VAP) method and biochemical homogeneous phase (BHP) method in detecting plasma low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), and provide experimental basis for the accurate and quantitative detection of plasma LDL-C levels. **Methods** A total of 360 plasma samples from diabetes mellitus patients combined with carotid plaque admitted to the Department of Endocrinology of Ningbo Yinzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine during January, 2022 and January, 2023 were collected. The LDL-C levels of these samples were detected by the VAP method and BHP method, respectively. The VAP method uses software to automatically calculate the area under the LDL-C curve after centrifugation of the sample as the LDL-C level ($LDL-C_{VAP}$) and the BHP method directly detects the LDL-C level ($LDL-C_{BHP}$) by the special surfactant method. 360 samples were divided into the consistent group (group A) and inconsistent group (group B) according to the relative deviation between the $LDL-C_{BHP}$ and $LDL-C_{VAP}$ methods. Group B was further divided into the $LDL-C_{BHP}$ on the

* 基金项目:国家自然科学基金项目(82060812);宁波市甬江人才工程创新团队项目(2023 年度)。

作者简介:徐秀芬,1981 年生,女,副主任医师,硕士研究生,研究方向:内分泌检验诊断。

通信作者:王占科,主任技师,E-mail:wangzhanke@sina.com;陈凯云,主任药师,E-mail:349239126@qq.com。

high side group (Group B1) and LDL-C_{BHP} on the low side group (Group B2). Groups B1 and B2 were divided into B1-1, B1-2, B1-3 and B2-1 groups based on the degree of relative deviation. The percentages of samples and levels of lipoprotein a cholesterol [Lp(a)-C], intermediate-density lipoprotein cholesterol (IDL-C), Lp(a)-C and IDL-C [Lp(a)-C + IDL-C], very low-density lipoprotein cholesterol (VLDL-C), total cholesterol (TC) and total triglyceride (TG) in each group were compared. **Results** The LDL-C_{BHP} levels of 360 samples were significantly higher than that of LDL-C_{VAP} ($P < 0.01$). The percentage of samples in group B was significantly higher than that in group A, and that of group B1 was significantly higher than that of group B2 ($P < 0.05$). The levels of Lp(a)-C, IDL-C and Lp(a)-C + IDL-C in groups B1-1, B1-2, and B1-3 were significantly higher than those in group A ($P < 0.01$). The relative deviation between LDL-C_{BHP} and LDL-C_{VAP} in 360 samples was significantly positively correlated with the levels of Lp(a)-C, IDL-C, and Lp(a)-C+IDL-C ($P < 0.01$). The maximum correlation coefficient was found in Lp(a)-C+IDL-C. **Conclusion**

The results of plasma LDL-C in diabetes mellitus patients combined with carotid plaque detected by the BHP method are significantly different from those detected by the VAP method, which mainly shows that the results of the BHP method are on the high side. The higher the level of plasma Lp(a)-C+IDL-C, the greater the relative deviation between the BHP method and VAP method. The reason for the high results of LDL-C detected by the BHP method may be related to the fact that LDL-C_{BHP} contains irremovable Lp(a)-C and cholesterol carried by IDL-C. The VAP method can be used as an accurate method for detecting real LDL-C without Lp(a)-C and IDL-C.

Key words: low-density lipoprotein cholesterol; vertical auto profile; homogeneous phase method; lipoprotein a cholesterol; intermediate-density lipoprotein cholesterol

低密度脂蛋白 (low-density lipoprotein, LDL) 作为致动脉粥样硬化的主要脂蛋白,其水平的准确测定在动脉粥样硬化心脑血管疾病 (atherosclerotic cardiovascular disease, AsCVD) 风险评估和病因学诊断中发挥关键作用^[1]。临床常规 LDL 检测主要是指 LDL 颗粒携带的胆固醇浓度,即 LDL 胆固醇 (LDL cholesterol, LDL-C)^[2]。LDL-C 检测方法从原理上可分为均相检测法和分离相检测法,前者利用特殊表面活性剂选择性直接测定不同密度脂蛋白携带的胆固醇含量,无需物理分离^[3];后者如垂直密度梯度离心全自动血脂谱 (vertical auto profile, VAP) 技术,需先通过垂直密度梯度离心分离不同密度脂蛋白,再分别检测不同密度脂蛋白携带的胆固醇^[4-6]。基于密度差异, VAP 可区分脂蛋白 a [lipoprotein(a), Lp(a)]、中间密度脂蛋白 (intermediate-density lipoprotein, IDL) 和 LDL,从而分别检测 Lp(a) 胆固醇 [Lp(a)-C]、IDL 胆固醇 (IDL-C) 和 LDL-C,进而获得不含 Lp(a)-C 和 IDL-C 的真实 LDL-C 水平。

糖尿病是 AsCVD 独立危险因素,血脂异常是导致动脉粥样硬化的主要因素。颈动脉斑块是动脉粥样硬化的常见宏观表现^[7],伴有血脂异常。准确评估颈动脉斑块糖尿病患者外周血 LDL-C 水平,对 AsCVD 风险评估意义重大。本研究拟对比 VAP 分离相法和均相法检测颈动脉斑块糖尿病患者血浆标本 LDL-C 浓度的差异,并进一步分析 Lp(a)-C 和 IDL-C 对均相法检测 LDL-C 结果的影响,以期提高外周血 LDL-C 检测水平。

1 材料与方法

1.1 标本采集和分组 收集 2022 年 1 月至 2023 年 1 月宁波鄞州中医院内分泌科糖尿病合并颈动脉斑块患者血脂检验血浆标本 360 份。糖尿病和颈动脉斑块诊断标准分别参考文献[8]和[9]。所有患者当日晨起空腹状态下采集静脉抽血 3~5 mL,分离血清并进行标本编号。排除标准:严重贫血、黄疸血、溶血或部分凝固标本。

1.2 检验指标和方法 采用均相法和 VAP 分离相法同时检测 LDL-C 浓度,分别表示为 LDL-C_{均相} 和 LDL-C_{VAP}。均相法:在 MS-2080 型全自动生化分析仪 (宁波美康公司) 上,用表面活性剂直接法测定 LDL-C_{均相},酶法测定总胆固醇 (total cholesterol, TC) 和三酰甘油 (triglyceride, TG)。VAP 分离相法:在 MS-V600 型脂蛋白亚组分检测仪 (宁波美康公司) 上,测定 LDL-C_{VAP}、Lp(a)-C、IDL-C、极低密度脂蛋白胆固醇 (very low-density lipoprotein cholesterol, VLDL-C) 和高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C), LDL-C_{VAP} 曲线下面积不包括 Lp(a)-C 和 IDL-C。TC、TG 和 LDL-C_{均相} 检测试剂盒由日本富士胶片和光药株式会社生产,其余试剂盒由宁波美康公司生产。所有指标测定均严格按照说明书进行,室内质控合格。

1.3 LDL-C 检测方法学评价和标本分组 参考美国临床和实验室标准协会 (CLSI) EP7-A3《临床化学干扰实验指南》^[10],以 2 种方法相对偏差 (relative deviation, RD) $< 10.0\%$ 判定为允许范围内 (A

组), $\geq 10.0\%$ 认定为检测结果不一致(B 组)。B 组根据偏差类型分为均相法偏高组(B1 组, $RD > 0$)和偏低组(B2 组, $RD < 0$)。偏差(deviation, D) = $LDL-C_{均相} - LDL-C_{VAP}$, $RD = D / LDL-C_{VAP}$ 。B1 组根据 RD 值分为轻度偏高($10\% \leq RD < 20\%$, B1-1 组)、中度偏高($20\% \leq RD < 30\%$, B1-2 组)和重度偏高($RD \geq 30\%$, B1-3 组)。统计各组标本数及百分比。

1.4 统计学分析 使用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。计量资料经正态性检验,以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。2 种方法 LDL-C 结果差异比较采用配对 t 检验,各组间 TC、TG、Lp(a)-C、IDL-C、VLDL-C 和 HDL-C 水平差异比较采用单因素方差分析。Pearson 相关分析 RD 与 TC、TG、Lp(a)-C、IDL-C、VLDL-C 和 HDL-C 的相关性。组间构成比比较采用卡方(chi-square)检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 种检测方法 LDL-C 结果比较 360 份标本中, LDL-C_{均相} 水平为 (2.91 ± 0.98) mmol/L, LDL-C_{VAP} 水平为 (2.35 ± 1.02) mmol/L, 前者明显高于后者($t = 27.66, P < 0.01$), 平均偏差为 0.56 mmol/L, 平均

相对偏差为 37.21%。

2.2 2 种检测方法 LDL-C 结果一致性分析 360 份标本中, LDL-C_{均相} 和 LDL-C_{VAP} 结果一致(A 组)41 份(11.39%, 41/360), 低于不一致(B 组)319 份(88.61%, 319/360), 差异有统计学意义($P < 0.01$)。B 组中, 310 份(97.18%, 310/319) LDL-C_{均相} 高于 LDL-C_{VAP}(B1 组), 9 份(2.82%, 9/319) LDL-C_{均相} 低于 LDL-C_{VAP}(B2 组), 差异有统计学意义($P < 0.01$), 提示不一致主要表现为均相法检测结果偏高。B1 组中轻度偏高(B1-1 组)、中度偏高(B1-2 组)和重度偏高(B1-3 组)标本分别为 112 份(36.13%, 112/310)、103 份(33.22%, 103/310)和 95 份(30.64%, 95/310); B2 组 9 份标本(100.00%, 9/9)均为轻度偏低(B2-1 组)。

2.3 不同 LDL-C 相对偏差组标本 Lp(a)-C、IDL-C 及其他脂质水平比较 见表 1。B1-1、B1-2 和 B1-3 组标本 Lp(a)-C 和 IDL-C 水平明显高于 A 组, 且随 RD 增大而升高(B1-3 组 $>$ B1-2 组 $>$ B1-1 组, $P < 0.01$)。A 组 Lp(a)-C 和 IDL-C 水平明显高于 B2-1 组($P < 0.01$)。各组间 VLDL-C、HDL-C、TC 和 TG 水平差异无统计学意义。

表 1 不同 LDL-C 相对偏差组标本 Lp(a)-C、IDL-C、Lp(a)-C+IDL-C 以及 VLDL-C、HDL-C、TC、TG 水平比较

指标	A 组($n=41$)	B1-1 组($n=112$)	B1-2 组($n=103$)	B1-3 组($n=95$)	B2-1 组($n=9$)	F 值	P 值
Lp(a)-C(mmol/L)	0.05 ± 0.02	0.32 ± 0.14^a	$0.53 \pm 0.24^{a,b}$	$0.95 \pm 0.56^{a,b,c}$	0.02 ± 0.01^a	8.44	< 0.01
IDL-C(mmol/L)	0.14 ± 0.07	0.62 ± 0.23^a	$0.89 \pm 0.30^{a,b}$	$1.02 \pm 0.83^{a,b,c}$	0.08 ± 0.03^a	6.08	< 0.01
Lp(a)-C+IDL-C(mmol/L)	0.19 ± 0.12	0.94 ± 0.45^a	$1.42 \pm 0.36^{a,b}$	$1.97 \pm 0.90^{a,b,c}$	0.10 ± 0.09^a	10.54	< 0.01
VLDL-C(mmol/L)	0.53 ± 0.32	0.70 ± 0.38	0.97 ± 0.66	1.08 ± 0.89	0.66 ± 0.36	1.98	< 0.01
HDL-C(mmol/L)	1.12 ± 0.41	1.16 ± 0.82	1.30 ± 0.87	1.26 ± 0.64	1.22 ± 0.62	1.14	> 0.05
TC(mmol/L)	3.97 ± 1.90	4.26 ± 2.05	4.31 ± 2.12	4.68 ± 2.08	3.16 ± 1.99	1.12	> 0.05
TG(mmol/L)	2.23 ± 1.04	2.60 ± 1.03	3.03 ± 1.45	4.18 ± 2.95	1.95 ± 0.98	2.13	> 0.05

注: A 组为 2 种方法结果一致组; B1-1 组为均相法轻度偏高组, B1-2 为均相法中度偏高组, B1-3 均相法重度偏高组, B2-1 为均相法轻度偏低组。a, 与 A 组比较, $P < 0.01$; b, 与 B1-1 组比较, $P < 0.01$; c, 与 B1-2 组比较, $P < 0.01$ 。

2.4 LDL-C 相对偏差与 Lp(a)-C、IDL-C 及其他脂质相关性分析 LDL-C_{均相} 与 LDL-C_{VAP} 的 RD 与 Lp(a)-C、IDL-C 和 Lp(a)-C+IDL-C 呈显著正相关(r 分别为 0.322、0.308、0.545, $P < 0.05$), 相关系数由大到小依次为 Lp(a)-C+IDL-C、Lp(a)-C 和 IDL-C, 提示 Lp(a)-C+IDL-C 含量越高, LDL-C_{均相} 正向偏差越大。LDL-C_{均相} 与 LDL-C_{VAP} 的 RD 与 VLDL-C、HDL-C、TC 和 TG 无显著相关性。

3 讨论

VAP 分离相法检测 LDL-C_{VAP}, 具有结果真实和准确特点, 广泛用于 AsCVD 病因学诊断和预

防^[11-13]。均相表面活性剂选择抑制法测定 LDL-C_{均相} 水平, 不需要从多个脂蛋白成分中物理分离 LDL, 具有操作简单易于自动化等特点, 是临床常规检测方法^[3]。本研究采用的均相法测定 LDL-C_{均相} 原理为表面活性剂选择抑制法, 测定 VLDL 和 HDL 以及乳糜微粒以外的脂蛋白携带的胆固醇作为 LDL-C_{均相} 值。LDL-C_{均相} 可能包含的其他脂蛋白胆固醇, 造成结果偏高。本研究观察发现, 大多数糖尿病颈动脉斑块患者血标本的均相法和 VAP 分离相法检测 LDL-C 结果存在差异, 且以均相法检测结果偏高为主。

VAP 分离相法原理是, 首先采用垂直密度梯度

离心,物理分离不同密度脂蛋白颗粒,然后从离心管底部打孔,逐层检测不同密度脂蛋白颗粒携带的胆固醇^[7,14]。VAP 分离相法不仅可检测比均相法更准确的 LDL-C,还可以进行 LDL-C 亚型、VLDL-C 亚型、HDL-C 亚型以及 IDL-C 和 Lp(a)-C 检测^[15-17]。VAP 分离相法检测 LDL-C_{VAP} 不包含和 LDL-C 密度相近的 Lp(a)-C 和 IDL-C,可能是均相法相对 VAP 分离相法检测 LDL-C 结果偏高的原因。

本研究结果显示,均相法和 VAP 分离相检测法 LDL-C 结果并不是所有标本结果都不一致,提示不同类型标本有不同的偏差类型。本研究发现,大多数糖尿病颈动脉斑块患者标本 2 种方法 LDL-C 结果明显不一致,并主要表现为均相法 LDL-C 结果偏高,提示糖尿病颈动脉斑块患者均相法和 VAP 分离相检测法 LDL-C 结果偏差不容忽视。

为查明导致均相法和 VAP 分离相法 LDL-C 结果偏差的标本内干扰物质种类,本研究检测了 2 种方法 LDL-C 结果一致和不一致标本中的 TC、TG、HDL、VLDL-C、IDL-C 和 Lp(a)-C 水平,结果发现,均相法结果偏高组 Lp(a)、IDL-C 和 Lp(a)+IDL-C 明显高于结果一致组,生化均相结果严重偏高组又明显高于轻度偏高组,进一步研究发现 2 种方法检测结果相对偏差与 Lp(a)、IDL-C 和 Lp(a)+IDL 呈明显正相关,Lp(a)+IDL 更为明显,提示生化均相检测 LDL-C 偏高可能与标本中的 Lp(a)、IDL-C 和 Lp(a)+IDL 浓度高有关。

Lp(a)是 LDL 和载脂蛋白(a)以二硫键共价结合的特殊结构 LDL,主要由肝脏合成,相对分子质量(*Mr*)187 000~662 000,平均分子量为 425 000,Lp(a)结构与 LDL 分子相似^[18-20]。IDL-C 是 VLDL 携带的 TG 不断被分解向 LDL 转化过程中的中间成分^[17]。本研究发现,当患者血清标本 Lp(a)-C 和 IDL-C 浓度比较低的时候,均相法 LDL-C 检测结果和 VAP 分离相法结果一致,提示当患者血清标本 Lp(a)-C 和 IDL-C 浓度偏高时,均相法检测 LDL-C 不能代表体内 LDL-C 真实水平。标本 Lp(a)-C 和 IDL-C 浓度偏高时,建议使用 VAP 分离相法检测 LDL-C 的真实水平^[4]。

本研究还发现,当患者血清标本 Lp(a)-C 和 IDL-C 浓度很低时,甚至出现均相法 LDL-C 检测结果相对 VAP 分离相法检测结果轻度偏低的个别现象,可能与本实验均相法检测 LDL-C 实验误差偏低或 VAP 分离相法实验误差偏高有关。本研究未发

现均相法 LDL-C 检测结果相对 VAP 分离相检测结果严重偏低的现象。

尽管 Lp(a)和 IDL 均属于致动脉粥样硬化脂蛋白,但作为降脂药物疗效评估指标,又具与 IDL 不一样的作用。Lp(a)虽然和 LDL 一样富含 TC,但 Lp(a)升高往往与遗传因素有关^[21],IDL 作为脂蛋白残粒组成成分^[17],属于富含 TG 的脂蛋白。降胆固醇系列的他汀类药物虽然有效降低 LDL,但对降低 Lp(a)和 IDL 效果可能不佳^[21],提示均相法检测 LDL-C 水平,可能会低估他汀类药物降低 Lp(a)-C 和 IDL-C 升高患者的 LDL-C 水平效果。

VAP 分离相法可检测不含 Lp(a)和 IDL-C 的真正 LDL-C 水平^[22],可用于高 Lp(a)-C 或 IDL-C 血症患者降 LDL-C 药物疗效准确评估。VAP 分离相检测真正 LDL-C 水平,在降低 LDL-C 药物疗效精准评估中的应用,值得进一步研究。

4 参考文献

- [1] 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]. 中华心血管病杂志, 2023, 51(3): 221-255.
- [2] 苏珍珍, 邹继华, 王惠民, 等. 血清 LDL-P 与 LDL-C 检测结果一致性分析[J]. 检验医学, 2023, 38(2): 148-152.
- [3] 尚红, 王毓三, 申子瑜. 全国临床检验操作规程[M]. 第 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 323-324.
- [4] Fonseca MIH, de Almeida-Pititto B, Bensenor IM, *et al.* Changes in lipoprotein subfractions following menopause in the Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil)[J]. *Maturitas*, 2019, 130: 32-37.
- [5] Sharma S, Merchant J, Fleming SE. Lp(a)-cholesterol is associated with HDL-cholesterol in overweight and obese African American children and is not an independent risk factor for CVD[J]. *Cardiovascular Diabetol*, 2012, 11: 10.
- [6] 朱心雨, 明心亮, 冯艳林, 等. 血浆脂蛋白亚组分检测方法的研究进展与评价[J]. 临床检验杂志, 2020, 38(2): 122-125.
- [7] 张晶梅, 彭红兵, 李国锋, 等. 基于 VAP 技术检测脂蛋白残粒和低密度脂蛋白颗粒浓度对颈动脉斑块的诊断价值[J]. 中华检验医学杂志, 2022, 45(7): 704-710.
- [8] 谢锦桃, 刘军, 伍远征, 等. 2011 年美国糖尿病协会糖尿病诊疗标准执行纲要解读[J]. 中国全科医学, 2011, 14(18): 1993-1997.
- [9] 国家卫生健康委员会脑卒中防治专家委员会血管超声专业委员会, 中国超声医学工程学会浅表器官及外周血管超声专业委员会, 中国超声医学工程学会颅脑及颈部血管超声专业委员会. 头颈部血管超声若干问题的专家共识(颈动脉部分)[J]. 中国脑血管病杂志, 2020, 17(6): 346-352.
- [10] Clinical and Laboratory Standards Institute. Interference testing in clinical chemistry: approved guideline-third edition; EP7-A3[S]. Wayne, PA, USA: CLSI, 2018.
- [11] Toth PP, Hamon SC, Jones SR, *et al.* Effect of alirocumab on spe-

cific lipoprotein non-high-density lipoprotein cholesterol and sub-fractions as measured by the vertical auto profile method: analysis of 3 randomized trials versus placebo [J]. *Lipids Health Dis*, 2016, 15: 28.

[12] Samuel C, Park J, Sajja A, *et al*. Accuracy of 23 equations for estimating LDL cholesterol in a clinical laboratory database of 5 051 467 patients[J]. *Glob Heart*, 2023, 18(1): 36.

[13] 梁纯子, 朱满, 伍仕敏, 等. VAP+技术在高三酰甘油血症患者血浆 LDL-C 和 LDL-P 检测中的应用[J]. *临床检验杂志*, 2020, 38(2): 90-94.

[14] Clouet-Foraison N, Gaie-Levrel F, Gillery P, *et al*. Advanced lipoprotein testing for cardiovascular diseases risk assessment: a review of the novel approaches in lipoprotein profiling[J]. *Clin Chem Lab Med*, 2017, 55(10): 1453-1464.

[15] Pokharel Y, Tang YY, Bhardwaj B, *et al*. Association of low-density lipoprotein pattern with mortality after myocardial infarction: insights from the TRIUMPH study[J]. *J Clin Lipidol*, 2017, 11(6): 1458-1470.e4.

[16] Chaudhary R, Mathew D, Bliden K, *et al*. Low-density lipoprotein 4: a novel predictor of coronary artery disease severity[J]. *Curr Med Res Opin*, 2017, 33(11): 1979-1984.

[17] 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.

[18] 许英, 伊拉代姆·祖冬, 金燕, 等. 脂蛋白(a)与 2 型糖尿病大血管病变的相关性[J]. *临床检验杂志*, 2023, 41(6): 436-440.

[19] 尹一兵, 倪培华. 临床生物化学检验技术[M], 北京: 人民卫生出版社, 2021: 129-135

[20] 朱旭, 程歆琦, 钟远红. 北京地区脂蛋白(a)颗粒浓度参考区间的建立[J]. *临床检验杂志*, 2022, 40(3): 204-208.

[21] 王安, 王治平, 宋丽华. 降低脂蛋白 a 水平的治疗进展[J]. *国际心血管病杂志*, 2023, 50(3): 151-154.

[22] Zheng WL, Chilazi M, Park J, *et al*. Assessing the accuracy of estimated lipoprotein (a) cholesterol and lipoprotein (a)-free low-density lipoprotein cholesterol[J]. *J Am Heart Assoc*, 2022, 11(2): e023136.

(收稿日期: 2023-12-05)

(本文编辑: 王海燕)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《临床检验杂志》可直接使用缩略形式的常用词汇

对于以下医学检验工作者比较熟悉的常用词汇, 本刊允许在论文撰写中直接使用其缩略语, 可以不标注中文。

磷酸盐缓冲液(PBS)	白细胞介素(IL)	乙型肝炎病毒表面抗原(HBsAg)
核糖核酸(RNA)	肿瘤坏死因子(TNF)	乙型肝炎病毒 e 抗原(HBeAg)
脱氧核糖核酸(DNA)	干扰素(IFN)	抗 HBsAg 抗体(抗 HBs)
聚合酶链反应(PCR)	人类白细胞抗原(HLA)	抗 HBeAg 抗体(抗 HBe)
酶联免疫吸附试验(ELISA)	系统性红斑狼疮(SLE)	抗 HBcAg 抗体(抗 HBc)
免疫球蛋白 G(IgG)	类风湿关节炎(RA)	严重急性呼吸综合征(SARS)
免疫球蛋白 A(IgA)	人类免疫缺陷病毒(HIV)	红细胞(RBC)
免疫球蛋白 M(IgM)	甲型肝炎病毒(HAV)	白细胞(WBC)
免疫球蛋白 D(IgD)	乙型肝炎病毒(HBV)	血红蛋白(Hb)
免疫球蛋白 E(IgE)	丙型肝炎病毒(HCV)	