

DOI: 10.20135/j.issn.1006-8147.2025.02.0139

论著

Lp-PLA2 联合 Gensini 积分对老年 NSTEMI-ACS 患者近期 MACE 的预测价值

王永刚¹, 徐宁², 刘宇鸿², 宋昱²

(1.天津医科大学心血管病临床学院,泰达国际心血管病医院急诊科,天津 300457;2.天津市心血管病分子调控及转化医学重点实验室,天津 300457)

摘要 目的:探讨脂蛋白相关磷脂酶 A2(Lp-PLA2)与冠状动脉狭窄严重程度积分(Gensini 积分)对 65 岁以上老年急性非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征(NSTEMI-ACS)患者近期发生心血管不良事件(MACE)的预测价值。方法:回顾性分析 2020 年 1 月到 2021 年 7 月泰达国际心血管病医院急诊科 222 例老年 NSTEMI-ACS 患者的病例资料。所有患者以随访期间是否发生 MACE,分为 MACE 组和非 MACE 组,比较二者之间 Lp-PLA2、Gensini 积分差异,分析 Lp-PLA2 与 Gensini 积分对 MACE 的预测价值;根据冠状动脉造影结果计算 Gensini 积分,分为:轻度、中度、重度 3 组,对各组 MACE 发生率、Lp-PLA2 水平进行比较;采用 Pearson 相关分析 Lp-PLA2 与 Gensini 积分的相关性。多因素 Logistic 回归分析 MACE 发生的危险因素;结果:MACE 组 Lp-PLA2、Gensini 积分、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白-胆固醇(LDL-C)显著高于非 MACE 组,血浆脑钠肽(BNP)、收缩压显著低于非 MACE 组,差异具有统计学意义($t=-6.243, -6.546, -3.148, -3.228, -6.321, 2.636$, 均 $P<0.01$);Gensini 积分与血清 Lp-PLA2 预测 MACE 曲线下面积分别为 0.864(95%CI:0.770~0.912, $P<0.01$)、0.817(95%CI:0.738~0.897, $P<0.01$);两项指标联合预测 MACE 曲线下面积为 0.892(95%CI:0.770~0.912, $P<0.01$)。冠状动脉狭窄程度中度组 MACE 发生率显著高于轻度组,重度组 MACE 发生率显著高于中度组,差异具有统计学意义($\chi^2=34.068, P<0.01$);重度组 Lp-PLA2 水平显著高于中度组和轻度组,中度组 Lp-PLA2 水平显著高于轻度组,差异具有统计学意义(均 $F=22.739, P<0.01$)。Pearson 相关分析显示血清 Lp-PLA2 与 Gensini 积分呈正相关($r=0.403, P<0.01$)。多因素 Logistic 回归分析显示:Lp-PLA2($OR=1.017, 95CI:1.007\sim1.026, P=0.001$)与 Gensini 积分($OR=1.020, 95CI:1.009\sim1.031, P=0.000$)为 MACE 发生的独立危险因素。结论:老年 NSTEMI-ACS 患者血清 Lp-PLA2 水平与冠状动脉狭窄严重程度呈正相关,二者联合可以有效预测老年 NSTEMI-ACS 患者近期 MACE 发生风险。

关键词 脂蛋白磷脂酶 A2;急性冠状动脉综合征;冠状动脉病变严重程度;心血管不良事件

中图分类号 R541.4

文献标志码 A

文章编号 1006-8147(2025)02-0139-05

Predictive value of Lp-PLA2 combined with Gensini score for recent MACE in elderly patients with NSTEMI-ACS

WANG Yonggang¹, XU Ning², LIU Yuhong², SONG Yu²

(1.Clinical College of Cardiovascular Disease, Tianjin Medical University, Department of Emergency, TEDA International Cardiovascular Hospital, Tianjin 300457, China; 2.Tianjin Key Laboratory of Molecular Regulation of Cardiovascular Diseases and Translational Medicine, Tianjin 300457, China)

Abstract Objective: To explore the predictive value of lipoprotein-associated phospholipase A2(Lp-PLA2) and coronary stenosis severity score (Gensini score) for recent major adverse cardiovascular events (MACE) in elderly patients over 65 years old with acute non-ST-segment elevation acute coronary syndrome (NSTEMI-ACS). **Methods:** A total of 222 elderly patients with NSTEMI-ACS selected in the Department of Emergency, TEDA International Cardiovascular Hospital from January 2020 to July 2021 were analyzed retrospectively. All patients were divided into MACE group and non-MACE group according to whether MACE occurred during the follow-up. The difference of Lp-PLA2 and Gensini scores between them was compared, and the predictive value of Lp-PLA2 and Gensini scores for MACE was analyzed. According to the results of coronary angiography, the Gensini score was calculated and divided into three groups: mild, moderate and severe, and the incidence of MACE and the level of Lp-PLA2 in each group were compared. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between Lp-PLA2 and Gensini score. Multivariate Logistic regression was used to analyze the risk factors of MACE. **Results:** Lp-PLA2, Gensini score, total cholesterol (TC) and low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) in MACE group were significantly higher than those in non-MACE group, while plasma brain natriuretic peptide (BNP) and systolic blood pressure were significantly lower than those in non-MACE group, with statistical significance ($t=-6.243, -6.546, -3.148, -3.228, -6.321, 2.636$, all $P<0.01$). The area under MACE curve predicted by Gensini score and serum Lp-PLA2 was 0.864(95%CI:0.770~0.912, $P<0.01$),

基金项目 天津市医学重点学科(专科)建设项目(TJYXZDXK-020A)

作者简介 王永刚(1982-),男,主治医师,学士,研究方向:内科学(心血管病);通信作者:宋昱, E-mail: dr.songyu@163.com。

0.817(95%CI:0.738-0.897, $P<0.01$).The area under MACE curve predicted by the two indexes was 0.892(95%CI:0.770-0.912, $P<0.01$).Compared with different groups of coronary artery stenosis,the incidence of MACE in moderate group was significantly higher than that in mild group,and the incidence of MACE in severe group was significantly higher than that in moderate group,with statistical significance ($\chi^2=34.068$, $P<0.01$). The level of Lp-LPA2 in severe group was significantly higher than that in moderate group and mild group,and the level of Lp-LPA2 in moderate group was significantly higher than that in mild group,with statistical significance ($F=22.739$, $P<0.01$). Pearson correlation analysis showed that serum Lp-PLA2 was positively correlated with Gensini score ($r=0.403$, $P<0.01$). Multivariate Logistic regression analysis showed that Lp-PLA2($OR=1.017$,95CI:1.007-1.026, $P=0.001$) and Gensini score ($OR=1.020$,95CI:1.009-1.031, $P=0.000$)were independent risk factors for MACE. **Conclusion:**The serum Lp-PLA2 level in elderly patients with NSTEMI-ACS is positively correlated with the severity of coronary stenosis,and the combination of them can effectively predict the risk of MACE in elderly patients with NSTEMI-ACS in the near future.

Key words lipoprotein phospholipase A2;acute coronary syndrome;severity of coronary artery disease;major adverse cardiovascular events

随着近年来人们生活水平的不断提高,生活习惯和饮食结构的变化以及人口老龄化的到来,心血管疾病(cardiovascular disease,CVD)目前仍然是我国城乡居民健康的最大威胁之一,是我国城乡居民的第一位死亡原因^[1]。急性非ST段抬高型急性冠状动脉综合征(NSTEMI-ACS)是急性冠状动脉综合征(ACS)当中最常见的类型,虽然进行了血运重建治疗,但其术后的心血管不良事件(MACE)仍然高发^[2]。大量的临床和基础研究显示,导致NSTEMI-ACS的基础病变动脉粥样硬化(atherosclerosis,AS)发生、发展的整个过程中炎症反应都参与其中并发挥重要作用。脂蛋白相关磷脂酶A2(lipoprotein-associated phospholipase A2,Lp-PLA2)是一种特异性血管炎症促进因子,由动脉粥样硬化斑块中的巨噬细胞分泌,能促使巨噬细胞转化为泡沫细胞,增加动脉粥样斑块的不稳定性,促进动脉粥样硬化斑块的发展^[3]。目前已有的研究表明Lp-PLA2活性水平与冠心病的严重程度呈正相关^[4-5]。另外还有研究显示,Lp-PLA2水平升高可能用于预测MACE的发生和发展^[6]。Gensini积分作为临床上评估冠状动脉狭窄严重程度的常用指标,其分值越高表明冠状动脉狭窄程度越严重。本研究旨在探讨Lp-PLA2水平与Gensini积分二者联合对老年NSTEMI-ACS患者近期MACE发生的预测价值,以期对临床治疗提供帮助。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2020年1月-2021年7月泰达国际心血管病医院急诊接诊的入组胸痛中心并经急诊行经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention,PCI)的222例65岁以上老年NSTEMI-ACS患者为研究对象。其中,男性148例,年龄(71.53 ± 5.16)岁;女性74例,年龄(72.53 ± 5.69)岁;所有患者随访至出院后1年并记录随访期间发生MACE例数,据是否发生MACE分为MACE组(37例)和非MACE(185例)。纳入标准:所有NSTEMI-

ACS患者诊断均符合中华医学会心血管病学分会2017年发布的NSTEMI-ACS诊断和治疗指南^[7]。排除标准:合并自身免疫性疾病、肿瘤、心肌疾病、过敏性疾病、严重肝肾功能障碍、感染性疾病、出血及血液系统疾病者。

1.2 方法 (1)收集所有患者的一般资料,包括年龄,性别,既往高血压、糖尿病、冠心病、冠状动脉支架手术、CABG手术、吸烟史等。记录患者入院时心率、血压、左室射血分数(LVEF)等指标进行统计分析。(2)Lp-LPA2检测方法:患者于入院时即刻采集静脉血5 mL于血清促凝管,2 h内3 500 r/min离心5 min后取上层血清置于2~8℃冰箱保存待测,采用酶联免疫吸附法检测血清Lp-LPA2水平(天津康尔克生物科技有限公司),严格按照说明书操作方法进行检测。(3)冠状动脉造影检查及冠状动脉狭窄严重程度积分(Gensini积分)评定:所有入组患者均于急诊用Judkins法行急诊选择性冠状动脉造影检查^[8],多体位投照,冠状动脉狭窄程度用直径法表示,即以狭窄段两端正常血管区直径为100%。

Gensini积分按照AHA的Gensini积分评分方法^[9]进行:依据冠状动脉狭窄程度将冠状动脉分为:1分(冠状动脉狭窄0~25%),2分(冠状动脉狭窄25%~49%),4分(冠状动脉狭窄50%~74%),8分(冠状动脉狭窄75%~89%),16分(冠状动脉狭窄90%~99%),32分(冠状动脉狭窄100%);据冠状动脉分支狭窄累及部位不同,确定不同权重:左主干病变 $\times 5$,回旋支近段 $\times 2.5$,前降支近段 $\times 2.5$,前降支中段 $\times 1.5$,前降支远段、第一对角支、回旋支远段、钝缘支动脉、右冠状动脉、左心室后侧支、心尖支 $\times 1.0$,第二对角支 $\times 0.5$ 。各分支基础得分乘以病变部位权重系数得分之和,则为该患者的Gensini积分。总分 ≤ 32 分为轻度组($n=81$),总分33~65分为中度组($n=71$),总分 ≥ 66 分为重度组($n=70$)。MACE包括:复发性心绞痛、再发急性心肌梗死、全因死亡、

恶性心律失常、心源性死亡、急性心力衰竭、需外科手术治疗等。

1.3 统计学处理 采用 SPSS26.0 统计软件进行数据分析,符合正态分布的计量资料,以 $\bar{x}\pm s$ 表示,使用独立样本 t 检验或 t' 检验或方差分析进行组间比较;符合偏态分布数据不能转换为正态分布,以 $M(P25,P75)$ 表示,采用非参数检验进行组间比较;能够转换为正态分布,对转换完数据逆转后以 $\bar{x}\pm s$ 表示,使用独立样本 t 检验或 t' 检验或方差分析进行组间比较;计数资料采用百分比描述,组间比较采用 χ^2 检验。Lp-PLA2 与 Gensini 积分的相关性采用 Pearson 相关分析。多因素 Logistic 回归分析 MACE 的影响因素, $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

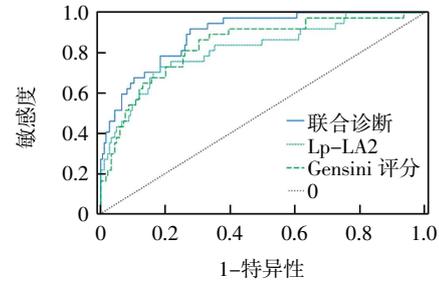
2.1 一般资料比较 MACE 组与非 MACE 组相比,二者在性别、年龄、吸烟史、糖尿病史、高血压史、空腹血糖(FBG)、甘油三酯等一般资料的比较差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。MACE 组 Lp-PLA2、Gensini 积分、血浆脑钠肽(BNP)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白-胆固醇(LDL-C)水平显著高于非 MACE 组;收缩压和 LVEF 水平显著低于非 MACE 组,差异具有统计学意义(均 $P<0.01$),见表 1。

表 1 MACE 组与非 MACE 组一般资料比较[n(%),M(P25,P75)]
Tab.1 Comparison of general data between MACE group and non-MACE group[n(%),M(P25,P75)]

一般资料	非 MACE 组 (n=185)	MACE 组 (n=37)	$t/t'/Z/\chi^2$	P
男性	121(65.41)	27(72.97)	0.795	0.373
年龄(岁)	71.69±6.01	72.73±5.12	-1.078	0.282
糖尿病	46(24.86)	10(27.03)	0.076	0.782
高血压	132(71.35)	27(72.97)	0.040	0.842
吸烟	76(41.08)	16(43.24)	0.059	0.807
LVEF(%)	60.12±6.01	54.54±11.46	2.882	0.006
FBG(mmol/L)	6.81±2.14	6.42±1.43	1.051	0.295
收缩压(mmHg)	156.91±24.62	145.22±24.76	2.636	0.009
舒张压(mmHg)	84.21±14.10	82.30±13.69	0.755	0.451
肌酐(μ mol/L)	66.00 (58.50,79.50)	81.00 (63.50,98.50)	-3.070	0.002
BNP(pg/mL)*	4.02±1.16	5.37±1.31	-6.321	0.000
TC(mmol/L)	4.05±1.03	4.66±1.26	-3.148	0.002
TG(mmol/L)	1.24(0.90,1.80)	1.17(0.90,1.50)	-0.753	0.452
LDL-C(mmol/L)	2.42±0.93	2.96±0.95	-3.228	0.001
Gensini 评分	40.00 (16.00,64.00)	102.00 (63.50,128.00)	-6.546	0.000
Lp-PLA2(ng/mL)	132.64±51.18	214.31±76.21	-6.243	0.000

注:LVEF:左室射血分数;FBG:空腹血糖;*BNP 原始数据经自然对数转换后处理;TC:总胆固醇;TG:甘油三酯;LDL-C:低密度脂蛋白-胆固醇;Gensini 评分:冠状动脉狭窄严重程度积分;Lp-LPA2:脂蛋白相关磷脂酶 A2;1 mmHg=0.133 kPa

2.2 受试者工作特征(ROC)曲线分析 Lp-PLA2 和 Gensini 积分对 MACE 发生率预测的 ROC 曲线下面积分别为 0.817(95% CI:0.738~0.897, $P<0.01$)、0.841(95% CI:0.770~0.912, $P<0.01$);两项指标联合预测 ROC 曲线下面积为 0.892(95% CI:0.842~0.943, $P<0.01$);二者联合预测 MACE 优于单独预测,见图 1。



注:Gensini 评分:冠状动脉狭窄严重程度积分;Lp-LPA2:脂蛋白相关磷脂酶 A2;ROC:受试者工作特征

图 1 Lp-PLA2 和 Gensini 积分预测 MACE 发生率 ROC 曲线
Fig.1 The ROC curve of MACE incidence predicted by Lp-PLA2 and Gensini score

2.3 冠状动脉狭窄不同程度组 MACE 发生率与 Lp-PLA2 水平比较 中度病变组 MACE 发生率显著高于轻度病变组,重度病变组 MACE 发生率显著高于中度病变组,差异具有统计学意义(均 $P<0.01$)。方差分析显示各组间 Lp-PLA2 水平具有显著性差异($F=22.739, P<0.01$),重度病变组 Lp-PLA2 水平显著高于中度病变组,中度病变组 Lp-PLA2 水平显著高于轻度病变组,见表 2。

表 2 冠状动脉狭窄轻度、中度、重度组 MACE 发生率和 Lp-PLA2 水平比较[n(%), $\bar{x}\pm s$]

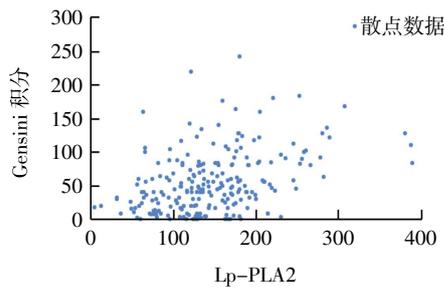
Tab.2 Comparison of MACE incidence and Lp-PLA2 level in mild, moderate and severe coronary artery stenosis groups [n(%), $\bar{x}\pm s$]

项目	MACE 发生率	Lp-PLA2(ng/mL)
轻度病变组	3(4.00)	116.87±49.12
中度病变组	7(9.33)	142.04±51.10
重度病变组	27(37.50)	181.24±72.27
合计	37(16.67)	
χ^2/F	34.068	22.739
P	0.000	0.000

注:Lp-LPA2:脂蛋白相关磷脂酶 A2;MACE:心血管不良事件

2.4 血清 Lp-PLA2 水平与 Gensini 积分的相关性分析 Pearson 相关分析显示 Lp-PLA2 水平与 Gensini 积分呈显著正相关($r=0.403, P<0.01$),见图 2。

2.5 MACE 的多因素 Logistic 回归分析 以 MACE 是否发生为因变量,以 Lp-LPA2 和 Gensini 积分为自变量进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示 Lp-LPA2 和 Gensini 积分均是 MACE 发生的独立危险因素,见表 3。



注: Gensini 积分: 冠状动脉狭窄严重程度积分; Lp-LPA2: 脂蛋白相关磷脂酶 A2

图 2 血清 Lp-PLA2 水平与 Gensini 积分相关性分析

Fig.2 Correlation analysis between serum Lp-PLA2 level and Gensini score

表 3 MACE 的 Logistic 回归分析

Tab.3 Logistic regression analysis of MACE

项目	回归系数	标准误	Z	Wald χ^2	P	OR	95%CI
Lp-PLA2	0.016	0.005	3.435	11.799	0.001	1.017	1.007~1.026
Gensini 积分	0.020	0.006	3.640	13.250	0.000	1.020	1.009~1.031

注: Gensini 积分: 冠状动脉狭窄严重程度积分; Lp-LPA2: 脂蛋白相关磷脂酶 A2

3 讨论

近年来,随着我国社会的快速发展,人们的生活方式以及饮食习惯等都发生了巨大变化,同时伴随着我国人口老龄化程度的不断提高,冠状动脉粥样硬化性心脏病(coronary atherosclerotic heart disease, CHD)在人群当中的发病率越来越高,给人们的生命健康带来严重威胁。NSTE-ACS 是临床上最为常见的 ACS 类型,虽经血运重建治疗,部分患者 MACE 发生率仍较高。ACS 发生、发展的全过程包括从开始的动脉内膜粥样硬化斑块的形成、进展及斑块破裂,继发血栓形成,每个环节均有炎症参与其中。Lp-PLA2 是近年来研究发现的一个反映动脉粥样硬化严重程度的新的炎症介质^[10-11]。Lp-PLA2 是水解酶超家族的一员,血液循环中的 Lp-PLA2 主要由巨噬细胞和内皮细胞合成和分泌,通过降解血管内膜的低密度脂蛋白上的氧化卵磷脂,产生促炎介质,可刺激产生黏附因子、细胞因子等,促进炎症细胞向炎症部位聚集^[12],导致内皮功能障碍^[13],从而促进了动脉粥样硬化斑块的形成和发展^[14-16]。另一方面,巨噬细胞对 Lp-PLA2 有负向调节作用,巨噬细胞的生成可促进产生更多的 Lp-PLA2,从而促使动脉粥样硬化进一步加重^[17]。研究表明,Lp-PLA2 还可促进基质金属蛋白酶的合成,从而使得细胞外基质蛋白分解,使动脉粥样硬化斑块纤维帽变薄而易于

破裂^[18]。已有研究证实,Lp-PLA2 可以作为 ACS 患者 MACE 发生风险的有效评估指标,其浓度与 MACE 发生呈正相关^[19]。既往研究显示,Gensini 积分能预测不稳定型心绞痛患者支架内再狭窄的风险,同时与急性 ST 段抬高型心肌梗死患者近期 MACE 事件发生风险相关^[20-21]。本研究结果显示,老年 NSTE-ACS 患者群体 MACE 组 Lp-PLA2 水平和 Gensini 积分水平显著高于非 MACE 组,即 Lp-PLA2 水平和 Gensini 积分水平越高越容易发生 MACE。冠状动脉狭窄严重程度分析显示,冠状动脉狭窄越严重,Lp-PLA2 水平越高,MACE 发生率越高。相关分析显示 Lp-PLA2 水平与 Gensini 积分呈显著正相关。Lp-PLA2 和 Gensini 积分是老年 NSTE-ACS 患者近期 MACE 发生的独立危险因素。也就说明,老年 NSTE-ACS 患者 Lp-PLA2 水平越高,冠状动脉粥样硬化狭窄程度越严重,越容易发生 MACE。Lp-PLA2 联合 Gensini 积分能够对老年 NSTE-ACS 患者近期 MACE 发生率进行有效预测。

综上所述,老年 NSTE-ACS 患者群体中 Lp-PLA2 能够较好地反映冠状动脉狭窄的严重程度,Lp-PLA2 联合 Gensini 积分可以作为预测近期 MACE 发生率的较好指标,从而为临床决策提供帮助,以便及时采取相应治疗和预防措施,改善患者预后。本研究为单中心小样本量的老年 NSTE-ACS 患者,存在一定的局限性,随访时间较短,有可能发生偏倚,有待多中心、大样本量的随机对照研究进一步证实。

参考文献:

- [1] 中国心血管健康与疾病报 2022 编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2022 要点解读[J]. 中国心血管杂志, 2023, 28(4): 297-312.
- [2] 李宪伦, 王显, 吴永健, 等. 经皮冠状动脉介入术后中西医结合心脏康复专家共识[J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(11): 1517-1528.
- [3] CHANG J G. PLAC test for Lp-PLA2 activity to predict coronary heart disease[J]. Am Fam Physician, 2020, 101(1): 44-46.
- [4] ZHANG H, GAO Y, WU D, et al. The relationship of lipoprotein-associated phospholipase A2 activity with the seriousness of coronary artery disease[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2020, 20(1): 295.
- [5] WANG R, WANG X, ZHANG E, et al. Correlation of plasma galectin-3 and plasma lipoprotein-associated phospholipase A2 with the severity and prognosis of coronary artery disease[J]. Am J Transl Res, 2021, 13(8): 8997-9004.
- [6] 刘亚东, 马利军, 杨延星. 冠心病病人冠状动脉斑块性质与 Lp-PLA2、Hcy 和 D-二聚体水平的相关性分析[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2020, 18(7): 1100-1102.
- [7] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会.

- 非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征诊断和治疗指南(2016)[J]. 中华心血管病杂志, 2017, 45(5):359-376.
- [8] 胡龙, 黄政, 章敬水, 等. 多功能 5F tigerI 导管与 6F Judkins 导管在经桡动脉途径冠状动脉造影中的对比[J]. 安徽医药, 2013, 17(3):424-425.
- [9] GENSINI G G. A more meaningful scoring system for determining the severity of coronary heart disease[J]. Am J Cardiol, 1983, 51(3):606.
- [10] MANGIERI E, MACCHIARELLI G, CIAVOLELLA M, et al. Slow coronary flow: clinical and histopathological features in patients with otherwise normal epicardial coronary arteries[J]. Cathet Cardiovasc Diagn, 1996, 37(4):375-381.
- [11] 周子凡, 王龙飞, 董松坡, 等. 生物瓣膜置换术联合托拉塞米治疗心脏瓣膜病的效果及对 B 型脑钠肽和脂蛋白相关磷脂酶 A2 水平的影响[J]. 中国医药, 2019, 14(1):45-49.
- [12] LV S L, ZENG Z F, GAN W Q, et al. Lp-PLA2 inhibition prevents Ang II-induced cardiac inflammation and fibrosis by blocking macrophage NLRP3 inflammasome activation[J]. Acta Pharmacol Sin, 2021, 42(12):2016-2032.
- [13] MOUROUZIS K, SIASOS G, OIKONOMOU E, et al. Lipoprotein-associated phospholipase A2 levels, endothelial dysfunction and arterial stiffness in patients with stable coronary artery disease[J]. Lipids Health Dis, 2021, 20(1):12.
- [14] MA S, DING L, CAI M, et al. Association Lp-PLA2 gene polymorphisms with coronary heart disease[J]. Dis Markers, 2022, 2022: 9775699.
- [15] 方顺森, 葛兴利, 李运田, 等. 脂蛋白相关磷脂酶 A2 和心型脂肪酸结合蛋白诊断急性心肌梗死的价值及与预后的关系[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(2):148-150.
- [16] MOUROUZIS K, SIASOS G, OIKONOMOU E, et al. Lipoprotein-associated phospholipase A2 levels, endothelial dysfunction and arterial stiffness in patients with stable coronary artery disease[J]. Lipids Health Dis, 2021, 20(1):12.
- [17] 杨晴, 刘彦虹. 细胞自噬与动脉粥样硬化关系的研究进展[J]. 国际免疫学杂志, 2017, 40(3):309-312.
- [18] ZHANG H, ZHOU W, CAO C, et al. Amelioration of atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice by combined RNA interference of lipoprotein-associated phospholipase A2 and YKL-40[J]. PLoS One, 2018, 13(8):e0202797.
- [19] SVAROVSKAYA A V, TEPLYAKOV A T, GUSAKOVA A M, et al. Role of markers of inflammation and endothelial dysfunction in the prognosis of the development of cardiovascular complications in patients with coronary artery disease and metabolic syndrome after coronary stenting[J]. Kardiologia, 2020, 60(8):98-105.
- [20] 牛泽家馨, 王丹, 胡桂霖, 等. 单核细胞/高密度脂蛋白胆固醇比值与不稳定型心绞痛患者冠状动脉病变狭窄程度的相关性研究[J]. 西安交通大学学报(医学版), 2023, 44(1):14-21.
- [21] 汪洋, 李彩荣, 王宁夫. 平均血小板容积和 Gensini 积分对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后预后的影响[J]. 临床和实验医学杂志, 2018, 17(6):602-604.

(2024-09-25 收稿)

·读者·作者·编者·

《天津医科大学学报》关于“ppm、ppb、ppt”英文缩写的换算说明

在医学论文中,“ppm、ppb、ppt”这类英文缩写常常被作者作为单位符号使用,但“ppm、ppb、ppt”既不是数学符号,更不是单位符号,只是表示数量份额的英文名词缩写(英文全称分别为 parts per million、parts per billion、parts per trillion)。在实际研究中,仪器测量的数值可能会以“ppm、ppb、ppt”形式给出结果,作者在撰写文章进行数据描述时则需对“ppm、ppb、ppt”进行换算。

对溶液而言,换算前需了解体积比还是质量比。 $1 \mu\text{g}/\text{mL}$ 是质量-体积比,如果溶液的密度是 $1 \text{ g}/\text{mL}$,则 $1 \mu\text{g}/\text{mL}$ 相当于 1 ppm ;如果溶液密度不是 $1 \text{ g}/\text{mL}$,则需要进行换算。

对大气中的污染物而言,常用体积浓度和质量-体积浓度来表示其在大气中的含量。体积浓度是用每立方米大气中含有污染物的体积数来表示(如 cm^3/m^3 、 mL/m^3),换算关系是: $1 \text{ ppm}=1 \text{ cm}^3/\text{m}^3=10^{-6}$, $1 \text{ ppb}=10^{-9}$, $1 \text{ ppt}=10^{-12}$;质量-体积浓度是用每立方米大气中污染物的质量数来表示(如 mg/m^3 、 g/m^3),换算关系是: $C=22.4 X/M$,式中: X 为污染物以 mg/m^3 表示的浓度值, C 为污染物以 ppm 表示的浓度值, M 为污染物的分子量。

在土壤、动植物、固体废弃物中“ppm、ppb、ppt”与质量含量的换算关系为: $1 \text{ ppm}=1 \text{ mg}/\text{kg}=1000 \mu\text{g}/\text{kg}$, $1 \text{ ppb}=1 \mu\text{g}/\text{kg}=10^{-3} \text{ mg}/\text{kg}$, $1 \text{ ppt}=1 \text{ ng}/\text{kg}=10^{-6} \text{ mg}/\text{kg}$ 。

本刊编辑部