

aVR T 波形态在评估急性冠状动脉综合征三支病变患者左心功能中的意义

郑晓斌¹, 王瑞英², 路申璐¹, 熊上¹

(1. 山西医科大学, 山西省太原市 030001; 2. 山西医科大学第二医院心血管内科, 山西省太原市 030013)

[关键词] 急性冠状动脉综合征; 三支病变; aVR 导联 T 波直立; 左心功能

[摘要] **目的** 研究急性冠状动脉综合征(ACS)三支病变患者心电图 aVR 导联 T 波形态预测左心功能变化的意义。**方法** 160 名冠状动脉造影明确的 ACS 三支病变患者按照入院心电图 aVR 导联 T 波形态分为 T 波直立组(72 例)和 T 波倒置组(88 例), 比较两组一般资料、左心功能、冠状动脉病变及临床结局情况。**结果** 与 T 波倒置组比较, T 波直立组左心室射血分数(LVEF)较低, LVEF<50% 占比、血清 N 末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、Gensini 评分、Syntax 评分及 Syntax ≥ 23 分占比较高, 两组比较均有统计学意义($P<0.05$)。T 波直立组较倒置组使用升压药患者例数更多、平均住院时间更长(均 $P<0.05$)。Spearman 相关分析显示, aVR T 波直立与 LVEF 呈负相关, 与 Gensini 及 Syntax 评分、NT-proBNP、住院时长呈正相关(均 $P<0.05$)。多元 Logistic 回归分析示, aVR 导联 T 波直立与 LVEF(OR=0.974, 95% CI: 1.007~1.030, $P<0.05$) 独立相关。**结论** ACS 三支病变患者中, aVR 导联 T 波直立患者较 T 波倒置患者具有更低的 LVEF 值与较差的临床结局, aVR T 波直立可评估 ACS 三支病变患者左心功能情况。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

Significance of T wave morphology in lead aVR in evaluating left ventricular function in patients with acute coronary syndrome with three-vessel disease

ZHENG Xiaobin¹, WANG Ruiying², LU Shenu¹, XIONG Shang¹

(1. Shanxi Medical University, Taiyuan, Shanxi 030001, China; 2. Department of Cardiology, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan, Shanxi 030013, China)

[KEY WORDS] acute coronary syndrome; three-vessel disease; T-wave upright in lead aVR; left ventricular function

[ABSTRACT] **Aim** To study the significance of T wave shape of aVR lead in predicting left ventricular function in patients with acute coronary syndrome (ACS) with three-vessel disease. **Methods** 160 patients with ACS three-vessel disease confirmed by coronary angiography were enrolled and divided into T-wave upright group ($n=72$) and T-wave inversion group ($n=88$) according to the T-wave morphology in lead aVR of electrocardiogram. The general data, left ventricular function, coronary artery lesion and clinical outcome were compared between the two groups. **Results** Ejection fraction (LVEF) was lower but proportion of LVEF <50%, serum N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP), Gensini score, Syntax score and proportion of Syntax ≥ 23 were higher in T-wave upright group than in T-wave inversion group (all $P<0.05$). Compared with the T-wave inversion group, the upright group had more cases of using vasopressor and longer average hospitalization day (all $P<0.05$). Spearman correlation analysis showed that upright T wave in lead aVR was negatively correlated with LVEF, and positively correlated with Gensini and Syntax score, NT-proBNP, LVEF and hospitalization day (all $P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that upright T wave in lead aVR was independently associated with ejection fraction. **Conclusions** The patients of upright T wave in lead aVR with ACS three-vessel disease had lower LVEF values and worse clinical outcome than that of T wave inversion. Upright T wave in lead aVR can be used to evaluate the left ventricular function in patients with ACS three-vessel disease.

[收稿日期] 2020-01-08

[修回日期] 2020-03-26

[基金项目] 山西省科技攻关项目(20140313015-9)

[作者简介] 郑晓斌, 硕士研究生, 住院医师, 研究方向为临床心血管病诊治, E-mail 为 1611064724@qq.com。通信作者王瑞英, 硕士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向为心脏病学诊断及治疗, E-mail 为 wangruiyinsina.com。

急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)是一组由急性心肌缺血引起的临床综合征,三支血管病变是 ACS 的严重类型。三支血管病变累及的缺血心肌范围较大,更易造成心室舒缩功能减退从而诱发心力衰竭及心律失常,故对其心功能评估至关重要。aVR 导联作为唯一模拟左心室内膜的“黄金导联”,其 T 波由正常的负向转为直立可能代表左心室广泛心内膜缺血、缺氧而使正常的心脏复极顺序改变^[1-2]。国外研究指出,aVR 导联 T 波直立与 NSTEMI 或 STEMI 患者三支血管病变相关^[3-4];冠心病缺血性心肌病中,T 波直立组患者较倒置组患者具有更差的左心功能^[5]。但 aVR 导联 T 波形态与三支病变 ACS 患者心功能的关系尚不明确,本研究观察 aVR 导联 T 波直立在评估该类患者心功能中的价值。

1 资料和方法

1.1 研究病例

回顾性入选 2019 年 3 月—9 月本院行冠状动脉造影的 ACS 三支病变患者共 160 名,ACS 类型包括不稳定型心绞痛(unstable angina pectoris, UAP)及急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI),后者分为非 ST 段抬高型心肌梗死(non-ST elevation acute myocardial infarction, NSTEMI)、ST 段抬高型心肌梗死(ST elevation acute myocardial infarction, STEMI)^[6-7]。

排除条件:①其他心脏及脏器疾病:心肌炎、心包炎、心肌病、先天性心脏病、变异性心绞痛、心脏瓣膜中度以上狭窄与关闭不全、脑卒中及肺栓塞;②心脏正常除极顺序改变:正在服用 I、III、IV 类抗心律失常药物,束支、分支及非特异性室内阻滞,心室预激,全程起搏器节律;③入院后因个人原因或 24 h 内死亡未完成心脏彩超。

1.2 临床资料收集

收集所有患者临床资料,包括性别、年龄、吸烟、饮酒、心血管疾病家族史、高血压病、糖尿病等病史及血清学指标;心脏彩超结果包括左心室舒张期末容积(left ventricular end diastolic dimension, LVEDD)、左心房容积(left atrial volume, LA)及左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF);治疗药物包括重组人脑钠肽、升压药及胺碘酮;住院情况包括发生室性心律失常与住院时长;心功能分级采用纽约心功能分级(非 AMI 患者)或者 Killip 分级(AMI 患者)。

1.3 心电图收集

查阅患者住院资料,选取冠状动脉造影术前心绞痛发作时的心电图,若无,则选距术前时间最近的心电图。按照心电图 aVR 导联 T 将患者分为 T 波直立组(T 波 > 0 mm)与 T 波倒置组(T 波 < 0 mm)。

1.4 冠状动脉造影及结果评估

经桡动脉或股动脉途径,采用多功能造影导管多体位投射,由两位以上具有冠状动脉介入经验的专家评估血管狭窄情况。三支病变定义为:左前降支、左回旋支及右冠状动脉狭窄程度均 $\geq 70\%$;其中,左主干狭窄 $\geq 50\%$ 定义为左主干受累,其等同为左前降支与左回旋支两支冠状动脉存在病变,因此,左主干受累合并右冠状动脉狭窄 $\geq 70\%$ 者视为三支病变,也纳入本研究^[8]。根据冠状动脉造影情况计算 Gensini 评分^[9]与 Syntax 评分^[10], Syntax ≥ 23 分代表中重度冠状动脉病变。

1.5 统计学方法

采用 IBM SPSS22.0 统计软件进行数据处理和分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,符合正态分布组间比较采用 *t* 检验,若不符合正态分布,使用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以率或构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。aVR 导联 T 波直立与各指标的相关性采用 Spearman 相关分析。aVR 导联 T 波直立相关因素用多因素 Logistic 回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组临床资料的比较

aVR T 波直立组与倒置组比较,年龄、性别、饮酒、高血压病、糖尿病、心血管病家族史以及生命体征、血清学指标等差异无统计学意义($P > 0.05$);T 波直立组吸烟比例较倒置组少,差异有统计学意义($P < 0.05$;表 1)。ACS 不同临床类型心功能分级比较见表 2。

2.2 心功能、冠状动脉造影及临床结果

从表 3 可见,与 T 波倒置组比较,T 波直立组 LVEF 更低,但 LVEF $< 50\%$ 占比、血清 N 末端脑钠肽前体(N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP)、Gensini 评分、Syntax 评分及 Syntax ≥ 23 分占比较高,QTc 时限更长,两组比较均有统计学意义($P < 0.05$);T 波直立组较倒置组使用升压药例数更多、平均住院时间更长(均 $P < 0.05$)。两组其余指标之间比较无统计学差异(均 $P > 0.05$)。

表 1. 两组一般资料的比较
Table 1. Comparison of general data in two groups

指标	T 波倒置组 ($n=88$)	T 波直立组 ($n=72$)	t/χ^2 值	P 值
年龄/岁	65.03±10.27	64.88±11.97	0.090	0.928
≥65 岁/[例(%)]	47(53.4)	37(51.4)	0.065	0.799
男性/[例(%)]	66(75.0)	48(66.7)	1.342	0.247
吸烟/[例(%)]	54(61.4)	32(44.4)	4.560	0.033
饮酒/[例(%)]	21(23.9)	9(12.5)	3.357	0.067
高血压病/[例(%)]	60(68.2)	45(62.5)	0.567	0.452
糖尿病/[例(%)]	32(36.4)	26(36.1)	0.001	0.974
慢性阻塞性肺疾病/[例(%)]	5(5.7)	3(4.2)	0.191	0.662
外周动脉疾病/[例(%)]	4(4.5)	2(2.8)	0.343	0.558
脑卒中/[例(%)]	12(13.6)	11(15.3)	0.087	0.768
心血管疾病家族史/[例(%)]	36(40.9)	39(54.2)	2.795	0.095
临床类型/[例(%)]			0.867	0.648
UAP	49(55.7)	36(50.0)		
NSTEMI	20(22.7)	16(22.2)		
STEMI	19(21.6)	20(27.8)		
体质量指数/(kg/m^2)	24.76±2.85	24.06±3.19	1.464	0.145
收缩压/mmHg	122.52±18.99	121.86±17.44	0.227	0.820
舒张压/mmHg	72.17±11.51	72.21±10.80	0.021	0.983
心率/(次/min)	74.47±9.46	73.13±10.05	0.867	0.387
血糖/(mmol/L)	7.21±2.84	6.94±3.98	0.486	0.628
肌酐/(mmol/L)	75.72±19.59	79.29±28.55	0.934	0.352
胱抑素 C/(mmol/L)	0.77±0.18	0.80±0.27	1.016	0.311
尿酸/(mmol/L)	360.24±100.75	364.09±119.86	0.221	0.826
同型半胱氨酸/(mmol/L)	17.03±9.65	19.88±18.21	1.267	0.207
总胆固醇/(mmol/L)	3.91±1.10	3.95±1.16	0.218	0.828
甘油三酯/(mmol/L)	1.71±0.85	1.58±0.70	1.089	0.278
低密度脂蛋白/(mmol/L)	2.32±0.87	2.45±0.97	0.910	0.364
高密度脂蛋白/(mmol/L)	1.11±0.90	1.01±0.27	0.878	0.381

表 2. ACS 不同临床类型心功能分级的比较
Table 2. Comparison of heart function class among ACS clinical types

单位:例(%)

临床类型	n	正常	I 级	II 级	III 级	IV 级
UAP	85	55(64.7)	2(2.4)	16(18.8)	4(4.7)	8(9.4)
NSTEMI	36	11(30.6)	9(25.0)	7(19.4)	5(13.9)	4(11.1)
STEMI	39	3(7.7)	9(23.1)	11(28.2)	11(28.2)	5(12.8)

2.3 T 波形态与 Syntax 评分、LVEF 及住院时长的相关性分析

Spearman 相关分析显示, aVR T 波形态与 LVEF 呈负相关, 与 Gensini 评分、Syntax 评分、Syntax ≥23 分、NT-proBNP、住院时长呈正相关(均 $P < 0.05$; 表 4)。

2.4 Logistic 回归分析结果

在 ACS 三支病变患者中, aVR 导联 T 波直立与 LVEF ($OR = 0.974, 95\% CI: 1.007 \sim 1.030$)、QTc 时限 ($OR = 1.018, 95\% CI: 0.913 \sim 0.983$) 独立相关, 且 LVEF 是 aVR 导联 T 波直立的危险因素, QTc 时限是

T 波直立的保护因素($P<0.05$;表 5)。

表 3. 两组冠状动脉造影、心功能及其它相关资料比较

Table 3. Comparison of coronary angiographic findings, cardiac function, and other datas in two groups

指标	T 波倒置组($n=88$)	T 波直立组($n=72$)	$t/\chi^2/Z$ 值	P 值
Gensini 评分	59.03±34.65	74.65±40.74	2.625	0.010
Syntax 评分	23.81±9.74	27.03±9.37	2.118	0.036
Syntax≥23 分/[例(%)]	47(53.4)	50(69.4)	4.266	0.039
左主干病变/[例(%)]	19(21.6)	25(34.7)	3.425	0.064
QRS 时限/ms	101.38±33.30	94.50±13.77	1.640	0.103
QTc 时限/ms	430.84±47.15	453.29±35.35	3.344	0.001
LA/mm	35.18±4.90	35.99±6.67	0.873	0.381
LVEDD/mm	48.98±5.18	49.79±5.34	0.975	0.331
LVEF/%	62.07±8.68	57.21±10.64	3.182	0.002
LVEF<50%/[例(%)]	9(10.2)	17(23.6)	5.212	0.022
肌钙蛋白 I/($\mu\text{g/L}$)	8.07±18.10	10.34±20.54	0.743	0.458
NT-proBNP/(ng/L)	1 285±468	2 297±545	3.029	0.003
心功能分级/[例(%)]			4.233	0.375
正常	42(47.7)	27(37.5)		
I 级	11(12.5)	9(12.5)		
II 级	19(21.6)	15(20.8)		
III 级	7(8.0)	13(18.1)		
IV 级	9(10.2)	8(11.1)		
临床用药/[例(%)]				
重组人脑钠肽	9(10.2)	15(20.8)	3.494	0.062
升压药	8(9.1)	17(23.6)	6.333	0.012
胺碘酮	2(2.3)	4(5.6)	0.448	0.503
室性心律失常/[例(%)]	1(1.1)	3(4.2)		0.327
住院时间/天	9.05±3.53	10.53±4.19	2.468	0.016
造影次数/次	1.61±0.65	1.56±0.65	0.563	0.574
支架数/个	3.14±1.79	3.14±1.61	0.009	0.993

表 4. aVR 导联 T 波直立的 Spearman 相关分析

Table 4. Spearman correlation analysis of data related with aVR lead T-wave upright

项目	r	P
Gensini 评分	0.200	0.011
Syntax 评分	0.173	0.029
Syntax≥23 分	0.163	0.039
NT-proBNP	0.289	0.000
LVEF	0.239	0.002
LVEF≥50%	0.180	0.022
住院时长	0.196	0.013

表 5. aVR 导联 T 波直立的 Logistic 回归分析

Table 5. Logistic regression analysis of the data related with aVR lead T-wave upright

因素	OR	95% CI	P 值
LVEF	0.947	1.007 ~ 1.030	0.004
QTc 时限	1.018	0.913 ~ 0.983	0.002

3 讨论

aVR 在标准 12 导联的位置特殊,不易受电极及心脏位置、呼吸等因素的影响;且电轴方向与心室整体除极向量夹角最小,故可以敏感地反映心脏除

极向量的变化。aVR 导联 T 波形态对心血管疾病临床价值已逐渐得到广泛认可^[2]。Separham 等^[3]研究 400 例 NSTEMI 患者 aVR 导联 T 波形态,发现 T 波直立组患者与倒置组相比具有更低的 LVEF, T 波直立为三支病变或左主干病变的独立预测因素。在 196 例前壁 STEMI 患者中, Ayhan 等^[4]指出 aVR 导联 T 波直立患者年龄更大、三支血管病变比率更高、住院时间更长,且 T 波直立与院内致死独立相关。一项针对 ACS 患者中 aVR 导联 ST 段与冠状动脉病变复杂性关系的研究中, Adar 等^[11]指出, Syntax ≥ 23 分即中重度冠状动脉病变组中 aVR 导联 ST 段改变幅度 ≥ 0.5 mm 占比显著高于轻度冠状动脉病变组,经多元 Logistic 回归分析得出, aVR 导联 ST 段抬高或压低大于 0.5 mm 是中重度冠状动脉病变独立危险因素。由此可见, aVR 导联 T 波、ST 段在不同临床类型 ACS 中均扮演着重要角色,但其 T 波形态对 ACS 三支病变患者心功能的评估尚无报道。

一项针对缺血性心肌病的研究中, Alzaiti 等^[5]发现 aVR 导联 T 波直立与低 LVEF 值、较大左心室容积及较高脑钠肽水平明显相关, aVR T 波直立能够预测该类患者心脏骤停与心血管死亡。本研究在三支病变患者中得出了类似结果, T 波直立组患者与倒置组比较, 其 LVEF 值更低, LVEF $< 50\%$ 占比、NT-proBNP 水平、使用升压药频率更高, 住院时间更长, 而左心房内径、左心室舒张末期径有增大趋势, 但无统计学意义, 考虑与病例数较少及入选对象全部为三支病变患者有关, 推测可能原因是三支病变导致心肌长期严重慢性缺氧发生病理重塑而缩小了左半房室腔体积差异。

临床上根据冠状动脉造影结果评估其严重程度方法包括 Gensini 评分^[9]与 Syntax 评分^[10], 后者对预测血运重建方式病死率及术后不良心脏血管事件发生率具有重要价值。Brkovic 等^[12]研究发现, STEMI 患者心血管性疾病死亡率随着 Syntax 评分的升高而增加, 并证实该评分可作为 PCI 后发生无复流的独立危险因素。本文中 aVR 导联 T 波直立患者 Gensini 评分、Syntax 评分及 Syntax ≥ 23 比例均更高。Spearman 相关性分析示, aVR 导联 T 波直立与此两种评分呈正相关; 与 LVEF 呈负相关、NT-proBNP 呈正相关, 可能机制为冠状动脉病变严重程度越大, 越容易发生心尖部、下壁和低位侧壁心肌组织氧供需不平衡, 而 aVR 导联 T 波代表的复极是

主动耗能过程, 能量不足导致细胞电学改变使 T 向量环面对 aVR 导联最终产生正向 T 波; 较大范围的心肌损伤使室壁运动障碍及应力增加, 心肌组织分泌更多 NT-proBNP。韩霏等^[13]在分析严重三支血管病变患者心功能不全与其心电图指标的相关性研究中得出, 心功能不全组患者较正常组 QRS 时限、QTc 时限均较心功能正常者延长, QTc ≥ 425 ms 预测心功能不全的灵敏度为 93.8%, 特异度为 41.1%, 指出冠状动脉病变影响心室肌复极。本研究 T 波直立组患者具有更长的 QTc 间期, 也从侧面说明缺血使心室复极离散度增加, 这与 Alzaiti 等^[5]的研究结果一致。

本研究经过多元线性回归分析校正混杂因素后发现, ACS 三支病变患者中, aVR 导联 T 波直立与 LVEF、QTc 时限独立相关, 且 LVEF 是 aVR 导联 T 波直立的危险因素, QTc 时限是 T 波直立的保护因素。因此, aVR 导联 T 波形态能够初步评估 ACS 三支病变患者左心功能, 并用以筛选冠状动脉病变严重的高危患者, 为再灌注治疗提供临床策略。有趣的是, 本研究还发现 QTc 间期与 aVR 导联 T 波形态有关, 考虑 QTc 反映心室复极时间, 心肌缺血时儿茶酚胺释放或副交感神经被激活, 心肌动作电位期间出现异常的钙离子流, 表现为 QTc 间期延长^[14], 与此同时, 室壁复极时 M 细胞与心肌细胞的离子通道开放或关闭也会受到影响, 室跨壁复极离散改变从而导致 aVR 导联异常直立 T 波的形成^[15]。本研究有一定局限性, 样本量小且为回顾性研究, 未进行长期随访, 此外, aVR 导联 T 波形态随病情变化可能会动态改变, 而本研究未动态观察, 有待进一步大样本动态观察。

[参考文献]

- [1] 崔 炜. 心电图 aVR 导联的临床价值[J]. 临床荟萃, 2015, 30(10): 1189-1193.
- [2] 张羽中, 张建业. aVR 导联 T 波直立对心血管性死亡的预测意义[J]. 实用心电学杂志, 2017, 26(6): 443-449.
- [3] Separham A, Sohrabi B, Tajlil A, et al. Prognostic value of positive T wave in lead aVR in patients with non-ST segment myocardial infarction[J]. Ann Noninvasive Electrocardiol, 2018, 23(5): e12554.
- [4] Ayhan E, Turgay I, Uyarel H, et al. Prognostic significance of T-Wave amplitude in lead aVR on the admission electrocardiography in patients with anterior wall ST-Elevation myocardial infarction treated by primary percutaneous inter-

- vention[J]. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 2013, 18(1): 51-57.
- [5] Alzaiti SS, Fallavollita JA, Canty JM, et al. The prognostic value of discordant T waves in lead aVR: A simple risk marker of sudden cardiac arrest in ischemic cardiomyopathy[J]. *J Electrocardiol*, 2015, 48(5): 887-892.
- [6] 葛均波, 戴宇翔. 中国非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征诊断和治疗现状[J]. *中华心血管病杂志*, 2017, 45(5): 355-358.
- [7] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. *中华心血管病杂志*, 2019, 47(10): 766-783.
- [8] Buxton BF, Shi WY, Tatoulis J, et al. Total arterial revascularization with internal thoracic and radial artery grafts in triple-vessel coronary artery disease is associated with improved survival[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 148(4): 1238-1243.
- [9] Gensini GG. A more meaningful scoring system for determining the severity of coronary heart disease[J]. *Am J Cardiol*, 1983, 51(3): 606.
- [10] Farooq V, Brugaletta S, Serruys PW. The SYNTAX score and SYNTAX-based clinical risk scores [J]. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 23(2): 99-105.
- [11] Adar A, Onalan O, Cakan F. Relationship between ST-segment shifts in lead aVR and coronary complexity in patients with acute coronary syndrome [J]. *Acta Cardiol Sin*, 2019, 35(1): 11-19.
- [12] Brkovic V, Dobric M, Beleslin B, et al. Additive prognostic value of the SYNTAX score over GRACE, TIMI, ZWOLLE, Cadillac and PAMI risk scores in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction treated by primary percutaneous coronary intervention[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2013, 29(6): 1215-1228.
- [13] 韩 霏, 禹子清, 秦胜梅, 等. 无心肌梗死的严重三支血管病变患者心功能不全与其心电图指标的相关性分析[J]. *中国循环杂志*, 2018, 33(5): 441-445.
- [14] 何宏兵. 负荷动态 CT 心肌灌注成像联合动态心电图 QTc 间期在冠心病心肌缺血诊断中的应用[J]. *中南医学科学杂志*, 2019, 47(5): 479-482.
- [15] Antzelevitch C, Fish J. Electrical heterogeneity within the ventricular wall[J]. *Basic Res Cardiol*, 2001, 96(6): 517-527.
- (此文编辑 朱雯霞)