

## 冠状动脉慢血流的影响因素及文献计量研究

刘用<sup>1</sup>, 肖狄<sup>2</sup>, 牛超峰<sup>2</sup>, 李蒙<sup>2</sup>, 庄锐<sup>2</sup>, 马立永<sup>2</sup>, 吴卓然<sup>2</sup>, 康静璠<sup>2</sup>, 张玲霞<sup>2</sup>, 张立晶<sup>2</sup>

1. 北京中医药大学东方医院, 北京 100078; 2. 北京中医药大学东直门医院, 北京 100700

**摘要:** **目的** 通过临床分析结合文献计量学研究探讨慢性冠状动脉(冠脉)综合征(CCS)患者发生冠脉慢血流(CSF)的影响因素。**方法** 选择2021年9月至2022年7月于东直门医院心血管内科就诊的CCS患者,根据纳排标准,最终纳入CSF组37例,冠脉正常组40例。分析两组一般资料、临床资料与CSF的相关性。以Web of Science为文献来源,检索2002—2022年CSF相关的研究,运用Citespace和Vosviewer软件以关键词作为节点进行共现、聚类和Burst分析,绘制对应的可视化图谱并进行解析。**结果** 临床研究中,单因素分析后继行多变量logistic回归分析显示,血红蛋白(HGB)水平高( $OR=1.103, P=0.001$ )、心房颤动(AF)( $OR=19.791, P=0.010$ )、冠心病家族史( $OR=3.811, P=0.046$ )为CCS患者发生CSF的独立危险因素。文献计量研究中,共检索到CSF相关文献1367篇,关键词共现及聚类分析显示,CSF相关的研究热点疾病主要集中在心绞痛、心肌梗死、经皮冠状动脉介入治疗和动脉疾病;影像学研究热点集中在血管内超声、心肌梗死溶栓试验(TIMI)血流计数、造影;机制研究热点主要集中在动脉粥样硬化、内皮功能障碍和炎症,且近5年CSF的研究热点偏重于临床管理及预后。**结论** CCS患者发生CSF的独立危险因素有HGB水平高、AF、冠心病家族史。文献计量研究中CSF的机制研究热点主要集中于动脉粥样硬化、内皮功能障碍和炎症。

**关键词:** 慢性冠状动脉综合征; 冠状动脉慢血流; 血红蛋白; 中性粒细胞与淋巴细胞比值; 心房颤动; 临床分析; 文献计量

中图分类号: R543.3 文献标识码: B 文章编号: 1674-8182(2023)07-1054-06

## Influencing factors and bibliometric study of coronary slow flow

LIU Yong\*, XIAO Di, NIU Chaofeng, LI Meng, ZHUANG Rui, MA Liyong, WU Zhuoran,  
KANG Jingfan, ZHANG Lingxia, ZHANG Lijing

\* Dongfang Hospital, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100078, China

Corresponding author: ZHANG Lijing, E-mail: dzmyyccu@163.com

**Abstract: Objective** To investigate the influencing factors of coronary slow flow (CSF) in patients with chronic coronary syndrome (CCS) through clinical analysis and bibliometric study. **Methods** A total of 90 CCS patients who visited Dongzhimen Hospital from September 2021 to July 2022 were consecutively selected and divided into CSF group ( $n=37$ ) and the normal coronary artery group (control group,  $n=40$ ) according to the inclusion and exclusion criteria. The correlation between general clinical data and CSF in two groups was compared. Taking Web of Science as the literature source, the related research on CSF from 2002 to 2022 was searched. Citespace and Vosviewer software were used to carry out co-occurrence, clustering and Burst analysis with keywords as nodes, and the corresponding visual map was drawn and analyzed. **Results** Multivariable logistic regression analysis after univariate analysis showed that elevated hemoglobin (HGB,  $OR=1.103, P=0.001$ ), atrial fibrillation ( $OR=19.791, P=0.010$ ) and family history of coronary heart disease ( $OR=3.811, P=0.046$ ) were the independent factors for the occurrence of CSF in CCS patients. A total of 1367 CSF-related articles were included in the bibliometric study. Keyword co-occurrence and cluster analysis showed that CSF-related disease hotspots mainly focused on angina pectoris, myocardial infarction, percutaneous coronary intervention and arterial disease. The research hotspots in imaging focused on intravascular ultrasound, thrombolysis in

myocardial infarction (TIMI) blood flow measurements and angiography. The mechanism research mainly focused on atherosclerosis, endothelial dysfunction and inflammation. In the past five years, CSF-related research hotspots have focused on clinical management and prognosis. **Conclusion** The independent risk factors of CSF in CCS patients include elevated HGB, atrial fibrillation and family history of coronary heart disease. Atherosclerosis, endothelial dysfunction and inflammation are linked to the development of CSF in bibliometric study.

**Keywords:** Chronic coronary syndrome; Coronary slow flow; Hemoglobin; Neutrophil to lymphocyte ratio; Atrial fibrillation; Clinical analysis; Bibliometrics

**Fund program:** Basic Scientific Research Key Project of Beijing University of Chinese Medicine (2020-YJB-ZDGG-116)

冠状动脉慢血流 (coronary slow flow, CSF) 是指有胸痛临床表现的患者在进行冠状动脉 (以下简称“冠脉”) 造影时, 发现冠脉无明显狭窄或梗阻病变, 但远端血流灌注延迟<sup>[1]</sup>。关于 CSF 的病理生理学机制, 目前尚无明确共识, 多认为是多种病理生理过程共同作用的结果, 主要包括: 动脉粥样硬化、炎症反应、血小板聚集性增加、微血管张力增加、微血管和内皮功能障碍等<sup>[2]</sup>。目前针对 CSF 的研究对象多集中于急性冠脉综合征 (acute coronary syndrome, ACS) 患者, 有研究显示在因胸痛行冠脉造影的患者中有 1% ~ 7% 为 CSF<sup>[3]</sup>, 而在不稳定性心绞痛 (unstable angina, UA) 和非 ST 段抬高型心肌梗死 (non-ST-segment elevation myocardial infarction, NSTEMI) 患者中则高达 14%<sup>[4]</sup>。但 CSF 常导致慢性冠脉综合征 (chronic coronary syndrome, CCS) 患者心绞痛反复发作, 影响患者的生活质量, 因此本研究探讨 CCS 患者中 CSF 的危险因素, 并通过文献计量研究分析 CSF 的研究热点及趋势, 以期为临床防治 CSF 提供新的参考。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2021 年 9 月至 2022 年 7 月于北京中医药大学东直门医院心血管内科就诊的 CSF 患者共 42 例, 符合纳排标准共 37 例, 其中男性 20 例, 女性 17 例, 年龄 (60±9) 岁。另选择 48 例经冠脉造影显示冠脉无明显狭窄 (主要血管狭窄 < 40%) 的患者, 符合纳排标准共 40 例为对照组, 其中男性 18 例, 女性 22 例, 年龄 (58±12) 岁。两组间性别、年龄比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 1。本研究经东直门医院医学伦理委员会批准 (伦理批号: DZMEC-KY-2020-31)。

### 1.2 诊断标准和纳入、排除标准

1.2.1 诊断标准 CCS 的诊断标准参考 2019 年欧洲心脏病学会 (ESC)《慢性冠状动脉综合征诊疗和管理指南》规定的诊断标准<sup>[5]</sup>。CSF 的诊断标准参考 2012 年发表在《Circulation Journal》上的诊断标准<sup>[6]</sup>。

1.2.2 纳入标准 (1) 符合 CCS 的诊断; (2) 经冠

脉造影明确诊断为 CSF 或冠脉大致正常的患者; (3) 年龄 18 ~ 80 岁, 男女不限; (4) 签署知情同意者; (5) 同意加入研究者在保护其隐私的条件下使用其资料者; 以上任何一条答案为“否”, 则不能纳入。

1.2.3 排除标准 (1) 急性心肌梗死或既往有心肌梗死病史患者; (2) 既往有经皮冠脉介入术 (PCI) 病史; (3) 合并心脏瓣膜病、心肌病、冠状动脉肌桥、主动脉夹层、急性心包炎、急性心包炎、心功能不全的患者; (4) 合并未控制的 3 级高血压 (收缩压  $\geq 180$  mmHg 和/或舒张压  $\geq 110$  mmHg), 重度心肺功能不全, 严重的心律失常, 造血系统严重原发性疾病者, 或影响其生存的严重疾病 (如肿瘤等) 者; (5) 肝、肾功能指标异常者 [丙氨酸氨基转移酶 (ALT)、门冬氨酸氨基转移酶 (AST)、血肌酐 (Scr) 超出正常参考范围上限 1.5 倍]; (6) 过敏体质, 或对多种药物食物过敏者; (7) 有妊娠计划者或妊娠、哺乳期妇女; (8) 甲状腺功能异常者; (9) 近 1 个月内参加其它临床试验的患者。以上任何一条答案为“是”, 则不能纳入。

1.2.4 剔除标准 受试者资料出现逻辑性错误且无法纠正。

1.3 研究方法及步骤 由患者本人知情同意, 向患者详细介绍本研究的目的、方法和注意事项等, 按照纳排标准严格筛选出可参加本研究的患者。

1.3.1 资料收集 采集两组对象的性别、年龄、个人史 (吸烟、饮酒)、既往史 [心房颤动 (房颤)、糖尿病、高血压、高脂血症]、冠心病家族史。冠脉造影术后空腹 8 h 以上静脉采血, 并在 2 h 内将样本送至东直门医院检验科行血常规、血生化检测。血常规指标包括血红蛋白量 (HGB)、血小板计数 (PLT)、平均血小板体积 (MPV)、血小板压积 (PCT)、血小板分布宽度 (PDW), 其中  $NLR = \text{中性粒细胞计数} / \text{淋巴细胞计数}$ 。血生化指标包括空腹血糖 (FPG)、尿酸 (UA)、总胆固醇 (TC)、三酰甘油 (TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C), 同型半胱氨酸 (HCY), 其中  $TG \text{ 葡萄糖指数 (TyG) } = \text{Ln} (TG \times FPG / 2)$ 。

1.3.2 统计学方法 采用 SPSS 24.0 软件对数据进

行分析处理。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,计数资料以例或百分比表示。组间正态分布的计量资料采用独立样本 *t* 检验。计数资料以例(%)表示,采用  $\chi^2$  检验。采用多因素 logistic 回归分析 CCS 患者发生 CSF 的影响因素。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

1.4 文献计量研究资料与方法 本研究的文献资料来源于 Web of science 数据库,检索式为“主题:(coronary slow flow or coronary slow-flow phenomenon);时间范围:2002—2022 年;文献类型:(article or review)”,语言类型不限,检索内容包括文献的标题、作者、关键词、来源、摘要和参考文献等。分析方法采用文献计量分析工具 Citespace 和 Vosviewer 软件进行共现、聚类及 Burst 分析,并以可视化呈现。

## 2 结果

2.1 CSF 影响因素的单因素分析 CSF 组 37 例,冠脉造影正常的对照组 40 例,经单因素分析显示:CSF 的影响因素有 HGB、UA、NLR、房颤、冠心病家族史 (*P*<0.05)。CSF 组 HGB、UA 值高于对照组,房颤、冠心病家族史的比例高于对照组,NLR 值低于对照组 (*P*<0.05)。见表 1。

2.2 CSF 影响因素的多因素 logistic 回归分析 以 HGB、UA、NLR、房颤、冠心病家族史为自变量,是否发生 CSF 为因变量(发生 CSF = 1,未发生 CSF = 0),多因素 logistic 回归分析显示,HGB 水平高、房颤、冠心病家族史为 CCS 患者发生 CSF 的独立危险因素 (*P*<0.05),NLR 升高为 CCS 患者发生 CSF 的保护因素 (*P*<0.01)。见表 2。

2.3 文献计量研究结果 本研究共检索文献 1 367 篇,其中共提取出 4 269 个关键词,共现频率排名前 20 的关键词如表 3 所示。可以看出与 CSF 相关的疾病排在前 5 位的依次为心绞痛、CSF、PCI、动脉疾病、急性心肌梗死;而影像学重点关键词包括血管内超声(IVUS)、心肌梗死溶栓试验(TIMI)血流计数、造影;机制关键词主要包括动脉粥样硬化、血管内皮功能或内皮功能障碍、炎症。选取共现次数超过 15 次的关键词 120 个生成密度图(图 1A),由图可知 CSF 相关的研究热点疾病以“angina-pectoris”、“percutaneous coronary intervention”、“myocardial-infarction”、“artery-disease”和“no-reflow phenomenon”等为主,机制相关指标“endothelial function”、“endothelial dysfunction”、“inflammation”、“C-creative protein”同样居于密度图中较明显的位置,与表 3 中机制相关指标保持一致。通过对关键词进行聚类分析,120

个高频关键词共形成 3 个大类,代表该领域的 3 个主要研究方向(图 1B)。第一类由 56 个关键词构成(图 1B 中红色部分),重点关注与 CSF 相关的心血管介入治疗,包括急性心肌梗死、PCI、球囊血管成形术、血管内超声等。第二类由 37 个关键词构成(图 1B 中绿色部分),重点关注 CSF 相关的心血管疾病,包括心绞痛、冠心病、心力衰竭、微循环功能障碍等。第三类由 27 个关键词构成(图 1B 中蓝色部分),重点关注 CSF 的机制,主要包括动脉粥样硬化、内皮功能障碍、炎症、C 反应蛋白。最后,确定了研究热点随时间推移而出现的趋势(图 2),由图可知 2017 年之后 CSF 的研究热点关键词为“outcome”(8.67)、“management”(7.32)、“mortality”(4.23)、“sudden cardiac death”(3.85),主要偏重于 CSF 的临床管理及预后。

表 1 CSF 影响因素的单因素分析  
Tab. 1 The univariate analysis of influencing factors of CSF

因素	CSF 组( <i>n</i> =37)	对照组( <i>n</i> =40)	$\chi^2/t$ 值	<i>P</i> 值
性别(男/女,例)	20/17	18/22	0.630	0.427
年龄(岁) <sup>a</sup>	60.00±9.00	58.00±12.00	0.801	0.425
吸烟 <sup>b</sup>	15(40.54)	11(27.50)	1.462	0.227
饮酒 <sup>b</sup>	14(37.84)	10(25.00)	1.477	0.224
高血压 <sup>b</sup>	29(78.38)	26(65.00)	1.686	0.194
糖尿病 <sup>b</sup>	18(48.65)	16(40.00)	0.583	0.445
高脂血症 <sup>b</sup>	29(78.38)	26(65.00)	1.686	0.194
房颤 <sup>b</sup>	9(24.32)	3(7.50)	4.136	0.042
冠心病家族史 <sup>b</sup>	17(45.95)	9(22.50)	4.724	0.030
HGB(g/L) <sup>a</sup>	140.57±11.14	129.30±17.19	3.438	0.001
PLT(10 <sup>9</sup> /L) <sup>a</sup>	216.76±53.23	222.33±53.71	0.456	0.649
MPV(fL) <sup>a</sup>	8.59±1.22	8.42±0.92	0.662	0.506
PCT(% <sup>a</sup> )	0.186±0.04	0.185±0.04	0.085	0.933
PDW(% <sup>a</sup> )	16.56±0.41	16.63±0.47	0.756	0.452
FPG(mmol/L) <sup>a</sup>	6.43±1.76	6.43±1.68	0.772	0.992
UA(μmol/L) <sup>a</sup>	382.66±111.95	331.28±88.54	0.138	0.028
TC(mmol/L) <sup>a</sup>	4.11±0.75	4.05±0.88	0.113	0.767
TG(mmol/L) <sup>a</sup>	1.60±0.66	1.61±0.87	0.090	0.966
HDL-C(mmol/L) <sup>a</sup>	1.10±0.28	1.11±0.33	0.422	0.935
LDL-C(mmol/L) <sup>a</sup>	2.49±0.59	2.36±0.72	0.160	0.404
HCY(μmol/L) <sup>a</sup>	11.76±3.57	12.20±4.98	0.337	0.657
NLR <sup>a</sup>	2.02±0.82	2.57±1.46	2.029	0.047
TyG <sup>a</sup>	1.54±0.52	1.48±0.63	0.396	0.693

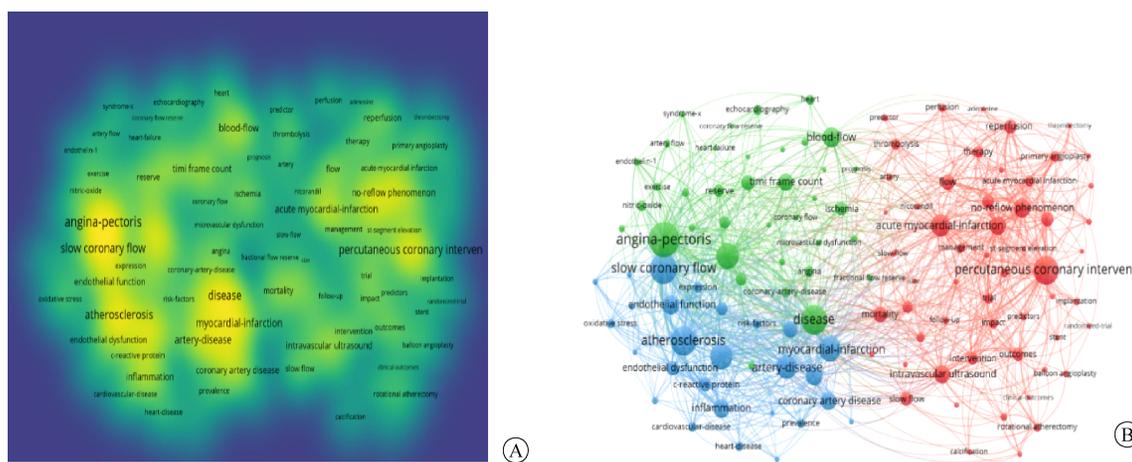
注: <sup>a</sup>表示数据为  $\bar{x} \pm s$ ; <sup>b</sup>表示数据为例(%)。

表 2 CSF 影响因素的多因素 Logistic 回归分析  
Tab. 2 Multivariable logistic regression of influencing factors of CSF

因素	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$ 值	OR	95%CI	<i>P</i> 值
HGB	0.098	0.029	11.296	1.103	1.042~1.168	0.001
UA	0.003	0.003	0.876	1.003	0.997~1.010	0.349
NLR	-1.156	0.383	9.111	0.315	0.148~0.667	0.003
房颤	2.985	1.155	6.684	19.791	2.059~190.247	0.010
冠心病家族史	1.338	0.672	3.965	3.811	1.021~14.222	0.046

表 3 CSF 关键词共现频率表  
Tab. 3 Co-occurrence frequency of CSF keywords

Rank	Keywords	Co-occurrence	TLS	Rank	Keywords	Co-occurrence	TLS
1	angina-pectoris	160	858	11	no-reflow phenomenon	78	415
2	atherosclerosis	129	673	12	endothelial function	76	399
3	slow coronary flow	136	667	13	risk	78	381
4	arteries	111	587	14	inflammation	74	371
5	disease	128	576	15	intravascular ultrasound	70	365
6	PCI	127	576	16	TIMI frame count	67	356
7	artery-disease	98	512	17	angioplasty	75	350
8	myocardial-infarction	106	510	18	association	64	333
9	coronary slow flow	112	489	19	endothelial dysfunction	55	306
10	acute myocardial-infarction	93	452	20	coronary artery disease	70	296



注：A 为 CSF 关键词密度；B 为 CSF 关键词聚类分析。

图 1 CSF 关键词密度图和关键词聚类分析图  
Fig. 1 CSF keywords density map and keywords clustering map

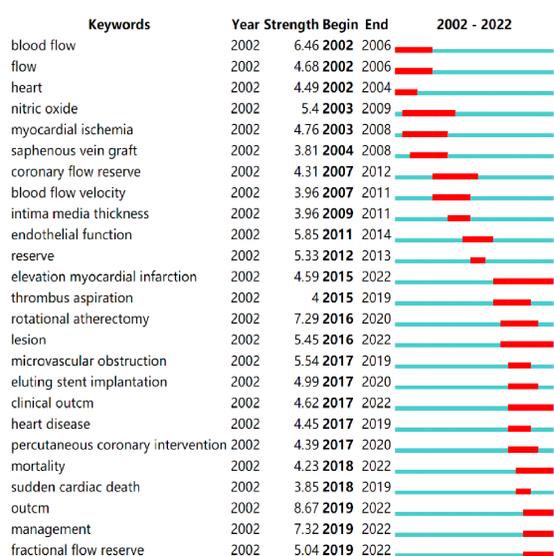


图 2 关于 CSF 引量最强的前 25 个关键词突变分析图  
Fig. 2 The burst analysis of the top 25 keywords with the strongest CSF citation

### 3 讨论

既往研究表明 ACS 患者斑块影像学特征与 CCS

患者相比,具有薄纤维帽的特点,更容易形成斑块破裂、斑块侵蚀及血栓,进而影响血流速度<sup>[7]</sup>,且其发生 CSF 的危险因素与 CCS 也不尽相同<sup>[8-9]</sup>。本研究通过多因素 logistic 回归分析得出结论: HGB 高、有房颤、冠心病家族史为 CCS 患者发生 CSF 的独立危险因素。针对内在机制联系,主要考虑以下几点。

3.1 HGB 升高引起血液流变学改变 HGB 升高可引起血液流变学改变,主要包括红细胞变形性降低、聚集性增加、血液黏滞度增高。而研究发现红细胞的变形性决定了它是否可以通过比自身直径小的微细血管,变形性较低的红细胞在通过微血管时即可发生堵塞,当大量的红细胞在微血管内堆积和聚集,必然导致局部血流速度降低,出现微循环瘀血,影响微循环的有效灌注<sup>[10-11]</sup>。另一方面, HGB 升高伴随着血液黏滞度增加,局部组织血流量减少,造成组织处于缺氧、酸碱失衡等状态,在此环境下易损害血管内皮功能,导致血管舒缩物质合成和释放失衡,并通过正反馈途径增加血液黏滞度,使血流量进一步减少,形成恶性循环。综上所述, HGB 升高可导致血液黏滞

度、血流阻力增加和血管内皮功能损害,微循环血液灌注降低,从而出现 CSF<sup>[12]</sup>。

3.2 NLR 介导动脉粥样硬化 炎症机制参与动脉粥样硬化的过程已经得到公认,而中性粒细胞数目增加或淋巴细胞数目减少均与炎症反应及其严重程度相关。Zengin 等<sup>[13]</sup>对 NSTEMI-ACS 患者的研究发现,NLR 值升高可以作为诊断 CSF、判断 CSF 预后的重要指标。虽然本研究得出相似结论,NLR 可以作为 CCS 患者发生 CSF 的独立影响因素,但对照组 NLR 值却高于 CSF 组,多因素 logistic 回归分析显示 NLR 却为 CSF 的保护因素,主要考虑以下几点:(1) 本研究纳入样本量偏少,需要进一步扩大样本量验证该结果;(2) 对照组患者虽然冠脉造影显示冠脉无明显狭窄,但大部分患者存在动脉粥样硬化或主要血管狭窄程度<40%,而 NLR 作为炎症反应的敏感指标,基于此样本量或对照组人群特点,可能影响结果,但是尚可说明 CCS 患者发生 CSF 与炎症反应相关。NLR 与 CSF 的关系在后续临床工作中应进一步研究。

3.3 房颤的炎症与高凝状态 有学者提出房颤是一种炎性相关性疾病,且相关研究也证实房颤患者的血浆炎性因子水平明显升高,动物模型心脏组织中炎症标志物过度表达,抗炎治疗有利于减少房颤的发生<sup>[14]</sup>。房颤的不规则心房运动,引起血流异常和内皮损伤,内膜下组织暴露,使促炎性因子和促血栓因子释放增加:如白细胞介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )、单核细胞趋化蛋白-1(MCP-1)等<sup>[15]</sup>。而既往研究已经证实 IL-6、TNF- $\alpha$  等炎症因子的升高与 CSF 的发生、发展密切相关<sup>[9]</sup>。促血栓因子释放增加可进一步加重房颤患者原有的高凝状态,使血液黏滞度增高,导致血流缓慢。除此之外,研究发现房颤患者中血小板活化的标志物增加、血浆纤维蛋白原(Fg)水平显著升高<sup>[16-17]</sup>。而 Fg 作为血浆中含量最高的凝血因子,直接参与凝血过程,对血小板聚集性和血液流变学都有较大的影响。血小板过度活化及 Fg 水平升高,均可导致血液黏滞,血流速度减慢,促使 CSF 发生<sup>[18-19]</sup>。

3.4 冠心病与 CSF 具有相同的易感基因 冠心病与 CSF 的部分病理机制相同,如动脉粥样硬化、内皮功能障碍、炎症反应等,故二者具有部分相同的遗传易感基因,由此也可理解冠心病家族史可以作为 CSF 的独立危险因素。例如:郑素琳等<sup>[20]</sup>研究发现亚甲基四氢叶酸还原酶(methylene tetrahydrofolate reductase, MTHFR)基因多态性与慢血流相关,并得出结论 MTHFR 基因杂合型和纯合突变型是发生 CSF 的

危险因素之一,原因在于该基因更容易引起高 HCY 血症,增强机体血小板黏附性,形成高凝状态或血栓高负荷状态,导致微循环障碍。而刘承铭等<sup>[21]</sup> meta 分析显示,MTHFR 基因表达在我国人群中与冠心病发病相关,且冠心病人群中 TT 等位基因表达较高。不仅如此,其他基因多态性如 NOS3 Glu298Asp、ICAM-1 E469K 等<sup>[22-24]</sup>也与 CSF 和冠心病相关。

3.5 CSF 研究热点集中于动脉粥样硬化、内皮功能障碍和炎症 通过文献计量研究显示,CSF 相关的机制研究热点主要集中在动脉粥样硬化、内皮功能障碍和炎症,与目前临床研究热点及治疗方案保持一致,如改善微循环、抗炎、抗血小板等。虽然本研究临床部分通过 logistics 回归分析未直接得出与动脉粥样硬化等机制相关的危险因素,但 HGB、NLR、房颤、冠心病家族史均从不同方面反映出与炎症、内皮功能障碍、血液流变学等关系密切。通过临床研究与文献计量研究相结合,得出 CSF 发生的危险因素,二者具有一致性。

综上所述,本研究中 HGB 水平高、房颤、冠心病家族史作为 CSF 发生的独立危险因素,为临床工作中早期预警和识别 CSF 提供了新的思路。未来仍需要大样本、多中心、前瞻性的临床研究进一步探讨危险因素与 CSF 的相关性及其机制。文献计量研究得出 CSF 目前相关的研究热点,并从心血管疾病、病理机制等方面为 CSF 的后续研究提示了方向。

利益冲突 无

#### 参考文献

- [1] Askin L. Evaluation of heart rate recovery index in patients with coronary slow flow: preliminary results[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2021, 25(24): 7941-7946.
- [2] Afsin A, Kaya HK, Suner A, et al. Plasma atherogenic indices are independent predictors of slow coronary flow[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2021, 21(1): 608.
- [3] Su Q, Yang H, Li L. Circulating miRNA-155 as a potential biomarker for coronary slow flow[J]. Dis Markers, 2018, 2018: 6345284.
- [4] 牟婷,戎靖枫.中西医治疗冠状动脉慢血流现象的研究进展[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2020,18(13): 2079-2081. Mou T, Rong JF. Research progress in the treatment of coronary slow flow with Chinese and western medicine [J]. Chin J Integr Med Cardio Cerebrovasc Dis, 2020, 18(13): 2079-2081.
- [5] Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes[J]. Eur Heart J, 2020, 41(3): 407-477.
- [6] Beltrame JF. Defining the coronary slow flow phenomenon[J]. Circ J, 2012, 76(4): 818-820.
- [7] 王亚娟.ACS 患者斑块特征与冠状动脉慢血流现象的相关性

- [J]. 中南医学科学杂志, 2021, 49(3): 335-339.
- Wang YJ. Correlation between plaque characteristics and coronary slow flow phenomenon in patients with ACS[J]. Med Sci J Central South China, 2021, 49(3): 335-339.
- [8] Sanghvi S, Mathur R, Baroopal A, et al. Clinical, demographic, risk factor and angiographic profile of coronary slow flow phenomenon: a single centre experience [J]. Indian Heart J, 2018, 70 Suppl 3: S290-S294.
- [9] Wang C, Wu Y, Su Y, et al. Elevated levels of sIL-2R, TNF- $\alpha$  and hs-CRP are independent risk factors for post percutaneous coronary intervention coronary slow flow in patients with non-ST segment elevation acute coronary syndrome [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2022, 38(35): 1-12.
- [10] 冯蔚芬. 红细胞变形能力与微循环相关研究[J]. 蛇志, 2006, 18(4): 295-297.
- Feng WF. The relationship between erythrocyte deformability and microcirculation [J]. J Snake, 2006, 18(4): 295-297.
- [11] 冯霞, 廖霞, 杨超, 等. 高原不同血红蛋白水平人群血液流变特征与组织供氧的研究[J]. 中国输血杂志, 2021, 34(3): 219-223.
- Feng X, Liao X, Yang C, et al. Hemorheological characteristics and tissue oxygen supply in people with different hemoglobin levels at high altitude[J]. Chin J Blood Transfus, 2021, 34(3): 219-223.
- [12] 卢聪, 周敏, 赵龙宝, 等. 冠状动脉慢血流患者危险因素分析[J]. 微循环学杂志, 2018, 28(1): 28-32.
- Lu C, Zhou M, Zhao LB, et al. Risk factors of coronary slow flow [J]. Chin J Microcirc, 2018, 28(1): 28-32.
- [13] Zengin A, Karaca M, Aruğaslan E, et al. Performance of neutrophil to lymphocyte ratio for the prediction of long-term morbidity and mortality in coronary slow flow phenomenon patients presented with non-ST segment elevation acute coronary syndrome[J]. J Cardiovasc Thorac Res, 2021, 13(2): 125-130.
- [14] Conway DSG, Buggins P, Hughes E, et al. Relationship of interleukin-6 and C-reactive protein to the prothrombotic state in chronic atrial fibrillation[J]. J Am Coll Cardiol, 2004, 43(11): 2075-2082.
- [15] Li J, Solus J, Chen QX, et al. Role of inflammation and oxidative stress in atrial fibrillation [J]. Heart Rhythm, 2010, 7(4): 438-444.
- [16] Kleinschnitz C, de Meyer SF, Schwarz T, et al. Deficiency of von Willebrand factor protects mice from ischemic stroke [J]. Blood, 2009, 113(15): 3600-3603.
- [17] 王华, 杨杰孚, 包承鑫, 等. 心房颤动患者高凝状态研究[J]. 临床荟萃, 2006, 21(7): 461-464.
- Wang H, Yang JF, Bao CX, et al. Study of hypercoagulation state in patients with atrial fibrillation [J]. Clin Focus, 2006, 21(7): 461-464.
- [18] 安新, 赵玫. D-二聚体/纤维蛋白原比值对老年 ST 段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗术中慢血流/无复流的预测价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2022, 30(9): 799-804.
- An X, Zhao M. Predictive value of D-dimer/fibrinogen ratio for slow flow/no-reflow during percutaneous coronary intervention in elderly patients with ST-segment elevation myocardial infarction [J]. Chin J Arterioscler, 2022, 30(9): 799-804.
- [19] 吴章明, 熊尚全, 李翠云, 等. 冠状动脉慢血流患者血栓弹力图特点分析[J]. 实用中西医结合临床, 2022, 22(5): 7-11.
- Wu ZM, Xiong SQ, Li CY, et al. Analysis of the characteristics of thromboelastography in patients with coronary slow flow [J]. Pract Clin J Integr Tradit Chin West Med, 2022, 22(5): 7-11.
- [20] 郑素琳, 黎文生, 钟建开, 等. MTHFR 基因多态性对非 ST 段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗中慢血流发生的影响[J]. 岭南心血管病杂志, 2022, 28(1): 16-20.
- Zheng SL, Li WS, Zhong JK, et al. Effect of MTHFR gene polymorphism on the occurrence of slow-reflow in patients with non-ST segment elevated myocardial infarction during percutaneous coronary intervention [J]. South China J Cardiovasc Dis, 2022, 28(1): 16-20.
- [21] 刘承铭, 庞军, 胡文钰, 等. 中国人群 MTHFR C677 基因多态性与冠心病发病相关性的 meta 分析[J]. 中国医药导报, 2021, 18(32): 78-82.
- Liu CM, Pang J, Hu WY, et al. Meta-analysis of the relationship between MTHFR C677 gene polymorphism and coronary artery heart disease in Chinese population [J]. China Medical Herald, 2021, 18(32): 78-82.
- [22] Gupta MD, Akkarappatty C, Girish MP, et al. Association between the Glu298Asp and 4b/4a polymorphisms of endothelial nitric oxide synthase and coronary slow flow in the North Indian population [J]. Coron Artery Dis, 2014, 25(3): 192-197.
- [23] Salimi S, Firoozrai M, Zand H, et al. Endothelial nitric oxide synthase gene Glu298Asp polymorphism in patients with coronary artery disease [J]. Ann Saudi Med, 2010, 30(1): 33-37.
- [24] Yin DL, Zhao XH, Zhou Y, et al. Association between the ICAM-1 gene polymorphism and coronary heart disease risk: a meta-analysis [J]. Biosci Rep, 2019, 39(2): BSR20180923.

收稿日期: 2022-09-16 修回日期: 2022-12-12 编辑: 石嘉莹