

# 皮下植入式心律转复除颤器在缺血性心肌病 一级预防筛查中的研究

向虹<sup>1</sup> 鲁仲巧<sup>2</sup> 王礼琳<sup>1</sup> 范洁<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:本文旨在研究具有埋藏式心脏转复除颤器(ICD)一级预防指征的缺血性心肌病患者中,皮下植入式心律转复除颤器(S-ICD)植入术前模拟体表心电图筛查在自动筛选工具(AST)和手动筛选工具(MST)两种筛查方式中的通过率及其影响因素,探讨常规 12 导联心电图与 S-ICD 的 3 个感知向量之间的关系,及其能否独立完成 S-ICD 植入前的筛查。方法:入组于云南省第一人民医院心血管内科就诊的符合 S-ICD 植入一级预防的缺血性心肌病患者 69 例,利用 3120 程控仪对每例患者进行模仿 S-ICD 装置感知向量的描记,采集 12 导联心电图,分别利用 AST 和 MST 对 3 个模拟感知向量进行分析,并得出筛选结果。结果:69 例受检者中,通过 AST 筛查 66 例(95.7%),通过 MST 筛查 63 例(91.3%)。在 AST 与 MST 两种筛查方式中,II 导联通过率最高,AST 筛查明显提高主要向量筛查通过率(MST 60% : AST 80%, $P < 0.001$ )和次要向量筛查通过率(MST 64% : AST 86%, $P = 0.002$ ),也提高了备选向量筛查通过率(MST 63% : AST 72%, $P < 0.001$ )。MST 和 AST 体表心电图筛查结果之间的一致性无显著差异,但 AST 和 MST 两种筛查工具在单个感知向量水平上一致性的比较存在显著差异。在 MST 筛查中,63 例(91.3%)体表 ECG 形态分析通过筛查。静息状态下常规 12 导联 ECG 筛查通过组和未通过组 I 导联的 T 波、II 导联及 avF 导联的 R 波、I 导联及 II 导联的 R/T 存在明显差异( $P < 0.05$ )。结论:与 MST 相比,AST 在单一导联上筛查通过率明显提高,MST 与 AST 对识别不合格患者都有很高的敏感性,而对于识别真正适合植入 S-ICD 患者二者均缺乏特异性。临床常规 12 导联 ECG 部分导联可用于预判 S-ICD 体表心电图的通过情况,但不能单独进行 S-ICD 术前筛查。

**[关键词]** 全皮下植入式心律转复除颤器;缺血性心肌病;一级预防;筛查

**DOI:**10.13201/j.issn.1001-1439.2021.02.011

**[中图分类号]** R541.7 **[文献标志码]** A

## The study with primary prevention screening of subcutaneous implantable cardioverter defibrillator within ischemic cardiomyopathy

XIANG Hong<sup>1</sup> LU Zhongqiao<sup>2</sup> WANG Lilin<sup>1</sup> FAN Jie<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Department of Cardiology, Affiliated Hospital of Kunming University of Science and Technology, the First People's Hospital of Yunnan Province, Kunming, 650034, China; <sup>2</sup>Department of Cardiology, Wenshan People's Hospital)

Corresponding author: FAN Jie, E-mail: fanj913@sina.com

**Abstract Objective:** To investigate the pass rate and screening failure factors of pre-implantation simulated surface electrocardiogram(ECG) screening by the two ways of AST and MST for patients with implantable cardioverter defibrillator(ICD) in primary prevention. **Methods:** The 69 patients with primary prevention of S-ICD were recorded the specialized 3-lead ECG electrodes according to using the Model 3120 Zoom Latitude Programmer. Special 3-lead ECGs were analyzed and assessed by using the MST and AST. **Results:** In 69 patients, 66 patients (95.7%) of AST screening tool and 63 patients(91.3%) of MST screening tool were passed successfully. In AST and MST screening tool, the pass rates of II qualifying leads were highest, and in AST screening tool, the pass rates of primary vector(MST 60% vs. AST 80%, $P < 0.001$ ), secondary vector(MST 64% vs. AST 86%, $P = 0.002$ ) and alternate vector(MST 63% vs. AST 72%, $P < 0.001$ ) were higher than MST screening tool. The consistency of Body surface 12-lead ECG between AST and MST was not exist obvious difference. The consistency of either of specialized 3-lead ECG electrodes was exist obvious difference. In MST, the pass rate of surface 12-lead ECG was 91.3%. **Conclusion:** Compared with MST, AST has significantly improved the pass rate of screening on a single lead. AST show a high agreement with MST for S-ICD, but both of whom lack the specificity to identify truly qualified patients for S-ICD implantation. Clinical routine 12-lead ECG can be used to predict the qualification of S-ICD, but it is not possible for the eligibility of S-ICD to complete screening independently.

**Key words** subcutaneous implantable cardioverter defibrillator; ischemic cardiomyopathy; primary prevention; screening

<sup>1</sup>云南省第一人民医院 昆明理工大学附属医院心血管内科(昆明,650034)

<sup>2</sup>文山州人民医院心内科

通信作者:范洁,E-mail:fanj913@sina.com

缺血性心肌病是由于冠状动脉(冠脉)弥漫性严重狭窄或冠脉慢性完全闭塞引起的心肌细胞缺血缺氧而导致心脏结构或功能改变的一类疾病。缺血性心肌病最终的死亡原因主要是进行性的心力衰竭或恶性心律失常引发的心脏性猝死(sudden cardiac death, SCD)。植入式心律转复除颤器(implantable cardioverter defibrillator, ICD)为恶性心律失常提供了一个切实有效的治疗方法,能有效降低缺血性心肌病患者 SCD 的发生率<sup>[1]</sup>。

经静脉植入式心律转复除颤器(transvenous ICD, TV-ICD)设备相关的并发症,如气胸、囊袋感染<sup>[2]</sup>等的发生率在 4%~6%<sup>[3]</sup>。全皮下植入式心律转复除颤器(Subcutaneous ICD, S-ICD)不侵入心脏及血管内,在胸部皮下放置脉冲发生器和电极从而具有感应和除颤功能,是能减少或避免 TV-ICD 并发症的新型治疗系统<sup>[4]</sup>。本研究在具有 ICD 一级预防 SCD 指征的缺血性心肌病患者中,观察 S-ICD 植入术前模拟体表心电图筛查在自动筛选工具(AST)和手动筛选工具(MST)两种筛查方式中的通过率。探讨常规 12 导联心电图 I、II、aVF 导联与 S-ICD 的 3 个感知向量之间的关系及其能否独立完成 S-ICD 植入前的筛查。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

入选 2018 年 3 月 1 日—2018 年 9 月 30 日在云南省第一人民医院心血管内科就诊,诊断符合缺血性心肌病且具有植入 ICD 的一级预防指征患者共 69 例。

入选标准:①诊断缺血性心肌病且具有植入 ICD 一级预防 SCD 指征;②左室射血分数(LVEF) < 35%,心功能 I~III 级,且预期生存期 > 1 年;③仅需 ICD 除颤功能,不具备心动过缓,且无起搏、心脏再同步治疗(cardiac resynchronization therapy, CRT)和抗心动过速起搏(anti-tachycardia pacing, ATP)需求;④感染高风险及无合适的静脉血管入路。

排除标准:①存在严重心动过缓,有长期起搏、CRT 和 ATP 需求;②已存在植入式起搏器或除颤器;③完全性左束支传导阻滞;④已知怀孕;⑤合并急性疾病;⑥终末期多器官衰竭;⑦严重胸廓畸形;⑧严重脊柱损伤不能坐立采集体表心电图。

### 1.2 方法

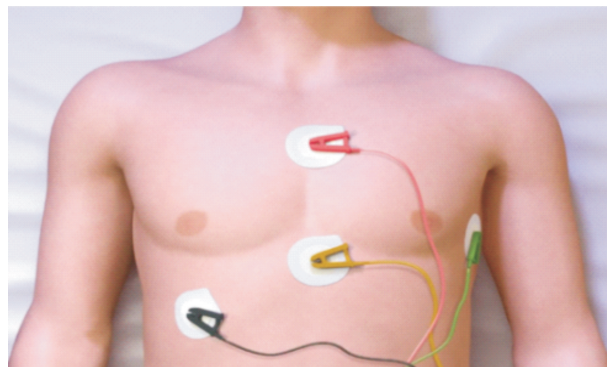
收集入组缺血性心肌病患者的性别、年龄、身高、体重及纽约心功能分级等相关临床资料,采集常规 12 导联心电图、超声心动图。利用 Boston Scientific 程控仪(3120 zoom LATITUDE)获取 3 个模拟感知向量 ECG,3 个电极放置的位置是模仿 S-ICD 系统装置的位置,分别采集 10~20 s 卧位和坐位的体表 ECG(走纸速度 25 mm/s、ECG 增益 5

~20 mm/mV),同时使用自动筛选工具(AST, Model 2889, EMBLEM S-ICD)对 3 个感知向量进行分析并得出筛选结果。根据 Boston Scientific 推荐,在所有测试体位中至少 1 个感知向量通过者,认为其通过筛查且具有植入 S-ICD 资格。

### 1.3 体表心电图采集过程

在 S-ICD 预植入位置采集体表心电图(图 1、图 2),分别记录静息状态仰卧位常规 12 导联心电图;左侧仰卧位、坐位 3 个模拟导联心电图;右侧仰卧位、坐位 3 个模拟导联心电图。AST 和 MST 两种筛查方案的心电图电极放置位置相同,从放置 LA 电极开始,LA 放置在剑突左侧 1 cm 处(模拟近端电极),使用 4744 筛查工具确定远端电极位置,位于 LA 电极上方相距 14 cm 处(模拟远端电极, RA),沿腋中线找到第 5 或第 6 肋间在腋前线与腋中线之间放置 LL 电极(模拟脉冲发生器位置)。无论左侧筛查成功与否,将 RA 和 LA 电极移至右胸骨旁,电极 LA 位于剑突上偏右且距右侧胸骨边缘 1 cm 处,RA 与 LA 位于同一直线上 14 cm 处,重复筛查方案。

患者仰卧位 ECG 基线平稳后,采集卧位和坐位 10~20 s 的 ECG,使用 AST 评估坐立和仰卧位 3 导联体表 ECG。



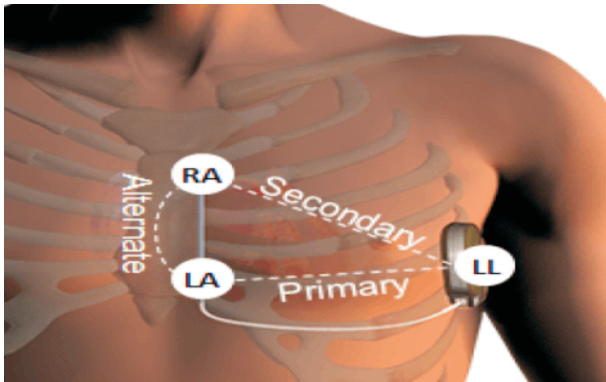
LA:放置在剑突左侧 1 cm 处(模拟近端电极,黄色); RA:放置在 LA 电极上方 14 cm 处(模拟远端电极,红色); LL:放置在左第五肋间与腋中线相交处(模拟脉冲发生器位置,绿色); RL:放置在右侧胸壁下部靠近肋骨处,以避免噪音(地线,黑色)。

图 1 S-ICD 植入前 ECG 电极位置示意图

Figure 1 Schematic diagram with the position of ECG electrodes before S-ICD implantation

1.3.1 MST 评估 TMS-ECG 的方法 MST 评估筛查结果步骤主要包括选择彩色模板(图 3)、匹配模板、评估 QRS-T 波。MST 由 6 种不同颜色的模板组成,将彩色模板的水平线放置于筛查导联 ECG 的基线上,将最匹配的彩色模板的左缘与 QRS-T 波群的起始部重叠。同一导联的一个 QRS 波和有拖尾的 T 波落入彩色模板里,可判定为通

过筛查。当至少 1 个导联在所有测试体位都通过,则认为通过筛查且适宜植入 S-ICD。



Alternate vector: RA 到 LA, 备选向量 (I 导联); Secondary vector: RA 到 LL, 次要向量 (II 导联); Primary vector: LA 到 LL, 主要向量 (III 导联)。

图 2 S-ICD 系统 3 个感知向量

Figure 2 Specialized 3-lead ECG electrodes of S-ICD

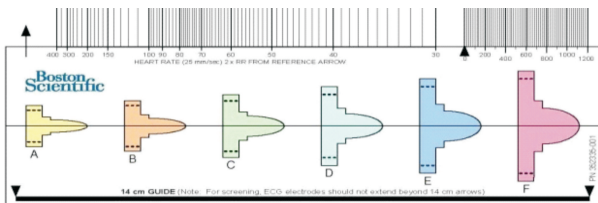


图 3 4744 手动筛选工具

Figure 3 4744 manual I screening tool

**1.3.2 AST 评估 TMS-ECG 的方法** AST 评估筛查结果主要由 3120 程控仪自动完成,使用波士顿科学 EMBLEMTM S-ICD 患者筛查工具的数字化版本,评估站立和仰卧位的 3 导联所有 QRS-T 形态学。

**1.3.3 常规 12 导联心电图分析** 分析静息状态下获得体表常规 12 导联心电图,对 II、III、avF 导联各间期值及形态进行测量和分析以下参数:心率、PR 间期、QRS 间期、QT 间期、QTc 间期、R 波振幅、T 振幅、R/T。

#### 1.4 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行数据分析。以 Kolmogorov-Smirnov 法判断资料分布特征。正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用两独立样本  $t$  检验;非正态分布计量资料以中位数和四分位间距  $M(IQR)$  表示,组间比较采用 Mann-whitney U 检验,率或构成比的比较采用四格表卡方检验或 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般临床资料比较

将研究对象按照是否卧位和坐位两种体位至

少有 2 个导联同时通过心电图 MST 筛查分为通过组和未通过组,两组性别、年龄、身高、体重、BMI、LVEF 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ );左室收缩末期内径(LVS)及左室舒张末期内径(LVD)未通过组均大于通过组,差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ ),见表 1。

表 1 患者一般临床资料

Table 1 General clinic information  $\bar{x} \pm s$

项目	通过组 (48 例)	未通过组 (21 例)	$t/\chi^2$	$P$
男/例 (%)	26(54.2)	14(66.7)	0.653	0.419
年龄/岁	60.29±14.39	61.92±15.28	0.562	0.575
身高/cm	166.29±8.05	164.04±9.29	-1.348	0.180
体重/kg	66.00±15.09	60.59±11.96	-1.926	0.056
BMI/(kg·m <sup>-2</sup> )	23.70±4.50	22.34±3.43	-1.637	0.104
LVEF/%	30.76±9.26	28.62±8.25	-1.206	0.230
LA/cm	4.48±0.70	4.43±0.68	-0.393	0.695
LVS/cm	4.98±1.08	5.58±0.99	2.903	0.004
RVD/cm	2.37±0.42	2.36±0.49	0.075	0.940
IVST/cm	1.00±0.17	0.49±0.19	-1.596	0.113
LVD/cm	6.14±0.95	6.64±0.91	2.670	0.009

注:LA:左房内径;RVD:右室内径;IVST:室间隔厚度。

### 2.2 MST 和 AST 筛查通过率的比较

69 例受检者中,通过 AST 筛查 66 例 (95.7%),通过 MST 筛查 63 例 (91.3%)。其中,2 例 (2.90%) 受检者在 AST 和 MST 两种方法中都未通过筛查,主要原因是宽 QRS 间期和 T 波高尖。MST 和 AST 两种筛查方式中每个感知向量通过率见图 4。卧位和坐位两种体位至少有 1 个导联同时通过筛查 MST 中 63 例 (91.3%) 和 AST 有 66 例 (95.7%) ( $P = 0.223$ )。卧位和坐位两种体位至少有 2 个导联同时通过心电图筛查 MST 48 例 (69.6%) 和 AST 61 例 (88.4%) ( $P = 0.000$ )。研究发现在 AST 与 MST 两种筛查方式中,II 导联通过率最高,AST 筛查明显提高主要向量筛查通过率 (MST 60% : AST 80%,  $P < 0.001$ ) 和次要向量筛查通过率 (MST 64% : AST 86%,  $P = 0.002$ ),也提高了备选向量筛查通过率 (MST 63% : AST 72%,  $P < 0.001$ )。在识别不适合植入 S-ICD 系统患者上,MST 与 AST 都表现出很高的敏感性,而对识别真正通过的单个感知向量,两种筛查方式都表现出很低的特异性。不同筛查工具在不同导联上通过率见图 4。

### 2.3 MST 筛查通过率及两组心电图比较

在 MST 筛查中,以 1 个导联在卧位及坐位同时通过筛查,判定筛查通过并且具有植入 S-ICD 资格。69 例缺血性心脏病患者中,63 例 (91.3%) 体表 ECG 形态分析通过筛查和 6 例 (8.7%) 未通过

筛查。3个模拟感知向量中次要向量(Ⅱ导,64%) and 备选向量通过率最高(Ⅰ导,64%),主要向量通过率最低(Ⅲ导,60%)。本研究筛查通过的患者中,卧位和坐位两体位至少有1个导联同时通过心电图筛查43例(68.3%),在筛查通过的患者中,35例(72.9%)患者左右两侧胸骨旁同时通过筛查。将电极从通常放置的左侧胸骨旁向右侧胸骨旁转换时,7例(19%)先前筛查未通过的心电图转为通过。在筛查失败的体表 ECG 导联中,R波振幅过高33.3%,T波振幅过高14.3%,宽QRS间期4.8%,QRS波振幅低33.3%。通过组和未通过组心率、PR间期、QRS间期、QT间期、QTc间期差异无统计学意义(均 $P>0.05$ )。两组间Ⅰ导联的T波振幅和Ⅱ、avF导联的R波振幅存在明显差异,R、T波振幅过高致使筛查失败,与T波和R波振幅不一样,R/T在未通过组中均高于通过组,结果显示,较小的T波或恰当的R波振幅得到相对较小的R/T值时,使筛查通过率提高。在MST筛查中,R/T值 $>3$ 时筛查通过率增加。研究中R/T结果与MST相反,结果表明S-ICD系统感知心脏信号与常规12导联心电图之间存在一定差异。两组常规12导联心电图具体情况比较见表2。

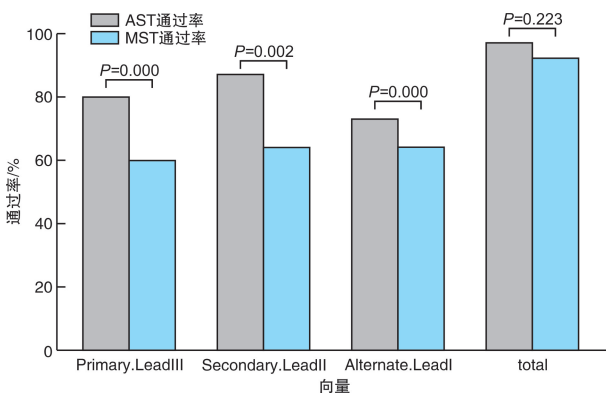


图4 不同筛查工具在不同导联上的通过率

Figure 4 The rates of passing with different leads in different screening tools

### 3 讨论

国外研究显示,在不同类型心脏病患者中,以一个向量在所有测试体位中都通过为筛查通过时,其整体未通过率在7.4%~14.8%<sup>[5-7]</sup>,在肥厚性心肌病筛查中未通过率更高(16%~38%)<sup>[7-8]</sup>。S-ICD用于检测室性心律失常的检测算法依赖于皮下电极<sup>[9]</sup>,因此必须对患者进行筛查,以确保充分的QRS和T波感应,避免QRS感应不足和T波过度感知,T过度感知是S-ICD不适当电击的主要原因。研究纳入115例植入左心室辅助装置(LVAD)的患者,进行基于12导联心电图的筛查和基于新型设备S-ICD发生器的筛查,80例患者

(70%)通过12导联心电图筛查,其中14例患者(12%)通过新型设备的筛查确定存在LVAD-皮下ICD干扰<sup>[10]</sup>。

表2 通过组与未通过组常规12导联心电图比较

Table 2 The comparison of routine 12-lead ECG between passing group and unpassing group

项目	$\bar{x} \pm s$		t/z	P
	通过组 (63例)	未通过组 (6例)		
HR/(次·min <sup>-1</sup> )	83.95±15.30	80.97±13.49	-1.02	0.310
PR/s	0.17±0.04	0.17±0.03	0.655	0.514
QT/s	0.40±0.04	0.41±0.04	1.344	0.182
QTc/s	0.43±0.03	0.44±0.03	1.142	0.256
QRS/s	0.11±0.02	0.12±0.03	1.311	0.192
I-R/mV	0.52±0.45	0.70±0.46	-0.945	0.345
I-T/mV	0.16±0.08	0.20±0.07	2.698	0.008
I-R/Tmax	3.0±3.0	6.00±4.13	-3.403	0.001
II-R/mV	0.54±0.40	0.71±0.41	2.076	0.040
II-T/mV	0.17±0.11	0.17±0.09	0.911	0.817
II-R/Tmax	2.33±2.80	3.80±4.87	-2.081	0.037
avF-R/mV	0.3±0.32	0.45±0.40	-1.998	0.046
avF-T/mV	0.15±0.13	0.14±0.08	-0.158	0.874
avF-R/Tmax	2.5±4.0	3.5±2.53	-1.284	0.199

本研究比较了MST和AST两种筛查工具体表ECG筛查结果及其对缺血性心肌病患者S-ICD植入资格评价。发现MST和AST两种筛查工具在对S-ICD植入资格的总体预测中表现出良好的一致性。AST与MST对实际不合格患者均表现出很高的敏感性,但在识别真正合格的感知向量方面,两种筛查方法均表现出相似且较低的特异性。此外,AST和MST在筛查总通过率方面相似,但在单个向量通过率上却存在相当大的差异,AST在单一感知向量筛查通过率上明显优于MST。变化不同体位在MST与AST筛查中对总通过率影响不明显,对单个感知向量通过率改善也不显著,这一差异可能是自动筛查系统中的数字滤波过程补偿了基线漂移和噪声。S-ICD术前筛查是通过确保对12导联心电图的QRS波和T波进行适当区分,来测试准患者对S-ICD植入物的适用性<sup>[11]</sup>,当至少1个感测矢量适合10~20s ECG的所有QRS-T时,就认为患者适合植入S-ICD。本研究中两种筛查工具评估患者植入S-ICD资格的通过率及一致性与国外研究结论相似<sup>[12-13]</sup>。

本研究选择MST筛查体表ECG结果与常规12导联ECG结果进行比较,根据MST筛查结果将常规12导联心电图分为通过组和未通过组。在MST筛查中,患者筛查未通过率约31%,明显高于早期研究报道的14.8%~22%<sup>[5,7,14]</sup>,R波、T波高

电压和宽 QRS 间期、QRS 振幅小是筛查失败的主要原因。早期国内外大量研究将 1 个导联在所有筛查体位通过定义为筛选通过,筛查失败率 7%~13%<sup>[5,7,14]</sup>,而 2014 年 ESC 指南认为每位患者应该有 1 个以上 ECG 导联通过筛查,以便后期进行选择编程,避免 T 波过度感知引起的不适当放电。本研究在比较 MST 3 个感知向量和常规 12 导联心电图 3 个导联中,将 2 个导联在所有测试体位通过定义为通过筛查时,导致了比其他研究更低的通过率。缺血性心肌病造成的心肌瘢痕可能引起 QRS 波低电压,可能一定程度上降低了筛查通过率。T 波高电压导致 T 波过度感知和 R/T 比值过小是导致筛选失败主要原因。

48 例(69.6%)患者 ECG 形态分析筛查通过,其中,35 例(72.9%)患者左右两侧胸骨旁同时通过筛查,将电极从通常放置的左侧胸骨旁向右侧胸骨旁转换时,4 例(19%)先前筛查未通过的心电图转为通过。因此,右侧筛查对患者尤为重要,尤其是左侧筛查失败的患者。3 个模拟感知向量中次要向量和备选向量通过率最高,主要向量通过率最低。研究发现常规 12 导联心电图的 T I、R II、avF、R/T I、R/T II 可能对筛查结果有较大的影响。T 波振幅较小,适当的 R 波电压得到适中的 R/T 时,筛查通过的可能性增加。T 波高电压、QRS 波增宽、合并完全性右束支传导阻滞和室性期前收缩导致筛查未通过率增加。在 MST 筛查 3 个感知向量中,R/T 值>3 时筛查通过率增加。本研究中,常规 12 导联心电图的 I、II、avF 导联中的 R/T 比值通过组明显小于未通过组,与标准的 MST 筛查结果相反。因此,常规 12 导联心电图不能独立用于对 S-ICD 预植入者的筛查。

综上所述,MST 与 AST 在识别不适合植入 S-ICD 患者上,都表现出较高的敏感性,而对识别真正通过的单个感知向量,两种筛查方式特异性均较低。AST 与 MST 两种筛查方法相比,AST 在主要向量、次要向量及备选向量 3 个感知向量的通过率都高于 MST,AST 明显提高单一感知向量筛查通过率,但对总体通过率的预测上 AST 与 MST 无差异。常规 12 导联 ECG 部分导联可用于预判 S-ICD 体表心电图的通过情况,但不能单独进行 S-ICD 术前筛查。

#### 参考文献

[1] 中华医学会心血管病学分会,中国心肌炎心肌病协作组.中国扩张型心肌病诊断和治疗指南[J].临床心血管病杂志,2018,34(5):421-434.  
[2] 冯俊,杨杰,程自平,等.经静脉途径拔除植入心律起搏装置器械选择[J].临床心血管病杂志,2020,36(7):658-661.  
[3] Guo L,Zhang M,Hu M,et al. Prevalence of subcuta-

neous implantable cardioverter-defibrillator based on template ECG screening and ineligible surface ECG predicting factors in patients with hypertrophic cardiomyopathy in China[J]. Heart Vessels, 2019, 34(5):851-859.  
[4] Basu-Ray I, Liu J, Jia X, et al. Subcutaneous versus transvenous implantable defibrillator therapy: a meta-analysis of case-control studies[J]. JACC Clin Electrophysiol, 2017, 3(13):1475-1483.  
[5] Groh CA, Sharma S, Pelchovitz DJ, et al. Use of an electrocardiographic screening tool to determine candidacy for a subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator[J]. Heart Rhythm, 2014, 11(8):1361-1366.  
[6] Olde Nordkamp L, Warnaars J, Kooiman KM, et al. Which patients are not suitable for a subcutaneous ICD: incidence and predictors of failed QRS-T-wave morphology screening[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2014, 25(5):494-499.  
[7] Randles DA, Hawkins NM, Shaw M, et al. How many patients fulfil the surface electrocardiogram criteria for subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator implantation? [J]. Europace, 2014, 16(7):1015-1021.  
[8] Srinivasan NT, Patel KH, Qamar K, et al. Disease severity and exercise testing reduce subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator left sternal ECG screening success in hypertrophic cardiomyopathy[J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2017, 10(4):120.  
[9] Westerman SB, El-Chami M. The subcutaneous implantable cardioverter defibrillator--review of the recent data[J]. J Geriatr Cardiol, 2018, 15(3):222-228.  
[10] Zormpas C, Eiringhaus J, Hillmann H, et al. A novel screening tool to unmask potential interference between S-ICD and left ventricular assist device[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2020, 31(12):3286-3292.  
[11] Singh P, Afzal MR, Weiss R. Perioperative considerations during implantation of the subcutaneous defibrillator: State-of-the-art review[J]. Pacing Clin Electrophysiol, 2020, 43(12):1451-1458.  
[12] Bögeholz N, Pauls P, Güner F, et al. Direct comparison of the novel automated screening tool (AST) versus the manual screening tool (MST) in patients with already implanted subcutaneous ICD[J]. Int J Cardiol, 2018, 265:90-96.  
[13] Sakhi R, Yap SC, Michels M, et al. Evaluation of a novel automatic screening tool for determining eligibility for a subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator[J]. Int J Cardiol, 2018, 272:97-101.  
[14] Thomas JA, Perez-Alday EA, Hamilton C, et al. The utility of routine clinical 12-lead ECG in assessing eligibility for subcutaneous implantable cardioverter defibrillator[J]. Comput Biol Med, 2018, 102:242-250.  
(收稿日期:2020-09-03)