

· 临床研究 ·

## 运用二维斑点追踪技术评估长新冠综合征患者早期亚临床心肌损害的研究

赵迪,张艳娟,王连生,刘加宝\*

南京医科大学第一附属医院心血管内科,江苏 南京 210029

**[摘要]** 目的:应用二维斑点追踪技术评价长新冠综合征患者早期亚临床心肌损害的应用价值。方法:在南京医科大学第一附属医院门诊连续入组2022年12月7日我国放开疫情管控后新冠感染患者59例作为观察组,选取新冠流行前门诊者60例作为健康对照组,收集患者基本临床资料及心肌损伤标志物等化验指标,采用二维心超及二维斑点追踪技术(two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)评估患者左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、左室舒张功能E/A、E/e',左室整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)及十八节段应变值,计算并比较各组间心率、LVEF、E/A、E/e'、GLS及十八节段应变值。结果:研究发现长新冠综合征患者的左室舒张功能E/A( $1.14\pm 0.34$  vs.  $1.46\pm 0.44$ ,  $P<0.001$ )、E/e'( $8.01\pm 2.08$  vs.  $7.21\pm 1.53$ ,  $P<0.05$ )及左室GLS[ $(-20.57\pm 2.15)\%$  vs.  $(-21.90\pm 1.73)\%$ ,  $P<0.001$ ]较健康对照组显著下降。进一步行十八节段应变分析发现新冠组患者主要表现为前间隔基底部、前壁中间部、前间隔中间部、下侧壁中间部、前侧壁中间部、前壁心尖部、前间隔心尖部、下壁心尖部、下侧壁心尖部和前侧壁心尖部等十个节段的显著降低( $P<0.05$ )。通过感染后时间的亚组分析发现,随着新冠康复时间延长,患者GLS呈现逐渐改善趋势。结论:新冠后患者常出现左室舒张功能及GLS的下降。而随着新冠康复时间的延长,上述指标呈现逐渐改善趋势。应用2D-STI可以定量评估长新冠综合征患者早期亚临床心肌损害,可能为新冠患者的临床诊治提供一定依据。

**[关键词]** 新冠感染;长新冠综合征;二维斑点追踪技术;左室整体纵向应变;心脏功能

**[中图分类号]** R540.45

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 1007-4368(2024)02-185-06

**doi:**10.7655/NYDXBNSN230724

## Study on the evaluation of early subclinical myocardial damage in patients after long COVID syndrome by two-dimensional speckle tracking imaging

ZHAO Di, ZHANG Yanjuan, WANG Liansheng, LIU Jiabao\*

Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

**[Abstract]** **Objective:** To evaluate the application value of early subclinical myocardial damage in patients with long COVID using two-dimensional speckle tracking imaging (2D-STI) technology. **Methods:** Fifty-nine patients with post-COVID infection after the unsealing of the COVID epidemic in China on December 7, 2022 were enrolled as the observation group, and 60 pre-epidemic healthy people who were screened in the out patient department were selected as the healthy control group. Basic clinical data, markers of myocardial injury and other laboratory indicators of patients were collected. Two-dimensional echocardiography and 2D-STI were used to evaluate left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular diastolic function (E/A, E/e'), global longitudinal strain (GLS), and segmental strain values, and the heart rate, LVEF, E/A, E/e', GLS, and segmental strain values were calculated and compared between the groups. **Results:** The study found that the left ventricular diastolic function E/A ( $1.14\pm 0.34$  vs.  $1.46\pm 0.44$ ,  $P<0.001$ ), E/e' ( $8.01\pm 2.08$  vs.  $7.21\pm 1.53$ ,  $P<0.05$ ), and GLS [ $(-20.57\pm 2.15)\%$  vs.  $(-21.90\pm 1.73)\%$ ,  $P<0.001$ ] of patients with long COVID syndrome were significantly decreased compared to healthy control individuals. Further segmental strain analysis revealed significant decreases in ten segments, including basal anteroseptal, mid anterior, mid anteroseptal, mid inferolateral, mid anterolateral, apical anterior, apical anteroseptal, apical inferior, apical inferolateral and apical anterolateral in the COVID group ( $P<0.05$ ). Subgroup analysis based on post

**[基金项目]** 国家自然科学基金(81901416);江苏省自然科学基金(BK20191067)

\*通信作者(Corresponding author), E-mail: jiabaoliu@njmu.edu.cn

-infection time found that as the recovery time from COVID prolonged, the GLS of patients showed a gradual improvement trend. **Conclusion:** Patients after COVID infection often experience a decrease in left ventricular diastolic function and GLS. With the prolongation of COVID recovery time, the above indicators show a gradual improvement trend. The application of 2D-STI technique can quantitatively evaluate early subclinical myocardial injury in patients with long novel coronavirus syndrome, which may provide evidence for clinical diagnosis and treatment of COVID patients.

[Key words] novel coronavirus infection; long novel coronavirus syndrome; two-dimensional speckle tracking imaging; left ventricular global longitudinal strain; cardiac function

[J Nanjing Med Univ, 2024, 44(02): 185-190]

2019年新型冠状病毒(novel coronavirus, COVID-19, 简称新冠)在世界范围内迅速传播,并感染了全球数以亿计的人口<sup>[1]</sup>。随着对疾病的了解增加,学者对由此造成的并发症、后遗症的认识也在不断加强,文献报道将此类并发症与后遗症统称为长新冠综合征<sup>[2]</sup>。轻度COVID-19感染后可持续出现身体症状、精神症状和社交症状,其中疲劳是最常见的持续性症状之一。其他经常出现的持续性症状有呼吸困难、咳嗽、胸痛、头痛、精神和认知状态下降以及嗅觉功能障碍,对工作和日常功能产生重大影响。新冠感染会累及心血管系统,导致患者出现胸痛、胸闷、气短和心肌损害等心脏相关症状。研究发现,长新冠组患者的心脏并发症发生风险是从未感染过新冠组的2.3~2.5倍<sup>[3]</sup>,表明新冠感染不仅仅是一种简单的呼吸系统疾病,更是一种可影响心脏等多个系统/器官的综合征。自我国新冠疫情解封后,心内科门诊新冠后患者增多,大多患者主诉胸闷、胸痛、心悸等长新冠综合征样症状。二维斑点追踪技术(two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)是通过追踪心肌内回声斑点的空间运动,以反映心肌组织的实时运动和形变。2D-STI在定量评价心肌功能方面,也被证实与心脏磁共振特征追踪技术(cardiovascular magnetic resonance feature tracking, CMR-FT)有良好的一致性和可行性<sup>[4]</sup>,并且它在诸多心血管疾病的诊断、危险分层以及预后判断等临床应用中敏感性高、重复性好,且具有独立于左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)的增量价值<sup>[5]</sup>。因此,本研究应用二维超声心动图及2D-STI技术评估长新冠综合征患者左室射血分数、左室舒张功能及左室整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)及十八节段应变值,为临床新冠后患者的诊治提供新的数据支持及依据。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

连续入组2022年12月7日我国放开疫情管控

后出现心脏不适,于南京医科大学第一附属医院心血管门诊就诊患者,初筛的60例患者中,发现并确诊1例新冠后心肌炎患者,予以剔除,将纳入的长新冠综合征患者59例(男18例,女41例)作为观察组。纳入标准:①年龄14~60岁;②患者主要表现为胸痛、胸闷、心悸、乏力、气短等心脏不适;③符合长新冠综合征诊断标准:新型冠状病毒感染后,大多数患者经治疗后10 d左右康复,但仍有一部分患者治疗后会有一系列累及全身多个系统及器官的长期临床症状。一般来说,区分急性新冠病毒感染和“长新冠综合征”的时限为28 d<sup>[6]</sup>。排除标准:①新冠后心肌炎;②继发性高血压;③各类心肌病;④各类先天性心脏病;⑤显著瓣膜功能障碍,包括中度以上的瓣膜狭窄或瓣膜关闭不全;⑥室性心律失常、房颤或起搏节律;⑦明确冠心病;⑧心包疾病;⑨重度肝、肾、肺功能不全;⑩明确糖尿病;⑪精神疾病或严重精神症状者;⑫目前参加其他药物临床试验;⑬妊娠期、哺乳期妇女;⑭怀疑或确有酒精、药物滥用病史。健康对照组:选择新冠流行前性别、年龄与病例组相匹配的健康筛查者60例(男23例,女37例),年龄14~60岁,既往无高血压、糖尿病、肾功能衰竭及心脏病史,经体格、实验室、常规心电图及经胸超声心动图检查均无异常。本研究获得南京医科大学第一附属医院伦理委员会批准(伦理号:2022-SR-529),所有患者均签署知情同意书。

### 1.2 方法

PHILIPS EPIQ CVX彩色多普勒超声诊断仪,S5-1相控阵探头,频率2.0~4.5 MHz,配有在机Auto Strain分析软件。

受检者连接体表心电图,显示清晰、稳定的心电图信号,取左侧卧位。嘱受检者平静呼吸,待心率平稳后,先行二维超声心动图检查,采集胸骨旁长轴、二尖瓣口短轴、左室乳头肌短轴、心尖四腔心、三腔心以及两腔心等切面的二维动态图像。切换为2D-STI模式,每个切面连续采集取3个心动周

期图像,图像帧频40~80帧/s,采集心尖四腔、三腔及两腔长轴动态图像。

### 1.2.1 常规超声心动图指标

于胸骨旁左心室长轴切面测量左心房前后径(left atrial dimension, LAD)、左心室舒张末期内径(left ventricular end-diastolic dimension, LVEDd)、左心室收缩末期内径(left ventricular end-systolic dimension, LVESd)以及左室短轴缩短率(fractional shortening, FS)。于心尖四腔心切面测量舒张早期二尖瓣口血流速度(E峰)和舒张晚期二尖瓣口血流速度(A峰),计算E/A值;双平面Simpson法测量LVEF。心肌组织多普勒成像技术(tissue doppler imaging, TDI)测量二尖瓣环侧壁(L)及室间隔(S)的舒张早期峰值速度(e'),计算平均E/e'=2E/[e'(L)+e'(S)]。上述指标均测量3次后取平均值。

### 1.2.2 二维斑点追踪应变分析

选中采集的心尖四腔心、三腔心及两腔心的二维动态图像,点击屏幕Auto Strain,系统自动对上述切面的图像进行分析,系统自动将左室壁分成十八个节段,通过追踪整个心动周期的心肌斑点,生成左室心内膜整体纵向总应变及十八节段纵向应变绝对值。

### 1.2.3 一致性检验

随机抽取15例储存图像,由2位医生分别再次进行分析。

### 1.3 统计学方法

统计学处理使用SPSS22.0软件。计数资料采用例表示,组间比较采用卡方检验;计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,数据符合正态分布以及方差齐性时,两组间比较采用独立样本t检验;多组比较采用单因素方差分析及多重比较的LSD-t检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料比较

两组患者性别、年龄、体表面积(body-surface area, BSA)差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),但新冠组患者平均心率显著高于健康对照组( $P < 0.001$ )(表1)。

### 2.2 常规超声心动图参数比较

新冠组与对照组相比,E/A、间隔e'及侧壁e'减小,E/e'及A增大,差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),而两组LAD、LVEDd、LVEF、FS和E未见显著差异( $P > 0.05$ ,表2)。

表1 两组一般资料比较

Table 1 Characteristics of the study population categorized by the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

Variables	Healthy control group(n=60)	COVID-19 group(n=59)	$\chi^2/t$	P
Male/Female	23/37	18/41	0.807	0.369
Age(years)	39.22 ± 11.71	42.95 ± 12.08	1.712	0.090
BSA(m <sup>2</sup> )	1.68 ± 0.18	1.71 ± 0.24	0.772	0.442
HR(beats/min)	67.82 ± 8.66	82.21 ± 16.43	5.747	<0.001

n: number; BSA: body-surface area; HR: heart rate.

### 2.3 二维斑点追踪总应变及十八节段应变参数比较

新冠组左室GLS及节段应变参数:前间隔基底部、前壁中间部、前间隔中间部、下侧壁中间部、前侧壁中间部、前壁心尖部、前间隔心尖部、下壁心尖部、下侧壁心尖部和前侧壁心尖部绝对值均低于健康对照组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ );而新冠组节段应变参数:前壁基底部、下侧壁基底部、前侧壁基底部、下壁间隔中间部绝对值均高于健康对照组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。由此可见新冠后患者大部分节段应变呈下降趋势,个别节段可能出现代偿性应变增加。两组下壁间隔基底部、下壁基底部、下壁中间部和下壁间隔心尖部应变参数未见显著差异( $P > 0.05$ ,表3)。健康对照组及新冠组GLS典型图见图1,正常组患者整体GLS及各个节段应变良好;牛眼图提示新冠组的左室GLS绝对值低于健康对照组,并且以左室心尖部为主出现应

表2 两组常规超声心动图参数比较

Table 2 Comparison of conventional echocardiographic parameters between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

Variables	COVID-19		t	P
	Healthy control group(n=60)	group(n=59)		
LAD(mm)	30.00 ± 3.78	30.59 ± 2.90	0.960	0.339
LVEDd(mm)	44.78 ± 2.94	43.78 ± 3.30	-1.753	0.082
LVEF(%)	66.70 ± 3.15	65.88 ± 2.04	-1.695	0.093
E(m/s)	0.84 ± 0.16	0.82 ± 0.19	-0.646	0.520
A(m/s)	0.61 ± 0.13	0.75 ± 0.14	5.599	<0.010
E/A	1.46 ± 0.44	1.13 ± 0.34	-4.529	<0.010
FS(%)	36.79 ± 2.43	36.15 ± 1.48	-1.730	0.086
Septal e'(cm/s)	9.81 ± 2.21	8.27 ± 2.19	-3.813	<0.010
Lateral e'(cm/s)	14.22 ± 3.27	12.52 ± 2.89	-2.997	0.003
E/e'	7.21 ± 1.53	8.01 ± 2.08	2.401	0.018

LAD: left atrial dimension; LVEDd: left ventricular end-diastolic dimension; LVEF: left ventricular ejection fraction; FS: fractional shortening.

变绝对值的明显下降。

### 2.4 新冠组不同月份入组患者心功能参数分析

按照患者新冠感染后不同时间进行分组,距离感染转阴后不同时间分为一月组、二月组、三月组、四月组和五月组。一月组:22例;二月组:12例;三月组:12例;四月组:11例;五月组:2例。由于五月组入组患者2例,不进行分析。各组间性别、年龄、BSA等一般资料差异无统计学意义( $P >$

0.05)。随着月份增加,各组之间平均心率呈现下降趋势,组间LVEF、E/A未见明显差异( $P$ 值均 $>$ 0.05)。但是新冠后不同月份患者GLS比较,二月组与四月组患者GLS参数均显著优于一月组( $P <$ 0.05),三月组与一月组进行比较,有改善趋势,但未见显著差异( $P >$ 0.05)。提示随着感染新冠后康复时间的推移,患者左室整体纵向应变(GLS)呈现好转趋势(表4)。

表3 两组二维斑点追踪超声心动图总应变及十八节段应变参数比较

Table 3 Comparison of GLS and 18-segment strain values between the two groups

(%,  $\bar{x} \pm s$ )

Strain(%)	Healthy control group(n=60)	COVID-19 group(n=59)	t	P
GLS	-21.90 ± 1.73	-20.65 ± 2.07	-3.566	0.001
ANT-bas	-19.12 ± 2.80	-22.20 ± 8.51	2.642	0.010
ANT-SEP-bas	-17.62 ± 2.74	-13.72 ± 7.66	-3.680	<0.010
INF-SEP-bas	-15.52 ± 2.30	-17.29 ± 7.02	1.849	0.069
INF-bas	-16.67 ± 2.51	-16.04 ± 7.80	-0.584	0.561
INF-LAT-bas	-17.55 ± 3.30	-29.89 ± 8.88	10.012	<0.010
ANT-LAT-bas	-19.13 ± 3.26	-29.75 ± 9.61	8.046	<0.010
ANT-mid	-21.75 ± 3.20	-19.48 ± 6.28	-2.482	0.015
ANT-SEP-mid	-20.63 ± 3.40	-15.98 ± 6.13	-5.106	<0.010
INF-SEP-mid	-18.32 ± 2.67	-21.87 ± 4.71	5.039	<0.010
INF-mid	-21.18 ± 3.44	-22.84 ± 6.22	1.797	0.076
INF-LAT-mid	-23.08 ± 4.30	-18.83 ± 5.62	-4.637	<0.010
ANT-LAT-mid	-22.12 ± 3.45	-18.35 ± 5.93	-4.230	<0.010
ANT-api	-24.63 ± 3.14	-18.43 ± 9.12	-4.952	<0.010
ANT-SEP-api	-29.67 ± 4.34	-20.85 ± 5.74	-9.457	<0.010
INF-SEP-api	-23.80 ± 2.59	-20.51 ± 5.54	-1.497	0.138
INF-api	-26.60 ± 3.24	-23.47 ± 6.42	-3.346	<0.010
INF-LAT-api	-26.18 ± 2.33	-20.04 ± 7.14	-6.285	<0.010
ANT-LAT-api	-27.29 ± 4.14	-20.98 ± 6.99	-5.977	<0.010

ANT-bas:basal anterior;ANT-SEP-bas:basal anteroseptal;INF-SEP-bas:basal inferoseptal;INF-bas:basal inferior;INF-LAT-bas:basal inferolateral;ANT-LAT-bas:basal anterolateral;ANT-mid:mid anterior;ANT-SEP-mid:mid anteroseptal;INF-SEP-mid:mid inferoseptal;INF-mid:midinferior;INF-LAT-mid:mid inferolateral;ANT-LAT-mid:mid anterolateral;ANT-api:apical anterior;ANT-SEP-api:apical anteroseptal;INF-SEP-api:apical inferoseptal;INF-api:apical inferior;INF-LAT-api:apical inferolateral;ANT-LAT-api:apical anterolateral.

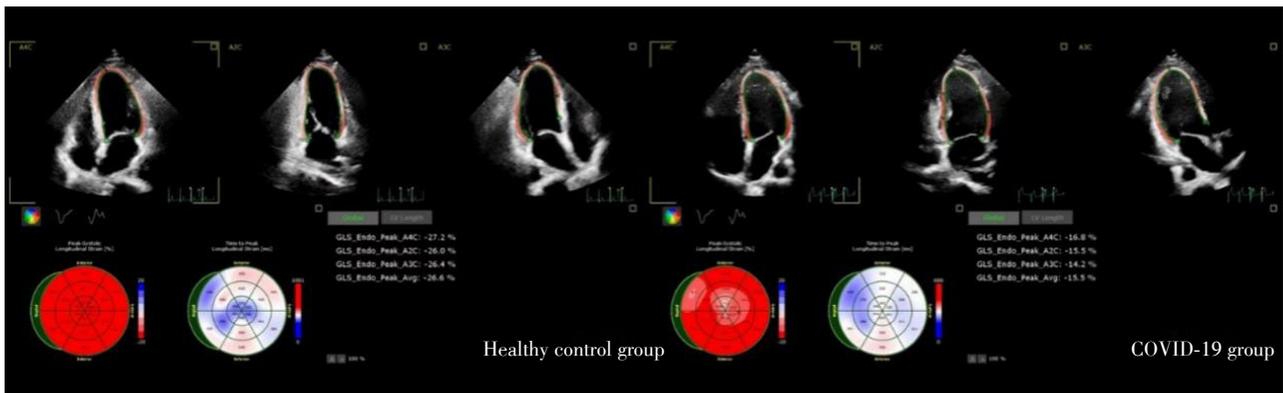


图1 健康对照组和新冠组患者GLS应变牛眼图对比

Figure 1 Comparison of GLS strain bovine eye maps between healthy control group and COVID-19 group

表4 新冠后间隔不同时间患者心功能参数分析

Table 4 Analysis of cardiac function parameters in patients with different time interval after COVID-19 ( $\bar{x} \pm s$ )

Variables	One-month group (n=22)	Two-month group (n=12)	Three-month group (n=12)	Four-month group (n=11)	F/ $\chi^2$	P
M/F	7/15	4/8	3/9	2/9	0.946	0.891
Age(years)	43.18 ± 10.43	46.00 ± 13.99	41.08 ± 11.17	39.36 ± 14.33	0.845	0.503
BSA(m <sup>2</sup> )	1.65 ± 0.17	1.72 ± 0.19	1.68 ± 0.24	1.74 ± 0.21	0.634	0.597
HR(beats/min)	91.60 ± 17.43	81.86 ± 11.14	76.22 ± 10.24	73.89 ± 19.08	2.443	0.064
LVEF(%)	66.31 ± 2.38	65.97 ± 1.98	65.24 ± 1.39	66.14 ± 1.78	1.607	0.186
E/A	1.06 ± 0.37	1.15 ± 0.32	1.18 ± 0.27	1.24 ± 0.39	0.868	0.490
GLS(%)	-19.79 ± 2.22	-22.26 ± 1.98	-20.38 ± 1.42	-21.25 ± 1.41	4.184	0.005

M: male; F: female; BSA: body-surface area; HR: heart rate; LVEF: left ventricular ejection fraction; GLS: global longitudinal strain.

### 3 讨论

新冠爆发以来,已造成了数亿人的发病及数百万人的死亡,目前其仍在全球大范围流行。患者感染新冠后心血管系统表现出不同症状,心脏不适是许多长新冠综合征患者的常见症状,包括胸痛不适、心悸、乏力、胸闷、气短、体位性心动过速等。

近日,欧洲心脏病学会工作组发布了长新冠综合征心血管症状的诊治策略科学声明。声明指出,心血管症状是长新冠综合征患者的第三大常见表现<sup>[7]</sup>。本研究对我国放开疫情管控后新冠感染后出现胸痛、胸闷、心悸及气短等心血管不适的长新冠患者进行研究。在初筛的60例患者中,发现并确诊1例新冠后心肌炎患者,该患者属于普通型新冠心肌炎,出现左室收缩功能明显降低,在经过激素抗炎、营养心肌、控制心率等对症治疗后好转出院。其余59例患者的高敏肌钙蛋白T都处于正常范围,并进一步排除了新冠后心肌炎,符合长新冠综合征诊断标准<sup>[5]</sup>。这些长新冠综合征患者门诊主诉为胸痛、胸闷、心悸、气短或体位性心动过速等症状。本研究显示,新冠后患者平均心率显著增加,可能是引起患者心悸的主要原因。除此之外,国外研究报告,长新冠综合征患者还可能有心脏超声异常,包括左室和右室重构、运动负荷后舒张和收缩功能障碍等<sup>[8]</sup>。本研究发现新冠后患者的左室内径及收缩功能未见显著受损。但舒张功能比健康对照人群下降明显,主要表现在E/A、间隔e'及侧壁e'参数的降低,E/e'参数的增大。由此可见,大部分的新冠感染后患者,虽然心脏收缩功能未见降低,其舒张功能与健康对照组比较,已有相应的降低。

心脏结构改变是心肌功能发生改变的基础,但是以常规超声心动图参数LVEF为指标来宏观地评

估长新冠患者,左室收缩功能均显示正常,故常规超声无法识别患者早期亚临床心肌功能受损。二维斑点追踪技术是近年迅速发展的高新技术,基于组织位移的变化,通过识别二维灰阶图像中的心肌回声斑点,自动追踪感兴趣区内心肌组织空间位移变化,定量分析感兴趣区内的心肌形变<sup>[9]</sup>。Notomi等<sup>[10]</sup>证实了二维斑点追踪技术和心脏MRI之间有良好的相关性,可以早期识别患者心功能受损。本研究发现,新冠后患者的左室总体应变GLS及多个节段应变参数均显著低于健康对照组,这些节段包括:前间隔基底部、前壁中间部、前间隔中间部、下侧壁中间部、前侧壁中间部、前壁心尖部、前间隔心尖部、下壁心尖部、下侧壁心尖部和前侧壁心尖部,并且以左室心尖部为主出现应变绝对值的明显下降。可能由于代偿作用,新冠后患者的前壁基底部、下侧壁基底部、前侧壁基底部和下壁间隔中间部的应变功能反而高于健康对照组。有研究报道,新发症状的长新冠综合征患者经<sup>18</sup>F-FDG PET/CT检测,发现左室侧壁和下外侧壁的<sup>18</sup>F-FDG-PET摄取较高,提示“心肌疲劳综合征”<sup>[11]</sup>,与本研究新冠后患者的左室纵向应变多个节段应变参数表现一致,推测可能与直接的病毒损伤或细胞介导的细胞毒性有关<sup>[12]</sup>,但具体机制有待于进一步研究。此外,本研究进一步按感染新冠后时间长短进行亚组分析显示,随着感染新冠后康复时间的延长,患者左室总体应变GLS呈现好转趋势,伴随着胸痛、心悸、乏力、胸闷、气短等心脏不适的改善。因此,本研究证实二维斑点追踪技术具有更高的敏感性,能够检测新冠感染后亚临床心脏收缩功能障碍。

本研究仍有一些局限性。首先,样本量小,不利于对二维斑点追踪技术在新冠感染后心肌应变

中的作用进行精确评估。特别是新冠后不同时间患者GLS评估,三月组与一月组比较,虽有明显改善趋势,可能由于样本量少,未见显著差异。其次,本研究随访时间尚短,新冠对患者的长期影响还需要大数据、长时程的随访观察。这些都需要在以后的研究中进一步完善。

综上所述,本研究发现大部分新冠后患者呈非心肌炎特征,有胸闷、胸痛及心悸等不适,但常规超声心动图评估收缩功能参数均正常。通过二维斑点追踪超声心动图应变技术发现,新冠后患者的左室总体应变GLS及部分节段应变出现了不同程度的减低。而随着康复时间的延长,患者心脏功能呈现逐渐好转的趋势。本研究为临床感染新冠后患者的诊治提供了数据及指导。

#### [参考文献]

- [1] 周贵香,吴雯,王炎,等. 新型冠状病毒无症状感染特征研究[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2022, 42(9):1315-1321
- [2] VAN KESSEL S A M, OLDE HARTMAN T C, LUCASEN P L B J, et al. Post-acute and long-COVID-19 symptoms in patients with mild diseases: a systematic review [J]. *Fam Pract*, 2022, 39(1): 159-167
- [3] CASTIELLO T, GEORGIPOULOS G, FINOCCHIARO G, et al. COVID-19 and myocarditis: a systematic review and overview of current challenges [J]. *Heart Fail Rev*, 2022, 27(1): 251-261
- [4] VALENTE F, GUTIERREZ L, RODRIGUEZ-EYRAS L, et al. Cardiac magnetic resonance longitudinal strain analysis in acute ST-segment elevation myocardial infarction: a comparison with speckle-tracking echocardiography [J]. *Int J Cardiol Heart Vasc*, 2020, 29: 100560
- [5] 戴妍妍,杨秀玲,梁锁柱,等. 二维应变超声对冠心病患者介入治疗前后左室心肌功能的定量评价[J]. *影像科学与光化学*, 2020, 38(6): 1065-1069
- [6] 陈琳,鲁杨. 长新冠综合症的病理生理学及其发病机制的研究进展[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 12: 1916-1920
- [7] GYONGYÖSI M, ALCAIDE P, ASSELBERGS F W, et al. Long COVID and the cardiovascular system - elucidating causes and cellular mechanisms in order to develop targeted diagnostic and therapeutic strategies: a joint scientific statement of the ESC working groups on cellular biology of the heart and myocardial and pericardial diseases [J]. *Cardiovasc Res*, 2023, 119(2): 336-356
- [8] SZEKELY Y, LICHTER Y, SADON S, et al. Cardiorespiratory abnormalities in patients recovering from coronavirus disease 2019 [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2021, 34(12): 1273-1284
- [9] LOTTI R, DE MARZO V, DELLA BONA R, et al. Speckle-tracking echocardiography: state of art and its applications [J]. *Minerva Med*, 2023, 114(4): 500-515
- [10] NOTOMI Y, SHIOTA T, POPOVIĆ ZB, et al. Measurement of ventricular torsion by two-dimensional ultrasound speckle tracking imaging [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 45(12): 2034-2041
- [11] SARICAM E, DURSUN A D, TÜRKMEN SARIYILDIZ G, et al. Laboratory and imaging evaluation of cardiac involvement in patients with post-acute COVID-19 [J]. *Int J Gen Med*, 2021, 14: 4977-4985
- [12] 涂佳金,梁栋,刘加宝,等. 与COVID-19可能相关的心绞痛1例报告[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2022, 42(2): 302-305

[收稿日期] 2023-07-30

(本文编辑:戴王娟)