

冠心病患者血清生物标志物水平与冠脉病变严重程度的相关性

戴煌
(东部战区总医院心血管内科,江苏 南京 210000)

【摘要】目的：探讨冠心病(CHD)患者血清生物标志物水平与冠脉病变严重程度的相关性。**方法：**选取 453 例 CHD 患者为观察组,按照冠脉病变严重程度分为轻度组($n=147$)、中度组($n=132$)和重度组($n=174$);另选同期 213 名非 CHD 志愿者为对照组。比较观察组和对照组一般资料及不同冠脉病变严重程度患者血清生物标志物水平;Pearson 相关性分析血清生物标志物水平与冠脉病变严重程度的相关性;有序 Logistic 回归分析 CHD 患者冠脉病变严重程度的因素。**结果：**观察组患者血清高密度脂蛋白(HDL)、脂蛋白相关磷脂酶 A2(Lp-PLA2)、D-二聚体、B 型脑钠肽(BNP)、纤维蛋白原(FIB)、心肌肌钙蛋白 I(cTnI)、C 反应蛋白(CRP)水平高于对照组($P<0.05$)。不同冠脉病变严重程度 CHD 患者血清 D-二聚体、BNP、cTnI、FIB、CRP、淋巴细胞(LYM)水平比较,差异有统计学意义($P<0.05$),且重度组 $>$ 中度组 $>$ 轻度组。相关性分析结果显示,血清 Lp-PLA2、D-二聚体、BNP、cTnI、FIB、CRP 水平与 CHD 患者冠脉病变严重程度具有相关性($P<0.05$)。回归分析结果显示,cTnI、FIB 水平是影响 CHD 患者冠脉病变严重程度的独立危险因素($P<0.05$)。**结论：**血清 Lp-PLA2、D-二聚体、BNP、cTnI、FIB、CRP 水平与 CHD 患者冠脉病变严重程度有关。其中,cTnI 和 FIB 是独立危险因素,可辅助临床评估病情。

【关键词】冠心病;冠脉病变;严重程度;血清生物标志物;相关性

【中图分类号】 R541.4 **【文献标志码】** A

Correlation between the severity of coronary lesions and serum biomarkers in patients with coronary heart disease

DAI Huang
(Department of Cardiovascular Medicine, Eastern Theatre Command General Hospital, Nanjing 210000, Jiangsu, China)

【Abstract】 Objective: To explore the correlation between the severity of coronary artery lesions and serum biomarkers in patients with coronary heart disease (CHD). **Methods:** A total of 453 patients with CHD were selected as the observation group, while 213 patients without CHD were included as the control group. According to the severity of coronary artery lesions, CHD patients were divided into mild group ($n=147$), moderate group ($n=132$) and severe group ($n=174$). The general information and serum biomarker levels of patients with different severity of coronary artery disease between the observation group and the control group were compared, the correlation between serum biomarker levels and the severity of coronary artery disease were analyzed by Pearson correlation analysis. The influence factors of severity of coronary artery disease in CHD patients were analyzed by Ordered Logistic regression analysis. **Results:** The comparisons of high-density lipoprotein (HDL), lipoprotein-associated phospholipase A2 (Lp-PLA2), D-dimer, B-type natriuretic peptide (BNP), cardiac troponin I (cTnI), fibrinogen (FIB), and C-reactive protein (CRP) in observation group were higher than those in the control group ($P<0.05$). There were significant differences in the levels of D-dimer, BNP, cTnI, FIB, CRP, and lymphocytes (LYM) among patients with different severity levels of coronary heart disease ($P<0.05$), with severe group $>$ moderate group $>$ mild group. The correlation analysis results showed that the levels of serum Lp-PLA2, D-dimer, BNP, cTnI, FIB, CRP were correlated with the severity of coronary artery disease in CHD patients ($P<0.05$). The regression analysis results showed that cTnI and FIB levels were independent risk factors affecting the severity of coronary artery disease in CHD patients ($P<0.05$). **Conclusion:** The severity of coronary artery lesions in patients with CHD is associated with the levels of Lp-PLA2, D-dimer, BNP, cTnI, FIB and CRP. Among them, cTnI and FIB are independent risk factors and can assist in clinical assessment.

【Key words】 Coronary heart disease; Coronary artery lesion; Severity; Serum biomarker; Correlation

冠心病(coronary heart disease, CHD)由冠状动脉粥样硬化引发血管狭窄或堵塞,致心肌供血不足,进而引发心绞痛、心肌梗死甚至猝死等^[1-2]。冠脉病变的严重程度对患者预后及治疗方案的筛选有直接影响,精准把控病变程度对降低不良心血管事件发生率意义重大^[1]。临床实践中,冠脉造影联合 Gensini 评分系统是衡量冠脉病变严重程度的金标准,但其为有创操作,且难以在疾病早期或基层医疗机构广泛应用^[3]。血清生物标志物在心血管疾病的诊断和病情评估中发挥着关键作用,不同的血清生物标志物可从不同角度反映心肌损伤、心肌重构、心脏功能状态等^[4-6]。目前针对该领域的相关研究尚存一定局限性。本研究旨在探讨 CHD 患者血清生物标志物水平与冠脉病变严重程度的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2022 年 1 月至 2025 年 1 月东部战区总医院诊治的 453 例 CHD 患者为观察组,按照冠脉病变严重程度分为轻度组($n=147$)、中度组($n=132$)和重度组($n=174$);同期 213 名非 CHD 志愿者为对照组。本研究经医院医学伦理委员会审批,患者及其家属知情同意。纳入标准:(1)符合冠心病相关诊断标准,经冠脉造影检查证实存在冠状动脉粥样硬化性病变^[7];(2)临床资料完整。排除标准:(1)患有严重肝肾功能障碍;(2)恶性肿瘤;(3)自身免疫性疾病;(4)合并急性感染性疾病;(5)处于妊娠期或哺乳期女性;(6)近 3 个月内存在重大手术、创伤病史的患者。

1.2 方法

1.2.1 冠脉病变严重程度判定标准 行冠状动脉造影检查后,由至少 2 名资深高级职称医师依据 Gensini 评分评估冠状动脉狭窄程度^[8]。狭窄程度 $<25\%$ 计 1 分, $25\%\sim 49\%$ 计 2 分, $50\%\sim 74\%$ 计 4 分, $75\%\sim 89\%$ 计 8 分, $90\%\sim 99\%$ 计 16 分, 100% 计 32 分;按血管节段重要性赋予对应加权系数(如左主干 5、前降支近段 1.5 等),将各节段原始评分与对应系数相乘后累加,即为 Gensini 总分;总分越高,表明冠脉病变越严重。一般认为总分 <40 分为轻度病变, $40\sim 80$ 分为中度病变, >80 分为重度病变。

1.2.2 血清生物标志物检测 采集患者空腹静脉血 5~10 mL,离心分离血清,采用全自动生化分析仪测定尿酸(UA)、低密度脂蛋白(LDL)、高密度脂蛋白(HDL)、D-二聚体、C 反应蛋白(CRP)水平;酶联免疫吸附试验(ELISA)检测脂蛋白相关磷脂酶 A2(Lp-PLA2)水平;化学发光免疫分析法检测 B 型脑钠肽(BNP)、心肌肌钙蛋白(IcTnI)水平;全自动

凝血分析仪检测纤维蛋白原(FIB)水平;全自动血液细胞分析仪检测淋巴细胞(LYM)及血小板(PLT)计数。

1.3 观察指标

(1)一般资料:包括患者年龄、性别、体质量指数(BMI)、吸烟史、饮酒史、高血压病史、糖尿病病史、心力衰竭史、脑梗史、房颤史及血清生物标志物水平;(2)不同冠脉病变严重程度 CHD 患者血清生物标志物水平;(3)CHD 患者血清生物标志物水平与冠脉病变严重程度的相关性;(4)影响 CHD 患者冠脉病变严重程度的因素。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件对数据进行处理与分析。计量资料符合正态分布且方差齐性,以($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较行独立样本 t 检验,多组间比较行单因素方差分析,进一步两两比较行 SNK- q 检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较行独立样本 χ^2 检验;相关性分析采用 Pearson 相关行分析;影响因素采用有序 Logistic 回归分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 观察组和对照组一般资料比较

观察组和对照组血清 HDL、Lp-PLA2、D-二聚体、BNP、cTnI、FIB、CRP 水平比较,差异有统计学意义($P<0.05$);其他资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较($\bar{x}\pm s, n(\%)$)

资料	对照组($n=213$)	观察组($n=453$)	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	62.77 $\pm$ 11.31	63.48 $\pm$ 10.80	-0.775	0.438
BMI(kg/m ²)	25.82 $\pm$ 3.77	25.26 $\pm$ 3.30	1.860	0.064
性别			1.110	0.292
男	104(48.83)	241(53.20)		
女	109(51.17)	212(46.80)		
心力衰竭史	20(9.39)	46(10.15)	0.095	0.758
高血压病史	129(60.56)	260(57.40)	0.599	0.439
糖尿病病史	42(19.72)	101(22.30)	0.571	0.450
房颤史	11(5.16)	25(5.52)	0.036	0.850
脑梗史	25(11.74)	60(13.25)	0.296	0.586
吸烟史	86(40.38)	172(37.97)	0.354	0.552
饮酒史	48(22.54)	120(26.49)	1.201	0.273
UA(μ mol/L)	360.81 $\pm$ 91.17	370.12 $\pm$ 105.97	-1.165	0.244
HDL(mmol/L)	0.84 $\pm$ 0.43	1.02 $\pm$ 0.27	-5.749	<0.001
LDL(mmol/L)	2.22 $\pm$ 0.71	2.31 $\pm$ 0.82	-1.399	0.162
Lp-PLA2(μ g/mL)	100.92 $\pm$ 54.91	119.55 $\pm$ 115.10	-2.827	0.005
D-二聚体(mg/L)	0.25 $\pm$ 0.45	0.34 $\pm$ 0.60	-1.974	0.049
BNP(ng/L)	84.05 $\pm$ 124.78	166.31 $\pm$ 413.59	-3.874	<0.001
CTnI(ng/mL)	0.18 $\pm$ 0.92	1.07 $\pm$ 4.35	-4.150	<0.001
FIB(g/L)	2.81 $\pm$ 0.67	3.10 $\pm$ 0.88	-4.734	<0.001
CRP(mg/L)	2.05 $\pm$ 5.37	3.81 $\pm$ 10.38	-2.883	0.004
LYM($\times 10^9$ /L)	1.91 $\pm$ 0.61	1.85 $\pm$ 0.63	0.979	0.328
PLT($\times 10^9$ /L)	201.77 $\pm$ 52.52	208.11 $\pm$ 61.05	-1.306	0.192

2.2 不同冠脉病变严重程度 CHD 患者血清生物标志物水平比较

不同冠脉病变严重程度 CHD 患者血清 D-二聚体、BNP、cTnI、FIB、CRP、LYM 水平比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),且重度组>中度组>轻度组。见表 2。

表 2 不同冠脉病变严重程度 CHD 患者血清生物标志物水平比较($\bar{x}\pm s$)

指标	轻度组($n=147$)	中度组($n=132$)	重度组($n=174$)	F 值	P 值
UA($\mu\text{mol/L}$)	368.30±103.23	366.72±104.98	374.24±109.41	0.220	0.802
HDL($\mu\text{mol/L}$)	1.01±0.24	1.03±0.29	1.02±0.27	0.211	0.810
LDL($\mu\text{mol/L}$)	2.22±0.78	2.34±0.82	2.35±0.84	1.163	0.313
Lp-PLA2($\mu\text{g/mL}$)	104.44±60.01	116.22±107.60	134.84±149.57	2.882	0.057
D-二聚体(mg/L)	0.23±0.37	0.33±0.59 ^①	0.43±0.73 ^{①②}	4.744	0.009
BNP(ng/L)	77.64±111.33	160.40±532.05 ^①	245.70±457.24 ^{①②}	6.766	0.001
cTnI(ng/L)	0.22±1.08	1.04±4.68 ^①	1.80±5.55 ^{①②}	5.314	0.005
FIB(g/L)	2.84±0.68	3.17±0.93 ^①	3.26±0.94 ^{①②}	9.998	<0.001
CRP(mg/L)	1.77±5.08	3.75±9.54 ^①	5.58±13.57 ^{①②}	5.472	0.004
LYM($\times 10^9/\text{L}$)	1.96±0.67	1.77±0.57 ^①	1.83±0.65 ^{①②}	3.366	0.035
PLT($\times 10^9/\text{L}$)	200.97±50.36	210.04±59.15	212.70±69.87	1.567	0.210

① $P<0.05$,与轻度组比较;② $P<0.05$,与中度组比较。

2.3 CHD 患者血清生物标志物水平与冠脉病变严重程度的相关性

相关性分析结果显示,CHD 患者血清 Lp-PLA2、D-二聚体、BNP、cTnI、FIB、CRP 水平与冠脉病变严重程度均呈正相关关系($P<0.05$)。见表 3。

表 3 CHD 患者血清生物标志物水平与冠脉病变严重程度的相关性

指标	r 值	P 值
Lp-PLA2($\mu\text{g/mL}$)	0.112	0.017
D-二聚体(mg/L)	0.144	0.002
BNP(ng/L)	0.171	<0.001
cTnI(ng/L)	0.152	<0.001
FIB(g/L)	0.197	<0.001
CRP(mg/L)	0.154	<0.001

2.4 影响 CHD 患者冠脉病变严重程度的因素

将相关性分析中有统计学意义的血清生物标志物(原值输入)作为自变量,冠脉病变严重程度作为有序分类的因变量,有序 Logistic 回归分析结果显示,cTnI、FIB 是影响 CHD 患者冠脉病变严重程度的独立危险因素($P<0.05$)。见表 4。

表 4 影响 CHD 患者冠脉病变严重程度的因素

因素	单因素					多因素				
	β 值	SE 值	$Wald$ 值	P 值	$OR(95\%CI)$	β 值	SE 值	$Wald$ 值	P 值	$OR(95\%CI)$
Lp - PLA2	0.01	0.01	5.244	0.022	1.01 (1.01 ~ 1.01)	-0.00	0.01	0.422	0.518	1.00 (1.00 ~ 1.00)
D-二聚体	0.49	0.17	8.065	0.004	1.64 (1.17 ~ 2.30)	0.21	0.19	1.276	0.258	1.24 (0.86 ~ 1.79)
BNP	0.01	0.01	11.356	<0.001	1.01 (1.01 ~ 1.01)	0.01	0.01	3.168	0.075	1.00 (1.00 ~ 1.00)
cTnI	0.07	0.02	8.179	0.004	1.07 (1.02 ~ 1.12)	0.06	0.03	4.840	0.028	1.06 (1.01 ~ 1.12)
FIB	0.41	0.10	16.160	<0.001	1.51 (1.24 ~ 1.85)	0.29	0.14	4.709	0.030	1.34 (1.03 ~ 1.75)
CRP	0.03	0.01	8.82	0.003	1.03 (1.01 ~ 1.06)	0.01	0.01	0.029	0.863	1.00 (0.98 ~ 1.03)

3 讨论

在心血管疾病领域,CHD 作为高发病率、高致残率的疾病,核心病理基础是冠状动脉粥样硬化引发的血管狭窄或堵塞,而冠脉病变的严重程度是决定患者临床结局和治疗决策的关键依据。既往研究^[9-10]已证实,血清生物标志物与 CHD 发病存在密切联系,部分标志物甚至被用于 CHD 的初步诊断。但现有研究多聚焦于生物标志物与是否患有 CHD 的关联,对于同一疾病进程中,这些标志物如何随冠脉病变严重程度发生特征性变化尚未明确。本研究聚焦于 CHD 患者,通过分析血清生物标志物水平与冠脉病变严重程度的相关性,为临床提供可通过血清检测评估冠脉病变的实用指标,为制定个体化治疗方案和判断患者预后提供重要参考。

本研究结果显示,CHD 与非 CHD 患者血清 HDL、Lp-PLA2、D-二聚体、BNP、cTnI、FIB、CRP

水平比较,差异有统计学意义($P<0.05$),印证了这些标志物与 CHD 发病的关联性。其中,HDL 作为保护性脂蛋白,水平降低可能削弱胆固醇逆向转运能力,促进冠脉粥样硬化;Lp-PLA2 通过水解氧化磷脂参与动脉粥样硬化斑块形成,升高可反映斑块不稳定性^[11];D-二聚体、FIB 作为凝血与纤溶系统指标,水平异常提示 CHD 患者存在高凝状态,与冠脉内血栓形成风险密切相关;BNP、cTnI 的升高则分别反映心肌重构及心肌损伤,是 CHD 病理进程的直接分子信号;CRP 作为炎症标志物,水平差异进一步支持炎症反应在 CHD 发生中的核心作用^[12]。CHD 与非 CHD 患者血清 UA 及 LDL 水平、LYM 及 PLT 比较,差异无统计学意义($P>0.05$),推测可能是受检测时间点、治疗干预、样本特征等因素的影响。对于 LDL 和 UA,长期暴露水平、功能状态可能比单一检测值更有意义;对于淋巴细胞和血小板,其功能指标可能比数量更能反映与

冠心病的关联。同时,这一结果也提示,在冠心病的诊断和风险评估中,需结合多指标、多维度分析,避免依赖单一静态指标。

本研究结果显示,不同冠脉病变严重程度 CHD 患者血清 D-二聚体、BNP、cTnI、FIB、CRP、LYM 水平比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),且重度组 $>$ 中度组 $>$ 轻度组,这说明生物标志物水平与冠脉病变严重程度相关。随着冠脉病变从轻度向重度进展,心肌缺血缺氧程度加重,心肌细胞损伤及心功能代偿性变化更明显,因此 cTnI 和 BNP 水平呈现递进式升高;同时,严重冠脉病变常伴随斑块破裂风险增加,继发局部凝血激活,导致 D-二聚体、FIB 水平升高;而 CRP 的差异则提示,冠脉病变越严重,局部及全身炎症反应越剧烈^[13]。同时,LYM 在不同冠脉病变严重程度中的差异,可能与免疫调节紊乱有关。淋巴细胞作为免疫细胞,其数量变化可能反映机体对动脉粥样硬化的免疫应答状态,但其具体机制仍需进一步验证^[14]。但不同冠脉病变严重程度 CHD 患者血清 UA、HDL、LDL、Lp-PLA2、PLT 水平比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),原因可能与 UA 的作用更多与长期代谢累积有关。在冠脉病变从轻度向重度进展的相对短期进程中,UA 水平可能尚未随病变严重程度呈现阶梯式变化,且易受饮食、肾功能等基线因素影响,若不同严重程度患者的这些基线因素均衡,则难以显现差异;HDL 和 LDL 作为血脂指标,其水平更多反映长期脂质代谢状态,即使冠脉病变加重,若患者已通过药物干预维持血脂稳定,或病变进展速度与血脂变化不同步,可能导致差异;Lp-PLA2 虽与斑块稳定性相关,但可能仅在斑块破裂等急性事件时显著升高,而在慢性冠脉病变进展阶段,其水平变化较平缓,难以区分不同程度的稳定期病变;PLT 数量受机体凝血代偿机制调控,在无急性血栓事件的情况下,不同严重程度的慢性冠脉病变通常不会引发血小板数量的明显波动,且其功能异常比数量变化更能反映病变相关的凝血状态,仅检测数量难以捕捉差异。此外,若样本中不同严重程度的病变进展速度较慢、病程重叠度高,或样本量不足,也可能掩盖这些指标本应存在的细微差异。

相关性分析结果显示,Lp-PLA2、D-二聚体、BNP、cTnI、FIB、CRP 水平与 CHD 患者冠脉病变严重程度均呈正相关关系($P < 0.05$),这不仅强化了单因素分析的结论,更提示这些标志物可能成为评估病变进展的潜在量化指标。其中,Lp-PLA2 与冠脉病变严重程度的相关性,支持其作为斑块稳定性评估的补充指标。在冠脉狭窄程度加重的过程

中,不稳定斑块比例增加,Lp-PLA2 释放增多;而 BNP、cTnI 的相关性则提示,除了反映心肌损伤,其水平还可间接提示冠脉血流灌注受损的严重程度^[15-16]。这些指标的联合检测,可能比单一指标更精准地反映冠脉病变的结构损伤导致功能影响双重特征。同时,本研究有序 Logistic 回归分析显示,cTnI、FIB 是影响 CHD 患者冠脉病变严重程度的独立危险因素($P < 0.05$),从侧面印证了上述指标无差异的合理性。cTnI 水平直接与心肌细胞受损程度相关,而冠脉病变越严重,心肌缺血缺氧越明显,心肌损伤也就越严重;FIB 参与凝血过程,冠脉病变严重时往往伴随局部凝血功能异常激活,FIB 水平会相应升高,影响病变严重程度^[17-18]。

综上,血清 Lp-PLA2、D-二聚体、BNP、cTnI、FIB、CRP 水平与 CHD 患者冠脉病变严重程度有关。其中,cTnI 和 FIB 是独立危险因素,可辅助临床评估病情。

参考文献

- [1] He L, Chen S, Zhu X, *et al.* The change of inflammatory markers may predict long-term major adverse cardiovascular events in elderly patients with coronary heart disease: a retrospective cohort study[J]. *Frontiers in Medicine*, 2025, 11: 1523581.
- [2] Shen R, Zhang Y. Relationship between amino acid metabolism and inflammation in coronary heart disease (Review)[J]. *International Journal of Molecular Medicine*, 2025, 56(2): 1-17.
- [3] 江瑶, 张茵, 耿炎阳, 等. 冠状动脉粥样硬化病变快速进展的研究现状及进展[J]. *中国循环杂志*, 2024, 39(12): 1223-1228.
- [4] 赵忠平, 刘虎, 盛红专. HDL-C/ApoA1、MCP-1 水平与中青年冠心病患者病变程度及炎症反应的相关性[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(16): 49-54.
- [5] 张彦昂, 李茂巍, 楚艳贞, 等. 冠心病患者血清 Clq 肿瘤坏死因子相关蛋白 1、N 末端 B 型利钠肽原、脂蛋白相关磷脂酶 A2 水平变化与心功能、冠状动脉病变程度的相关性[J]. *中国慢性病预防与控制*, 2024, 32(5): 375-378.
- [6] Li XT, Fang H, Li D, *et al.* Association of platelet to lymphocyte ratio with in-hospital major adverse cardiovascular events and the severity of coronary artery disease assessed by the Gensini score in patients with acute myocardial infarction[J]. *Chinese Medical Journal*, 2020, 133(4): 415-423.
- [7] 邵桂丽, 武琼, 王梦娟, 等. 冠心病患者血清 miR-3129-5p 和 miR-6870-3p 表达与疾病严重程度的关系研究[J]. *成都医学院学报*, 2024, 19(4): 628-632.
- [8] 白雅婷, 孙志民, 李颖. 冠心病患者血清 IRGM 水平与冠状动脉病变严重程度的关系[J]. *临床和实验医学杂志*, 2023, 22(20): 2149-2153.
- [9] 高晓倩, 于华惠, 刘圣, 等. 血尿素氮水平对急性冠状动脉综合征患者 PCI 术后 MACE 的预测价值[J]. *基础医学与临床*, 2024, 44(5): 606-612.
- [10] 公言伟. 冠心病患者血清总胆汁酸水平与冠状动脉病变严重程度的相关性研究[D]. 太原: 山西医科大学, 2016.

[11] Paolisso P, Foà A, Bergamaschi L, *et al.* Hyperglycemia, inflammatory response and infarct size in obstructive acute myocardial infarction and MINOCA[J]. Cardiovascular Diabetology, 2021, 20(1): 33.

[12] Ibrahim M, Ahmad J, Abbas M, *et al.* The role of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, troponins, and D-dimer in acute cardio-respiratory syndromes: a multi-specialty systematic review[J]. Cureus, 2025, 17(5): e84460.

[13] Zhou F, Mu J. Recent clinical research on the value of high-sensitivity cardiac troponin levels in prognostic evaluation after coronary artery bypass graft surgery: a narrative review[J]. Cardiovascular Diagnosis and Therapy, 2025, 15(1): 251–258.

[14] 王洁, 龙霖梓, 曲华, 等. 系统免疫炎症指数与冠心病预后关系的 Meta 分析 [J]. 中国循证医学杂志, 2023, 23 (10): 1143–1147.

[15] 刘亚东, 杨磊, 孙建荣, 等. Lp-PLA2 基因多态性与冠状动脉病变程度的相关性 [J]. 中国老年学杂志, 2025, 45 (7): 1543–1547.

[16] Abubakar M, Irfan U, Abdelkhalek A, *et al.* Comprehensive quality analysis of conventional and novel biomarkers in diagnosing and predicting prognosis of coronary artery disease, acute coronary syndrome, and heart failure, a comprehensive literature review[J]. Journal of Cardiovascular Translational Research, 2024, 17(6): 1258–1285.

[17] Desai R, Damarlapally N, Bareja S, *et al.* A systematic review and meta-analysis evaluating the association of high sensitivity troponin levels with outcomes in patients with stable coronary artery disease [J]. Current Medical Research and Opinion, 2024, 40(10): 1685–1695.

[18] Wei M, Liu Z, Wei M, *et al.* Synergistic effects of lipoprotein (a) and fibrinogen on carotid plaque in patients with coronary artery disease [J]. European Journal of Medical Research, 2025, 30(1): 129.

(收稿日期: 2025–11–13 修回日期: 2025–12–31)

(上接第 725 页)

[4] Chen W, Wei Q, Liang Q, *et al.* Diagnostic capacity of sFlt-1/PLGF ratio in fetal growth restriction: a systematic review and meta-analysis[J]. Placenta, 2022, 127: 37–42.

[5] 梁书源, 叶宝英, 程蔚蔚. 超声指标和血液指标预测胎儿生长受限的研究现状[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2025, 45(8): 1059–1065.

[6] 中华医学会围产医学分会胎儿医学学组, 中华医学会妇产科学分会产科学组, 国家重点研发计划《建立我国胎儿生长曲线和胎儿生长受限干预体系的全链条研究》部分项目骨干, 等. 胎儿生长受限临床诊治标准化表单管理专家共识[J]. 中华围产医学杂志, 2025, 28(2): 89–97.

[7] Ashorn P, Ashorn U, Muthiani Y, *et al.* Small vulnerable newborns—big potential for impact[J]. The Lancet, 2023, 401 (10389): 1692–1706.

[8] Lees CC, Stampalija T, Baschat A, *et al.* ISUOG Practice Guidelines: diagnosis and management of small-for-gestational-age fetus and fetal growth restriction[J]. Ultrasound in Obstetrics & Gynecology, 2020, 56(2): 298–312.

[9] Yusrawati, Serudji J, Utama BI, *et al.* Exploring fetal growth patterns in the second trimester: insights from ultrasound measurements among the Minangkabau Ethnic Group in Indonesia[J]. BMC Pregnancy and Childbirth, 2025, 25(1): 68.

[10] Shinar S, Tigert M, Agrawal S, *et al.* Placental growth factor as a diagnostic tool for placental mediated fetal growth restriction[J]. Pregnancy Hypertension, 2021, 25: 123–128.

[11] 罗丽萍, 李雪霞. 彩色多普勒超声联合血清学检测诊断晚发型胎儿生长受限的临床价值[J]. 临床超声医学杂志, 2024, 26 (7): 606–610.

[12] Kumar M, Balyan K, Debnath E, *et al.* Placental biophysical model for prediction of early onset fetal growth restriction in first and second trimester of pregnancy: a prospective cohort study[J]. Placenta, 2024, 154: 153–159.

[13] Yu H, Yuan M, Wang L, *et al.* Correlation between parturients’ uterine artery blood flow spectra in the first and second trimesters of pregnancy and fetal growth restriction[J]. Journal of Healthcare Engineering, 2021, 2021(1): 2129201.

[14] 王一帆, 常莹, 杜岚, 等. 子宫动脉异常与不良孕产事件关联性研究进展[J]. 中国介入影像与治疗学, 2025, 22(8): 554–557.

[15] Zhou Y, Chen Q, Luan R, *et al.* Shunt rate of ductus arteriosus and ductus venosus in middle and late fetuses and their application value in the evaluation of fetal growth restriction[J]. Pakistan Journal of Medical Sciences, 2023, 39(6): 1589–1594.

[16] Hurrell A, Beardmore-Gray A, Duhig K, *et al.* Placental growth factor in suspected preterm pre-eclampsia: a review of the evidence and practicalities of implementation [J]. BJOG: an International Journal of Obstetrics & Gynaecology, 2020, 127(13): 1590–1597.

[17] 吴雪辉, 陆欢, 杨智玲, 等. 胎儿宫内生长受限彩超血流动力学变化及不良妊娠结局预测模型构建[J]. 中国妇产科临床杂志, 2024, 25(5): 453–456.

[18] Giorgione V, Ramnarine S, Malik A, *et al.* The value of angiogenetic biomarkers in the detection of early onset fetal growth restriction[J]. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 2024, 299: 91–95.

[19] 黄丹, 朱玲雯, 杨正菊, 等. 卵泡抑素样蛋白 3 和可溶性 FMS 样酪氨酸激酶 1 与胎盘生长因子的比值在胎儿生长受限中的预测价值研究[J/OL]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2025, 17 (8): 60–67.

[20] He B, Hu C, Zhou Y. First-trimester screening for fetal growth restriction using Doppler color flow analysis of the uterine artery and serum PAPP-a levels in unselected pregnancies[J]. The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine, 2021, 34 (23): 3857–3861.

(收稿日期: 2025–12–16 修回日期: 2026–02–03)