

探讨肺功能评估在冠心病及冠状动脉病变严重程度中的临床价值

杨宸茜, 武恒敏, 黄文, 骆新宇, 张金宇*

新疆医科大学第一附属医院康复医学科 新疆乌鲁木齐

【摘要】目的 探讨肺功能与冠心病 (coronary artery disease, CAD) 患者及冠状动脉病变严重程度的相关性, 识别新的、简便的风险标志物。**方法** 随机选取我院行冠状动脉造影的患者 279 例, 分为对照组 156 例、CAD 组 123 例。依据 Gensini 评分系统对冠状动脉狭窄严重情况进行评估。入选研究对象行血常规、心肌酶、血脂分析检测及肺功能、超声心动图检查。采用 Logistic 回归分析 CAD 的相关危险因素。**结果** CAD 组用力肺活量 (forced vital capacity, FVC) 明显低于对照组 [2.72 (2.00, 3.40) L vs 3.13 (2.40, 3.80) L], CAD 组第 1 秒用力呼气容积 (forced expiratory volume in one second, FEV₁) 明显低于对照组 [2.05 (1.40, 2.60) L/s vs 2.36 (1.70, 2.90) L/s]。多因素 Logistic 回归分析: FVC 下降与 CAD 存在相关性, FVC 下降是 CAD 发病的危险因素 (OR=3.88, 95%CI: 1.270-11.876, P=0.017), Spearman 相关性分析: Gensini 评分与高血压 (r=0.263, P<0.001)、2 型糖尿病 (r=0.233, P<0.001)、吸烟史 (r=0.265, P<0.001)、饮酒史 (r=0.322, P<0.001)、甘油三酯 (triglyceride, TG) (r=0.308, P<0.001) 呈正相关; 与性别 (r=-0.164, P=0.006)、高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C) (r=-0.135, P=0.033)、FVC (r=-0.223, P<0.001)、FEV₁ (r=-0.313, P<0.001) 呈负相关 (P 均 < 0.05); 通过调整性别、高血压、2 型糖尿病、吸烟史、饮酒史、TG、HDL-C 因数后, 偏相关性分析显示 FVC 与 Gensini 评分呈负相关 (r=-0.301, P<0.001), 最大自主通气量与 Gensini 评分呈负相关 (r=-0.164, P=0.013)。**结论** FVC 下降不仅是冠心病的独立危险因素, 还与冠状动脉狭窄严重的程度呈明显相关。

【关键词】 用力肺活量; 冠心病; 冠状动脉狭窄; Gensini 评分

【基金项目】 新疆维吾尔自治区自然科学基金面上项目 (2022D01C223)

【收稿日期】 2026 年 4 月 19 日

【出刊日期】 2026 年 5 月 20 日

【DOI】 10.12208/j.ijcr.20260255

Exploring the clinical value of pulmonary function assessment in coronary heart disease and the severity of coronary artery lesions

Chenxi Yang, Hengmin Wu, Wen Huang, Xinyu Luo, Jinyu Zhang*

Department of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang

【Abstract】 Objective To explore the correlation between pulmonary function and patients with coronary artery disease (CAD) as well as the severity of coronary artery lesions, aiming to identify new and simple risk markers. **Methods** A total of 279 patients who underwent coronary angiography in our hospital were randomly selected and divided into a control group (n=156) and a CAD group (n=123). The severity of coronary artery stenosis was assessed using the Gensini score system. All enrolled subjects underwent routine blood tests, myocardial enzyme tests, blood lipid analysis, pulmonary function tests, and echocardiography. Logistic regression analysis was used to analyze the related risk factors for CAD. **Results** The forced vital capacity (FVC) in the CAD group was significantly lower than that in the control group [2.72 (2.00, 3.40) L vs 3.13 (2.40, 3.80) L], and the forced expiratory volume in one second (FEV₁) in the CAD group was significantly lower than that in the control group [2.05 (1.40, 2.60) L/s vs 2.36 (1.70, 2.90) L/s]. Multivariate logistic regression analysis showed that decreased FVC was correlated with the presence of CAD and was a risk factor for CAD (OR=3.88, 95% CI: 1.270-11.876, P=0.017). Spearman correlation analysis revealed that the Gensini score was positively

第一作者简介: 杨宸茜 (1996-) 女, 汉族, 新疆乌鲁木齐人, 硕士, 住院医师, 研究方向: 心肺重症康复;

*通讯作者: 张金宇 (1984-) 女, 汉族, 新疆人, 硕士, 主治医师, 研究方向为心肺疾病康复及基础研究。

correlated with hypertension ($r=0.263$, $P<0.001$), type 2 diabetes ($r=0.233$, $P<0.001$), smoking history ($r=0.265$, $P<0.001$), alcohol consumption history ($r=0.322$, $P<0.001$), and triglyceride (TG) levels ($r=0.308$, $P<0.001$). It was negatively correlated with gender ($r=-0.164$, $P=0.006$), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) levels ($r=-0.135$, $P=0.033$), FVC ($r=-0.223$, $P<0.001$), and FEV₁ ($r=-0.313$, $P<0.001$) (all $P<0.05$). After adjusting for factors including gender, hypertension, type 2 diabetes, smoking history, alcohol consumption history, TG, and HDL-C, partial correlation analysis showed that FVC was negatively correlated with the Gensini score ($r=-0.301$, $P<0.001$), and maximum voluntary ventilation was also negatively correlated with the Gensini score ($r=-0.164$, $P=0.013$). **Conclusion** Decreased FVC is not only an independent risk factor for CAD but is also significantly correlated with the severity of coronary artery stenosis.

【Keywords】 Forced vital capacity; Coronary heart disease; Coronary artery stenosis; Gensini score

据世界卫生组织估计,到2030年全球每年死于心血管疾病的人数将达到2330万,冠心病(coronary artery disease, CAD)是心血管疾病高发的缺血性疾病,冠状动脉粥样硬化引发的血管狭窄或闭塞为核心病理机制,其发病与多因素相关,已成为全球重大公共卫生负担^[1-3]。根据《中国心血管健康与疾病报告2022》概要^[4],CAD患病人数目前约1139万,是造成我国居民死亡和疾病负担的首要原因,占疾病死亡构成比的40%以上。CAD的危险因素众多,传统上,CAD的主要危险因素包括高血压、高血脂、糖尿病、吸烟史和家族史等;新的研究正在不断深化我们的认知,CAD危险因素的研究已不仅限于传统“三高”,目前在遗传机制深度解析、风险精准分层、对“无传统危险因素”人群的新认知,以及新兴干预靶点等方面均有重要进展^[5]。

肺功能作为反映呼吸系统通气/换气功能的核心指标,与机体氧化应激、炎症反应、血管内皮功能及代谢状态密切相关,现有研究提示肺功能下降可能与心血管疾病风险升高存在关联^[6-11],但肺功能各指标,如第1秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV₁)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、一秒率(forced expiratory volume in one second / forced vital capacity, FEV₁/FVC)与CAD发病的具体关联强度,以及其是否能作为冠状动脉病变严重程度(如病变支数、Gensini评分)的预测指标,目前相关研究结论尚未完全统一,缺乏针对特定人群的系统性验证。本研究旨在通过临床数据,分析肺功能指标与冠状动脉病变严重程度的相关性,为CAD风险分层及干预提供新视角。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

采用病例对照研究法,随机入选2023年12月-2025年6月期间因出现胸痛症状在新疆医科大学第

一附属医院住院且经皮穿刺桡动脉或股动脉行冠状动脉造影术的患者。根据冠状动脉造影及临床资料结果将其分为CAD组和对照组,CAD诊断按照世界卫生组织(WHO)关于缺血性心脏病的诊断标准,冠状动脉造影检查显示至少1支或者以上冠状动脉直径狭窄 $\geq 50\%$,并结合CAD临床表现、症状及体征、心电图的动态演变及相关实验室检查结果,共纳入123例CAD患者。对照组无CAD家族史,并经体格检查、心脏超声检查及心电图检查及冠状动脉造影检查确定没有CAD的患者156例。本研究的排除标准:1)住院病历资料不完善;2)已接受冠状动脉再血管化治疗、心肺复苏后;3)合并有严重瓣膜性心脏病、先天性心脏病、主动脉夹层等心血管疾病;4)合并急慢性炎症、恶性肿瘤、自身免疫性疾病、多脏器功能衰竭(如严重肝、肾疾病患者)等全身性疾病;5)有精神心理障碍不能配合的患者。符合以上条件之一者予以剔除。

1.2 临床资料的收集

1)基本人口学信息:包括出生日期、性别、职业、学历以及联系方式、既往运动习惯等;2)体格检查:身高、体重、体重指数(body mass index, BMI)、腰围、血压以及心率的测量;3)危险因素的调查:主要包括吸烟史,饮酒史,既往有无CAD、高血压、2型糖尿病、或其他心血管疾病病史,有无相关疾病家族史,既往手术史和服药情况等信息。

1.3 采集血样、血生化指标检测

本研究入选的所有研究对象生化临床指标均由新疆医科大学第一附属医院医学检验中心进行检测。包括入院时血常规、尿常规、心肌酶、凝血功能、血糖、肝肾功能和总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)相

关血脂分析指标等。

1.4 影像学检查

主要包括心脏超声及冠状动脉造影检查。所有研究人群入院时均接受超声心动图检查, 获得患者心脏结构, 各腔大小及心功能情况, 瓣膜情况及室壁运动情况等。所有 CAD 患者均行冠状动脉造影以确定病变血管狭窄程度, 即至少一个冠状动脉或主要分支段的 $\geq 50\%$ 管腔狭窄。冠状动脉造影的结果由至少两位经验丰富的心脏病专家解释, 由专人详细记录冠脉介入情况, 包括介入部位、指引导管、导丝、球囊、压力、支架以及长度等信息。

1.5 冠状动脉严重程度 Gensini 评分

由我院心内科介入医生经桡动脉用 Judkins 法行选择性冠状动脉造影, Gensini 评分评估冠状动脉狭窄严重程度情况: (1) 根据冠状动脉狭窄的程度记分 (以狭窄最重部分为准): 1-25%、26%-50%、51%-75%、76%-90%、91%-99% 和 100% 分别赋分为 1 分、2 分、4 分、8 分、16 分和 32 分。(2) 根据狭窄病变部位赋予不同系数: 左主干 $\times 5$; 前降支近段、回旋支近段 $\times 2.5$; 前降支中段 $\times 1.5$; 前降支远段、回旋支远段及右冠的近段、中段、远段、第 1、2 对角支和左心室后支均 $\times 1$; 其余 $\times 0.5$ 。(3) Gensini 积分=冠状动脉狭窄程度评分 \times 狭窄病变部位评分的总和。

1.6 肺功能检查

选择赛客便携式肺功能检测仪进行肺功能检查, 由专业的心肺康复治疗师进行肺功能检查, 检查过程:

(1) 连接设备: 患者坐好后, 口含住仪器的口含嘴, 夹上鼻夹, 确保口鼻不漏气。

(2) 快通气测试: ①患者平稳呼吸三至五个周期, ②尽可能深地快速吸气至肺总量位, 之后不停顿、不犹豫, 立即用最大爆发力猛地尽可能快地并尽可能长地呼气至残气位, ③完全呼净后应立刻尽最大努力快速吸气至肺总量位, 再回到正常呼吸, 试验结束, ④连续做三次, 点击保存并上传数据; ⑤注意事项: 患者不得离开咬口, 不漏气, 在用力呼气过程中不犹豫, 无中断, 无咳嗽, 并且主动发力, 尽最大可能完全呼气到极限;

(3) 慢通气测试: ①患者平稳呼吸三至五个周期, ②尽可能深地吸气至肺总量位, 之后不能停顿, 尽可能长地呼气至残气位, ③完全呼净后吸气至肺总量位, 回到正常呼吸, ④连续做一次或两次, 点击保存并上传数据;

(4) 最大自主通气量 (maximal voluntary ventilation, MVV) 测试: ①患者尽最大努力快速地深

吸气、深呼气, 坚持 12s, ②做一次, 点击保存并上传数据。

1.7 统计学处理

采用 SPSS 22.0 统计软件对数据进行处理, 连续变量以均值标准差 (正态分布) 或中位数 (偏态分布) 表示, 计数资料差异比较用 χ^2 检验; 相关性分析采用 Spearman 相关分析, 危险因素分析采用 Logistic 回归分析。所有结果在 $P < 0.05$ 时被认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

两组患者一般资料分析 (表 1): CAD 组和对照组两组在年龄、BMI、白细胞计数 (white blood cell count, WBC)、TC、LDL-C、PEF、PEF25-75%、MVV 指标差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05); 高血压史、2 型糖尿病史、吸烟史、饮酒史比例、TG 水平、gensini 评分指标在 CAD 组高于对照组; CAD 组 HDL-C 水平、FVC、FEV₁ 值低于对照组 (P 均 < 0.05)。

2.2 多因素 Logistic 回归分析

在非条件 Logistic 回归中, 将 CAD 作为因变量 (0=否, 1=是), 把性别 (1=男性, 2=女性)、是否患有高血压 (0=否, 1=是)、是否患有 2 型糖尿病 (0=否, 1=是)、TG、HDL-C、FVC 下降、FEV₁ 下降、PEF 下降、PEF25-75% 下降、MVV 下降作为自变量纳入回归方程中进行分析, 排除混杂因素, FVC 下降与 CAD 存在相关性, FVC 下降是 CAD 发病的危险因素 ($OR=3.88$, 95%CI: 1.270-11.876, $P=0.017$) (表 2)。

2.3 Gensini 评分与各变量的 Spearman 相关性分析

Gensini 评分与各变量的 Spearman 相关性分析: Gensini 评分与高血压 ($r=0.263$, $P < 0.001$)、2 型糖尿病 ($r=0.233$, $P < 0.001$)、吸烟史 ($r=0.265$, $P < 0.001$)、饮酒史 ($r=0.322$, $P < 0.001$)、TG ($r=0.308$, $P < 0.001$) 呈正相关; 与性别 ($r=-0.164$, $P=0.006$)、HDL-C ($r=-0.135$, $P=0.033$)、FVC ($r=-0.223$, $P < 0.001$)、FEV₁ ($r=-0.313$, $P < 0.001$) 呈负相关 (P 均 < 0.05); 与年龄、BMI、TC、LDL-C、PEF、PEF25-75%、MVV 各指标等均无相关性 (P 均 > 0.05) (表 3)。

2.4 偏相关性分析

通过调整性别、高血压、2 型糖尿病、吸烟史、饮酒史、TG、HDL-C 因数后, 偏相关性分析显示 FVC 与 Gensini 评分呈负相关 ($r=-0.301$, $P < 0.001$), MVV 与 Gensini 评分呈负相关 ($r=-0.164$, $P=0.013$) (表 4、表 5)。

表 1 两组患者一般资料比较

指标	对照组 (n=156)	冠心病组 (n=123)	P 值
年龄 (岁)	58.00 (51.75, 62.00)	60.00 (54.00, 63.50)	0.056
男性 (例, %)	97 (62.18%)	97 (78.86%)	0.004
BMI (kg/m ²)	25.99 (23.15, 29.05)	26.45 (23.83, 28.98)	0.489
高血压史 (例, %)	43 (27.56%)	67 (54.47%)	<0.001
2 型糖尿病史 (例, %)	13 (8.33%)	29 (23.58%)	0.001
吸烟史 (例, %)	29 (18.59%)	53 (43.09%)	<0.001
饮酒史 (例, %)	10 (6.41%)	40 (32.52%)	<0.001
WBC (10 ⁹ /L)	6.64 (5.59, 7.72)	7.06 (5.30, 8.29)	0.326
TC (mmol/L)	3.78 (3.16, 4.30)	3.78 (3.17, 4.54)	0.357
TG (mmol/L)	1.14 (0.82, 1.58)	1.53 (1.17, 2.20)	<0.001
HDL-C (mmol/L)	0.89 (0.76, 1.06)	0.82 (0.69, 0.97)	0.031
LDL-C (mmol/L)	2.30 (1.79, 2.78)	2.36 (1.90, 2.93)	0.408
FVC (L)	3.13 (2.40, 3.80)	2.72 (2.00, 3.40)	<0.001
FEV ₁ (L/s)	2.36 (1.70, 2.90)	2.05 (1.40, 2.60)	0.001
PEF (L/s)	4.25 (3.30, 5.70)	4.07 (2.60, 5.50)	0.209
PEF25-75% (L/s)	1.80 (1.25, 2.42)	1.70 (1.09, 2.43)	0.230
MVV (L/min)	28.8 (0.0, 75.7)	11.0 (0.0, 80.9)	0.631
gensini 评分 (分)	0.0 (0.0, 0.0)	92.0 (56.0, 120.0)	<0.001

注: BMI: 体重指数; WBC: 白细胞计数; TC: 总胆固醇; TG: 甘油三酯; HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇; FVC: 用力肺活量; FEV₁: 第 1 秒用力呼气容积; PEF: 呼气峰值流量; PEF25-75%: 最大呼气中期流量; MVV: 最大自主通气量

表 2 多因素 Logistic 回归分析

危险因素	OR	95%CI	Pvalue
FVC 下降	3.88	1.270-11.876	0.017
FEV ₁ 下降	1.02	0.343-3.058	0.966
PEF 下降	0.34	0.058-1.096	0.224
PEF25-75%下降	0.65	0.285-1.495	0.312
MVV 下降	0.55	0.307-0.981	0.053

注: FVC: 用力肺活量; FEV₁: 第 1 秒用力呼气容积; PEF: 呼气峰值流量; PEF25-75%: 最大呼气中期流量; MVV: 最大自主通气量

表 3 Gensini 评分与各变量的 Spearman 相关性分析

变量	Gensini 评分	
	r	P
年龄 (岁)	0.094	0.120
性别 (例, %)	-0.164	0.006
BMI (kg/m ²)	0.069	0.273
高血压 (例, %)	0.263	<0.001
糖尿病 (例, %)	0.233	<0.001
吸烟史 (例, %)	0.265	<0.001
饮酒史 (例, %)	0.322	<0.001
TC (mmol/L)	0.093	0.131
TG (mmol/L)	0.308	<0.001
HDL-C (mmol/L)	-0.135	0.033
LDL-C (mmol/L)	0.094	0.126
FVC (L)	-0.223	<0.001
FEV ₁ (L)	-0.313	<0.001
PEF (L/s)	-0.098	0.105
PEF25%-75% (L/s)	-0.103	0.087
MVV (L/min)	-0.067	0.283

注: BMI: 体重指数; TC: 总胆固醇; TG: 甘油三酯; HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇; FVC: 用力肺活量; FEV₁: 第 1 秒用力呼气容积; PEF: 呼气峰值流量; PEF25-75%: 最大呼气中期流量; MVV: 最大自主通气量

表 4 偏相关性分析

变量	FVC	
	r	P
Gensini 评分	-0.301	<0.001

表 5 偏相关性分析

变量	MVV	
	r	P
Gensini 评分	-0.164	0.013

注: FVC: 用力肺活量; MVV: 最大自主通气量

3 讨论

本研究结果证实, CAD 组 FVC、FEV₁ 明显低于对照组, FVC 下降是 CAD 发生的危险因素, 且调整变量后, 偏相关分析显示 FVC、MVV 与冠状动脉病变严重程度呈显著正相关, 即肺功能越差, 冠状动脉 Gensini 评分越高, 冠脉病变程度越重, 与部分既往研究结论一致^[12-13]。从机制层面分析, 肺功能与心血管之间存在多重交互作用: (1) 共同的危险因素: 如吸烟、衰老、系统性炎症、氧化应激等, 可同时损害肺血管内皮和冠状动脉内皮功能; (2) 心肺交互机制: 肺功能下降可能导致慢性低氧血症、肺动脉压力升高、交感神经兴奋等, 进而加重心脏负荷、促进动脉粥样硬化; (3) 全身性炎症与氧化应激: 肺功能减退常伴随白细胞介素-6、C 反应蛋白、肿瘤坏死因子- α 等炎症因子升高, 这些因子可促进冠状动脉粥样硬化斑块不稳定性及进展; (4) 内皮功能障碍: 慢性缺氧和炎症可损害血管内皮依赖性舒张功能, 加速冠状动脉病变; (5) 自主神经失调: 肺功能下降可能引起交感神经活性增强, 导致心率增快、血压波动, 加剧心肌氧供需失衡; (6) 肺功能异常常伴随通气/血流比例失调, 增加心肌耗氧与供氧失衡的风险, 进一步加剧 CAD 病情进展, 而冠状动脉病变引发的心肌缺血也可能通过影响心输出量, 间接降低肺循环灌注, 形成二者间的恶性循环^[14-16]。

本研究显示肺功能指标如 FVC 下降可作为 CAD 的风险预测因子, 有助于早期识别冠心病高危人群; 此外, 肺功能指标 FVC、MVV 还用于评估 CAD 患者的病情严重程度和预后。对于 CAD 患者, 尤其是合并慢性肺疾病者, 应重视肺功能评估, 将肺功能评估纳入 CAD 风险管理体系, 并采取综合干预策略, 如戒烟、肺康复、抗炎治疗等, 可能有助于早期识别高危患者并优化综合防治策略。

本研究发现 FVC 下降可作为临床筛查 CAD 高风险人群的简易参考指标, 为 CAD 的早期预警提供了无

创、便捷的检测手段, 弥补了传统心血管危险因素的检测不足。但本研究也存在一定局限性, 为单中心、回顾性研究, 存在选择偏倚, 未来研究可开展多中心、前瞻性队列研究, 扩大样本量并进行长期随访, 明确肺功能指标对 CAD 发病及预后的预测价值; 同时可开展机制性研究, 探讨炎症、氧化应激等因素在其中的作用, 进一步探索通过改善肺功能干预冠状动脉粥样硬化的潜在靶点; 临床实践中, 可将肺功能检测纳入 CAD 高危人群的常规筛查项目, 结合传统危险因素进行综合风险评估, 为 CAD 的早期预防和个体化治疗提供新的思路。

参考文献

- [1] Marijon Eloi, Narayanan Kumar, Smith Karen, et al. The Lancet Commission to reduce the global burden of sudden cardiac death: a call for multidisciplinary action[J]. Lancet, 2023, 402:883-936.
- [2] TSAO C, ADAY A, ALMARZOOQ Z, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2023 Update: A Report From the American Heart Association[J]. Circulation, 2023, 147(8): e93-e621.
- [3] ROTH G, MENSAH G, JOHNSON C, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study[J]. Journal of the American College of Cardiology, 2020, 76(25):2982-3021.
- [4] 马丽媛, 王增武, 樊静, 等. 《中国心血管健康与疾病报告 2022》要点解读[J]. 中国全科医学杂志, 2023, 26(32): 3975-3994.
- [5] MEHILLI J, PRESBITERO P J H. Coronary artery disease and acute coronary syndrome in women[J]. Heart, 2020, 106(7):487-492.
- [6] McEwen SJ, et al. Predictive value of lung function

- measures for cardiovascular risk: a large prospective cohort study. *Thorax*. 2023.
- [7] Vestbo J, et al. Lung function and the risk of incident coronary artery disease and metabolic multimorbidity. *Ann Am Thorac Soc*. 2022.
- [8] Gan WQ, et al. Lung function and incident coronary heart disease: a population-based cohort study. *Chest*. 2021.
- [9] Hall IP, et al. Shared genetic architecture between lung function and cardiovascular traits: a multi-ancestry study. *Thorax*. 2025.
- [10] Rahman I, et al. Oxidative stress mediates the association between reduced lung function and endothelial dysfunction in coronary artery disease. *Redox Biology*. 2024.
- [11] Van der Meer IM, et al. Inflammatory pathways link lung function to coronary artery disease. *Eur Respir J*. 2022.
- [12] Hu X, et al. A nomogram for predicting coronary artery disease after acute ischemic stroke: integrating lung function and inflammatory markers. *Front Cardiovasc Med*. 2024.
- [13] Wang L, et al. Machine learning-based prediction of coronary artery disease using lung function and metabolic parameters. *Comput Methods Programs Biomed*. 2023. DOI: 10.1016/j.cmpb.2023.107345.
- [14] ESC Guidelines for the Management of Cardiovascular Diseases in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Eur Heart J*. 2022.
- [15] Taylor RS, et al. Pulmonary rehabilitation for patients with coronary artery disease and chronic obstructive pulmonary disease. *Circulation*. 2024.
- [16] Ford ES, et al. Smoking cessation and the risk of coronary heart disease: a 5-year follow-up study. *JAMA Netw Open*. 2021.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS