

❖ 心脏、血管影像学

Assessment of left ventricular systolic and diastolic function in patients with coronary slow flow using left ventricular myocardial systolic and diastolic performance

ZHAO Cuiting, WANG Yonghuai, MA Chunyan*, LI Guangyuan,
MENG Pingping, YANG Jun

(Department of Cardiovascular Ultrasound, the First Affiliated Hospital of
China Medical University, Shenyang 110001, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate left ventricular systolic and diastolic functions of patients with coronary slow flow (CSF) according to left ventricular myocardial systolic/diastolic performances (MSP/MDP) by using two-dimensional speckle tracking echocardiography (STE). **Methods** Fifty patients with CSF diagnosed with coronary angiography (CSF group) and 45 patients without CSF (control group) underwent STE. Left ventricular systolic longitudinal, radial and circumferential peak strain and early-diastolic peak strain rate were measured, and left ventricular MSP and MDP were calculated, then the results were statistically analyzed between the 2 groups. **Results** Compared with control group, left ventricular systolic longitudinal, radial and circumferential peak strain and early-diastolic peak strain rate, MSP and MDP reduced in CSF group (all $P < 0.05$). The mean thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) frame count (TFC) of coronary artery was negatively correlated with MDP ($r = -0.23$, $P = 0.04$), and the number of affected coronary arteries was negatively correlated with MDP ($r = -0.31$, $P = 0.03$). There was significant difference of MDP among patients with different numbers of affected coronary arteries and control group (all $P < 0.05$), and MDP in affected 2 and 3 coronary arteries patients were lower than those of the control group (all $P < 0.05$). **Conclusion** Left ventricular systolic and diastolic functions is impaired in patients with CSF. The mean TFC and the number of affected coronary arteries are negatively correlated with left ventricular diastolic function. Left ventricular MSP and MDP are comprehensive parameters in evaluating systolic and diastolic functions.

[Key words] Coronary slow flow; Ventricular function, left; Speckle tracking echocardiography

DOI:10.13929/j.1003-3289.201707026

左心室心肌做功效能评价冠状动脉慢血流患者 左心室收缩及舒张功能

赵翠婷,王永槐,马春燕*,李光源,孟平平,杨 军

(中国医科大学附属第一医院心血管超声科,辽宁 沈阳 110001)

[摘要] **目的** 采用二维斑点追踪技术(STE)检测冠状动脉慢血流(CSF)患者左心室心肌收缩及舒张做功效能(MSP/MDP)。 **方法** 收集经冠状动脉造影诊断为CSF患者50例(CSF组)和一般临床情况与之匹配的无CSF患者45例(对照组),采用STE检测左心室收缩期峰值整体纵向、径向和圆周应变及舒张早期应变率,计算左心室MSP和MDP,比较2组各参数的差异。 **结果** CSF组左心室收缩期峰值整体纵向、径向和圆周应变及舒张早期应变率、MSP和MDP均较对照组减低

[第一作者] 赵翠婷(1988—),女,辽宁沈阳人,在读硕士。研究方向:超声心动图新技术在冠状动脉慢血流中的应用。E-mail: maviszct@sina.com

[通信作者] 马春燕,中国医科大学附属第一医院心血管超声科,110001。E-mail: mcy_echo@163.com

[收稿日期] 2017-07-07 **[修回日期]** 2018-01-22

(P 均 < 0.05)。CSF 组冠状动脉平均血流帧数(TFC)与 MDP 呈负相关($r = -0.23$, $P = 0.04$);冠状动脉受累支数与 MDP 呈负相关($r = -0.31$, $P = 0.03$)。不同冠状动脉受累支数与对照组左心室 MDP 整体比较差异有统计学意义(P 均 < 0.05),且受累 2 支、3 支者 MDP 较对照组减低(P 均 < 0.05)。**结论** CSF 患者左心室收缩及舒张功能均减低,且平均 TFC 越大,冠状动脉受累支数越多,左心室舒张功能减低越明显。利用左心室心肌做功效能可全面评价左心室收缩及舒张功能。

【关键词】 冠状动脉慢血流;心室功能;左;斑点追踪技术

【中图分类号】 R541.4; R540.45 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-3289(2018)04-0533-05

冠状动脉慢血流(coronary slow flow, CSF)指冠状动脉造影提示冠状动脉无明显狭窄而末端充盈延迟现象^[1],此类患者冠状动脉无明显改变,且 CSF 对心功能的影响不明确,因而尚未引起临床足够重视。然而 CSF 患者常出现反复发作心绞痛,且有 2.5% 的 CSF 可导致恶性心血管事件^[2-3],因此准确、全面评价心脏功能,对于判断病情有重要临床意义。目前常通过二维斑点追踪技术(speckle tracking echocardiography, STE)检测左心室收缩期峰值整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)评价左心室整体收缩功能^[4-6],但仅能评价纵向运动,不够全面;而美国超声心动图学会(American Society of Echocardiography, ASE)心腔定量指南^[7]推荐的评价左心室舒张功能方法较复杂,临床应用受限。本研究采用左心室心肌收缩及舒张做功效能(myocardial systolic/diastolic performance, MSP/MDP)^[8]评价 CSF 患者左心室整体收缩及舒张功能,以期临床判断病情、指导治疗及评估疗效提供更全面的信息。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2016 年 1 月—2017 年 1 月因胸痛于我院就诊、疑诊冠状动脉心脏病而接受冠状动脉造影的 CSF 患者 50 例(CSF 组),男 20 例,女 30 例,年龄 37~72 岁,平均(57.1 ± 8.1)岁。纳入标准:冠状动脉造影证实冠状动脉狭窄 $< 40\%$;对比剂充盈至冠状动脉末端延迟;校正心肌梗死溶栓治疗(thrombolysis in myocardial infarction, TIMI)的血流帧数(corrrected TIMI frame count, cTFC) > 27 帧(影像采集速度 30 帧/秒);至少 1 支冠状动脉出现末端灌注延迟。排除标准:心电图运动负荷试验阳性;有心肌梗死病史;冠状动脉瘤样扩张、夹层;控制不良的高血压;心律失常;肝肾功能不全;冠状动脉造影或超声心动图影像质量不佳。另选同期与 CSF 组一般临床资料相匹配、冠状动脉造影提示无 CSF 的患者 45 例(对照组),其中男 26 例,女 19 例,年龄 35~71 岁,平均(55.5 ± 8.2)岁。

1.2 仪器与方法 采用 GE Vivid 7 超声诊断仪, M4S

探头,频率 1.7~3.3 MHz。对所有患者均于冠状动脉造影术后 24 h 内行超声心动图检查。采集标准胸骨旁左心室长轴切面、左心室短轴 3 切面及心尖 3 切面 3 个心动周期动态图像(56~85 帧/秒)并存储。

常规超声参数:根据 ASE 指南^[7],测量左心室舒张末内径(left ventricular end-diastolic dimension, LVEDD)、左心室舒张末容积(left ventricular end-diastolic volume, LVEDV)及左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、二尖瓣口舒张早期和晚期血流速度(E 和 A)及 E 峰减速时间(E wave deceleration time, EDT)、二尖瓣环舒张早期速度(e'),并计算 E/A 和 E/ e' 。

STE 参数:采用 Echo PAC 11.2 工作站, 2D Strain 插件。于心尖四腔心、二腔心和三腔心切面测量纵向应变参数,于胸骨旁二尖瓣、乳头肌和心尖短轴切面测量径向及圆周应变参数。手动勾画心内膜边界,软件自动勾画出心外膜边界,手动调节使其与实际心外膜一致(图 1)。软件自动将左心室分为 18 个心肌节段。分别测量左心室收缩期峰值 GLS、整体径向应变(global radial strain, GRS)及整体圆周应变(global circumferential strain, GCS);左心室舒张早期峰值整体纵向应变率(global longitudinal strain rate, GLSRe)、径向应变率(global radial strain rate, GRSRe)及圆周应变率(global circumferential strain rate, GCSRe)。

根据心肌做功效能计算公式^[8],计算左心室 MSP 和 MDP: $MSP = [GRS - (GLS + GCS)]/3$; $MDP = (GLSRe + GCSRe - GRSRe)/3$ 。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计分析软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,行正态性检验和方差齐性检验,如数据符合正态分布且方差齐,2 组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD 方法;方差不齐时采用 Tamhane's 检验;不符合正态分布时,采用秩和检验。计数资料以百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。对 CSF 患者冠状动脉平均血流帧数(TIMI frame count, TFC)、受累支数

与 MDP 及 MSP 的相关性采用 *Spearman* 相关分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2 组间年龄、性别、血压、血糖及血脂水平等差异无统计学意义(P 均 >0.05),CSF 组冠状动脉左前降支、左回旋支、右冠状动脉及平均 TFC 均高于对照组(P 均 <0.05),见表 1。

2.1 常规超声心动图参数比较 CSF 组 E、E/A 小于对照组(P 均 <0.05),余参数差异均无统计学意义(P 均 >0.05),见表 2。

2.2 左心室 STE 参数比较 CSF 组左心室 GLS、

GRS、GCS、MSP、GLSRe、GRSRe、GCSRe 及 MDP 均较对照组减低(P 均 <0.05),见表 3。

2.3 不同冠状动脉受累支数患者间比较 CSF 组不同冠状动脉受累支数患者和对照组 GLS 整体比较差异有统计学意义($F=3.59, P=0.02$),且受累 2 支、3 支者 GLS 较对照组减低(P 均 <0.05);GRS、GCS 和 MSP 差异无统计学意义(P 均 >0.05)。CSF 组不同冠状动脉受累支数患者与对照组 GLSRe、GCSRe 及 MDP 整体比较差异有统计学意义(P 均 <0.05),且受累 2 支、3 支者较对照组减低(P 均 <0.05),而 GRSRe 差异无统计学意义($F=1.90, P=0.14$),见表 4。

表 1 2 组一般临床情况比较($\bar{x}\pm s$)

组别	年龄 (岁)	男性 [例(%)]	病程 (月)	高血压 [例(%)]	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)	糖尿病 [例(%)]	空腹血糖 (mmol/L)
CSF 组($n=50$)	57.1 $\pm$ 8.1	20(40.00)	46.46 $\pm$ 53.61	20(40.00)	124.5 $\pm$ 11.0	75.0 $\pm$ 8.1	3(5.45)	5.60 $\pm$ 1.10
对照组($n=45$)	55.5 $\pm$ 8.2	26(42.22)	43.58 $\pm$ 53.69	18(40.00)	127.6 $\pm$ 14.3	76.9 $\pm$ 10.1	1(2.22)	5.35 $\pm$ 0.92
t/χ^2 值	0.94	0.13	0.26	0.00	1.12	0.98	0.84	1.12
P 值	0.17	0.76	0.40	1.00	0.13	0.16	0.34	0.13

组别	低密度脂蛋白 (mmol/L)	甘油三酯 (mmol/L)	高密度脂蛋白 (mmol/L)	总胆固醇 (mmol/L)	TFC(帧)			
					左前降支	左回旋支	右冠状动脉	平均 TFC
CSF 组($n=50$)	2.94 $\pm$ 0.87	1.34 $\pm$ 0.57	1.09 $\pm$ 0.23	4.47 $\pm$ 1.00	44.77 $\pm$ 16.40	37.02 $\pm$ 17.81	38.41 $\pm$ 20.39	40.06 $\pm$ 14.58
对照组($n=45$)	2.71 $\pm$ 0.86	1.38 $\pm$ 0.86	1.21 $\pm$ 0.37	4.34 $\pm$ 0.91	21.76 $\pm$ 3.08	21.61 $\pm$ 3.91	21.20 $\pm$ 4.14	21.52 $\pm$ 2.29
t/χ^2 值	1.34	-0.23	-1.99	0.59	9.64	5.90	5.78	8.78
P 值	0.09	0.46	0.25	0.23	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

表 2 2 组常规超声心动图参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	LVEDD(mm)	LVEDV(ml)	LVEF(%)	E(m/s)
CSF 组($n=50$)	47.24 $\pm$ 4.49	86.50 $\pm$ 16.55	63.63 $\pm$ 2.86	0.66 $\pm$ 0.17
对照组($n=45$)	46.91 $\pm$ 4.01	81.53 $\pm$ 15.52	64.98 $\pm$ 5.06	0.72 $\pm$ 0.20
t/χ^2 值	0.43	1.50	-1.61	-1.75
P 值	0.33	0.06	0.06	0.04

组别	A(m/s)	E/A	e'(m/s)	EDT(ms)	E/e'
CSF 组($n=50$)	0.71 $\pm$ 0.14	0.95 $\pm$ 0.30	0.08 $\pm$ 0.02	178.34 $\pm$ 26.98	8.53 $\pm$ 2.58
对照组($n=45$)	0.66 $\pm$ 0.18	1.15 $\pm$ 0.35	0.08 $\pm$ 0.03	178.87 $\pm$ 39.96	9.05 $\pm$ 2.19
t/χ^2 值	1.65	-2.94	-0.66	-0.08	-1.07
P 值	0.05	<0.01	0.25	0.42	0.14

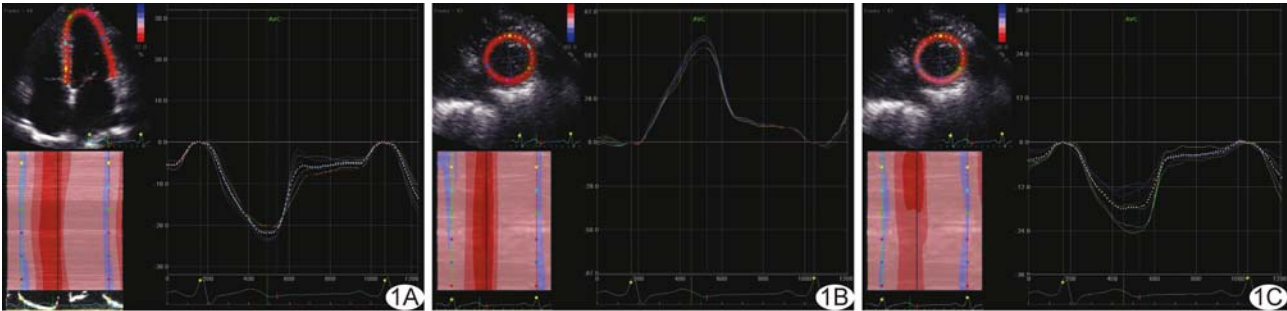


图 1 左心室应变测量曲线 A. 心尖四腔心切面,测量左心室收缩期峰值 GLS; B. 左心室短轴乳头肌切面,测量左心室收缩期峰值 GRS; C. 左心室短轴乳头肌切面,测量左心室收缩期峰值 GCS

表 3 2 组 STE 参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	GLS(%)	GRS(%)	GCS(%)	MSP(%)	GLSRe(s^{-1})	GRSRe(s^{-1})	GCSRe(s^{-1})	MDP(s^{-1})
CSF 组($n=50$)	-18.79 ± 1.72	45.29 ± 13.52	-22.53 ± 3.24	28.87 ± 5.12	1.44 ± 0.26	-2.25 ± 0.47	2.15 ± 0.37	1.95 ± 0.27
对照组($n=45$)	-20.43 ± 2.98	50.62 ± 14.76	-23.66 ± 2.89	31.57 ± 5.75	1.72 ± 0.41	-2.47 ± 0.65	2.36 ± 0.39	2.18 ± 0.39
t 值	3.24	-1.83	1.79	-2.42	-3.78	1.95	-2.57	-3.42
P 值	<0.01	<0.01	0.04	0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01

表 4 CSF 组不同冠状动脉受累支数患者与对照组 STE 参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	GLS(%)	GRS(%)	GCS(%)	MSP(%)	GLSRe(s^{-1})	GRSRe(s^{-1})	GCSRe(s^{-1})	MDP(s^{-1})
CSF 组								
1 支($n=11$)	-19.07 ± 1.77	47.47 ± 11.76	-23.26 ± 2.98	29.93 ± 4.58	1.60 ± 0.26	-2.36 ± 0.43	-2.33 ± 0.36	2.10 ± 0.27
2 支($n=17$)	$-18.86 \pm 2.00^*$	43.71 ± 14.56	-22.43 ± 3.41	28.33 ± 5.59	$1.41 \pm 0.30^*$	-2.30 ± 0.45	$2.12 \pm 0.37^*$	$1.94 \pm 0.27^*$
3 支($n=22$)	$-18.62 \pm 1.56^*$	45.51 ± 14.12	-22.35 ± 3.37	28.83 ± 5.24	$1.40 \pm 0.22^*$	-2.13 ± 0.49	$2.09 \pm 0.41^*$	$1.87 \pm 0.25^*$
对照组($n=45$) [#]	20.43 ± 2.98	50.62 ± 14.76	23.66 ± 2.89	31.57 ± 5.75	1.72 ± 0.41	2.47 ± 0.65	2.36 ± 0.39	2.18 ± 0.39
F 值	3.59	1.24	1.17	2.05	5.76	1.90	3.21	5.29
P 值	0.02	0.30	0.30	0.75	<0.01	0.14	0.03	<0.01

注: *: 与对照组比较, $P < 0.05$; #: 冠状动脉受累支数为 0

2.4 相关性分析 CSF 组冠状动脉平均 TFC 与 MDP 呈负相关($r = -0.23$, $P = 0.04$), 与 MSP 无相关性($r = -0.11$, $P = 0.34$); 冠状动脉受累支数亦与 MDP 呈负相关($r = -0.31$, $P = 0.03$), 而与 MSP 无相关性($r = -0.06$, $P = 0.68$)。

3 讨论

CSF 指冠状动脉造影正常但末端充盈延迟的现象^[1]。在接受冠状动脉造影的患者中, 约 1%~7% 为 CSF^[3,9], 其中有 80% 患者反复发作胸痛、气短, 严重影响患者生活质量^[3,9]。有研究^[3,10]表明 CSF 可导致如急性冠状动脉综合征、急性心肌梗死等恶性心血管事件的发生, 但由于冠状动脉无明显狭窄, CSF 通常未能引起足够的临床重视。

目前临床评价左心室收缩功能主要采用 LVEF, 但 LVEF 是容积变化率, 不能直接检测心肌功能。现多采用左心室 GLS 评价左心室整体收缩功能^[5-6,11]。相对于 LVEF, GLS 可早期敏感检测心肌细微功能的变化, 已得到广泛应用。但心肌运动为三维空间运动, 单纯采用 GLS 评估左心室收缩功能, 忽略了径向和圆周运动对收缩功能的影响, 不能完整准确评估左心室功能。此外, 目前根据 ASE 指南^[7], 评价左心室舒张功能较为复杂, 参数较多, 临床应用受限。因而, 临床亟须能够全面、准确、简单评价左心室收缩和舒张功能的指标。

左心室心肌做功效能^[8]将左心室心肌纵向、径向以及圆周 3 个方向应变及应变率进行整合, 可全面反映左心室收缩及舒张功能的变化。本研究结果表明,

CSF 患者左心室整体收缩和舒张功能均减低, 可能因冠状动脉血流充盈缓慢, 致心肌灌注水平减低, 心肌代偿性减少做功, 降低氧耗, 故收缩功能减低; 此外, CSF 导致心肌弛张缓慢, 心室顺应性减低, 心室舒张功能受损。因此, 临床应对 CSF 患者给予更多关注, 积极治疗, 以改善左心室收缩及舒张功能, 从而改善预后。

本研究进一步发现, CSF 患者冠状动脉平均 TFC 及冠状动脉受累支数与左心室 MDP 均呈负相关, 即随着冠状动脉血流速度减慢及受累支数的增加, 左心室舒张功能减低更明显, 可能由于心肌缺血时首先出现左心室舒张功能减低, 且对舒张功能的影响更为显著^[12]。此外, 尽管 GLS 随冠状动脉受累支数增加而减低, 但不同受累支数 MSP 并无显著差异, 可能因其他应变代偿增强, 导致整体收缩功能无显著变化, 进一步提示左心室心肌做功效能可评价左心室整体功能。

本研究的局限性: 样本量较小, 未进行预后评估, 今后将扩大样本量并进行长期随访; 三维应变参数在理论上可更全面评估左心室功能, 但由于其测量可重复性有待进一步提高, 因而本研究仍采用了二维应变参数。随着技术的改进, 今后将采用三维斑点追踪技术评估 CSF 患者左心室功能。

综上所述, CSF 患者左心室整体收缩及舒张功能均减低, 且舒张功能减低与冠状动脉血流速度及受累支数相关, 因而临床应密切关注 CSF 患者, 及时给予干预并进行密切随访。左心室心肌做功效能是可准确全面评价左心室收缩和舒张功能的新参数。

[参考文献]

- [1] Jin Z, Tan Q, Sun B. Evaluation of ghrelin levels and endothelial functions in patients with coronary slow flow phenomenon. *Cell Biochem Funct*, 2018, 36(1):18-26.
- [2] 孟平平, 李东东, 朱丹, 等. 超声极速成像技术评价冠状动脉慢血流患者颈动脉脉搏波传导速度. *中国医学影像技术*, 2017, 33(1): 17-20.
- [3] 黎瑶, 陈新云, 卢聪, 等. 超声心动图评价冠状动脉慢血流现象的研究进展. *中国医学影像技术*, 2017, 33(11):1724-1727.
- [4] Wang Y, Zhang Y, Ma C, et al. Evaluation of left and right atrial function in patients with coronary slow-flow phenomenon using two-dimensional speckle tracking echocardiography. *Echocardiography*, 2016, 33(6):871-880.
- [5] 李阳, 马春燕, 刘爽, 等. 二维斑点追踪技术评价急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗后冠状动脉侧支循环对左心室功能的影响. *中国医学影像技术*, 2015, 31(11):1653-1656.
- [6] 李光源, 马春燕, 王永槐, 等. 二维斑点追踪成像评价 QRS 时限对射血分数正常的左束支传导阻滞患者左心室功能及同步性的影响. *中国医学影像技术*, 2017, 33(3):325-329.
- [7] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2015, 16(3):233-270.
- [8] Morris DA, Boldt LH, Eichstadt H, et al. Myocardial systolic and diastolic performance derived by 2-dimensional speckle tracking echocardiography in heart failure with normal left ventricular ejection fraction. *Circ Heart Fail*, 2012, 5(5): 610-620.
- [9] Hawkins BM, Stavrakis S, Rousan TA, et al. Coronary slow flow—prevalence and clinical correlations. *Circ J*, 2012, 76(4): 936-942.
- [10] Li Y, Wang Y, Jia D, et al. Assessment of risk factors and left ventricular function in patients with slow coronary flow. *Heart Vessels*, 2016, 31(3):288-297.
- [11] Wang Y, Ma C, Zhang Y, et al. Assessment of left and right ventricular diastolic and systolic functions using two-dimensional speckle-tracking echocardiography in patients with coronary slow-flow phenomenon. *PLoS One*, 2015, 10(2):e0117979.
- [12] Yang B, Daimon M, Ishii K, et al. Prediction of coronary artery stenosis at rest in patients with normal left ventricular wall motion. Segmental analyses using strain imaging diastolic index. *Int Heart J*, 2013, 54(5):266-272.

2017 版中国科技期刊引证报告相关数据 ——《中国医学影像技术》

由中国科学技术信息研究所主持的“2016 中国科技论文统计结果发布会”于 2017 年 10 月 31 日在北京国际会议中心举行。《中国医学影像技术》杂志在《2017 版中国科技期刊引证报告》(核心版)的相关数据为:

- 1 文献来源量:442 篇;
- 2 基金论文比:0.41;
- 3 总被引频次:3582;
- 4 影响因子:0.709;
- 5 学科扩散指标:20.57;
- 6 学科影响指标:0.90;
- 7 综合评价总分:65.70。