

## Echocardiographic automatic cardiac motion quantification technique for assessment of left ventricular systolic function in children with Kawasaki disease

LIU Yun<sup>1\*</sup>, GENG Xiaoduan<sup>1</sup>, LI Hezhou<sup>1</sup>, LI Yan<sup>2</sup>, WU Juan<sup>1</sup>, ZHANG Yapeng<sup>1</sup>

(1. Department of Ultrasound, 2. Department of Pediatrics, the Third Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the value of echocardiographic automatic cardiac motion quantification (aCMQ) for evaluating left ventricular (LV) systolic function in children with Kawasaki disease (KD). **Methods** Totally 53 children with KD (KD group) who underwent routine intravenous immunoglobulin (IVIG) after admission were enrolled, including 22 with coronary artery ectasia (subgroup A) and 31 without coronary artery ectasia (subgroup B). Fifty-eight healthy children were used as the controls (control group). Echocardiography was performed for KD children within 12 h before treatment (acute phase), 1 week after treatment (subacute phase) and 6—10 weeks after treatment (recovery phase), respectively. Conventional parameters of the left ventricle were measured using M-mode echocardiography, and the apical two-chamber, three-chamber and four-chamber 2D dynamic images of the left ventricle were obtained. The QLab 13.0 software was used for offline aCMQ analysis to obtain parameters related to left ventricular local longitudinal strain (LS), global longitudinal strain (GLS) and tracking of mitral annular displacement (TMAD) related parameters. **Results** There was no significant difference of the left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular fraction shortening (LVFS), interventricular septum thickness at end-diastole (IVSD), left ventricular end-diastolic dimension (LVEDD) nor left ventricular end-systolic dimension (LVESD) between acute KD children and controls (all  $P > 0.05$ ). In children with acute and subacute KD, LS of basal segment, LS of middle segment, LS of apical segment, apical two chamber view LS ( $LS_{AP2}$ ), apical three chamber view LS ( $LS_{AP3}$ ) and apical four chamber view LS ( $LS_{AP4}$ ) were all lower than those in controls, while LS of basal segment and  $LS_{AP4}$  in recovery phase of KD were lower than that in controls (all  $P < 0.05$ ). In children with subacute and recovery phase KD, LS of basal segment, LS of middle segment, LS of apical segment,  $LS_{AP2}$ ,  $LS_{AP3}$ ,  $LS_{AP4}$  and GLS of KD group were all higher than those in acute stage KD (all  $P < 0.05$ ), and LS of middle segment, LS of apical segment,  $LS_{AP3}$  and GLS in recovery phase were higher than those with subacute phase KD (all  $P < 0.05$ ). In acute stage, there was no significant difference of LS nor TMAD parameters of left ventricle between subgroup A and B (all  $P > 0.05$ ). In convalescent KD children, basal segment LS and average displacement rate of mitral valve annulus in apical four-chamber view ( $AP4$  Midpt%) in subgroup A were lower than those in subgroup B (both  $P < 0.05$ ). **Conclusion** Echocardiographic aCMQ technique could be used to assess early left ventricular systolic function in KD children. Coronary artery ectasia affected left ventricular function in children with convalescent KD.

**[Keywords]** mucocutaneous lymph node syndrome; ventricular function, left; echocardiography; automatic cardiac motion quantification

**DOI:** 10.13929/j.issn.1003-3289.2022.06.012

**[基金项目]** 河南省医学科技攻关计划联合共建项目(LHGJ20200447)。

**[第一作者]** 刘云(1980—),女,河南开封人,硕士,副主任医师。研究方向:妇幼超声。

**[通信作者]** 刘云,郑州大学第三附属医院超声科,450052。E-mail: pipi45321@126.com

**[收稿日期]** 2021-12-01 **[修回日期]** 2022-03-22

# 超声心动图自动心肌运动定量技术评估川崎病 患儿左心室收缩功能

刘云<sup>1\*</sup>, 耿笑端<sup>1</sup>, 栗河舟<sup>1</sup>, 李艳<sup>2</sup>, 吴娟<sup>1</sup>, 张亚鹏<sup>1</sup>

(1. 郑州大学第三附属医院超声科, 2. 儿内科, 河南 郑州 450052)

**[摘要]** **目的** 观察超声心动图自动心肌运动定量(aCMQ)技术评估川崎病(KD)患儿左心室收缩功能的应用价值。**方法** 回顾性分析 53 例入院后接受常规静脉注射免疫球蛋白(IVIG)治疗的 KD 患儿(KD 组),包括 22 例冠状动脉扩张(A 亚组)、31 例冠状动脉未扩张(B 亚组);以同期 58 名健康儿童作为对照组。对 KD 组分别于治疗前 12 h 内(急性期)、治疗后 1 周(亚急性期)及 6~10 周(恢复期)行超声心动图检查,以 M 型超声测量左心室常规参数,获得左心室心尖两腔、三腔及四腔观二维动态图像并以 QLab 13.0 软件进行脱机 aCMQ 分析,获取左心室局部纵向应变(LS)、整体纵向应变(GLS)及组织运动二尖瓣环位移(TMAD)相关参数。**结果** 急性期 KD 患儿与健康儿童间,左心室射血分数(LVEF)、左心室短轴缩短率(LVFS)、舒张末期室间隔厚度(IVSD)、左心室舒张末期内径(LVEDD)、左心室收缩末期内径(LVESD)差异均无统计学意义( $P$ 均 $>0.05$ )。急性期、亚急性期 KD 患儿基底段 LS、中间段 LS、心尖段 LS、心尖两腔观 LS( $LS_{AP2}$ )、心尖三腔观 LS( $LS_{AP3}$ )、心尖四腔观 LS( $LS_{AP4}$ )、GLS 及恢复期基底段 LS、 $LS_{AP4}$  均较健康儿童降低( $P$ 均 $<0.05$ );亚急性期、恢复期 KD 基底段 LS、中间段 LS、心尖段 LS、 $LS_{AP2}$ 、 $LS_{AP3}$ 、 $LS_{AP4}$ 、GLS 均较急性期升高( $P$ 均 $<0.05$ );恢复期中间段 LS、心尖段 LS、 $LS_{AP3}$ 、GLS 较亚急性期升高( $P$ 均 $<0.05$ )。急性期 A 亚组与 B 亚组左心室 LS 及 TMAD 参数差异均无统计学意义( $P$ 均 $>0.05$ );恢复期 A 亚组基底段 LS 和心尖四腔观二尖瓣环平均位移率( $AP4$  Midpt%)较 B 亚组降低( $P$ 均 $<0.05$ )。**结论** 超声心动图 aCMQ 技术可早期评估 KD 患儿左心室收缩功能;冠状动脉扩张影响 KD 患儿恢复期左心室功能。

**[关键词]** 黏膜皮肤淋巴结综合征; 心室功能,左; 超声心动描记术; 自动心肌运动定量

**[中图分类号]** R543; R540.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2022)06-0842-06

川崎病(Kawasaki disease, KD)为急性多系统、自限性血管炎,又称黏膜皮肤淋巴结综合征,是 5 岁以下儿童获得性心脏病的主要病因。常规超声心动图对于 KD 的临床应用价值有限<sup>[1]</sup>。基于二维斑点追踪超声心动图原理的自动心肌运动定量(automatic cardiac motion quantification, aCMQ)技术通过自动逐帧追踪声学斑点信息,定性、定量心肌组织实时运动和变形,追踪二尖瓣环相对于心尖的运动<sup>[2]</sup>,已用于评估 KD 患者心功能<sup>[3-4]</sup>。本研究观察 aCMQ 技术评估 KD 患儿左心室收缩功能变化的临床价值。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析 2020 年 9 月—2021 年 9 月 53 例郑州大学第三附属医院收治的 KD 患儿(KD 组),男 34 例,女 19 例,年龄 2 个月~8 岁,中位年龄 1.8 岁;均符合文献<sup>[5]</sup> 诊断 KD 标准,入院后接受静脉注射免疫球蛋白(intravenous immunoglobulin, IVIG),并分别于 IVIG 治疗前 12 h 内(急性期)、治疗后 1 周(亚急性期)及 6~10 周(恢复期)<sup>[6]</sup> 接受超声心动图检查。53 例中,入组时 22 例冠状动脉扩张(内径  $Z$  值 $>2$ )(A 亚组),其中 6 例累及单支冠状动脉、16 例累及 2 支及以上,包括右冠状动脉扩张 11

例、左前降支扩张 17 例、左冠状动脉主干扩张 16 例,18 例  $2 < Z$  值 $\leq 5$ 、3 例  $5 < Z$  值 $\leq 10$ 、1 例  $Z$  值 $= 11.6$ ;31 例冠状动脉未扩张(B 亚组)。排除先天性心脏病、心力衰竭及资料不全者。以性别、年龄相匹配的同期 58 名健康儿童作为对照组,男 38 名,女 20 名,年龄 2 个月~9 岁,中位年龄 2.6 岁。本研究经院伦理委员会审议通过(2021-150-01),检查前监护人均签署知情同意书。

**1.2 仪器与方法** 采用 Philips Epiq 7C 超声诊断仪,S8-3 相控阵探头,频率 3~8 MHz,连接胸导联心电图同步记录。使受检儿左侧卧、于其平静呼吸时,以 M 型超声测量常规参数,包括左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心室短轴缩短率(left ventricular fraction shortening, LVFS)、舒张末期室间隔厚度(interventricular septum thickness at end-diastole, IVSD)、左心室舒张末期内径(left ventricular end-diastolic dimension, LVEDD)及左心室收缩末期内径(left ventricular end-systolic dimension, LVESD);获得并以 DICOM 格式存储至少 3 个心动周期的左心室心尖两腔、三腔及四腔观二维动态图像,采用 QLab 13.0 软件行脱机 aCMQ 分

析:选择 Global 条件并描记心内膜,获得基底段、中间段及心尖段纵向应变(longitudinal strain, LS),软件自动得出左心室心尖两腔观 LS(apical two chamber view LS,  $LS_{AP2}$ )、心尖三腔观 LS (apical three chamber view LS,  $LS_{AP3}$ )、心尖四腔观 LS(apical four chamber view LS,  $LS_{AP4}$ ) 及整体 LS(global LS, GLS)(图 1、2);选择追踪二尖瓣环位移(tracking of mitral annular displacement, TMAD)条件,分别选取

二尖瓣环室间隔和侧壁、二尖瓣环下壁和前壁及心尖处描记,软件自动给出心尖二腔观二尖瓣环下壁收缩期峰值位移(AP2 MV1)、前壁收缩期峰值位移(AP2 MV2)、二尖瓣环平均位移(AP2 Midpt)及平均位移率(AP2 Midpt%) 和心尖四腔观二尖瓣环室间隔收缩期峰值位移(AP4 MV1)、侧壁收缩期峰值位移(AP4 MV2)、二尖瓣环平均位移(AP4 Midpt)及平均位移率(AP4 Midpt%)。对各参数均测量 3 次,取平均值。

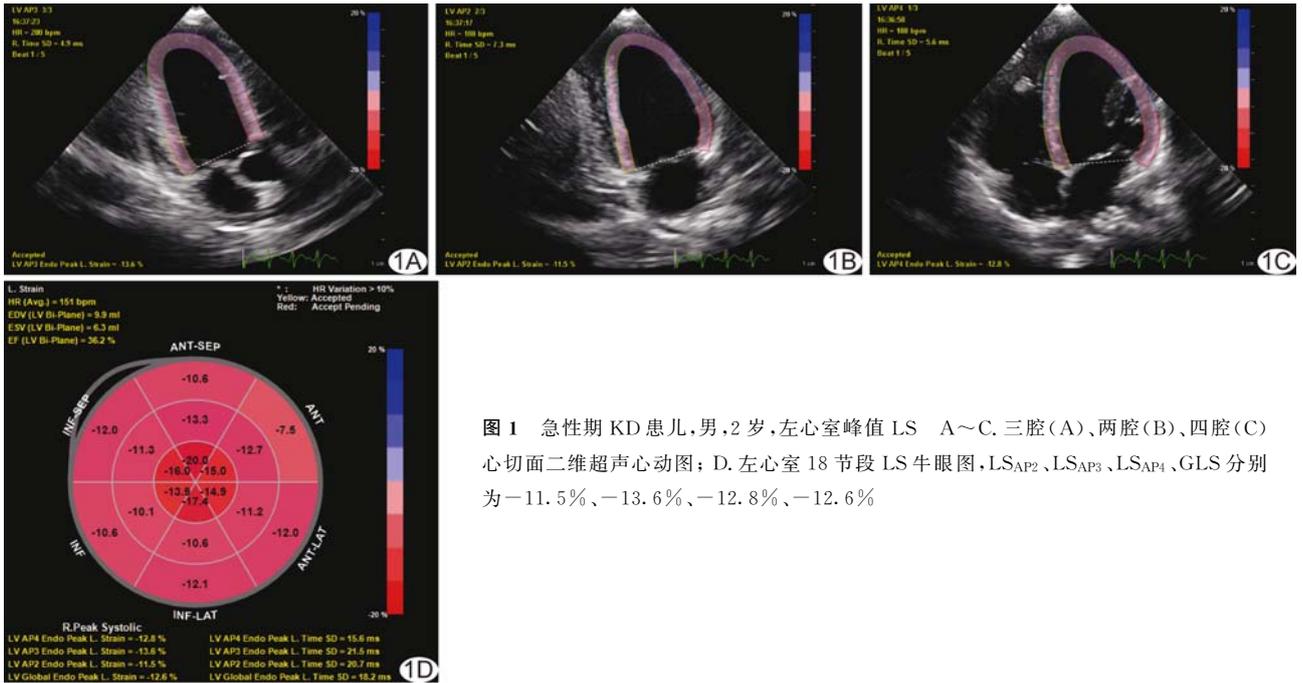


图 1 急性期 KD 患儿,男,2 岁,左心室峰值 LS A~C. 三腔(A)、两腔(B)、四腔(C)心切面二维超声心动图; D. 左心室 18 节段 LS 牛眼图,  $LS_{AP2}$ 、 $LS_{AP3}$ 、 $LS_{AP4}$ 、GLS 分别为 -11.5%、-13.6%、-12.8%、-12.6%

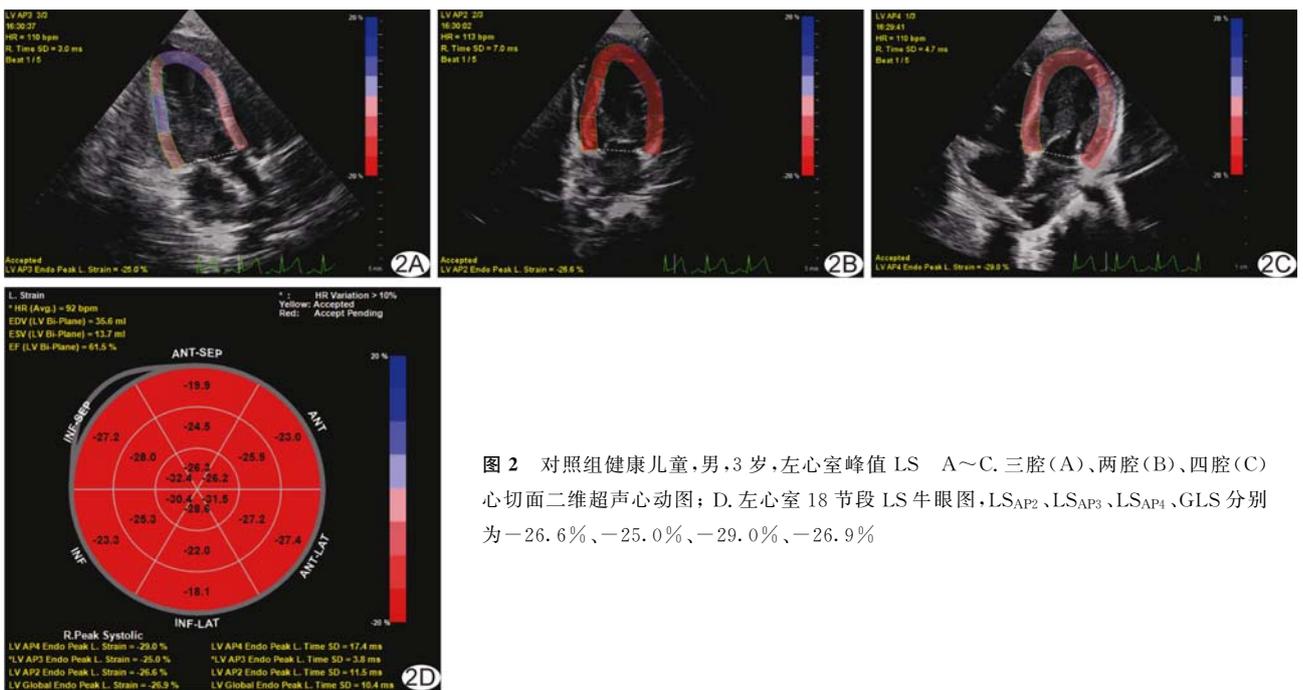


图 2 对照组健康儿童,男,3 岁,左心室峰值 LS A~C. 三腔(A)、两腔(B)、四腔(C)心切面二维超声心动图; D. 左心室 18 节段 LS 牛眼图,  $LS_{AP2}$ 、 $LS_{AP3}$ 、 $LS_{AP4}$ 、GLS 分别为 -26.6%、-25.0%、-29.0%、-26.9%

1.3 实验室指标 采用电化学发光免疫分析法检测急性期 KD 患儿静脉血 N 末端 B 型利钠肽原(N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-proBNP)水平,计算中性粒细胞与淋巴细胞比值(neutrophil to lymphocyte ratio, NLR)。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 20.0 统计分析软件。以  $\bar{x} \pm s$  表示符合正态分布的计量资料,以独立样本  $t$  检验比较 2 组间参数差异;采用重复测量方差分析进行多组间比较,以 LSD 检验进行两两比较。对计数资料行  $\chi^2$  检验。以 Pearson 相关性分析评估相关性。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 常规超声心动图参数 急性期 KD 患儿与健康儿童 LVEF、LVFS、IVSD、LVEDD、LVESD 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

2.2 LS 急性期、亚急性期 KD 患儿基底段 LS、中间段 LS、心尖段 LS、LS<sub>AP2</sub>、LS<sub>AP3</sub>、LS<sub>AP4</sub>、GLS 均较健康

儿童降低( $P$  均  $< 0.05$ );恢复期基底段 LS、LS<sub>AP4</sub> 较健康儿童降低( $P < 0.05$ )。亚急性期和恢复期基底段 LS、中间段 LS、心尖段 LS、LS<sub>AP2</sub>、LS<sub>AP3</sub>、LS<sub>AP4</sub>、GLS 均较急性期升高( $P$  均  $< 0.05$ );恢复期中间段 LS、心尖段 LS、LS<sub>AP3</sub>、GLS 较亚急性期升高( $P$  均  $< 0.05$ )。见表 2。

2.3 KD 组内 LS 及 TMAD 参数比较 急性期 A 亚组与 B 亚组左心室 LS 及 TMAD 参数差异均无统计学意义( $P$  均  $> 0.05$ ),见表 3。恢复期 A 亚组基底段 LS 和 TMAD AP4 Midpt% 较 B 亚组降低( $P < 0.05$ ),见表 4。

2.4 相关性 急性期 KD 患儿平均血清 NT-proBNP 为(884.98 ± 814.77)pg/ml,中位 NLR 为 3.37。急性期 KD 患儿 GLS 与 NT-proBNP、NLR 呈正相关( $r = 0.557, 0.580, P$  均  $< 0.001$ ),恢复期 AP4 Midpt% 分别与左心室基底段 LS、LS<sub>AP4</sub> 呈负相关( $r = -0.572, -0.558, P$  均  $< 0.001$ ),见图 3、4。

表 1 急性期 KD 患儿与健康儿童常规超声心动图参数比较

组别	LVEF(%)	LVFS(%)	IVSD(mm)	LVEDD(mm)	LVESD(mm)
KD 组(n=53)	64.60 ± 4.34	34.22 ± 3.29	4.18 ± 0.35	30.95 ± 4.41	20.26 ± 2.98
对照组(n=58)	65.50 ± 4.18	34.99 ± 3.30	4.20 ± 0.29	30.40 ± 3.65	19.79 ± 2.55
$t$ 值	1.117	1.227	0.335	-0.720	-0.897
$P$ 值	0.267	0.222	0.723	0.473	0.372

表 2 各期 KD 患儿与健康儿童 LS 比较(%)

组别	基底段 LS	中间段 LS	心尖段 LS	LS <sub>AP2</sub>	LS <sub>AP3</sub>	LS <sub>AP4</sub>	GLS
KD 组(n=53)							
急性期	-16.02 ± 3.24*	-17.75 ± 2.83*	-20.93 ± 3.20*	-18.52 ± 3.12*	-18.62 ± 3.02*	-18.08 ± 2.77*	-18.41 ± 2.54*
亚急性期	-18.35 ± 2.59*#	-19.74 ± 2.21*#	-22.82 ± 3.00*#	-20.17 ± 2.95*#	-20.12 ± 2.36*#	-20.08 ± 2.53*#	-20.12 ± 2.11*#
恢复期	-18.69 ± 2.31*#	-20.65 ± 2.06*#▲	-24.17 ± 2.66*#▲	-20.82 ± 2.65*#	-21.81 ± 2.94*#▲	-20.61 ± 1.99*#	-21.08 ± 2.12*#▲
对照组(n=58)	-20.02 ± 2.36	-21.44 ± 2.10	-24.53 ± 2.66	-21.57 ± 2.27	-21.72 ± 2.48	-21.99 ± 2.63	-21.76 ± 1.96
$F$ 值	22.923	36.939	25.205	15.990	23.991	26.508	32.185
$P$ 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: \* : 与对照组比较,  $P < 0.05$ ; # : 与 KD 组急性期比较,  $P < 0.05$ ; ▲ : 与 KD 亚急性期比较,  $P < 0.05$

表 3 有无冠状动脉扩张急性期 KD 患儿的 LS 和 TMAD 参数比较

组别	基底段 LS(%)	中间段 LS(%)	心尖段 LS(%)	LS <sub>AP2</sub> (%)	LS <sub>AP3</sub> (%)	LS <sub>AP4</sub> (%)	GLS(%)
A 亚组(n=22)	-16.52 ± 3.54	-18.14 ± 2.67	-21.52 ± 2.95	-19.21 ± 3.50	-18.64 ± 2.94	-18.34 ± 3.04	-18.73 ± 2.76
B 亚组(n=31)	-15.66 ± 3.02	-17.48 ± 2.95	-20.52 ± 3.35	-18.04 ± 2.77	-18.60 ± 3.12	-17.90 ± 2.61	-18.18 ± 2.40
$t$ 值	-0.948	-0.835	-1.125	-1.353	-0.906	-0.556	-0.764
$P$ 值	0.347	0.408	0.266	0.182	0.959	0.581	0.449

组别	AP2 MV1 (mm)	AP2 MV2 (mm)	AP2 Midpt%	AP2 Midpt (mm)	AP4 MV1 (mm)	AP4 MV2 (mm)	AP4 Midpt%	AP4 Midpt (mm)
A 亚组(n=22)	7.16 ± 1.56	7.14 ± 2.18	13.89 ± 2.42	7.14 ± 1.77	6.51 ± 1.68	7.04 ± 2.31	13.80 ± 2.67	7.02 ± 1.95
B 亚组(n=31)	7.21 ± 1.54	6.74 ± 1.59	14.16 ± 1.77	7.00 ± 1.37	7.06 ± 1.44	6.87 ± 1.75	14.56 ± 2.13	7.18 ± 1.48
$t$ 值	0.109	-0.727	0.435	-0.314	1.177	-0.290	1.066	0.327
$P$ 值	0.914	0.471	0.666	0.755	0.245	0.773	0.292	0.745

表 4 有无冠状动脉扩张恢复期 KD 患儿的 LS 和 TMAD 参数比较

组别	基底段 LS(%)	中间段 LS(%)	心尖段 LS(%)	LS <sub>AP2</sub> (%)	LS <sub>AP3</sub> (%)	LS <sub>AP4</sub> (%)	GLS(%)
A 亚组 (n=22)	-17.79±2.30	-20.19±2.43	-24.31±3.17	-20.44±2.72	-21.41±3.20	-20.29±2.27	-20.72±2.38
B 亚组 (n=31)	-19.32±2.12	-20.98±1.72	-24.07±2.28	-21.09±2.62	-22.08±2.76	-20.84±1.77	-21.34±1.92
t 值	2.506	1.396	-0.316	0.877	0.813	0.993	1.056
P 值	0.015	0.169	0.753	0.385	0.420	0.325	0.296

组别	AP2 MV1 (mm)	AP2 MV2 (mm)	AP2 Midpt%	AP2 Midpt (mm)	AP4 MV1 (mm)	AP4 MV2 (mm)	AP4 Midpt%	AP4 Midpt (mm)
A 亚组 (n=22)	8.75±1.98	8.39±1.51	17.05±1.89	8.46±1.59	7.98±1.56	8.39±1.63	16.91±1.48	8.55±1.48
B 亚组 (n=31)	9.04±1.61	9.14±1.56	17.77±1.64	9.02±1.40	8.43±1.69	8.61±1.42	17.86±1.66	8.92±1.41
t 值	0.593	1.759	1.476	1.356	0.964	0.536	2.163	0.913
P 值	0.556	0.085	0.146	0.181	0.339	0.594	0.035	0.366

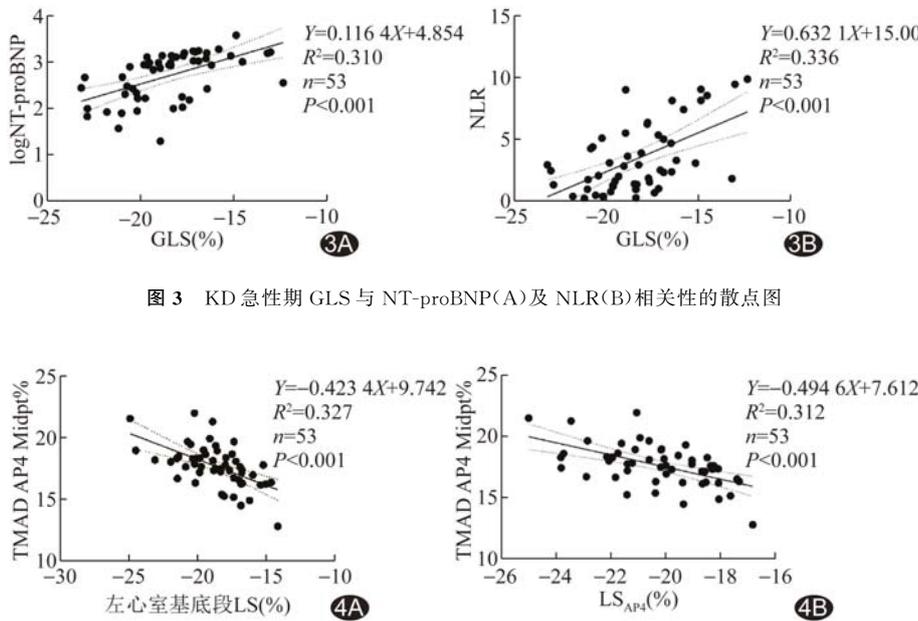


图 3 KD 急性期 GLS 与 NT-proBNP(A) 及 NLR(B) 相关性的散点图

图 4 KD 恢复期 TMAD AP4 Midpt% 与左心室基底段 LS(A) 及 LS<sub>AP4</sub>(B) 相关性的散点图

### 3 讨论

早期检出 KD 心肌收缩功能异常具有重大临床意义。本研究以 aCMQ 技术同时获取左心室 LS 和 TMAD 参数,以综合评价 KD 患儿左心室收缩功能变化,发现急性期、亚急性期 KD 患儿左心室局部 LS 和 GLS 均低于健康儿童。既往研究<sup>[7-8]</sup>证实 KD 患儿 TMAD 参数均较健康儿童明显降低,急性期 KD 患儿无论有无冠状动脉扩张,左心室 LS 及 TMAD 改变均提示其存在心功能障碍。

aCMQ 为新兴的超声定量分析技术,左心室 LS 和 TMAD 是其主要衍生参数,可有效评估左心室整体和局部收缩功能障碍。前期研究<sup>[7]</sup>结果显示, KD 患儿 TMAD AP4 Midpt%(反映左心室基底段相对于心尖的收缩运动)在恢复期仍低于健康儿童,且恢复期 LS<sub>AP4</sub>、基底段 LS 与 TMAD AP4 Midpt% 相关。本研究发现急

性期、亚急性期 KD 患儿基底段 LS、中间段 LS、心尖段 LS、LS<sub>AP2</sub>、LS<sub>AP3</sub>、LS<sub>AP4</sub>、GLS 及恢复期基底段 LS、LS<sub>AP4</sub> 均较健康儿童降低,亚急性期、恢复期基底段 LS、中间段 LS、心尖段 LS、LS<sub>AP2</sub>、LS<sub>AP3</sub>、LS<sub>AP4</sub>、GLS 均较急性期升高,恢复期中间段 LS、心尖段 LS、LS<sub>AP3</sub>、GLS 较亚急性期升高,提示 aCMQ 技术可早期评估 KD 患儿心功能及其在恢复期的改变。

KD 患者左心室各节段纵向收缩功能变化并不一致<sup>[9]</sup>。本研究急性期 KD 患儿 A、B 亚组左心室 LS 及 TMAD 参数差异均无统计学意义,恢复期 A 亚组基底段 LS 和 TMAD AP4 Midpt% 较 B

亚组降低,而 LS<sub>AP4</sub> 差异无统计学意义,提示冠状动脉扩张对 KD 恢复期左心室侧壁和后间隔的中间段和心尖段的局部收缩功能影响相对较小,而对左心室基底段影响较大。

DEDEOGLU 等<sup>[10]</sup>认为存在冠状动脉扩张的 KD 患儿在恢复期的左心室后间隔基底段及前侧壁基底段应变显著低于正常儿童,本研究结果与其相符。IVIG 治疗后,急性心室功能障碍可短期恢复,但冠状动脉病变可致慢性左心室功能障碍。冠状动脉扩张可引起相应供血区血流量增加<sup>[11]</sup>,而其他冠状动脉供血区处于相对缺血状态,导致恢复期基底段心肌血流量储备能力降低及局部收缩功能异常。KD 累及冠状动脉在血管炎症之后可发生内膜增生和血管重构,存在血管狭窄和血栓形成风险。

NT-proBNP 是心肌炎症相关生物标志物,NT-

proBNP 水平较高与左心室收缩功能异常有关。NLR 反映炎症反应和免疫平衡状态,其增高提示炎症反应加剧,可用于预测 KD 所致左心室收缩功能异常<sup>[12]</sup>。本研究急性期 KD 患儿 GLS 与 NT-proBNP 及 NLR 均相关,且急性期 TMAD 改变与 NT-proBNP 亦相关<sup>[7]</sup>。因此,以 aCMQ 技术获取左心室 LS 和 TMAD,结合 NT-proBNP、NLR 改变,有望协助诊断 KD。

本研究的局限性:①样本量小,且随访时间较短;② aCMQ 技术基于二维声像图进行分析,对图像清晰度有一定要求,难以完全避免操作者主观因素的影响。

综上,利用超声心动图 aCMQ 技术可早期评估 KD 患儿左心室收缩功能;冠状动脉扩张影响 KD 恢复期左心室功能。

### [参考文献]

- [1] SABATINO J, BORRELLI N, FRAISSE A, et al. Abnormal myocardial work in children with Kawasaki disease[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):7974.
- [2] 李珺,王永槐,李光源,等. 组织二尖瓣环位移评价冠状动脉慢血流患者左心房功能[J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36(5):691-695.
- [3] LIN Z, ZHENG J, CHEN W, et al. Assessing left ventricular systolic function in children with a history of Kawasaki disease[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2020, 20(1):131.
- [4] MARTÍNEZ-GARCÍA A, RUIZ-ESPARZA E, VÁZQUEZ-ANTONA C, et al. Left ventricular longitudinal systolic strain in children with history of Kawasaki disease[J]. *Arch Cardiol Mex*, 2016, 86(3):196-202.
- [5] KOBAYASHI T, AYUSAWA M, SUZUKI H, et al. Revision of diagnostic guidelines for Kawasaki disease (6th revised edition)[J]. *Pediatr Int*, 2020, 62(10):1135-1138.
- [6] RIFE E, GEDALIA A. Kawasaki disease: An update[J]. *Curr Rheumatol Rep*, 2020, 22(10):75.
- [7] 刘云,耿笑端,吴娟,等. 斑点追踪技术测量二尖瓣环位移评价川崎病患儿左心室收缩功能[J]. *中华超声影像学杂志*, 2021, 30(10):848-853.
- [8] XU Q Q, DING Y Y, LV H T, et al. Evaluation of left ventricular systolic strain in children with Kawasaki disease[J]. *Pediatr Cardiol*, 2014, 35(7):1191-1197.
- [9] HEMATIAN M N, TORABI S, MALAKAN-RAD E, et al. Noninvasive evaluation of myocardial systolic dysfunction in the early stage of Kawasaki disease: A speckle-tracking echocardiography study[J]. *Iran J Pediatr*, 2015, 25(3):e198.
- [10] DEDEOGLU R, BARUT K, OZTUNC F, et al. Evaluation of myocardial deformation in patients with Kawasaki disease using speckle-tracking echocardiography during mid-term follow-up [J]. *Cardiol Young*, 2017, 27(7):1377-1385.
- [11] CRYSTAL G J. Isoflurane and the coronary steal controversy of the 1980s: Origin, resolution, and legacy[J]. *J Anesth Hist*, 2017, 3(2):56-62.
- [12] 彭宇,段焯,王智,等. 实验室常见指标对川崎病早期诊断的价值[J]. *重庆医学*, 2020, 49(1):43-48.

## 《中国介入影像与治疗学》被数据库收录及获奖情况

《中国介入影像与治疗学》杂志是由中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊,被数据库收录及获奖情况如下:

中国精品科技期刊(第 2 届)

中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)

《中文核心期刊要目总览》收录期刊

荷兰《医学文摘》收录源期刊

WHO《西太平洋地区医学索引》(WPRIM)来源期刊

《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊