

# PET 心肌血流绝对定量对非阻塞性冠状动脉微血管疾病的诊断及危险因素评估

盖婉丽<sup>1</sup> 武萍<sup>2</sup> 梁云亮<sup>1</sup> 吴琼<sup>1</sup> 武志芳<sup>2</sup> 陈还珍<sup>1</sup> 李思进<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山西医科大学第一医院心内科,太原 030001; <sup>2</sup>山西医科大学第一医院核医学科,太原 030001

通信作者:陈还珍, Email: chenzh2001@sina.cn; 李思进, Email: lisjnm123@163.com

**【摘要】** 目的 应用静息和负荷<sup>13</sup>N-NH<sub>3</sub> PET 心肌灌注显像(MPI)对心肌血流及储备功能进行分析,评价 PET 对非阻塞性(1型)冠状动脉微血管疾病(CMVD)的诊断价值及其危险因素。方法 前瞻性连续纳入 2017 年 4 月至 2018 年 12 月 56 例[男 28 例,女 28 例;年龄(52.0±7.6)岁]临床疑诊的 1 型 CMVD 患者,收集其冠状动脉 CT 血管成像、冠状动脉造影等临床资料,行一日法静息和负荷<sup>13</sup>N-NH<sub>3</sub> PET MPI,分析图像获得心肌血流量(MBF)和冠状动脉血流储备(CFR)。将患者分为 CMVD 组和非 CMVD 组,2 组间数据比较采用两样本 *t* 检验和 logistic 回归等。结果 56 例患者中,CMVD 组 20 例,非 CMVD 组 36 例。CMVD 组患者吸烟比例及糖尿病比例明显高于非 CMVD 组( $\chi^2$  值:9.433 和 4.114,均  $P<0.05$ )。吸烟者的负荷 MBF 及 CFR 较非吸烟者降低[(2.37±0.61)与(3.83±1.25) ml·min<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>, 2.67±0.60 与 3.81±0.96; *t* 值:-4.807 和 -4.751,均  $P<0.001$ ];糖尿病患者的负荷 MBF 较非糖尿病患者降低[(2.63±0.98)与(3.62±1.28) ml·min<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>; *t* = -2.758,  $P=0.008$ ]。吸烟可能是负荷 MBF 降低[比值比(OR)=0.310, 95% CI:0.114~0.880]及 CFR 降低(OR=0.278, 95% CI:0.080~0.894)的危险因素,糖尿病可能是负荷 MBF 降低(OR=0.254, 95% CI:0.073~0.887)的危险因素。结论 PET 心肌血流定量可用于 1 型 CMVD 的诊断。吸烟、糖尿病可能与 1 型 CMVD 的发病相关。

**【关键词】** 冠状动脉疾病;微血管性心绞痛;心肌灌注显像;正电子发射断层显像术;氮

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.08.007

## Value of PET quantitative analysis of coronary physiology for the diagnosis and risk factors assessment of non-obstructive coronary microvascular disease

Gai Wanli<sup>1</sup>, Wu Ping<sup>2</sup>, Liang Yunliang<sup>1</sup>, Wu Qiong<sup>1</sup>, Wu Zhifang<sup>2</sup>, Chen Huanzhen<sup>1</sup>, Li Sijin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Cardiovascular Medicine, First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China;

<sup>2</sup>Department of Nuclear Medicine, First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

Corresponding authors: Chen Huanzhen, Email: chenzh2001@sina.cn; Li Sijin, Email: lisjnm123@163.com

**【Abstract】** **Objective** To assess the myocardial blood flow and reserve function by rest and stress <sup>13</sup>N-NH<sub>3</sub> PET myocardial perfusion imaging (MPI), and evaluate the diagnostic value of PET and risk factors of non-obstructive coronary microvascular disease (CMVD) type 1. **Methods** A total of 56 patients (28 males, 28 females; age: (52.0±7.6) years) with clinical suspected CMVD type 1 from April 2017 to December 2018 were prospectively enrolled. The coronary CT angiography, coronary angiography and other clinical data were recorded. All patients underwent one-day rest and stress <sup>13</sup>N-NH<sub>3</sub> PET MPI. Images were analyzed and the absolute myocardial blood flow (MBF) and coronary flow reserve (CFR) were obtained. Patients were divided into CMVD type 1 (CMVD) group and non-CMVD group. The differences between 2 groups were analyzed by two-sample *t* test and logistic regression. **Results** Among 56 patients, 20 patients were diagnosed as CMVD type 1, and 36 patients were excluded as non-CMVD group. The proportion of smoking and diabetes in the CMVD group was significantly higher than that in the non-CMVD group ( $\chi^2$  values: 9.433 and 4.114, both  $P<0.05$ ). The stress MBF ((2.37±0.61) vs (3.83±1.25) ml·min<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>; *t* = -4.807,  $P<0.001$ ) and CFR (2.67±0.60 vs 3.81±0.96; *t* = -4.751,  $P<0.001$ ) were lower in smokers than those in non-smokers, and the stress MBF was lower in diabetes patients than that in non-diabetes patients ((2.63±0.98) vs (3.62±1.28) ml·min<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>; *t* = -2.758,  $P=0.008$ ). Smoking might be the risk factor for lower stress MBF (odds ratio (OR)=0.310, 95% CI: 0.114-0.880) and lower CFR (OR=0.278, 95% CI: 0.080-0.894), and diabetes might be the risk factor for lower stress MBF (OR=0.254, 95% CI: 0.073-0.887). **Conclusions** PET MPI can be used for the diagnosis of CMVD type 1. Smoking and diabetes are likely to be associated with the onset of CMVD type 1.

**【Key words】** Coronary artery disease; Microvascular angina; Myocardial perfusion imaging;

Positron-emission tomography; Ammonia

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.08.007

冠状动脉(简称冠脉)微血管疾病(coronary microvascular disease, CMVD)是指在多种致病因素的作用下,冠状前小动脉和小动脉的结构和(或)功能异常所致的劳力性心绞痛或心肌缺血客观证据的临床综合征<sup>[1]</sup>。目前 CMVD 分为 4 种类型,其中 1 型为无心肌疾病和非阻塞性冠脉疾病的 CMVD。有研究显示,在控制高血压等传统心血管危险因素后,合并 1 型 CMVD 患者的心血管主要不良事件发生率仍高于健康人<sup>[2]</sup>。因此,未来对于冠脉粥样硬化性心脏病(简称冠心病)治疗的突破取决于对 CMVD 的诊断及干预。冠脉微血管功能通常采用冠脉血流储备(coronary flow reserve, CFR)来评估,而 PET 作为无创评估 CFR 的“金标准”,为 CMVD 的诊断和准确分型提供了依据<sup>[3]</sup>。目前通过 PET 心肌灌注显像(myocardial perfusion imaging, MPI)诊断 CMVD 及评估危险因素的研究较少,本研究旨在评价<sup>13</sup>N-NH<sub>3</sub> PET MPI 对 1 型 CMVD 的诊断价值,同时评估心血管疾病危险因素在 1 型 CMVD 发病中的作用。

## 资料与方法

1. 研究对象。本研究为病例对照研究,符合《赫尔辛基宣言》的原则。前瞻性连续纳入 2017 年 4 月至 2018 年 12 月 56 例临床疑诊 1 型 CMVD 的患者,其中男 28 例、女 28 例,年龄 32~69(52.0±7.6)岁。纳入标准:(1)年龄 18 岁以上;(2)有典型心绞痛症状但冠脉 CT 血管成像(CT angiography, CTA)或冠脉造影(coronary angiography, CAG)示无阻塞性病变(狭窄程度<50%)。排除标准:(1)双嘧达莫过敏;(2)收缩压<90 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)、心率<40 次/min,高度房室传导阻滞;(3)阻塞性冠心病、急性心肌梗死、急性心肌炎、心肌桥、心包炎、心内膜炎和心肌病;(4)急性全身疾病或感染、未控制的代谢性疾病、严重肝肾功能障碍;(5)哮喘呈持续性喘息;(6)妊娠期及哺乳期女性。收集患者的完整临床及影像学资料。患者均签署知情同意书。

2. PET/CT 显像。患者检查前至少 36 h 禁饮茶、咖啡及苏打水,停用 β 受体阻滞剂、钙拮抗剂、硝酸酯类等扩血管药及茶碱类药物至少 2 个半衰期,48 h 内禁用双嘧达莫;检查当日至少禁食 4 h。采用美国 GE 64 排 Discovery VCT PET/CT 仪显像。建立(手背)静脉通路,患者取仰卧、双手上举位,实时监护心电、血压。轴向扫描区间为气管分叉水平

至心尖下方 2 cm 左右。先行静息 MPI,衰减校正 CT 扫描后注射 370~555 MBq <sup>13</sup>N-NH<sub>3</sub>(日本住友公司升级版 HM-10L 回旋加速器及 CFN-multi 多功能自动化合成系统合成),注射同时连续采集 12 min。采集结束后等待至少 30 min 的<sup>13</sup>N-NH<sub>3</sub>衰变,以清除心脏放射性本底。之后行双嘧达莫(郑州卓峰制药有限公司产品)药物负荷 MPI。根据患者体质量注射双嘧达莫 0.142 mg/kg,于 4 min 内匀速注入静脉,注射结束后 3 min“弹丸”式注射<sup>13</sup>N-NH<sub>3</sub>,同法完成负荷显像。

3. 图像处理及分析。(1)采用 GE PET/CT 自带的 ACQC 软件进行位移校正重建。(2)分离 PET 双时相定量数据:分别从静息及负荷显像获得的 12 min PET 数据中分离出前 2 min 的血流血池相(early, E)及后 10 min 的心肌摄取相(late, L),分别生成 rest-E、rest-L、stress-E、stress-L 4 组数据。(3)使用 Heartsee 软件(美国德克萨斯医科大学 K. Lance Gould 团队研发)进行绝对定量分析。首先生成断层图像、靶心图及各壁相对摄取杯状图,再行绝对定量分析,依次勾画静息和负荷图像的高位升主动脉、低位升主动脉、肺动脉、右心室、左心房和降主动脉的感兴趣区(region of interest, ROI),选择其中计数最高的 ROI 作为动脉输入,软件自动分析 ROI 并计算获得静息和负荷状态下左心室整体及各壁的心肌血流量(myocardial blood flow, MBF)和 CFR。

4. 患者分组。根据 1 型 CMVD 的诊断标准,将患者分为 CMVD 组及非 CMVD 组。比较 2 组患者一般资料和客观缺血证据(指静息或动态心电图的心肌缺血证据)比例。

1 型 CMVD 的诊断标准:负荷 MBF 和 CFR 减低(MBF<2.4 ml·min<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>, CFR<2.5),伴或不伴心肌血流分布不均匀<sup>[4]</sup>。须满足 CAG 或 CTA 显示冠脉无阻塞性病变(狭窄程度<50%);临床排除冠脉痉挛、心肌病。

5. 统计学处理。采用 IBM SPSS 22.0 软件分析数据。定性资料以例数(%)表示,组间比较采用 χ<sup>2</sup> 检验;符合正态分布的计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用两样本 *t* 检验进行分析;不符合正态分布的计量数据以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,采用 Mann-Whitney *u* 检验进行分析;危险因素的分析采用二元 logistic 回归。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。



### 结 果

56 例患者中,CMVD 组 20 例(图 1),非 CMVD 组 36 例(图 2)。2 组患者年龄、性别、胆固醇水平、高胆固醇血症比例、高血压比例、CAG 或冠脉 CTA 正常比例及客观缺血证据比例差异均无统计学意义( $t$  值:  $-1.893 \sim 1.073$ ,  $\chi^2$  值:  $0.078 \sim 2.765$ , 均  $P > 0.05$ );而 CMVD 组吸烟比例及糖尿病比例较非 CMVD 组明显升高( $\chi^2$  值:  $9.433$  和  $4.114$ , 均  $P < 0.05$ )。具体数据见表 1。

根据有无吸烟、有无高血压、有无糖尿病及有无胆固醇血症,将患者分别进行分组。各组患者静息 MBF 间差异均无统计学意义( $u$  值:  $126.000 \sim 336.500$ , 均  $P > 0.05$ );吸烟组患者的负荷 MBF 及 CFR 均较非

吸烟组降低( $t$  值:  $-4.807$  和  $-4.751$ , 均  $P < 0.001$ );糖尿病患者的负荷左室整体 MBF 较非糖尿病患者降低( $t = -2.758, P = 0.008$ );余指标在对应 2 组间的差异均无统计学意义( $t$  值:  $-1.479 \sim -0.261$ , 均  $P > 0.05$ )。具体数据见表 2。

将吸烟、高血压、糖尿病、高胆固醇血症 4 个因素行二元 logistic 回归分析,结果显示吸烟可能是负荷 MBF 降低[比值比(odd ratio, OR) =  $0.310$ , 95% CI:  $0.114 \sim 0.880$ ]及 CFR 降低(OR =  $0.278$ , 95% CI:  $0.080 \sim 0.894$ )的危险因素;糖尿病可能是负荷 MBF 降低(OR =  $0.254$ , 95% CI:  $0.073 \sim 0.887$ )的危险因素。

### 讨 论

CMVD 涉及人群广泛,发病率高。目前对于<sup>13</sup>N-

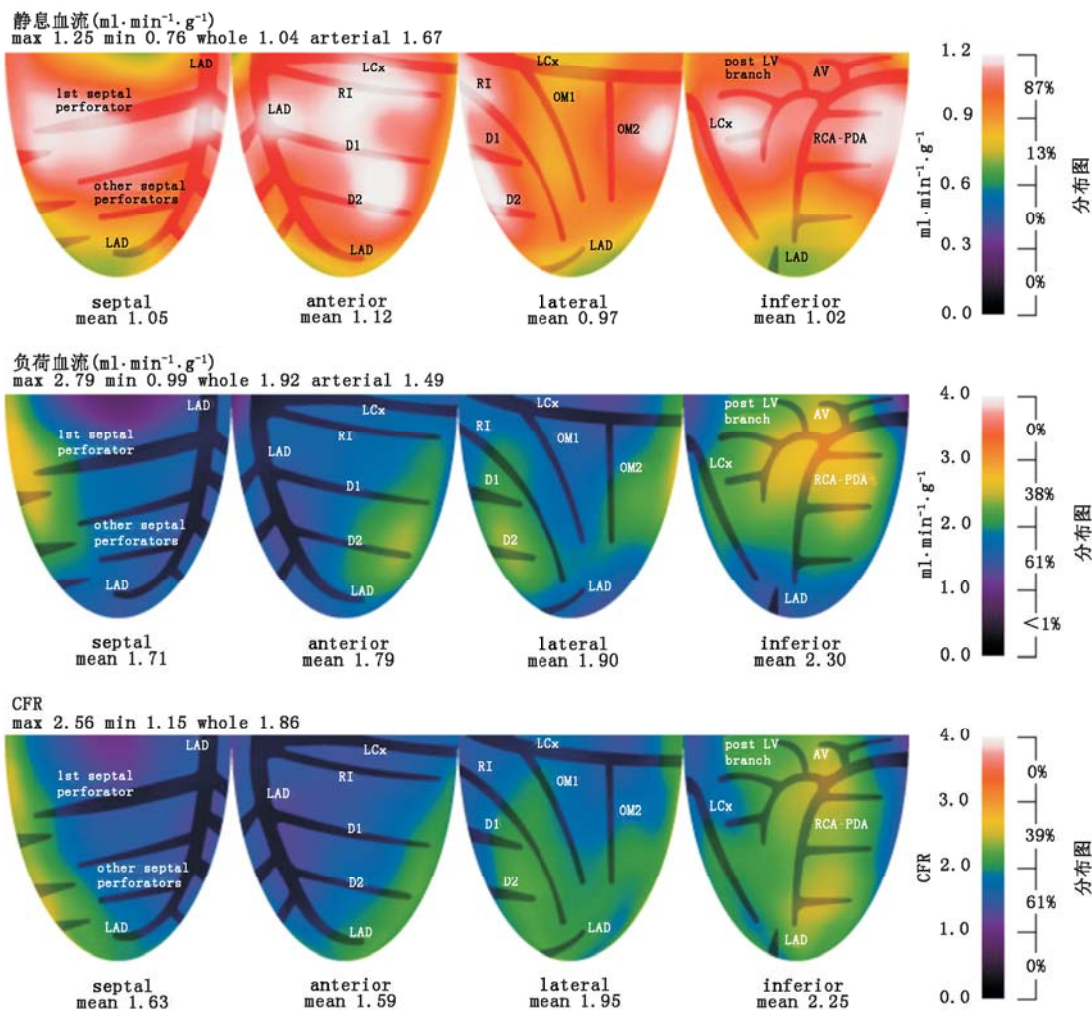


图 1 1 型冠状动脉微血管疾病(CMVD)患者(男,56 岁)PET 心肌灌注显像图。患者静息心肌血流量(MBF)正常,负荷 MBF 及冠状动脉血流储备(CFR)弥漫性不均匀减低。该患者冠状动脉造影(CAG)示:左前降支(LAD)近段不规则,最窄处 30%~40%狭窄,左主干、左回旋支(LCx)、右冠状动脉未见明显异常。上、中、下图的 max、min、whole 分别为左室整体最大、最小、平均静息血流(上)、负荷血流(中)、CFR 值(下),anterior、inferior、lateral、septal 分别为左室前壁、下壁、侧壁及间壁,mean 为对应室壁的平均相应指标值;1st septal perforator、other septal perforators 分别为第 1 间隔支和其他间隔支,arterial 为动脉输入感兴趣区数值,AV 为主动脉瓣,D1、D2 分别为第 1、第 2 对角支,OM1、OM2 代表第 1、第 2 钝缘支,post LV branch 为左室后支,RCA-PDA 为右冠状动脉后降支,RI 为中间支

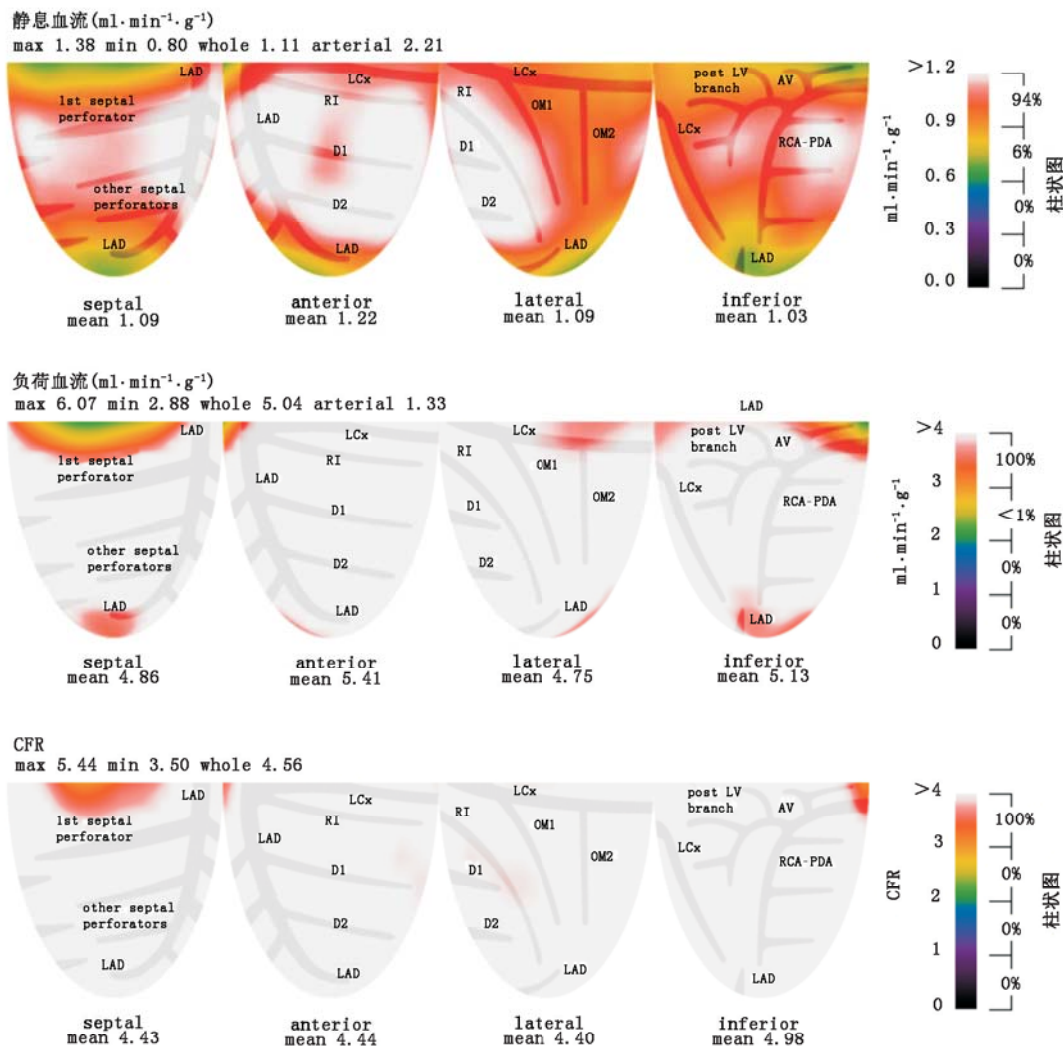


图2 非冠状动脉微血管疾病 (CMVD) 组患者 (女, 37 岁) PET 心肌灌注显像 (MPI) 图。静息及负荷状态心肌血流量 (MBF)、冠状动脉血流储备 (CFR) 均正常。该患者冠状动脉造影 (CAG) 示各显影冠状动脉均未见明显异常。上、中、下图的 max、min、whole 分别为左室整体最大、最小、平均静息血流 (上)、负荷血流 (中)、CFR 值 (下), anterior、inferior、lateral、septal 分别为左室前壁、下壁、侧壁及间壁, mean 为对应室壁的平均相应指标值; 1st septal perforator、other septal perforators 分别为第 1 间隔支和其他间隔支, arterial 为动脉输入感兴趣区数值, AV 为主动脉瓣, D1、D2 分别为第 1、第 2 对角支, LAD 为左前降支, LCx 为左回旋支, OM1、OM2 代表第 1、第 2 钝缘支, post LV branch 为左室后支, RCA-PDA 为右冠状动脉后降支, RI 为中间支

$\text{NH}_3$  PET MPI 诊断 CMVD 尚无统一标准。有研究表明,  $\text{CFR} < 2$  是不良心血管事件的独立预测因素<sup>[5]</sup>, 应用双嘧达莫后  $\text{CFR} < 2.5$ , 提示冠脉微血管舒张功能异常<sup>[4]</sup>。本研究参考文献<sup>[4, 6]</sup>, 将  $\text{CFR} < 2.5$ 、负荷  $\text{MBF} < 2.4 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$  作为诊断标准。分析入组患者临床资料发现, 静息及动态心电图有一定的假阳性率 [50% (18/36)] 及假阴性率 [40% (8/20)], 对于 CMVD 的辅助诊断的误差较大。而 PET MPI 对 1 型 CMVD 患者的诊断, 可进一步指导临床早期干预, 从而改善非阻塞性 CMVD 患者的预后。

CMVD 的危险因素目前尚不完全清楚。有研究表明, 吸烟者与非吸烟者相比, 腺苷诱导的负荷

MBF 减少 17%, CFR 减少 21%, 这可能与吸烟引起的亲过氧化物的有害作用有关<sup>[7]</sup>。本研究结果显示, 吸烟者负荷 MBF 及 CFR 均较非吸烟者低。高血压作为心血管不良事件的独立危险因素, 有研究表明其严重程度及持续时间可能对 CFR 有影响, 高血压患者的 CFR 较血压正常者明显降低, 培哚普利可显著改善非阻塞性 CMVD 患者的负荷 MBF 及 CFR<sup>[8-9]</sup>。本研究中, 高血压患者的负荷 MBF 及 CFR 有下降趋势, 但差异并无统计学意义, 这可能与患者高血压病程长短、严重程度及服用降压药物有关。高胆固醇血症对 CMVD 的致病作用与对冠脉大血管的影响类似, Kaufmann 等<sup>[10]</sup> 的研究显示



表 1 2 组患者的一般资料比较

组别	例数	年龄 (岁; $\bar{x} \pm s$ )	男/女(例)	既往病史[例(%)]			
				高血压	糖尿病	高胆固醇血症	吸烟
CMVD 组	20	53.40±6.99	12/8	9(45.00%)	9(45.00%)	1(5.00%)	12(60.00%)
非 CMVD 组	36	51.14±7.85	16/20	14(38.89%)	7(19.44%)	4(11.11%)	7(19.44%)
合计	56	51.95±7.57	28/28	23(41.07%)	16(28.57%)	5(8.93%)	19(33.93%)
检验值		1.073 <sup>a</sup>	1.244	0.198	4.114	0.078	9.433
P 值		0.288	0.265	0.656	0.043	0.780	0.002

组别	例数	CAG 或冠状动脉 CTA 正常[例(%)]	客观缺血证据 [例(%)]	胆固醇水平(mmol/L; $\bar{x} \pm s$ )		
				TC	LDL-C	HDL-C
CMVD 组	20	10(50.00%)	12(60.00%)	4.41±1.07	2.47±0.80	1.04±0.28
非 CMVD 组	36	26(72.22%)	18(50.00%)	4.86±0.89	2.85±0.68	1.17±0.21
合计	56	36(64.29%)	30(53.57%)	4.70±0.97	2.72±0.74	1.13±0.24
检验值		2.765	0.517	-1.690 <sup>a</sup>	-1.893 <sup>a</sup>	-1.879 <sup>a</sup>
P 值		0.096	0.472	0.097	0.064	0.066

注:<sup>a</sup>为 $t$ 值,余检验值为 $\chi^2$ 值;CAG为冠状动脉造影,CMVD为冠状动脉微血管疾病,CTA为CT血管成像,HDL-C为高密度脂蛋白胆固醇,LDL-C为低密度脂蛋白胆固醇,TC为血清总胆固醇

表 2 根据不同因素分组的患者的指标比较

组别	例数(%)	静息 MBF	负荷 MBF	CFR( $\bar{x} \pm s$ )
		[ml·min <sup>-1</sup> ·g <sup>-1</sup> ; $M(P_{25}, P_{75})$ ]	(ml·min <sup>-1</sup> ·g <sup>-1</sup> ; $\bar{x} \pm s$ )	
吸烟组	19(33.93%)	0.93(0.78, 1.04)	2.37±0.61 <sup>a</sup>	2.67±0.60 <sup>a</sup>
非吸烟组	37(66.07%)	1.00(0.92, 1.24)	3.83±1.25	3.81±0.96
高血压组	23(41.07%)	1.03(0.92, 1.19)	2.90±1.49	3.19±0.89
非高血压组	33(58.93%)	0.96(0.78, 1.10)	3.17±2.53	3.59±1.07
糖尿病组	16(28.57%)	0.94(0.72, 1.11)	2.63±0.98 <sup>a</sup>	3.16±0.81
非糖尿病组	40(71.43%)	0.97(0.92, 1.21)	3.62±1.28	3.53±1.07
高胆固醇血症组	5(8.93%)	0.95(0.83, 1.21)	2.79±1.08	3.31±1.16
非高胆固醇血症组	51(91.07%)	0.96(0.79, 1.18)	3.17±2.14	3.43±1.00

注:<sup>a</sup>相应 2 组的指标  $P < 0.01$ , 差异有统计学意义;CFR 为冠状动脉血流储备,MBF 为心肌血流量

总胆固醇与 MBF 及 CFR 无关,但低密度脂蛋白胆固醇与 CFR 呈负相关。本研究结果与上述研究相符。另外,本研究糖尿病患者负荷 MBF 较非糖尿病患者明显降低,这可能与高血糖对冠脉微血管内皮功能的损伤有关。Naoumova 等<sup>[11]</sup>报道,吡格列酮可通过改善血糖水平来改善 CMVD。本研究的糖尿病患者与非糖尿病患者的 CFR 相比,差异并无统计学意义,这可能与患者糖尿病病程长短及降糖药的使用有关。

综上,本研究通过 PET MPI 无创测量了 MBF 及 CFR,结合患者其他临床资料,可为非阻塞性 CMVD 的诊断及早期干预提供重要依据;并初步探讨了可能与 CMVD 发病有关的危险因素(吸烟和糖尿病)。本研究亦有不足之处:因样本量少、相关药物的使用等原因,对于危险因素的分析可能产生偏倚;缺少随访数据及非阻塞性 CMVD 患者临床干预后的对比。上述不足有待在今后的临床研究中进一步完善。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] 中华医学会心血管病学分会基础医学学组,中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组,中华医学会心血管病学分会女性心脏健康学组,等.冠状动脉微血管疾病诊断和治疗的专家共识[J].中国循环杂志,2017,32(5):421-430. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2017.05.003. The Basic Research Group of the Society of Cardiovascular Diseases of the Chinese Medical Association, the Interventional Cardiology Group of the Society of Cardiovascular Diseases of the Chinese Medical Association, the Female Heart Health Group of the Society of Cardiovascular Diseases of the Chinese Medical Association, et al. Chinese expert consensus on diagnosis and treatment of coronary microvascular diseases[J]. Chin Circul J, 2017, 32(5): 421-430. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2017.05.003.
- [2] Jespersen L, Hvelplund A, Abildstrøm SZ, et al. Stable angina pectoris with no obstructive coronary artery disease is associated with increased risks of major adverse cardiovascular events[J]. Eur Heart J, 2012, 33(6): 734-744. DOI:10.1093/eurheartj/ehr331.
- [3] 覃春霞,兰晓莉,汪朝晖,等. PET 心肌血流绝对定量对冠状动脉微血管疾病的诊断价值[J].中华核医学与分子影像杂志,2018,38(7):460-465. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.07.002. Qin CX, Lan XL, Wang ZH, et al. The value of PET quantitative analysis of coronary physiology in the diagnosis of coronary micro-

- vascular disease[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2018, 38(7): 460-465. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.07.002.
- [4] Kaufmann PA, Camici PG. Myocardial blood flow measurement by PET: technical aspects and clinical applications[J]. J Nucl Med, 2005, 46(1): 75-88.
- [5] Murthy VL, Naya M, Taqueti VR, et al. Effects of sex on coronary microvascular dysfunction and cardiac outcomes[J]. Circulation, 2014, 129(24): 2518-2527. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.113.008507.
- [6] Gould KL, Johnson NP. Quantitative coronary physiology for clinical management: the imaging standard[J]. Curr Cardiol Rep, 2016, 18(1): 9. DOI:10.1007/s11886-015-0684-7.
- [7] Kaufmann PA, Gnechi-Ruscone T, di Terlizzi M, et al. Coronary heart disease in smokers: vitamin C restores coronary microcirculatory function[J]. Circulation, 2000, 102(11): 1233-1238.
- [8] Schwartzkopff B, Brehm M, Mundhenke M, et al. Repair of coronary arterioles after treatment with perindopril in hypertensive heart disease[J]. Hypertension, 2000, 36(2): 220-225.
- [9] Mourad JJ, Hanon O, Deverre JR, et al. Improvement of impaired coronary vasodilator reserve in hypertensive patients by low-dose ACE inhibitor/diuretic therapy: a pilot PET study[J]. J Renin Angiotensin Aldosterone Syst, 2003, 4(2): 94-95. DOI:10.3317/jraas.2003.018.
- [10] Kaufmann PA, Gnechi-Ruscone T, Schäfers KP, et al. Low density lipoprotein cholesterol and coronary microvascular dysfunction in hypercholesterolemia[J]. J Am Coll Cardiol, 2000, 36(1): 103-109. DOI:10.1016/S0735-1097(00)00697-5.
- [11] Naoumova RP, Kindler H, Leccisotti L, et al. Pioglitazone improves myocardial blood flow and glucose utilization in nondiabetic patients with combined hyperlipidemia: a randomized, double-blind, placebo-controlled study[J]. J Am Coll Cardiol, 2007, 50(21): 2051-2058. DOI:10.1016/j.jacc.2007.07.070.

(收稿日期:2019-02-15)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 关于论著文稿中中、英文摘要的书写要求

根据 GB6447-86 的定义,文摘是以提供文献内容梗概为目的,不加评价和解释,简明确切地记述文献重要内容的短文。摘要应具有自明性和独立性,并拥有与一次文献同等量的主要信息。即不阅读全文就能获得必要的信息。它的详简程度取决于文献的内容,通常中文文摘以不超过 400 字为宜。应以第三人称的语气书写。不要使用“本人”、“作者”、“我们”等作为陈述的主语。

摘要的内容应包括四个要素,即目的、方法、结果、结论。(1)目的:指研究的前提和缘起,即为什么要作此项研究,可以有简单的背景材料。(2)方法:指研究所用的原理、对象、观察和实验的具体方法等。(3)结果:指研究的结果、效果、数据等,着重反映创新性的、切实可行的成果,包括本组研究中的重要数据。(4)结论:指对结果进行综合分析,逻辑推理得出的判断。有的可指出实用价值和推广价值;如有特殊例外的发现或难以解决的问题,可以提出留待今后深入探讨。英文摘要的内容与中文摘要的内容要求大体一致。

英文摘要要求做到语法正确,用词准确,与中文摘要对应,方法、结果可略详于中文摘要。必要时,作者在投稿前请英文书写水平高的人员帮助修改。英文文题后列出全部作者及其单位、科室(包括城市、邮编)的英文规范表达。要求使用 A4 纸打印,行间距为 2 行,纸边距两边各留 2~3 cm。

敬请广大读者、作者周知,并遵照此要求投稿。

本刊编辑部