

电风暴或聚集性室性心律失常患者的管理： ESC 欧洲心律协会的临床共识声明——得到亚太心 律学会、心律学会的认可， 和拉丁美洲心律学会

Radosław Lenarczyk^{1*} (主席), **Katja Zeppenfeld²**

2

(联合主席), **Jacob Tfelt-Hansen**

3,4†

Frank R. Heinzel

5

Thomas Deneke

6,7

、

Elena Ene⁸

6

Christian Meyer

8

Arthur Wilde

9,10†

Elena Arbelo

11†

Ewa Jędrzejczyk-Patej

12

Avi Sabbag

13,14

Markus Stühlinger

15

、

Luigi Di Biase¹⁶

16

Marmar Vaseghi

17

(HRS代表), **Ohad Ziv**

18,19

(HRS代表), **William-Fernando Bautista-Vargas**

20

(LAHRS代表), **Saurabh Kumar**

21

(APHRS代表), **Narayanan Namboodiri**

ID

ID

ID

(APHRS代表), Benhur Davi Henz

(LAHRS代表), Jose Montero-Cabezas

和 Nikolaos Dages

审查者: Petr Peichl²⁵ (EHRA 审查协调员)、Antonio Frontera²⁶、Stylianios Tzeis²⁷、Jose Luis Merino²⁸、Kyoko Soejima²⁹ (APHRS)、Christian de Chillou³⁰、Roderick Tung³¹ (HRS)、Lars Eckardt³²、Philippe Maury³³、Peter Hliva³⁴、Larisa g. Tereshchenko³⁵ (USA)、Pipin Kojodjojo³⁶ (APHRS) 和 Jacob Atié³⁷ (LAHRS)

¹Medical University of Silesia, Division of Medical Sciences, Department of Cardiology and Electrotherapy, Silesian Center for Heart Diseases, Skłodowska-Curie 9, 41-800 Zabrze, Poland; ²Department of Cardiology, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands; ³The Department of Cardiology, The Heart Centre, Copenhagen University Hospital, Rigshospitalet, Copenhagen, Denmark; ⁴The Department of Forensic Medicine, Copenhagen University Hospital, Rigshospitalet, Copenhagen, Denmark; ⁵Cardiology, Angiology, Intensive Care, Städtisches Klinikum Dresden Campus Friedrichstadt, Dresden, Germany; ⁶Clinic for Interventional Electrophysiology, Heart Center RHÖN-KLINIKUM Campus Bad Neustadt, Bad Neustadt an der Saale, Germany; ⁷Clinic for Electrophysiology, KLINIKUM Nuernberg, University Hospital of the Paracelsus Medical University, Nuernberg, Germany; ⁸Division of Cardiology/Angiology/Intensive Care, EVK Düsseldorf, Teaching Hospital University of Düsseldorf, Düsseldorf, Germany; ⁹Department of Cardiology, Amsterdam UMC University of Amsterdam, Amsterdam, the Netherlands; ¹⁰Amsterdam Cardiovascular Sciences, Heart Failure and arrhythmias, Amsterdam, the Netherlands; ¹¹arrhythmia Section, Cardiology Department, Amsterdam, Hospital Clinic, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain; ¹²IDIBAPS, Institut d'Investigació August Pi i Sunyer (IDIBAPS), Barcelona, Spain; ¹³Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), Madrid, Spain; ¹⁴Department of Cardiology, Congenital Heart Diseases and Electrotherapy, Silesian Centre for Heart Diseases, Zabrze, Poland; ¹⁵The Davidai Center for Rhythm Disturbances and Pacing, Chaim Sheba Medical Center, Tel Hashomer, Israel; ¹⁶School of Medicine, Faculty of Medical and Health Sciences, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel; ¹⁷Department of Internal Medicine III, Cardiology and Angiology, Medical University of Innsbruck, Innsbruck, Austria; ¹⁸Albert Einstein College of Medicine at Montefiore Hospital, New York, NY, USA; ¹⁹UCLA Cardiac Arrhythmia Center, Division of Cardiology, Department of Medicine, University of California, Los Angeles, CA, USA; ²⁰Case Western Reserve University, Cleveland, OH, USA; ²¹The MetroHealth System Campus, Cleveland, OH, USA; ²²Cardiac Electrophysiology, Fundacion CardiolInfantil La Cardio, Bogota, Colombia; ²³Department of Cardiology, Westmead Hospital, Westmead Applied Research Centre, University of Sydney, Sydney, Australia; ²⁴University of Science and Technology Kochi, Kerala, India; ²⁵Instituto Brasilia de Arritmias-Hospital do Coração do Brasil-Rede Dor Luiz, Brasilia, Brazil; ²⁶German Heart Center of the Charité, Berlin, Germany; ²⁷Department of Cardiology, IKEM, Prague, São Czech Republic; ²⁸Department of Electrophysiology, Great Metropolitan Hospital Niguarda, Milan, Italy; ²⁹Cardiology Department, Mitera General Hospital, Hygeia Group, Athens, Greece; ³⁰Arrhythmia and Robotic EP Unit, Hospital Universitario La Paz, Madrid, Spain; ³¹Department of Cardiovascular Medicine, Kyorin University Hospital, Tokyo, Japan; ³²Department of Cardiology, University Hospital Nancy, Vandoeuvre Nancy, France; ³³Division of Cardiology, Cardiovascular Clinical Research, Banner Heart Institute, The University of The University of

*通讯作者。电话: + 48 32 47 93 682。电子邮件地址: radle@poczta.onet.pl

†欧洲罕见、低患病率和复杂心脏疾病参考网络成员: ERN-GUARDHEART。

©作者2024。由牛津大学出版社代表欧洲心脏病学会出版。

这是一篇根据Creative Commons Attribution License(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)，允许在任何介质中无限制地重复使用、分发和复制，前提是正确引用了原始工作。

Arizona College of Medicine-Phoenix,AZ,USA;³²Department of Cardiology-Electrophysiology,University of Münster,Münster,Germany;³³Cardiology,University Hospital Rangueil Toulouse,Toulouse,France;³⁴Department of Arrhythmias and Pacing,National Institute of Cardiovascular Diseases and the Slovak Medical University School of Medicine,Bratislava,Slovakia;³⁵Department of Cardiovascular Medicine,Heart,Vascular&Thoracic Institute,Department of Quantitative Health Sciences,Lerner Research Institute,Cleveland Clinic,Cardiology,USA;³⁶Asian Heart and Vascular Center,Singapore; 和 ³⁷Hospital São Vicente-Rede Dor,Department of Cardiology,Federal University of Rio de Janeiro,Rio de Janeiro,Brazil

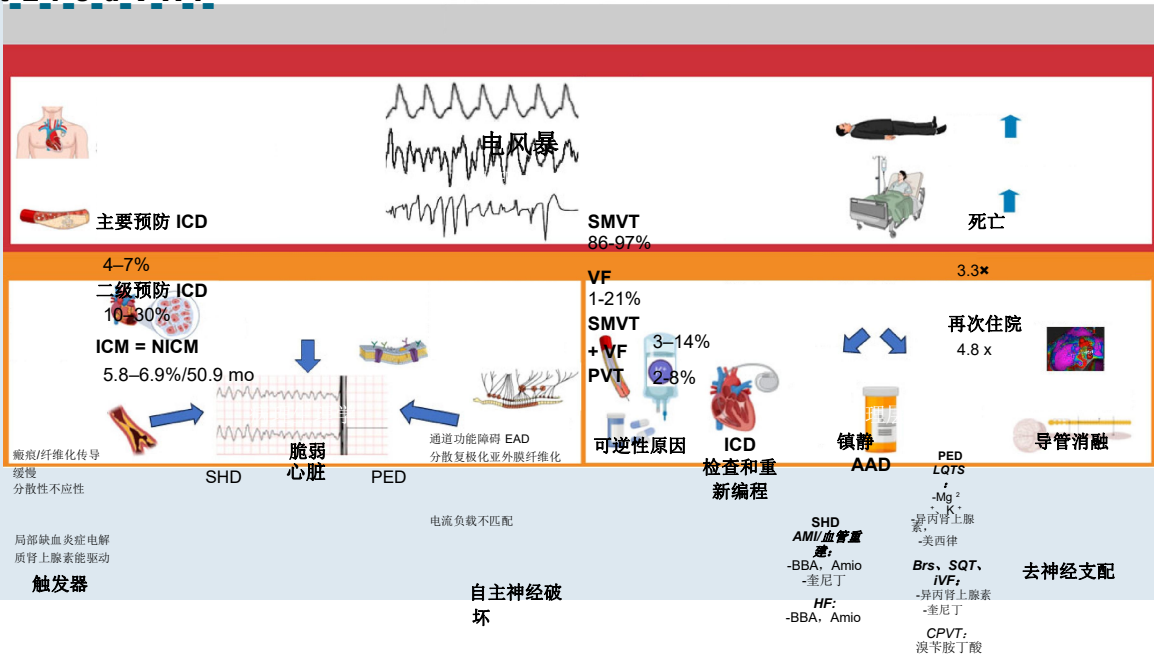
收稿日期：2024 年02 月06 日； 修订后接受日期：2024 年02 月07 日； 在线出版日期：2024 年04 月08 日

摘要

电风暴 (ES) 是一种电不稳定性状态，表现为短时间内复发性室性心律失常 (VA) (24 h 内发生3次或3次以上持续性VA，间隔至少5 min，需要干预终止)。临床表现可各不相同，但 ES 通常是心脏急症。电风暴主要影响器质性或原发性心脏病患者，常植入心律转复除颤器 (ICD)。ES 的管理需要多层面的方法和多学科团队的参与，但尽管治疗先进且通常为侵入性手术，但其与高发病率和死亡率相关。随着人口老龄化、心力衰竭患者的生存期延长和 ICD 患者数量的增加，预计 ES 的发生率会增加。本欧洲心律协会临床共识声明侧重于病理生理学、临床

presentation, diagnostic evaluation, and acute and long-term management of patients presenting with ES or c/suSt E red VA.

图形摘要



关键词 电风暴 ● 心律失常 ● 室性心动过速 ● 心室纤维性颤动 ● 心源性猝死
共识文件

目录

1. 背景.....	3
2. 文件目的.....	3
3. 证据审查.....	3
4. 定义.....	3
5. 问题范围.....	3
6. 病理生理学方面.....	5
6.1. 脆弱的心脏——潜在的结构性疾病.....	5
6.2. 脆弱的心脏——潜在的初级电疾病.....	6
6.3. 外部沉淀因素或触发因素.....	6
6.4. 自主神经系统.....	6
7. 临床表现.....	6

8. 急性治疗.....	7
8.1. 初步评价，外部促发因素评估，和可逆性原因.....	7
8.1.1. 历史.....	7
8.1.2. 1.....	

2	导联心电图	7
8.1.3.	记录室性心律失常和即刻植入式心律转复除颤器询问	7
8.1.4.	血液检查	7
8.1.5.	冠状动脉造影、心脏成像和其他	10
8.2.	治疗	10
8.2.1.	电风暴伴血液动力学不稳定	10
8.2.2.	疾病特异性方面	11
8.2.3.	植入式心律转复除颤器重新程控	12
8.2.4.	深度镇静和机械通气	13
8.2.4.1.	用于（深度）镇静的药物	13
8.2.5.	急性电管理的药物治疗	15
8.2.5.1.	结构性心脏病	15
8.2.5.2.	原发性电疾病	15
8.2.6.	机械循环支持	18

8.2.6.1. 困难治性血液动力学疾病导致的急性血液动力学失代偿的补救治疗
不耐受室性心律失常1

8

8.2.6.2. 困难治性不稳定型室性心律失常导致围手术期急性血液动力学失代偿的急救治疗
室性心动过速消融1

8

8.2.6.3. 血液动力学高风险患者室性心动过速消融
术前预防性机械循环支持植入
不稳定性1

8

8.2.7. 即刻导管消融
18

8.2.8. 自主神经调节
20

8.2.8.1. 星状神经节阻滞
20

8.2.8.2. 胸段硬膜外麻醉
21

8.2.8.3. 外科/胸腔镜交感神经心脏手术
去神经支配2

1

8.2.8.4. 肾脏去神经支配
21

8.2.9. 超速起搏
22

8.2.10. 救助策略
23

9. 稳定患者
23

9.1. 长期治疗
23

9.2. 预防电风暴的抗心律失常药物
复发2

3

9.2.1. 结构性心脏病患者的长期抗心律失常药物治疗
23

9.2.2. 原发性电疾病的长期药物治疗
26

9.3. 导管消融防止电风暴复发
26

9.3.1. 缺血性心脏病
26

9.3.2. 非缺血性心肌病
26

9.3.3. 原发性电疾病
26

9.4. 自主神经调节
27

10. 心理咨询
27

11. 特殊患者人群
27

11.1. 植入左心室辅助装置的患者
27

11.2. 晚期心力衰竭患者
28

12. 何时不进行介入治疗
28

参考文献2

9

I.背景

心室电风暴 (ES) 定义为 24 h 内发生3次或3次以上持续性室性心律失常 (VA)，间隔至少5 min，需要干预终止。¹根据该定义，临床表现可以从无症状或有轻度症状的耐受良好的室性心动过速 (VT) 发作到危及生命的电不稳定性不等，通常因交感神经张力增强而加重。同样，聚集性 VA 定义为3个月内≥2次的持续 VA 发作，可包括

死亡 (SCD)。12017年，心律学会 (HRS)、美国心脏病学会和美国心脏协会发布了关于相同主题的文件。4,52019年，HRS和欧洲心律协会 (EHRA) 发布了关于 VA 导管消融 (CA) 的共识声明，与亚太 HRS(APHRS) 和拉丁美洲 HRS(LAHRs) 合作。6本文件旨在补充既往 ESC 指南和共识声明，就 ES 或 VA 聚集性患者的诊断评估以及急性 and 长期管理提供详细的实用建议。不同类别建议的定义见表1。使用的建议强度和支持性证据类别见表2。应该强调的是，本 EHRA 临床共识声明不作为指南。

3. 证据审查

EHRA工作组与HRS、LAHRs和APHRS代表共同编写了本共识文件。要求工作组成员审查多个数据库的英文文献，包括截至2023年11月的PubMed、Embase和Cochrane Library纳入研究。检索集中于ES的所有方面，包括患病率、病理生理学、临床表现和管理。考虑到支持特定管理或程序的证据强度和评估的患者结局，提出了建议。确定潜在偏倚来源或可能改变结果的因素（例如，患者数量和特征、随访持续时

临床表现的范围。2电风暴和聚集性 VA 在 ICD 患者中很常见。大多数患者有潜在的器质性心脏病 (SHD)，单形性持续性 VT(MSVT) 是最常见的始发心律失常。电风暴

由于多形性 VT(PVT) 或原发性室颤 (VF) 也会发生，并且更可能发生在急性心肌缺血或通道病患者 [原发性电疾病 (PED)] 中。3电风暴伴复发性 ICD 电击与心理障碍、心力衰竭 (HF) 和死亡率增加相关，被视为心脏急症。ES的管理需要多方面的方法和多学科团队的参与。

2.文件目的

2022年，欧洲心脏病学会 (ESC) 发布了 VA 患者管理和预防心源性猝死的指南

间、患者组异质性、医生/患者偏好等），并在确定建议强度时予以考虑。在有争议或证据不足的领域，经专家组同意达成共识。写作和复审都是反复和协作的，符合德尔菲进程的原则，并确保考虑广泛的专家意见。所有建议均采用在线投票系统进行投票，≥80%的选民同意接受建议。该文件经过了全面的、两轮外部审查。

4. 定义

5. 问题范围

报告的 ES 发生率取决于定义、研究人群和观察期。7-1010-30%的患者发生电风暴

表 建议类别	
定义	类别 建议
给定证据或一般协议	建议处理
测量是临床上有用和适当的证据或一般共识	可能适合做
测量可能在临床上有用，并且适当	建议不要做不确定
证明某项措施不适当或有害的证据或一般共识	区域
不能给出有力的建议，缺乏数据，数据不一致	

建议强度	证据强度	符号
基于可靠的已发表证据的临床建议		
临床建议，基于编写小组的共识		
根据已发表的证据，可能是适当的		
根据编写小组的共识，可能是适当的		
不确定性领域		
证据强度	缩略语	
RCT 的荟萃分析	META	
随机对照试验	随机对照试验	
观察性研究	OBS	
专家意见	骨桥蛋白	

META: > 1项高质量 RCT 或 > 1项高质量 RCT 荟萃分析的证据。**RCT:** 来自1项高质量RCT、> 1项中等质量 RCT 或中等质量 RCT 荟萃分析的证据。**OBS:** 观察性或登记研究或此类研究的荟萃分析。**OPN:** 随机化、非随机化、观察性研究或登记研究。此类研究的荟萃分析。人类受试者的生理学或机制研究。基于临床经验的专家意见共识。病例系列。**RCT,** 随机临床试验。

防SCD，预计在 ICD 植入后18-24个月时为4-7%。^{8-10,12}在40个月的 ICD 植入者中，对于初级或二级 SCD 预防，报告的 VA 聚集发生率为26%。²

在长期随访期间，患有慢性冠状动脉疾病 (cCAD) 或非缺血性心肌病 (NICM) 的一级预防 ICD 植入者的 ES 发生率无显著差异（植入后50.9±33.9个月内分别为5.8%和6.9%）。^{10,13,14}心脏再同步治疗 (CRT) 可能影响 ES 的发生。在一项回顾性观察性研究中，在 cCAD 和 NICM 患者中，植入 CRT 除颤器的患者的 ES 发生率低于倾向性匹配的 ICD 接受者。然而，在一些 CRT 患者中，左心室 (LV) 起搏可能导致ES，在这种情况下应禁用。然而，CRT应答者的 ES 率较低，¹²这可能是由于 LV 射血分数 (LVEF) 较高与 ES 风险较低之间的相关性。¹⁵随着 ICD 患者数量的增加，需要 ES 管理的患者数量可能会增加。

PED 患者的 ES 数据很少，基于病例报告或小系列。尽管 PED 患者中 ES 的发生率较低，但增加 ICD 的使用和改善生存率也可能增加该组的 ES 发生率。¹⁶在儿茶酚胺能 PVT(CPVT) 患者中，ICD电击有时无效，可能触发ES。¹⁷根据上述定义，VA和 ES 集群在已知 SHD 和 ICD 患者中更常见，但偶尔，ES可能是既往未知心脏疾病的首发表现。

电风暴与高发病率和死亡率相关，尤其是在存在其他因素（包括使用胺碘酮、慢性肾病和LVEF < 35%）。¹⁸⁻²²与零星 VT 发作患者相比，电风暴导致全因死亡风险增加2.5倍，与随访期间无持续 VA 的患者相比，风险增加3.3倍。¹³在 ICD 植入者的混合队列（cCAD和NICM）中，因 ES 入院的患者再次住院的风险增加4.8倍

主要不良心脏事件 [定义为急性心肌梗死 (AMI)、靶血管

植入 ICD 进行 SCD 二级预防的患者。植入器械后至 ES 的平均时间为4-9个月。^{7,11,12}因原发性 ES 而植入 ICD 的患者中 ES 的发生率较低。

预

表 3VA 亚型的定义

VA 的定义	
持续性 VT	连续持续性VT，尽管在数小时内反复干预终止，但仍迅速复发
持续性 VT	VT 持续至少 30 s 或需要即刻介入终止
非持续性 VT	连续心室搏动持续至少3次至持续时间 < 30 s
单形性 VT	逐搏 QRS 形态相同的 VT
PVT	VT 显示在正在进行的 VT 发作期间12导联 ECG VT 形态的突然形态变化
双向 VT	VT 伴额叶 QRS 轴逐搏交替
PVT	VT 伴持续变化的 QRS 形态
TdP	QT 间期延长背景下的 PVT 亚型，伴有持续变化的 QRS 波群，其似乎以正弦模式围绕 ECG 导联基线螺旋
短偶联心室复合波	一种PVC，用于中断前一次传导心跳的 T 波
VF	具有起伏的混沌节律，时间和形态不规则，体表 ECG 上无离散的 QRS 波群
ES	24 h 内发生3次或3次以上持续 VA 发作，间隔至少5 min，每次均需要通过干预终止

ECG 心电图；ES，电风暴；PVC3 个连续发生的室性早搏；VT，室性心动过速；VA，室性心律失常；VF，室颤；VT，室性心动过速。

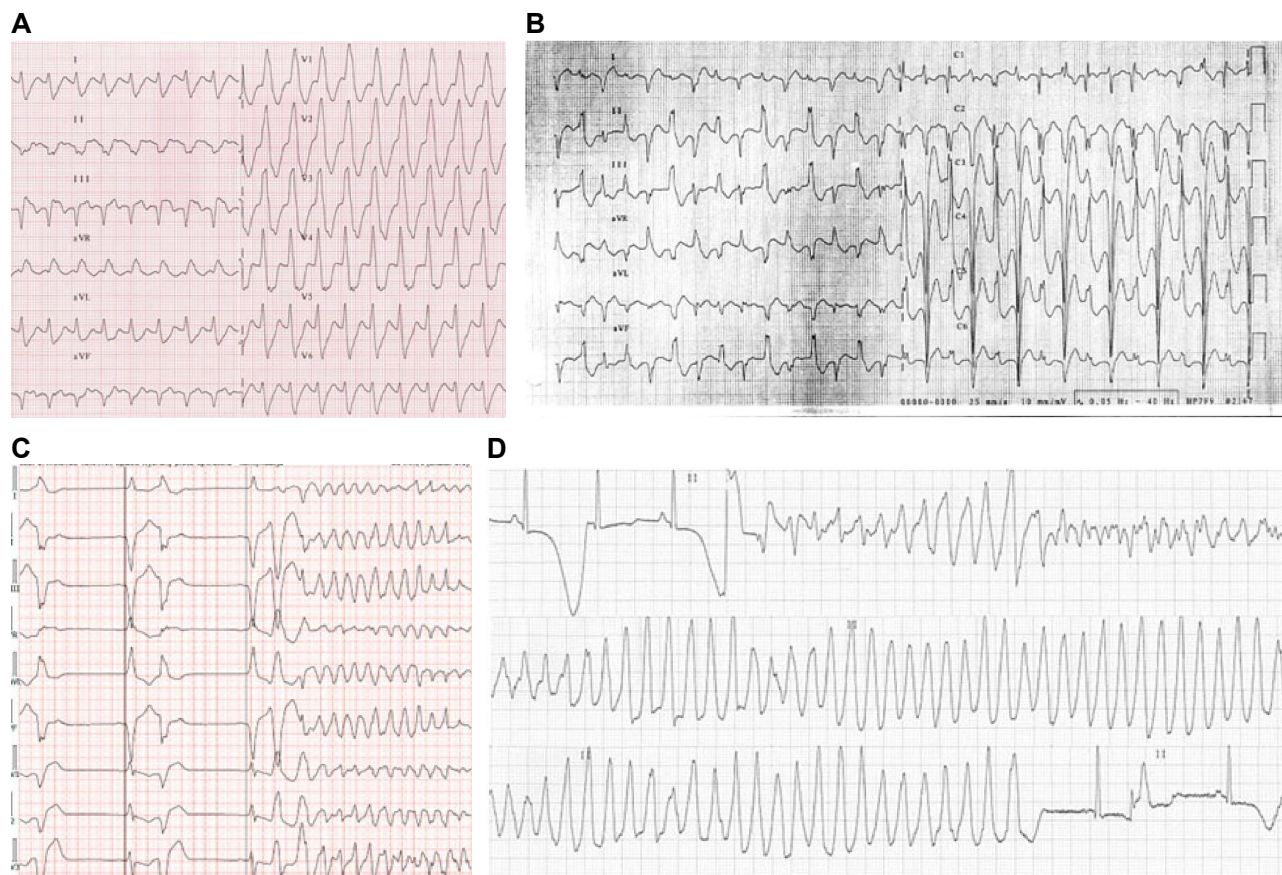


图1室性心律失常的类型：**(A)** 单形性VT、**(B)** 双向VT、**(C)** 由短耦合单形性室性早搏复合波引发的多形性VT、**(D)** 长QT综合征中的尖端扭转型室性心动过速；VT前的宏观T波电交替、室性心动过速。

与无ES的VT或VF患者相比，血管重建和全因死亡率²⁰与无心律失常的ICD植入者相比，群集性VA也与死亡风险增加2.7倍相关，并且死亡风险随着VA负担（群集性VA发作次数）增加和群集长度（发生特定数量VA事件的时间范围）缩短而增加。²在有和无群集性发作的患者中，无死亡或心脏移植的5年生存率分别为67%和87%。²³

6. 病理生理学方面

导致ES的病理生理机制很难在人类中进行研究，并且取决于潜在的结构性或电性心脏病。

在兔模型中，交感神经张力增强、钙相关信号传导异常、蛋白磷酸化失调和易感致心律失常底物之间的复杂相互作用被证明有助于VF发作。²⁴有人提出，三个关键因素是先决条件或促成ES的因素，即(i)“易损”心脏，这是ES的“必要条件”（即存在产生必要解剖或电“底物”的既存心脏病），(ii)外部促发因素或触发因素，以及(iii)自主神经系统活动的破坏，尤其是交感神经激活。尽管可能涉及多种外部因素（见第6.3.和8.2.2节）。然而，仅在13%的SHD ICD受体中发现了可能的启动触发因素。^{7,25}

自主神经系统在促进和维持ES中的作用已被重新认知。^{26,27}遗传倾向也可能起作用。与心脏性猝死遗传综合征相关的基因中罕见的遗传变异也可能使cCAD患者易患ES。²⁸在cCAD或表现为ES的NICM患者中描述了早期复极化模式。²⁹在特发性VF(IVF)患者中，早期复极化模式与VA复发显著相关。³⁰

6.1. 脆弱的心脏——潜在的结构性心脏病

大多数表现为ES或聚集性VA的患者患有SHD。关键VA底物通常与异质性纤维化区域相关，可在cCAD和不同心肌病表型患者中观察到，包括致心律失常性右心室心肌病(ARVC)、扩张型心肌病(DCM)和肥厚型心肌病(HCM)。还需要识别由于传导系统异常（如浦肯野系统相关）引起的室性心律失常。³¹

与无ES的SHD患者相比，出现ES的SHD患者年龄更大、男性更多、LVEF更低、晚期HF和心血管合并症更高。^{32,33}在ICD患者的观察性研究中，慢性肾衰竭、LVEF降低和MSVT（作为指示性心律失常）是ES的独立预测因素。³³在接受射频CA(RFCA)治疗MSVT的患者中，有ES病史的患者抗心律失常药物(AADs)治疗失败较多，

可诱导VT，并且需要更长的手术时间和射频输送时间来控制VT，表明VA基质更复杂或更先进。¹⁴在一项cCAD患者的研究中，ES患者的LV节段病变更多，更常见于前壁、间隔和心尖心内膜LV瘢痕。相比之下，最近一项对152例接受VT消融的连续cCAD患者（43%为ES）进行的观察性研究发现，前壁和下壁AMI后患者之间ES的发生率没有差异。³⁴在NICM患者中，电解剖瘢痕的总体程度相似，但ES患者的LV外侧心内膜瘢痕比非ES患者更常见。³²

6.2. 易损心脏-潜在的原发性电疾病

所有遗传性心律失常综合征均存在SCD继发于恶性VA的显著风险。在长QT综合征（LQTS）（获得性或先天性）患者中，伴或不伴VF恶化的尖端扭转型室性心动过速（TdP）是特征性心律失常，在其他心律失常综合征中，快速PVT或VF是相关的。³⁵

在LQTS中，肾上腺素能刺激发挥基因型特异性作用。³⁶ LQT1（大多数心律失常事件由运动触发），持续的 β 刺激增强了 Ca^{2+} L型内向电流（ I_{CaL} ），但由于造孔 α 亚基功能失调， I_{Ks} 钾电流缓慢整流无法抵消这一作用。这导致动作电位时程（APD）延长。由于完整的快速整流 I_{Kr} 电流的保护作用，突然的肾上腺素能激增（如觉醒期间）不会诱导该效应。^{37,38}相反，在LQT2中，VA通常由突然觉醒（例如，大声噪音、惊吓）诱发，突然的肾上腺素能驱动导致APD延长 I_{CaL} 和 I_{Kr} 电流功能障碍之间的不平衡，从而导致APD延长，然而，更持久的肾上腺素能刺激（如劳累期间）并不具有这种作用，因为作用抵消了 I_{Ks} 电流。³⁹在CPVT中，肾上腺素能刺激在通过兰尼碱受体2型增加钙渗漏、触发延迟后去极化和VA方面发挥重要作用，⁴⁰尤其是来自浦肯野细胞的VA。⁴¹

相反，在Brugada综合征（BrS）和早期复极化综合征（ERS）中，心动过缓、 β -肾上腺素能阻断或迷走神经刺激和发热被认为是促心律失常的因素。⁴²⁻⁴⁶通常，心外膜至心内膜复极化梯度被认为是心律失常启动的潜在机制之一。^{36,47,48}最近，在BrS患者中发现细胞外基质的微观结构异常（纤维化），尤其是右心室心外膜下心肌，表现为心外膜区域异常分次电位，在ERS和IVF中较少见。⁴⁹⁻⁵¹这表明存在细微的心外膜下心肌病，而不是单纯的电疾病。⁵²⁻⁵⁶右心室流出道（RVOT）心外膜区域的心外膜下传导可能进一步受到SCN5A致病性变体引起的 Na^+ 电流受损、 Na^+ 通道阻断或起搏的影响，导致传导缓慢/不同步、局部阻滞区域，并产生相对于右心室（RV；去极化理论）。⁵⁷由于电流-负荷不匹配和局部RV心外膜激活延迟导致的兴奋失败可能表现为J点/ST段抬高，容易出现折返和PVT/VF。⁵⁸短QT（SQT）综合征是一种罕见的致心律失常综合征，与几种基因突变相关，包括钾通道功能获得性突变和钙钠通道功能丧失性突变，导致动作电位的复极化期缩短和透壁复极化离散度。^{59,60}

特发性VF的诊断需要排除潜在的结构、通道病、代谢或毒理学病因学。¹详细的侵入性标测研究显示，细微的显微结构变化导致去极化异常，允许在诊断为特发性VF的患者子集中折返和VF。^{51,54}

特

发性VF患者的ES可由浦肯野系统、RVOT或乳头肌起源的室性早搏复合波（PVC）触发。⁶¹重要的是，可能存在导致致心律失常性的重叠机制。例如，在Purkinj相关特发性VF中，复极化异常可能发挥重要作用，如在二肽基肽酶样蛋白-6的过表达中。^{62,63}

6.3. 外部沉淀因素或触发因素

可能引起ES的外部因素和可逆因素（见第8.2.2节）。包括急性心肌缺血、电解质失衡（如低钾血症）、发热（如BrS）、体温过低（如ERS）、激素因素（如甲状腺功能亢进）、脓毒症、饥饿、失代偿性HF、强体力活动或情绪紧张和不遵从医疗建议/或药物治疗。然而，仅在少数病例中发现了特定的触发因素。²⁵

6.4. 自主神经系统

结构性心脏病与自主神经系统的交感神经和副交感神经分支不平衡有关。心肌梗死（MI）和HF导致神经重构。在MI后动物模型和人类中，由于瘢痕区域内交感神经纤维损伤和去神经支配、随后在边缘区域局部神经出芽和非梗死区域传出交感神经缺失，发生交感神经重构，梗死区远端（心尖）。⁶⁴⁻⁶⁶这种重构之后会出现全身血压升高，但心脏中儿茶酚胺水平降低，瘢痕（失神经）区域对儿茶酚胺的局部超敏反应。⁶⁶副交感神经分支的变化不太明确，高去甲肾上腺素水平和其他交感神经协同递质（甘氨酸和神经肽Y）作为可疑机制之一引起的神经-肌细胞界面乙酰胆碱释放减少。^{67,68}交感神经/副交感神经失衡通过多种方式促进心律失常发生：缩短和产生APD异质性，增加复极化离散度（从而导致不应性），并通过促进早期和晚期后去极化。⁶⁹在PED患者中，自主神经系统的作用是至关重要和不相关的。

具有特异性（参见第6.2.和9.2.2.节）。

7. 临床表现

根据使用的定义，聚集性VA或ES患者可以无症状，也可以表现为广谱症状。症状包括可耐受的VT[通常伴有低于ICD检测的VT周期长度（CL）]或通过抗心动过速起搏（ATP）终止的VT导致的心悸，直至先兆晕厥或晕厥（尽管ATP或ICD电击导致VT终止），直至血流动力学不稳定的VT或VF，需要高级心血管生命支持（ACLS）、多次外部心脏复律（CV）/除颤（DF），甚至心律失常死亡。⁷⁰导致ES的心律失常在大多数情况下为MSVT（86-97%），其次是原发性VF（1-21%），MSVT/VF（3-14%）和PVT（2-8%）（表3和图1）。在超过一半的ES患者中，VT/VF发作之间的间隔短于1 h。^{7,9,11,25,33,71-73}

临床表现取决于多种因素，包括基础心脏疾病、双心室功能、VA的类型和CL以及至终止治疗的时间和方式。⁷⁴心功能和非心脏合并症（包括肾损害、慢性肺病和脓毒症）都会影响临床表现、电气稳定性和预后。⁷⁵⁻⁷⁸识别高危患者并尽早转至允许机械通气和机械循环支持（MCS）的专门病房非常重要。

ICD患者的VA发作被ATP及时终止，可能比VT延长的患者更早改善

ATP 衰竭后通过 ICD 电击终止的发作。⁷⁹ 值得注意的是，即使在植入 ICD 且功能状态良好的患者中，缓慢、急性耐受和适当终止 VT 的频繁发作也会加重心室功能障碍并增加纽约心脏病协会 (NYHA) 分级和心源性死亡率。⁸⁰

电风暴可诱发或加重心脏缺血，导致心源性休克和肾衰竭伴代谢性酸中毒和电解质紊乱，进一步促进电不稳定性。

8. 急性治疗

8.1. 初步评价、外部促发因素评估和可逆性原因

在出现 ES 的患者中，必须评估生命体征和血液动力学状态（意识水平、体温、心率、呼吸率和血压），然后连续评估心律和血液动力学监测。^{18,81,82}

8.1.1. 历史

收集有关基础心脏病、患者功能状态和合并症的所有信息至关重要。全面的家族史（包括心源性猝死或确诊的 PED 病史）起着重要的作用，尤其是在首次就诊的年轻患者中。药物史，包括所有处方药和免费提供的药物，特别是如果重新开始或上调剂量，可能会首先怀疑药物引起的心律失常 [例如，QRS 或延长 QT 间期的药物 (<http://www.crediblemeds.org>) 或揭示 1 型 Brugada 模式的药物 (<https://www.brugadadrugs.org>)]、药物相互作用或可能导致电不稳定性的电解质异常（例如，噻嗪类和袢利尿剂）。应注意近期临床状态的变化（如胸痛、呼吸困难、心脏代偿失调的新体征、感染或心悸）或非心脏症状（可导致电解质异常的呕吐、腹泻和脱水）。在 unconscious 患者的情况下，应从家庭成员/陪同人员中收集可能与 ES 相关的因素。²⁵

8.1.2. I

2 导联心电图

VA 终止后以及 VA 发作期间（如可能）必须记录 12 导联心电图 (ECG)。ECG 可诊断 ST 段抬高型 MI (STEMI)，但也可能显示心肌缺血体征，这可能是 VA 的结果。因此，需要重复进行 ECG 检查，以评价与缺血一致的 ECG 变化（例如 ST 段压低）是否在 VA 终止后不久消退或持续存在。VA 终止后的 ECG 也可能提示促发因素（例如，QT 间期延长、Brugada 模式、低钾血症体征），但也可能提示尚未确诊的基础心脏病（表 4 和 5 和图 2）。VA 的 ECG 也有助于诊断潜在的基础疾病（例如，双向 VT 用于 CPVT 或 TdP 用于 LQT），但也可提供关于底物位置的重要信息（表 6）。

8.1.3. 记录室性心律失常和即刻植入式心律转复除颤器询问

所有植入 ICD 的患者均需要评价 ATP 和 ICD 电击的适当性、必要性和有效性（流程图 1 和 2）。从 12 导联 ECG、可穿戴设备、心电监护仪节律条纹、自动体外除颤器中存储的描记或 ICD 询问获得的心内电描记图中收集所有 VA 发作的开始和终止模式的可用信息对于 ES 的急性和慢性管理至关重要。^{50,56} 如果可能是 PVC 诱发的 VF，连续记录 12 导联 ECG 有助于在单灶性 PVC 的情况下捕获形态并确定可能的起源部位，有助于在电生理研究和消融的情况下标记部位。⁸⁹

8.1.4. 血液检查

血清电解质水平（Na⁺、K⁺、Mg²⁺ 和 Ca²⁺）的评价是初始评价的一部分。^{25,72,73,90,91} 低镁血症和/或低钾血症可能与 TdP 相关。初始血液检查还应包括促甲状腺激素，以排除作为 ES 潜在触发因素的甲状腺功能减退或甲状腺功能亢进（例如，在胺碘酮诱导的甲状腺毒症中⁹²）。此外，肾⁷⁷ 和肝功能检查（损害可能导致药物毒性 [如索他洛尔]）以及感染和炎症的血液检查可能

表 4 怀疑诱发因素/基础病因的基线 ECG 变化

基线 12 导联 ECG		疾病/诊断
PED	QTc ≥ 460 ms 1 型 Brugada ECG 至少一个右胸导联 J 点抬高 ≥ 2 mm 伴 ST 段抬高和 T 波倒置 早期复极化模式 ≥ 2 个相邻下壁和/或侧壁 ECG 导联 J 点抬高 ≥ 1 mm	LQTS （包括获得性 LQT） Brugada 综合征 排除其他疾病（表型） 早期复极综合征
SHD	病理性 Q 波：> 40 ms，> 0.2 mV，> QRS 振幅的 25%，除 LBBB 外，V1–3 任何一个 QRS 碎裂 ^a ST 段抬高 ：男性 V2/V3 中 J 点抬高 ≥ 2 mm，女性中 ≥ 1.5 mm，或其他 2 例中 ≥ 1 mm 连续胸导联或肢导联 Epsilon 波 V1–V3 ：QRS 波群后和 T 波开始前出现的低振幅信号	cCAD cCAD、SHD STEMI ARVC ，心脏结节病

^a 在没有宽 QRS 的情况下，额外的 R'、R 波切迹、S 波切迹或存在多个 (> 2) R 波。⁶⁵
ARVC，致心律失常性右心室心肌病；**cCAD**，冠状动脉疾病；**ECG**，心电图；**LBBB**，左束支传导阻滞；**LQTS**，长 QT 综合征；**PED**，原发性电疾病；**QTc**，校正 QT；**SHD**，结构性心脏病；**STEMI**，ST 段抬高型 MI。

表5 电解质紊乱—ECG、原因和管理

低钾血症		高钾血症	
ECG 结果	● T波低平/倒置 ● 广泛 ST 段压低 ● U 波突出 ● P 波振幅增加 ● PR 间期延长	波峰值	● P 波增宽/变平 ● PR 延长 ● QRS 波增宽 ● 缓慢性心律失常：窦性心动过缓、高度房室传导阻滞伴缓慢
● T		交界性和室性逸搏心律，缓慢 AF	
原因	● 异常丢失：药物（利尿剂、泻药、皮质类固醇）、胃肠道丢失、肾丢失，低镁血症，透析 ● 跨细胞变化：药物：（胰岛素过量、β2-拟交感神经药、减充血剂）、碱中毒、甲状腺毒症、低体温、头部损伤、心肌缺血 ● 摄入不足：厌食、痴呆、肠外营养	● 传导阻滞（束支传导阻滞、分支传导阻滞） 入量增加：补钾、红细胞输注 ● 排泄受损：肾病、充血性心力衰竭、肝硬化、药物（保钾利尿剂、ACE抑制剂、ARB、肝素）、醛固酮减少症 ● 跨细胞变化：胰岛素缺乏、酸中毒、药物（BB、地高辛毒性） ● 假性高钾血症：溶血、白细胞增多（> 75000个细胞/mm³）、红细胞增多、血小板增多 ● 钾 < 6 mEq/L：停用升钾药物，15-30 g	
管理层	● 口服氯化钾：40-100 mmol	聚苯乙烯磺酸钠口服或直肠给药	
● 摄	● i.v.含 20-40 mmol/L 氯化钾的 500 mL 生理盐水（不超过20 mmol/h；紧急情况下发生率更高，通过中心静脉导管）	● 钾 > 6 mEq/L：胰岛素 + 葡萄糖（5-10 U 50 mL 50%葡萄糖）、氯化钙 10 mL 10% 溶液<i>i.v.</i>输注 5-10 min 或葡萄糖酸钙 30 mL 10% 溶液，静脉输注5-10 min，β2-拮抗剂（沙丁胺醇0.25-0.5 mg <i>iv</i>，15 min后重复给药），透析	
低钙血症		高钙血症	
ECG 结果	● QTc间期延长（ST段延长） ● T 波不变 ● 节律障碍不常见 ● 可能发生 TdP	T 间期缩短	
原因	● 甲状旁腺功能减退 ● 假性甲状旁腺功能减退症	● 骨波（J波） ● PVC/PVT/VF ● 原发性甲状旁腺功能亢进 ● 癌症（肺癌、乳腺癌、多发性骨髓瘤、肾细胞癌、	
● Q		前列腺、卵巢、淋巴瘤、肉瘤）	
管理层	● 肾脏疾病 ● 维生素 D 缺乏和依赖 ● 急性胰腺炎 ● 药物：苯妥英、苯巴比妥 ● 输注钆 ● 镁耗竭 ● 脓毒性休克 ● 10 min内<i>i.v.</i>注射葡萄糖酸钙 10 mL 的10%溶液 ● 1-2 g口服钙治疗术后甲状旁腺功能减退 ● 1-2 g口服钙和维生素 D 治疗慢性低钙血症	● 药物：氢氯噻嗪、锂、钙补充剂、维生素 D 毒性 ● 结节病 ● 肾脏疾病 ● 甲状腺毒症 ● 血清钙 < 11.5 mg/dL(< 2.9 mmol/L)：口服磷酸盐250-500 mg，每日4次 ● 血清钙 < 18 mg/dL(< 4.5 mmol/L)：<i>iv</i> 500-1000 mL生理盐水 和呋塞米20-40 mg，每 2-4 h 一次 ● 血清钙 11.5-18 mg/dL(3.7-5.8 mmol/L) 和/或中度症状：<i>iv</i> 500-1000 mL等渗盐水和呋塞米 20-40 mg，每 2-4 h 一次，双膦酸盐（唑来膦酸盐4-8 mg <i>iv</i>）或其他降钙药物 ● 血清钙 > 18 mg/dL(> 5.8 mmol/L)：血液透析	
低镁血症		高镁血症	
ECG 结果	● QT 间期延长 ● PR 间期延长	平坦 P 波	

续

表5 续

	低镁血症	高镁血症
原因	● VT 和TdP ● 胃肠道：摄入量减少、吸收减少、丢失增加（腹泻、滥用泻药） ● 增加肾脏排泄：药物诱导（髓袢利尿剂、噻嗪类、质子泵抑制剂）、高钙血症状态，醛固酮增多症管理 ● 口服镁盐 ● 在重度病例中 [镁 $< 1.25 \text{ mg/dL} (< 0.5 \text{ mmol/L})$] 和危及生命的心律失常：硫酸镁 1-2 gi.v. 30-60s，必要时 5-15 min 重复 ● 在镁 $< 1.25 \text{ mg/dL} (< 0.5 \text{ mmol/L})$ 的无症状患者中：硫酸镁 1-2 g/h i.v. 给药长达 10 h	● 高 T 波 排泄受损：肾衰竭、甲状腺功能减退、肾上腺功能不全、锂治疗 ● 过量摄入：作为消化性溃疡病的治疗 ● 过度吸收：胃或肠道炎症 ● 10-20 mL 10% 葡萄糖酸钙 i.v. 中的 Ca²⁺ + ● i.v. 给予 1000-2000 mL 0.9% NaCl 和呋塞米 20-40 mg ● 使用无镁或低镁透析液进行血液透析

ACE，血管紧张素转换酶；AF，房颤；ARB，血管紧张素受体阻滞剂；AV，房室；BB， β 受体阻滞剂；ECG，心电图；PVC，室性早搏复合波；PVT，多形性室性心动过速；TdP，尖端扭转型室性心动过速；VF，室颤；VT，室性心动过速。

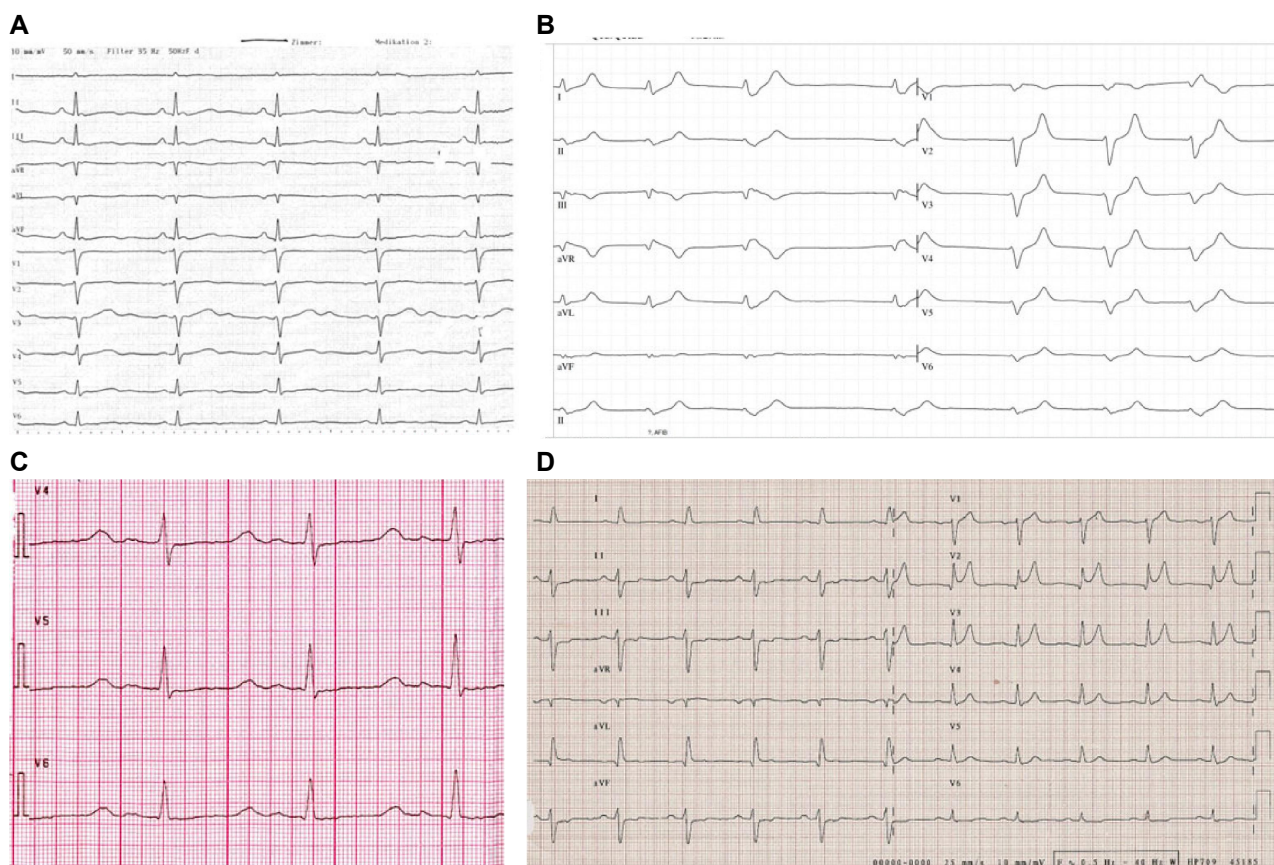


图2 ECG 上电解质水平紊乱的表现：(A) 低钾血症、(B) 高钾血症、(C) 低钙血症、(D) 高钙血症。ECG，心电图。

表 6VT 期间的12导联 ECG

VT 期间的 ECG	描述	ES/起源部位的提示性原因
TdP	PVT 伴“QRS扭曲”	获得性或先天性 LQT
PVT	VT 伴持续变化的 QRS 形态	原发性急性缺血 电疾病 (BrS、SQT、IVF、CPVT、ERS)
双向 VT	交替 QRS 形态 (逐搏)	CPVT、洋地黄中毒、 Andersen-Tawil综合征
LBBB 样和下轴 ^a		ARVC，源于 RVOT 的特 发性VT (正常心脏)
RBBB 样 VT 伴左上轴 (LAH样，右下轴 LPH 样 ^a 不太 常见) ⁸³	窄QRS(100-140 ms)，短 RS 间期 (R波起 始至 S 波最低点60-80 ms)，R < R'在 V1 QRS 波宽 (≥150 ms)，V1中无rsR' QRS 波宽 (≥155 ms)，V5时R≥s，可能为阳 性 QRS 一致性	左心室分支VT (通常为 正常心脏) 乳头肌 VT 二尖瓣周 VT
空腹 (> 200 b.p.m.)LBBB样VT，伴胸前导联 S 波快速 下冲，窦性心律期间的QRS (通常为宽) 可能与 ^a VT ⁸⁴ 期间的 QRS 相同， ⁸⁵	短 QRS 起始—V1-V2的 R 波峰值时间 (R波 峰值时间) 和 S 波快速下冲程	束支折返性心动过速 (SHD)
RBBB 样 VT 伴假性δ波和较宽的 RS 间期， ⁴ 下壁导联 无 q 波，导联 ^a I ⁸⁶⁻⁸⁸	假性δ波≥34 ms (任何胸前导联从最早心室激 动到最早快速偏转的间期) V2 中 R 波峰值时间≥85 ms 最短 RS 波群≥121 ms (任一胸前导联)	VT 伴心外膜起源 (SHD)

^aLBBB 样图形的特征为 V1 和/或 V2 导联中 QRS 波群的负净振幅，而 RBBB 样图形的特征为这些导联中的正净 QRS 振幅。
ARVC，致心律失常性右室心肌病；BrS，Brugada综合征；CPVT，儿茶酚胺能多形性室性心动过速；ECG，心电图；ES，电风暴；ERS，早期复极综合
征；IVF，特发性室颤；LAH，左前半支阻滞；LBBB，左束支阻滞；LPH，左后半支阻滞；LQT，长QT；PVT，多形性室性心动过速；RBBB，右束支阻滞；
RVOT，右心室流出道；SHD，器质性心脏病；SQT，短QT；TdP，尖端扭转型室性心动过速；VT，室性心动过速。

提供有关需要及时治疗情况的重要诊断信息。
初始实验室检查还应包括血清肌钙蛋白，即使在 ES 后，单
独心肌损伤标志物的诊断性能也有限。一般而言，VA (尤其是
血液动力学耐受性较差的VA) 可导致心肌损伤，并可能导致这
些标志物增加。⁹³因此，应连续监测肌钙蛋白，并在出现症状
(心绞痛) 和 ECG 变化的情况下进行解读，以识别和治疗急
性冠脉综合征 (ACS)。可卡因、酒精和其他药物的毒理学筛查
可能适用于特定病例，因为滥用这些药物可能导致VA，甚至
SCD。^{94,95}根据 ESC 指南，应采集血液用于之后的效价分
析。¹

8.1.5. 冠状动脉造影、心脏成像和其他诊断研究

应早期进行经胸超声心动图 (TTE) 检查，以评估已知心脏疾病
患者的心脏功能、尺寸和疾病进展，并在无心脏疾病既往史的
患者中识别SHD。在 STEMI 或电不稳定性并疑似持续心肌缺血
的情况下，必须进行紧急冠状动脉造影 (CAG)。⁹⁶值得注意的是，
冠状动脉内注射 x 线造影剂后出现持续性VT，随后出现血液动力学异常

稳定作用已有报道。⁹⁷如果怀疑急性心肌炎，心内膜心肌活检
(EMB) 是诊断的金标准，这在巨细胞性心肌炎等病例中具有重
要意义。⁹⁸18F-氟脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描可用于诊断
心律失常性心肌炎或心脏结节病 (CS)。尤其是禁用心脏磁共振
(CMR) 并且由于不规则节律或 ICD 相关伪影而不适合，或者
CMR 和 EMB 之间存在诊断不匹配时。^{99,100}

8.2. 治疗

8.2.1. 电风暴伴血液动力学不稳定

在血液动力学不稳定的情况下，需要立即开始ACLS。^{1,109}不稳
定患者需要由椎间盘内科医生团队进行管理，包括具有心脏电生
理学和心脏植入器械专业知识的心脏病专家、麻醉师或重症监护
专家，以及在选定的病例中，HF专家或心脏外科医生。由于 VT
频繁发作或持续 VT 伴血液动力学受损，患者的血液动力学可能
不稳定。由于 VT 长期发作和/或几次 ICD 电击或 CV 后延迟恢
复，尤其是心功能较差的患者，VT终止后血液动力学不稳定也
可能持续存在。ES伴持续血液动力学不稳定 VT 或 VF 的患者
应根据 ACLS 的一般原则进行管理

(图3)。¹¹⁰建议采用基本气道技术和逐步方法(气囊-面罩通气、声门上器械或气管内插管以及机械通气⁷⁵)，直至充分通气。具有最小中断和早期 **DF** 的高质量胸外按压仍然是优先事项。可通过 **ICD** 输送快速 **DF** 或 **CV**

建议表1 初始评价-一般方面	证据	强度
建议执行		
将患者收入一个专门的单位，允许多学科患者管理和连续监测 ¹⁸	OBS	
评估生命体征和血液动力学状态，包括意识水平、心率、呼吸率、血压，体温和动脉血红蛋白血氧饱和度。	骨桥蛋白	
考察外部促发因素和可逆原因 ^{77,90-92}	OBS	
收集当前药物治疗和既往药物治疗失败的 VA 数据	骨桥蛋白	
尽可能记录 VA 的12导联 ECG	骨桥蛋白	
VA 终止后记录12导联 ECG ，在选定的病例中至少每天重复12导联 ECG (ST 变化、 QT 延长)	骨桥蛋白	
VA 终止后进行 TTE 用于无已知疾病患者的初步评价对于以下患者的疾病进展已知的结构性心脏病	骨桥蛋白	
评价 ICD 治疗的适当性和必要性 ¹⁰¹⁻¹⁰³	OBS	
如果出现故障、不适当或不必要的治疗，重新程控和/或禁用 ICD 治疗 ¹⁰⁴⁻¹⁰⁶	OBS	
或收集所有 VA 发作的类型、开始和终止的所有可用信息，包括遥测条带和心脏植入式电子设备的记录 (CIED) ^{89, 101}	OBS	
在 STEMI ^{107, 108} 的情况下进行紧急 CAG 持续性电不稳定性疑似持续性缺血	OBS	
可能适合做		
如果出现 PVC 诱导的 PVT/VF ，开始连续12导联 ECG 监测，以确定 PVC 相似性和可能的起源部位 ⁸⁹	OBS	
建议不要做		
不进行常规毒理学筛查	骨桥蛋白	

使用体外除颤器。在 **ICD** 患者中使用外部 **DF/CV** 时，贴片或电极板应距离 **ICD** 至少8 cm，且如果可能，应采取前-后位。¹¹⁰在最近的荟萃分析中，外部 **CV** 在恢复房颤 (**AF**) 患者窦性心律方面的安全性与 **ICD** 电击相似，但优于 **ICD** 电击，但缺乏 **DF** 或 **CV** 治疗 **VT/VF** 的数据。¹¹¹在一项包含405例难治性 **VF** 患者的集群随机试验中，采用双联序贯外部除颤 (**DSED**；两种除颤器的快速顺序电击) 和向量变化 (**VC**) **DF** (将 **DF** 垫转换为前后位) 与出院存活率较高相关，**DSED** (而非 **VC**) 与神经系统结局较好相关。¹¹²在心律不可电击的患者中，肾上腺素 (1 mg i.v./i.o.) **ACLS** 期间应立即使用，每 3-5 min 重复一次；在可电击节律下，应在第三次 **DF/CV** 后给药，如果发生持续性心律失常，每 3-5 min 重复一次。建议 **VF/PVT** 患者在3次电击后给予胺碘酮 (300 mg iv/io)，然后在5次电击后给予150 mg iv/io。如果胺碘酮不可用，可在3次电击后交替使用利多卡因 (100 mg iv/io)，并在5次 **DF** 后重复使用 (50 mg iv/io)。

清醒患者在谵妄前需要深度镇静或麻醉-改变同步 **CV** (参见章节8.2.4)。指南推荐的 **VT** 和可触及脉搏患者的治疗建议初始 **CV** 为120-150 J。¹¹⁰如果第一次电击失败，可以增加能量。¹¹⁰即使是血流动力学耐受的 **VT**，由于可能发生血流动力学恶化，现行 **ESC** 指南也建议立即终止治疗，最好是 **CV**。¹如果镇静/麻醉风险高，药物治疗可能是替代治疗 (见第8.2.5节)。机械循环支持可能适用于常规心肺复苏 (**CPR**) 无效的选定患者¹¹⁴ (见第8.2.6节)。治疗性低体温在 **ES** 患者中的作用尚不清楚。

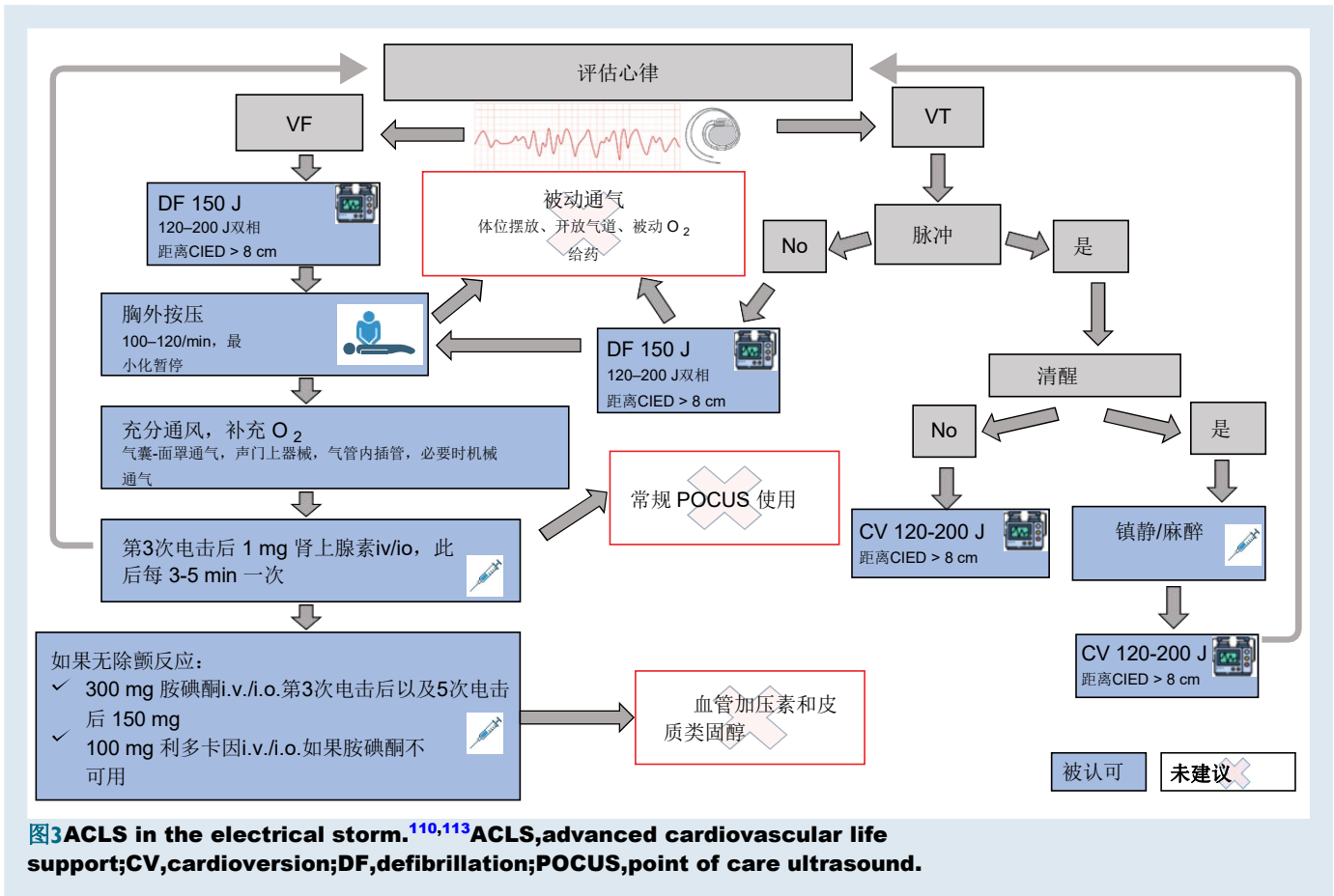
8.2.2. 疾病特异性方面

最佳 **HF** 管理是强制性的，可能有助于稳定心律。^{120,121}在疑似持续性心肌缺血的情况下，¹²²必须进行紧急 **CAG**，并按照现行指南指示用于 **STEMI** 患者。⁹⁶在 **cCAD** 但无 **STEMI** 的患者中，应仔细权衡 (完全) 血运重建的潜在获益与风险。^{123,124}值得注意的是，**MSVT** 很少由缺血引起，¹²⁵在无 **ACS** 的单形性 **VT** 风暴患者中进行缺血评价未改善消融术后的手术结局或死亡率。¹²⁶

在罕见的急性巨细胞心肌炎病例中，及时启动免疫抑制可以治愈。¹²⁷在 **CS** 和 **VA** 患者中，**ESC** 心肌和

建议表2 高级生命支持

建议执行	证据	强度
应用标准化的高级生命支持 (ALS) 算法，包括高质量的胸部按压，并将中断 ^{109, 115}	随机对照试验	
ES ¹¹⁶⁻¹¹⁸ 后，早期使用血管加压药 (肾上腺素) 治疗非电击性心脏骤停	随机对照试验	
可能适合做		
当常规治疗无法达到血流动力学稳定时， MCS 可能是适当的 ¹¹⁹	OBS	



心包疾病。¹²⁷ 缺乏类固醇在活动性 **CS** 和 **ES** 患者中的急性作用数据, 可能需要 **AAD** 或 **RFCA**。¹²⁸ 如果怀疑自身免疫机制 (循环血清心脏自身抗体和持续炎症) 且未检测到病毒性病毒复制, 则心肌炎也适合使用皮质类固醇或其他免疫抑制治疗进行抗炎治疗。¹²⁹ 如果炎症期电不稳定性, 则适合使用 **AAD** 治疗和 **RFCA** 治疗药物难治性风暴。在一个由活检证实的慢性活动性心肌炎和药物难治性 **VT** 患者组成的小型队列中, **RFCA** 有效控制了 **MSVT**。¹³⁰

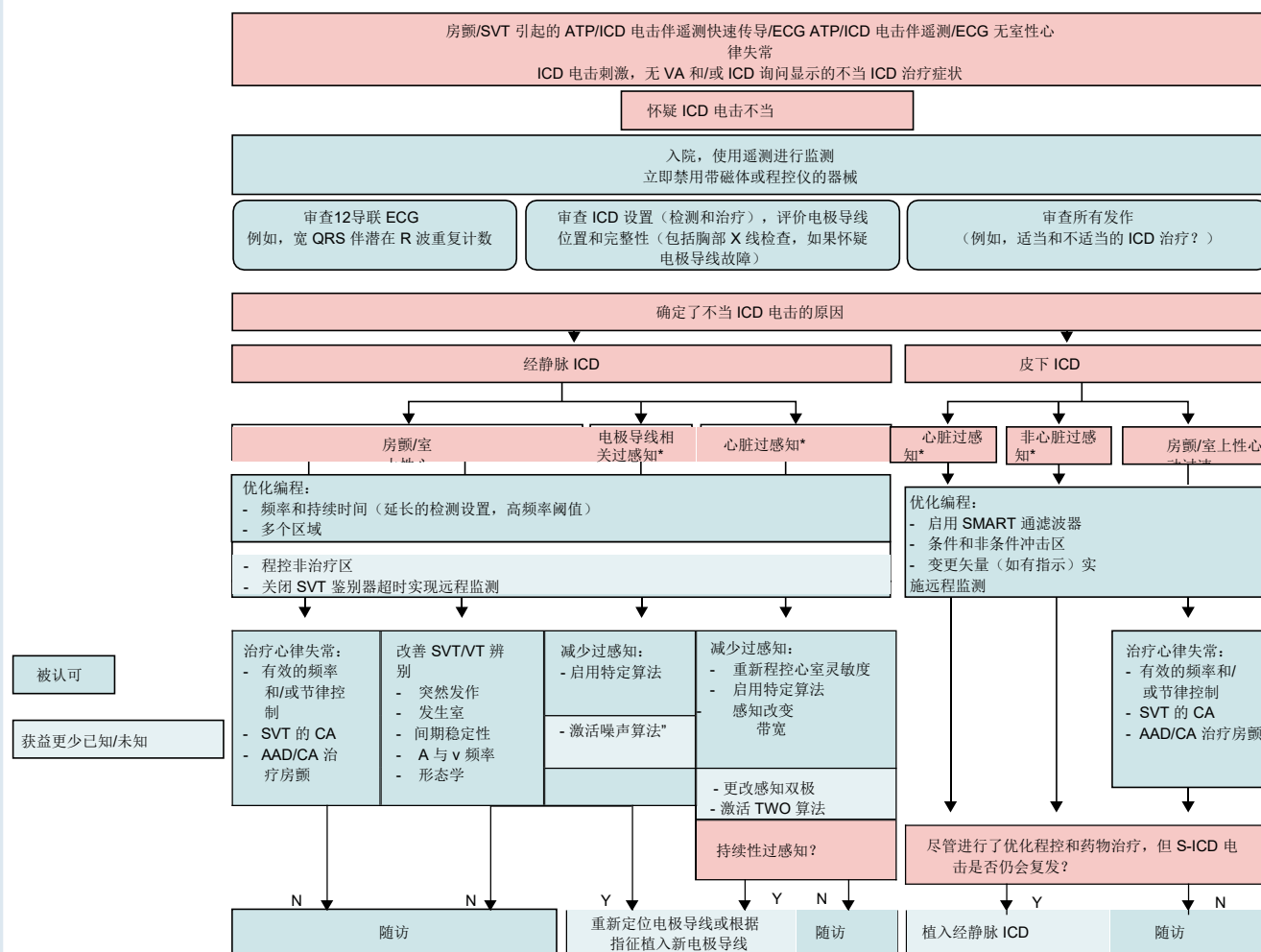
急性疾病和发热应积极使用退热药物治疗, 尤其是 **BrS** 患者。¹³¹ 情绪应激应被视为 **CPVT** 患者的潜在触发因素, 所有 **ES** 患者均需要解决交感神经张力升高的问题 (见第 **8.2.5.2** 和 **8.2.8** 节)。心动过缓可能有助于 **VA** 的启动, 尤其是在 **QT** 间期延长的情况下, 并且可能需要采取适当的措施来增加心率 (参见第 **8.2.3**、**8.2.5.2** 和 **8.2.9** 节)。值得注意的是, 在复苏后或体温过低的情况下, 校正 **QT**(**QTc**)/校正 **JT**(**JTc**) 间期可显著延长, 与延长 **QT** 间期的药物无关, 预期仅在急性事件后第6天前恢复正常。^{132,133} 必须停用任何潜在的致病药物, 并且必须避免使用已知可延长 **QT** 间期的药物, 用于治疗 **ES** 的 **AAD** 除外。早期纠正血清电解质水平 (**K**⁺、**Mg**²⁺ 和 **Ca**²⁺) 适用于¹³⁴⁻¹³⁶; 在 **TdP** 病例中, 即使不存在以下情况, **i.v.** 镁也有效

低镁血症。¹³⁷ 静脉注射钾通常有效, **K** 水平应恢复至正常范围上限。

8.2.3. 植入式心律转复除颤器重新程控

不适当的 **ICD** 治疗可能是由于室上性心动过速或 **AF** 伴快速心室反应所致 (图4)。不当 **ICD** 治疗也可能由心脏或心外过感知或电极导线缺陷导致。非持续性 **VT** 可能触发不必要的 **ICD** 治疗, 尤其是当程控为短检测时间时。在这些情况下, 必须通过禁用和重新程控器械来中断和预防 **ICD** 治疗。¹⁰⁴ 如果无法立即使用器械程控仪, 并且根据遥测或 **ECG** 记录怀疑 **ICD** 故障或 **ICD** 治疗不当, 可以通过在器械上放置磁铁暂时禁用 **ICD** 治疗 (尽管这是制造商和型号特定的功能, 可以程控)。

反复发生的适当 **ICD** 电击不仅可能是由于 **ATP** 或 **CV/DF** 无效和 **ATP** 加速 **VT** (例如, 将 **RAMP** 方案设定为第一个模式), 还可能是由于程控的 **VF** 检出率低, 特别是当充电期间的 **ATP** 不可用或禁用时。¹⁰⁴ 程控更长的检测时间以及更长和更不积极的 **ATP** 治疗可以减少或避免 **ICD** 电击。尤其是, 对于血流动力学耐受良好的 **VT** 患者, 建议通过 **ICD** 电击终止, 禁用器械治疗, 并通过命令 **ATP** 或 **AAD** 终止发作。复发性 **ICD** 电击是与死亡率增加相关的创伤事件, 相关



流程图 IICD 询问和重新程控-怀疑治疗不当。¹³⁹ *心脏过感知；**T**波过感知（**S-ICD**中不恰当电击的最常见原因）；**P**波过感知；**R**波重复计数。**#**电极导线相关过感知：导体断裂；绝缘层破裂；连接问题；电极导线-电极导线相互作用；顶盖中空气滞留。**@**心外过感知：骨骼肌活动引起的肌电位（膈肌、胸肌、肋间很少）；电磁干扰（交流线路故障、医疗来源的干扰）。**AAD**，抗心律失常药物；**AF**，房颤；**ATP**，抗心动过速起搏；**CA**，导管消融；**ECG**，心电图；**ICD**，植入式心律转复除颤器；**SVT**，室上性心动过速；**S-ICD**，皮下**ICD**；**TWO**，**T**波过感知。

肾上腺素能亢进状态可能触发反复发作。因此，患者镇静（见第8.2.4节）。并且即使适当，灭活不必要的 ICD 电击也可能缓解ES。^{105,106}

此外, 根据 **VA** 启动模式, 增加抗心动过缓起搏的较低频率阈值以避免心动过缓和短-长-短序列可预防 **VA** 发作¹⁰¹——(参见流程图**1**和**2**; 第**8.2.9**节)。尽管充分的 **LV** 或 **CRT** 双心室起搏是可取的, 但最近开始的有效 **LV** 刺激可能具有致心律失常性, 禁用 **LV** 起搏有时可能终止或减轻 **ES**。¹³⁸

8.2.4. 深度镇静和机械通气

在反复 ICD 电击或有症状 VT 的清醒患者中，轻度至中度镇静对于患者舒适度和降低交感神经张力至关重要（表7）。深度镇静和机械通气已成功控制药物难治性 ES。^{140,141}

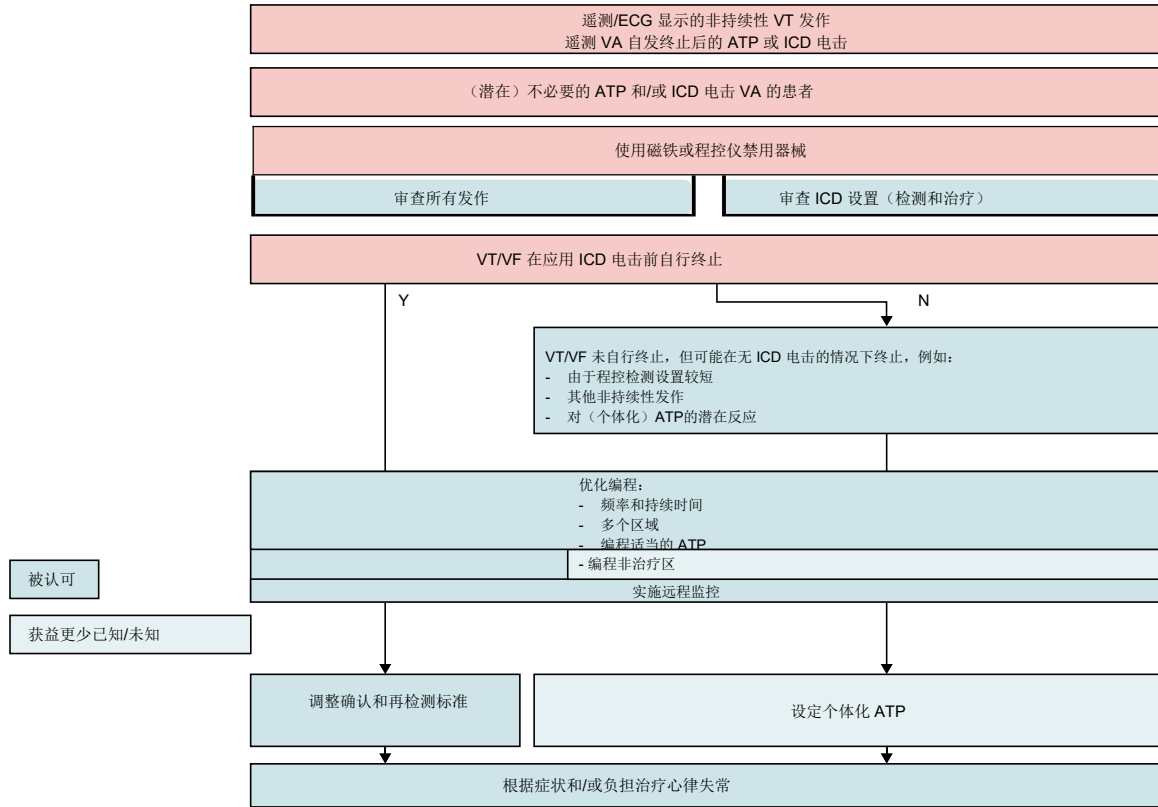
解定义为 **15 min** 内 **ES** 终止且在接下来的 **24 h** 内无复发事件，在 **AAD** 难治性 **ES** 患者（共 **116** 例）中，缓解率为 **47%**。深度镇静反应是住院生存率的独立预测因素。¹⁴¹

8.2.4.1.用于（深度）镇静的药物

苯二氮卓类药物。短效药物（如咪达唑仑）常用于ES患者。由于没有负性肌力作用，苯并二氮卓类药物被认为是一线镇静药物，通常用于初始轻度镇静。^{140,142}

丙泊酚。丙泊酚是一种强效静脉催眠药，用于 **ES** 背景下的深度镇静。^{140,143} 丙泊酚可能显著抑制交感神经活性；¹⁴⁴ 其在 **2-3 min** 内快速起效，半衰期较短，为 **1-3 h**，具有良好的遗忘潜力。**SHD** 患者必须慎用本品，因为其具有负性肌力作用。

缓



流程图 2 ICD 询问和重新程控-疑似不必要的治疗。¹³⁹ ICD, 植入式心律转复除颤器。

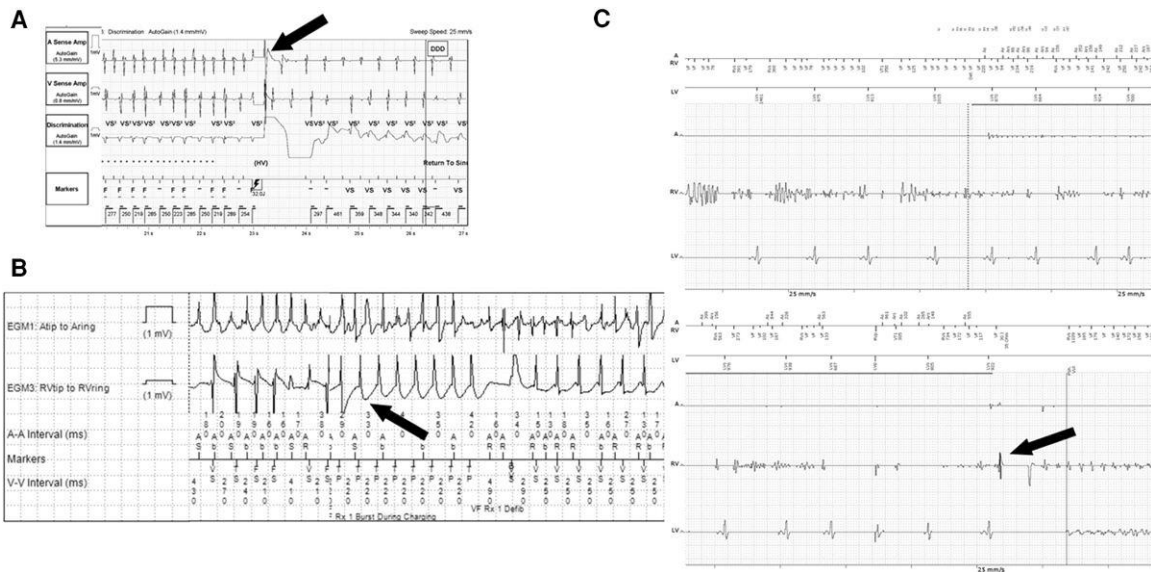


图4不适当的 ICD 治疗。(A) 快速传导 AF 被错误检测为 VF 伴 ICD 电击 (箭头), (B) 快速传导 AF 被错误检测为 VT 伴 ATP 输送 (箭头), (C) 受损 RV 电极引起的噪声被错误检测为 VF 伴 ICD 电击 (箭头)。电击启动 VF。A, 心房信号; AF, 房颤; Aring, 心房电极的环极; Atip, 心房电极的尖极; ATP, 抗心动过速起搏; CRT, 心脏再同步治疗; EGM, 心内电描记图; F, 检测到的室颤; ICD, 植入式心律转复除颤器; LV, CRT 器械中左心室电极接收的信号; RV, 右心室电极接收的信号; RVring, 右心室电极的环极; RVtip, 右心室电极的尖极; STIM, 刺激; VF, 室颤; VS 或 RV, 心室感知事件; VT, 室性心动过速。

在一项对**46**名出现 **VT** 风暴或持续性 **VT** 的受试者进行的回顾性研究中，**15**名对 **AAD** 难治的患者接受了异丙酚诱导的深度镇静。异丙酚给药后，**12**例患者 (**80%**) 在数分钟至数小时内实现了 **VT/VF** 的完全再稀释，**2**例患者 (**13%**) 实现了部分缓解，术后无 **VA** 复发

3 h。低血压是最常见的副作用

主要与去甲肾上腺素输注相关。**1**例盲肠坏死病例归因于去甲肾上腺素的并发症。不常见的并发症有高甘油三酯血症、胰腺炎、过敏反应和异丙酚相关的输注综合征，这是高剂量异丙酚输注的常见致死性并发症，表现为重度代谢性酸中毒、缓慢性心律失常、急性肾衰竭、横纹肌溶解和高钾血症。异丙酚偶尔可能显著延长 **QT** 间期。

阿片类药物。短效阿片类药物也被认为是一线治疗，因为它们具有轻度负性肌力和强效镇痛作用。芬太尼/瑞芬太尼用于诱导全身麻醉。芬太尼的起效时间 **< 2 min**，在给药后 **2-5 min** 达到峰值。半衰期为**90 min**，作用时间为**30-60 min**。瑞芬太尼的分布半衰期为**2-4 min**，消除半衰期为**10-20 min**。其作用消失时间 (**3-5 min**) 不受药物输注时间的影响（无蓄积-重复和长期给药），其药代动力学不受肾损害或肝损害的影响。

右美托咪定。右美托咪定是一种高选择性 α_2 -肾上腺素受体激动剂，半衰期较短 (**6 min**)，可通过增强中枢迷走神经张力和抑制突触前儿茶酚胺释放来降低交感神经活性。它可提供镇静和镇痛，而不会产生呼吸抑制，并且已被证明可降低重症患者中 **VT** 的发生率。但是，应慎用，因为它可能导致重度低血压和心动过缓。

8.2.5. 电风暴急性管理的药物治疗

8.2.5.1. 结构性心脏病

抗心律失常药物是 **ES** 急性治疗的基础（表8）。具体的 **AAD** 治疗取决于 **VA** 的类型、（可能的）潜在病因、患者的

征，包括合并症和患者特定禁忌症以及药物的可用性。在 **SHD** 患者中，使用 β 受体阻滞剂 (**BB**) 抑制交感神经张力（最好是非选择性的，例如普萘洛尔）是一线治疗，除非禁忌。在随机对照试验 (**RCT**) 中，静脉注射胺碘酮和口服普萘洛尔联合治疗 **ICD** 患者的 **ES** 安全、有效，且优于静脉注射胺碘酮和口服美托洛尔联合治疗。在近期出现 **VT/VF** 所致 **ES** 的患者中 (**< 3**个月) **MI**、**i.v.** 艾司洛尔或**i.v.** 普萘洛尔 (**160-320 mg/24 h**) 的交感神经阻滞或左侧星状神经节阻滞在 **VT/VF** 抑制和生存率方面优于利多卡因（如果无效，随后静脉注射普鲁卡因胺或溴苄铵）。在 **MI** 后早期复发 **PVT** 的患者中 [但也包括冠状动脉后] 据报告，在 **BB** 和胺碘酮治疗失败后，奎尼丁有效。在胺碘酮治疗后复发性血液动力学不稳定 **VT** 患者中，兰地洛尔（超短效 β_1 -选择性阻滞剂）在两项小型研究中对心律失常抑制有效。

胺碘酮**i.v.** (**5 mg/kg/20 min**) 常用于出现 **ES** 的 **SHD** 患者。它终止了**38%**患者的血液动力学耐受的**VT**，大多数 (**80%**) 为**SHD**。胺碘酮口服负荷剂量与静脉负荷剂量的影响可能不同；联合与单独口服负荷相比，静脉和口服负荷可缩短至 **VA** 控制的时间，并可降低所需的累积剂量。已经接受胺碘酮治疗的患者可能从这种 **AAD** 的急性再负荷中获益。

在 **SHD** 和血流动力学耐受的 **VT** 且无急性缺血的患者中，也可使用普鲁卡因胺。在 **PROCAMIO** 试验中，普鲁卡因胺在终止病因不明的血液动态耐受 **VT** 方面优于胺碘酮，主要不良事件较少。利多卡因在稳定 **MSVT** 中仅中度有效（比普鲁卡因胺**i.v.** 和索他洛尔**i.v.** 差），但被认为在急性缺血背景下可能有用（推注 **1-1.5 mg/kg**，随后输注速率 **0.02 mg/kg/min**）。在一项对照 **RCT** 的荟萃分析中，其预防性使用对 **AMI** 患者的死亡率或 **VF** 几乎没有影响。由于利多卡因的负性肌力作用已在动物研究中得到证实，因此心室功能受损患者应慎用该药物。**Ranolazine** 是一种抗心绞痛和抗缺血药物，也具有抗心律失常特性，推测是由于抑制晚钠和延迟整流钾电流所致。在一项纳入**1012**例 **SHD ICD** 患者 (**54%**的 **cCAD** 患者) 的 **RCT** 中，雷诺嗪显著降低了需要 **ICD** 治疗的复发性 **VT** 或**VF**（预先规定的次要终点）的风险，但对患者病情无影响。平均随访**28±16**个月期间的依从性。其他 **AAD** 的使用取决于基础病因和 **VA** 类型。

8.2.5.2. 原发性电疾病

在 **PED** 患者中，**ES**的治疗具有疾病特异性。在 **LQTS** 中，它涉及最终触发因素的立即消除 [获得性 **LQTS(aLQTS)** 和先天性 **LQTS(cLQTS)**]、**BB**、理想的非选择性（纳多洛尔或普萘洛尔）、静脉细胞外镁和钾补充 (**aLQTS**和**cLQTS**)、异丙肾上腺素 (**aLQTS**)、美西律 (**cLQTS**)、以及超常率的临时起搏器治疗 (**aLQTS**和**cLQTS 2 型**)。应避免使用 **III** 类 **AAD**。

在 **BrS** 和 **IVF** 中，**ES**最好使用异丙肾上腺素**i.v.**治疗。奎尼丁联合或不联合异丙肾上腺素也已成功用于个体病例。应避免使用 **Ic** 类药物。短 **QT** 综合征非常罕见，关于 **ES** 治疗的数据非常有限；异丙肾上腺素在这种情况下可能有效。

在 **CPVT** 中，**ES**是罕见的，几乎完全由肾上腺素能应激源触发（包括在复苏过程中错误给予肾上腺素）。因此应针对

表 7 Medications 用于 ES 镇静 患者

镇静		
药物	初始剂量	输注速率
苯二氮卓类		
咪达唑仑	0.01–0.05 mg/kg, q5–15 min 重复给药	0.02–0.1 mg/kg/h, 滴定 上/下增加25–50%
劳拉西泮	0.02–0.04 mg/kg	0.01–0.1 mg/kg/h (未超过10 mg/h)
异丙酚	0.8–1.2 mg/kg	5–50 µg/kg/min (0.3–3 mg/kg/h) 每 5–10 min 上调一次 5–10 µg/kg/h
阿片类		
芬太尼	1–2 µg/kg	1–2 µg/kg/h
电风暴芬太尼	0.5–1.5 µg/kg	0.05–2 µg/kg/min
右美托咪定	1 µg/kg 给药 10 min	0.2–0.7 µg/kg/h

特

表 8ES 患者急性治疗的药物治疗

急性治疗										
Vaughan Williams 分类	药物	受影响的通道	剂量 (i.v.)	药代动力学		特殊用途	注意	监测	不良反应	
I 类	奎尼丁	I _{Na} 、I _{Kr} 、I _{To} 、M、 α	负荷剂量： 800 mg/50 mL 维持 静脉内： 50 μ g/min	半衰期 6–8 h	所需血浆浓度 1.5-3.5 μ g/mL	代谢 肝脏	MI 后VT、VF、ES、PCI、CABG、BrS、SQT 综合征 体外受精	重度心动过缓和/或高度 AV 无阻滞的起搏器，重症肌无力，失代偿的心力衰竭	ECG（QRS持续时间）和 QT 间期）， 心率，血小板计数	QTc 间期延长、TdP、QRS 延长，增加 除颤阈值，低血压、心动过缓，心力衰竭加重，免疫性腹泻 血小板减少症
	普鲁卡因胺	I _{Na} 、I _{Kr} 神经节块	100 mg 推注，可之后重复 5 min，如果无影响，或者 10–17 mg/kg 给药 速率 20-50 mg/最小值，最大值 500–750 mg（最大值） 50 mg/min）和 然后 2-6 mg/min	3–4 h	4-12 μ g/mL	肝脏和肾的	VT，预激 AF	重度窦房结重度 AV 疾病 传导 干扰，既往心肌梗死， LVEF 降低，低血压，BrS，重症肌无力	ECG（QRS持续时间）和 QT 间期）， 血压	皮疹、肌痛、血管炎、粒细胞缺乏症， 低血压、心动过缓， QT 间期延长
	利多卡因	I _{Na}	50–200 mg推注和 然后 2-4 mg/min (25-50 μ g/kg/min)	7-30 min	2–6 μ g/mL	肝脏	缺血性 VT/VF	重度窦房结/AV 心脏传导阻滞 不存在 起搏器，心源性休克，超敏反应 利多卡因或酰胺型局部麻醉剂	ECG（PR间期和 QRS 持续时间）， 温度	低血压、意识模糊、震颤， 高铁血红蛋白血症， 恶性高热，过敏样反应
	美西律	I _{Na}	静脉给药：未 推荐 负荷剂量：400 mg 最初遵循的 mg	10–14 h	0.6-1.7 mg/mL	肝脏	VT/VF， LQT3 LQT2	心源性休克， 预先存在的窦 淋巴结疾病，或 二/三度	ECG（QT间期）， 肝功能	共济失调、震颤、低血压、 心绞痛

数	
按 600 mg	房室传导阻滞，不伴
前 24 h	起搏器，
维持剂量：	低血压病史
600–1200 mg	癫痫发作次数

续

表8 续

急性治疗									
Vaughan Williams 分类	药物	受影响的通道	剂量 (i.v.)	药代动力学		特殊用途	注意	监测	不良反应
II 类 (BB) mg/kg	艾司洛尔	β_1 -受体	推注剂量: 0.5 持续 1 min 输注: 25-50 μg /kg/min 至 250 $\mu\text{g/kg/min}$ (每 5-10 min)	5-10 min	NA	RBC 酯酶	VT	重度窦性心动过缓/重度窦房结疾病/未安装起搏器的 AV 传导障碍, 失代偿	心率、血压 支气管痉挛、低血压、窦性心动过缓、 AV 传导阻滞、疲乏、抑郁
	普萘洛尔 mg/	非选择性BB	推注剂量: 0.15 kg 输注 10 min, 160 mg/24 h	3-6 h	NA	肝脏	VT、PVC、LQT	心力衰竭、变异型心绞痛、哮喘/慢性	
	美托洛尔 2-5 mg	β_1 -受体	餐时胰岛素剂量: 每 5 min 一次, 15 min 内最多给药 3 次	酒石酸盐: 3-4 h 琥珀酸盐: 3-7 h	不适用 PVC	肝脏	VT、	阻塞性气道疾病、重症肌无力	
III 类 K_s 、 I to 、	胺碘酮	I Na 、 I Ca 、 I Kr 、 I K1 、 $\text{I } \alpha, \beta$	负荷剂量: 5 mg/kg, 20 min 至 2 h, 2-24 h 内 3 次和然后 600-1200 mg/24 h 8-10 天	4-14 周龄	1-2.5 $\mu\text{g/mL}$	肝脏	VT、VF、PVC	合并使用地高辛给药, 伴随华法林给药	DFT 升高、低血压、心动过缓、 AV 传导阻滞、 QT 间期延长、 TdP (罕见)、甲状腺功能减退/甲状腺功能亢进、恶心、光敏性、皮肤变色、周围神经病变、震颤、肝炎、肺纤维化/非感染性肺炎
	β 激动剂异丙肾上腺素 1 和 2		0.5-10 $\mu\text{g/min}$	2.5-5 min	NA	肝脏和肺的	IVF TdP、Brugada 综合征中的 ES 、 SQT 综合征、继发于房室传导阻滞的 VA	冠状动脉疾病、心肌缺血、惊厥、肾脏疾病、甲状腺功能亢进	心率、血压、 ST 段抬高的 ECG 心动过速、高血压、心绞痛、震颤

AF，房颤；**BB**， β 受体阻滞剂；**BrS**，**Brugada**综合征；**CABG**，冠状动脉旁路移植术；**DFT**，除颤阈值试验；**ECG**，心电图；**ES**，电风暴；**IVF**，特发性室颤；**LVEF**，左心室射血分数；**LQT**，长**QT**；**MI**，心肌梗死；**NA**，不适用；**PCI**，经皮冠状动脉介入治疗；**PVC**，室性早搏复合波；**QTc**，校正的**QT**；**RBC**，红细胞；**SQT**，短**QT**；**TdP**，尖端扭转型室性心动过速；**VF**，室颤；**VA**，室性心律失常；**VT**，室性心动过速。

彻底去除所有肾上腺素能触发因素。 β 受体阻滞剂仍然是的一线治疗，应避免使用肾上腺素，包括在心脏骤停/复苏的情况下。¹⁷⁴

在肾上腺素能应激参与的所有遗传性心律失常综合征或致心律失常性心肌病中，最终的治疗选择是深度麻醉（见第8.2.4节）。）。。

8.2.6. 机械循环支持

暂时性 **MCS** 可能有益于治疗危及生命、折射性、血流动力学不耐受的 **VA**，维持器官灌注，同时允许治疗诱发性心律失常。但是，**MCS** 的并发症（血管入路相关、出血等）、手术后勤/复杂性/可用性和成本增加的发生率不可忽略。在 **ES** 背景下缺乏对 **MCS** 使用的稳健观察，因此难以得出关于其在这种情况下作用的任何明确结论。

目前 **MCS** 的临时模式包括主动脉内球囊反搏 (**IABP**)、**Impella** 器械 (**Abiomed, Danvers, MA, USA**)、**Tandem Heart** 左心房-股动脉旁路术 (**Cardiac Assist Inc., Pittsburgh, PA, USA**)、体外膜肺氧合 (**ECMO**) 和外周体外循环。其主要特征见表9和图5。机械循环支持器械的选择取决于患者特征、所需支持水平、当地专业知识和后勤。值得注意的是，临时 **MCS** 的使用非常复杂，只能由专业中心有经验的多学科团队进行。暂时性 **MCS** 在 **ES** 中的作用尚未得到广泛研究。在以下情况下，机械循环支持可能对 **ES** 患者有帮助：

8.2.6.1. 难治性、血流动力学不耐受室性心律失常导致的急性血流动力学失代偿的补救治疗

由于提供的支持水平及其快速恢复，对于因 **VA** 导致血流动力学恶化的患者（**ES**、**AAD**难治性**VT**、复发性**VF**或**VA**后难治性心源性休克），静脉-动脉 **ECMO** 是最有吸引力的选择。¹⁸

在一项针对连续可电击心律 (**VT/VF**) 患者的 **RCT** 中，与传统 **CPR** 相比，体外 **CPR (ECPR)** 导致出院死亡率较低 (**7% vs 43%**)。¹⁷⁵ 另一方面，在另一项包括256例推测为心脏原因的院外心脏骤停 (**OHCA**) 患者（61%的患者 **VF** 为当前心律）的 **RCT** 中，与传统 **CPR** 相比，**ECPR** 在死亡率方面未显示出显著获益 (**32 vs. 22%, P = 0.09**)。¹⁷⁶ 在最近对160例患者进行的多中心 **RCT** 中。

对于难治性 **VT/VF** 引起的 **OHCA**，**ECPR** 并不优于对照在30天时死亡率方面的介入性 **CPR (20 vs. 16%, P = 0.52)**。¹⁷⁷ 系统地选择最佳候选者和完善整个过程中的患者护理仍然是成功的基石。必要的 **ECPR** 方案。本文中使用的其他 **MCS** 器械（如 **Impella**）是轶事，仅得到小病例系列的支持。

8.2.6.2. 接受室性心动过速消融术的患者因难治性不稳定型室

性心律失常导致围手术期急性血流动力学失代偿的补救治疗

高达11%的患者在 **VT** 消融术期间可能发生急性血流动力学恶化，并与短期和长期死亡率增加相关。¹⁷⁸ 静脉-动脉 **ECMO** 是接受 **CA** 的 **ES** 患者的首选补救 **MCS** 模式。然而，尽管 **CA** 成功，但报告的短期死亡率较高，范围为38%至76%。^{179,180} 值得注意的是，**CA** 期间补救 **MCS** 的死亡率高于抢先 **MCS** 或无 **MCS**。¹⁸¹

8.2.6.3. 血

液动力学不稳定高风险患者在室性心动过速消融前接受预防性机械循环支持植入术

尽管采用该策略存在潜在的合理论据，但临床证据很少。患者的选择是策略的基石。**PAINESD** 评分（表10）可能有助于估计需要消融的瘢痕相关 **VT** 患者的围手术期血液动力学失代偿风险。^{119,178} 手术过程中的血液动力学恶化风险可能受到标测分层的影响，尤其是在认为有必要重复 **VT** 诱导或 **VT** 期间标测时。在 **PAINESD** 评分高 (≥ 15) 的患者中，预防性 **MCS** 可降低死亡率。^{182,183} 预防性使用 **MCS** 与2465例 **ES** 或高 **PAINESD** 评分患者的荟萃分析显示，**MCS** 具有生存获益。¹¹⁹ 然而，**MCS** 作为消融术的支持与较高的并发症风险和手术时间/**x** 线透视负担相关。¹⁸⁴ 血管通路策略、**LV** 通气需求和预期支持时间是术前必须考虑的因素。

8.2.7. 即刻导管消融

导管消融术是急性期药物治疗无效的单形性 **VT** 的治疗选择，建议所有符合条件的患者减少 **ES** 复发。^{1,185}

在血流动力学稳定的患者中，如果非侵入性策略不能实现及时的节律控制，则加速 **CA** 可能是适当的。导管消融旨在抑制 **VA**，并防止可能导致急性多器官衰竭的长期低输出状态。对于持续 **VA** 或 **PVC** 诱导 **VA** 复发（也称为 **PVT**）的患者，考虑早期 **CA** 是合理的，尽管使用了 **AAD** 和深度镇静，但血流动力学仍具有显著性。

CA 的理想时机仍不清楚。然而，在最近的荟萃分析中，与紧急 **MCS** 或非 **MCS** 相比，在 **VT CA** 前使用选择性 **MCS** 稳定 **ES** 患者似乎是有益的（见第8.2.6节）。¹¹⁹。由于持续性 **VA** 发作而导致心源性休克持续存在的 **ES** 发作后前24 h 内的补救 **CA** 与较高的消融失败率和 **VA/ES** 复发率相关。¹⁸⁶ 证据还表明，入院后前48 h 后进行的 **CA** 与保守治疗或极早期消融相比，30天时的死亡率较低。¹⁸⁷ 因此，在使用 **CA** 之前应尝试血流动力学稳定和心律失常抑制，但可能并不总是可能的。

	证据	强度
建议表3 机械循环支持		
可能适合做		
MCS 可能适用于急性 ES 患者，以优化血流动力学 ^{18,175-177}	随机对照试验	
MCS 可能适用于患者接受不可耐受的 VA 消融，以支持标测和消融 ^{179,180}	OBS	
如果在消融前开始，可延长 MCS ，以辅助择期 CA	骨桥蛋白	
对于存在 ES 或 VA ^{119, 181, 182} 聚集的高危患者，在 CA 前预防性开始 MCS 可能是适当的	OBS	

表9机械心脏支持的类型

	Pros	缺点	禁忌症
主动脉内球囊反搏 通过主动脉反搏进行间接 LV 支持，伴后负荷降低和主动脉舒张压升高	经皮动脉入路 (7-8 Fr) 适度心输出量增加 (0.5-1.0 L/min)	设置简单 间接卸载 LV 可用性 可负担 并发症发生率低，设置相对简单， 植入 卸载 LV 可用性经皮取出	非常有限的 LV 支持需要稳定的心律 中重度主动脉瓣返流重度外周动脉疾病主动脉夹层
Impella CP 微轴连续顺行流动泵左室主动脉	最大平均流量 3.7 L/min 经皮动脉入路（股动脉/腋动脉） 导入器直径 14 Fr 泵电机 14 Fr		中重度主动脉瓣返流机械主动脉瓣假体 左室血栓 重度外周动脉疾病重度 RV 衰竭
Impella 5.5 微轴连续顺行流动泵左室主动脉	最大平均流量 5.5 L/min 手术腋下切口导入器直径 23 Fr 泵电机 19 Fr	完整 LV 支持卸载 LV 延长支持时间，允许早期活动	中重度主动脉瓣返流机械主动脉瓣假体 左室血栓 重度外周动脉疾病重度 RV 衰竭
Impella RP MCS 类型	主要特征	技术细节	ES 或 VT 消融 仅适用于特定研究中心高成本 复杂物流。
TandemHeart 左心房-股动脉旁路术外部离心泵	经皮或手术入路经房间隔穿刺 需要产生高达 5 L/min 的输出 21 Fr 流入插管 出液插管 15 Fr 经皮/外科血管插管	LV 支持 间接卸载 LV 延长支持持续时间	多学科团队可能阻碍 CA 大口径套管的经中隔入路
VA-ECMO 心肺支持系统 由离心泵和氧合膜集成	存取 17-21 Fr 出液套管 19-25 Fr 出液套管最大输出可达 8 L/min	完全双心室支持延长支持持续时间隔离 RV 故障中的默认选择 可经皮取出	复杂的物流。 多学科团队通常需要动脉远端灌注插管来预防腿部缺血 并发症发生率高
			重度主动脉瓣返流主动脉夹层 严重外周动脉疾病（在外周插管术中）无法控制的出血或全身抗凝禁忌症

ES, 电风暴; **IABP**, 主动脉内球囊反搏; **LV**, 左心室; **MCS**, 机械循环支持; **RV**, 右心室; **VA-ECMO**, 静脉-动脉体外膜肺氧合; **VT**, 室性心动过速

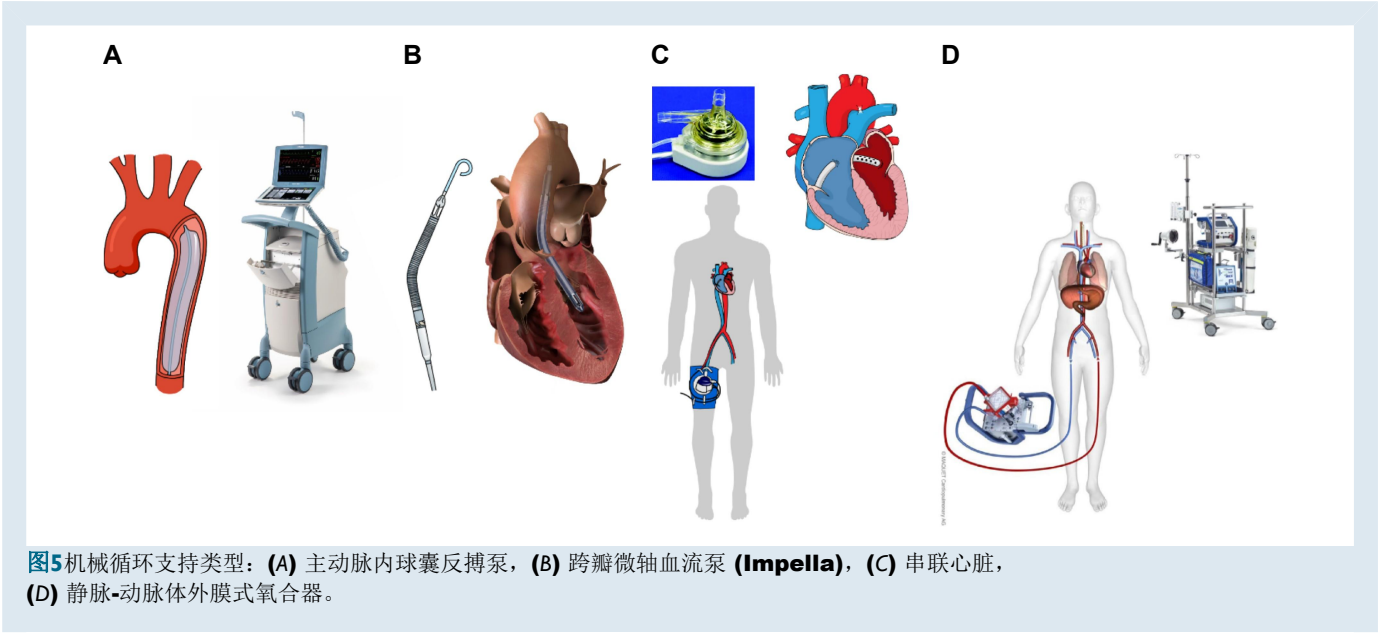


图5机械循环支持类型：(A) 主动脉内球囊反搏泵，(B) 跨瓣微轴血流泵 (Impella)，(C) 串联心脏，(D) 静脉-动脉体外膜式氧合器。

表 10PAINESD 评分

参数	分数
肺疾病 (COPD) 年龄 > 60岁	5
缺血性心脏病	3
NYHA III 级和 IV 级	6
EF < 25%	6
风暴电气	3
DM	5
低风险: ≤8, 中位风险: 9-14, 高风险: ≥15	3

COPD, 慢性阻塞性肺疾病; DM, 糖尿病; EF, 射血分数; IHD, 缺血性心脏病; NYHA, 纽约心脏病学会;

ES 和 PVT/VF 患者的导管消融可能具有挑战性。在局部触发 VF 风暴的 MI 后患者中，触发消除是实现短期和长期无 ES 的有效策略（见第 8.1. 和 8.2.2 节）。¹⁸⁸⁻¹⁹⁰ 在 NICM 和 cCAD 患者的难治性病例中可能需要心外膜入路。¹⁹¹⁻¹⁹³ 由于 ES 中 VA 消融的复杂性，通常需要 MCS、心外膜入路、熟练的术者和多学科工作人员的支持，建议在初始稳定后对有经验的中心进行这些消融。

紧急心脏移植可能是选定患者的一种选择治疗无效的 VA 风暴患者。

8.2.8. 自主神经调节

自主神经系统在 VT/VF 的发生中起重要作用¹⁹⁸⁻²⁰¹（见第 6.4. 节）。β受体阻滞剂治疗可降低心源性猝死的风险。²⁰² 特别是，在 ES 背景下，普萘洛尔的疗效优于美托洛尔。¹⁴⁹ 值得注意的是，交感神经激活的作用

超出了 BB 治疗的影响。交感神经张力升高还导致交感神经协同递质（如神经肽 Y）释放，可能降低 APD 并影响心律失常发生^{203,204}。

交感神经传入激活除增加交感神经传出张力外，还可能通过抑制迷走神经张力而发挥作用。因此，交感神经调节治疗，如星状神经节阻滞 (SGB)、胸段硬膜外麻醉 (TEA)、心脏去交感神经支配 (CSD) 和肾脏去神经支配 (RDN)，通过改变心脏的传出和传入交感神经信号传导（RDN 时传入肾脏和传出心脏信号传导），解决了 β-肾上腺素能受体阻滞以外的机械力学问题。

8.2.8.1. 星状神经节阻滞

星状神经节阻滞是用麻醉剂（布比卡因或罗哌卡因）在左侧或双侧星状神经节水平进行的。

建议表 4SHD 中 ES 的急性治疗

	证据	强度
建议执行		
在多学科团队中为每例 ES 患者设计管理计划	骨桥蛋白	
收缩功能降低的 SHD 患者开始静脉注射胺碘酮（与普萘洛尔联用） ¹⁴⁹	随机对照试验	
奎尼丁适用于对胺碘酮和 BB 耐药的复发性 PVT 患者，在 MI 后早期或冠状动脉血运重建术后干预 ^{150,151}	OBS	

续

建议表4 续

	证据强度	
对尽管接受了最佳药物治疗但 MSVT 复发的患者进行 VT 消融，前提是经验丰富的团队可用 ^{14,186}	OBS	
尽管接受了最佳药物治疗，但仍对由相似 PVC 触发的 VF 复发患者进行 CA ，前提是经验丰富的团队 ^{189,190}	OBS	
尽管接受了最佳药物治疗，但仍将复发 MSVT 或由相似 PVC 触发的 VF 复发发作的患者转至专门的 VA 消融中心，尽可能 ¹⁸	OBS	
建议不要做		
在特定指令或“不复苏”指令的情况下，请勿进行侵入性治疗	骨桥蛋白	

建议表5 PED 中不稳定 ES 的急性治疗

	证据	强度
建议执行		
异丙肾上腺素输注对表现为 ES 的 BrS 患者有益 ^{164,166-169,172}	OBS	
静脉补充镁和钾可用于 LQTS 相关 TdP 的急性期。去除或纠正外部触发因素（即药物，电解质失衡）。 ^{134,135,137}	OBS	
可能适合做		
临床上可选用异丙肾上腺素或奎尼丁有助于急性治疗特发性 VF 患者的 ES ¹⁹⁴⁻¹⁹⁶	OBS	
异丙肾上腺素输注可能适用于表现为 ES 的 ERS 患者 ¹⁹⁷	OBS	
异丙肾上腺素可能适用于发生 ES ¹⁷³ 的 SQTS 患者	骨桥蛋白	
维拉帕米在临床上可用于急性治疗特发性 VF 患者的 ES ¹⁹⁵	骨桥蛋白	
建议不要做		
儿茶酚胺（如肾上腺素和异丙肾上腺素）不适用于携带 ES 的 CPVT 患者 ¹⁷⁴	OBS	

超声和/或 **x** 线透视引导（图6）。^{205,206} 在多个病例系列中，药物 **SGB** 降低了难治性 **VT** 或 **VT** 风暴患者的 **VT** 负荷，比使用胺碘酮的标准 **ACLS** 方案更有效，但需要前瞻性和随机数据。^{26,205-208} 使用放置在星状神经节附近的导管连续输注麻醉剂可以提供比单次推注更好的 **VA** 控制。²⁰⁹ 值得注意的是，在小型病例系列中报告了冷冻能量和射频诱导的 **GBs** 的疗效。^{210,211} 在26例难治性 **ES** 患者的近期 **RCT** 中，靶向左侧星状神经节的经皮磁刺激（一种调节患者神经系统活动的新型非侵入性方法）在预防 **24 h** 内 **VT** 复发方面并不优于假手术，但在降低 **VT** 负荷（发生率比，**0.42**； $P < 0.001$ ）和在降低 **VT** 负荷（发生率比，**0.42**； $P < 0.001$ ）和 **AAD** 编号²¹²

8.2.8.2. 胸段硬膜外麻醉

胸段硬膜外麻醉可提供更大的交感神经松解，因为在 **C7-T4** 硬膜外腔给予麻醉剂可阻断沿双侧星状和胸段交感神经节的交感神经活性。该手术在 **X** 线透视引导下进行。禁忌症包括活动性感染、双联抗血小板治疗和需要不间断抗凝治疗。与 **SGB** 相似，在 **VT** 风暴或难治性 **VT** 患者的小病例系列中，**TEA** 显示可降低 **VT** 负荷 $\geq 80\%$ ，但缺乏前瞻性和随机数据。^{213,214} 值得注意的是，**SGB** 和 **TEA** 是用于桥接更确定性治疗（如 **CA**、**CSD** 或偶尔心脏移植）的临时措施。

8.2.8.3.

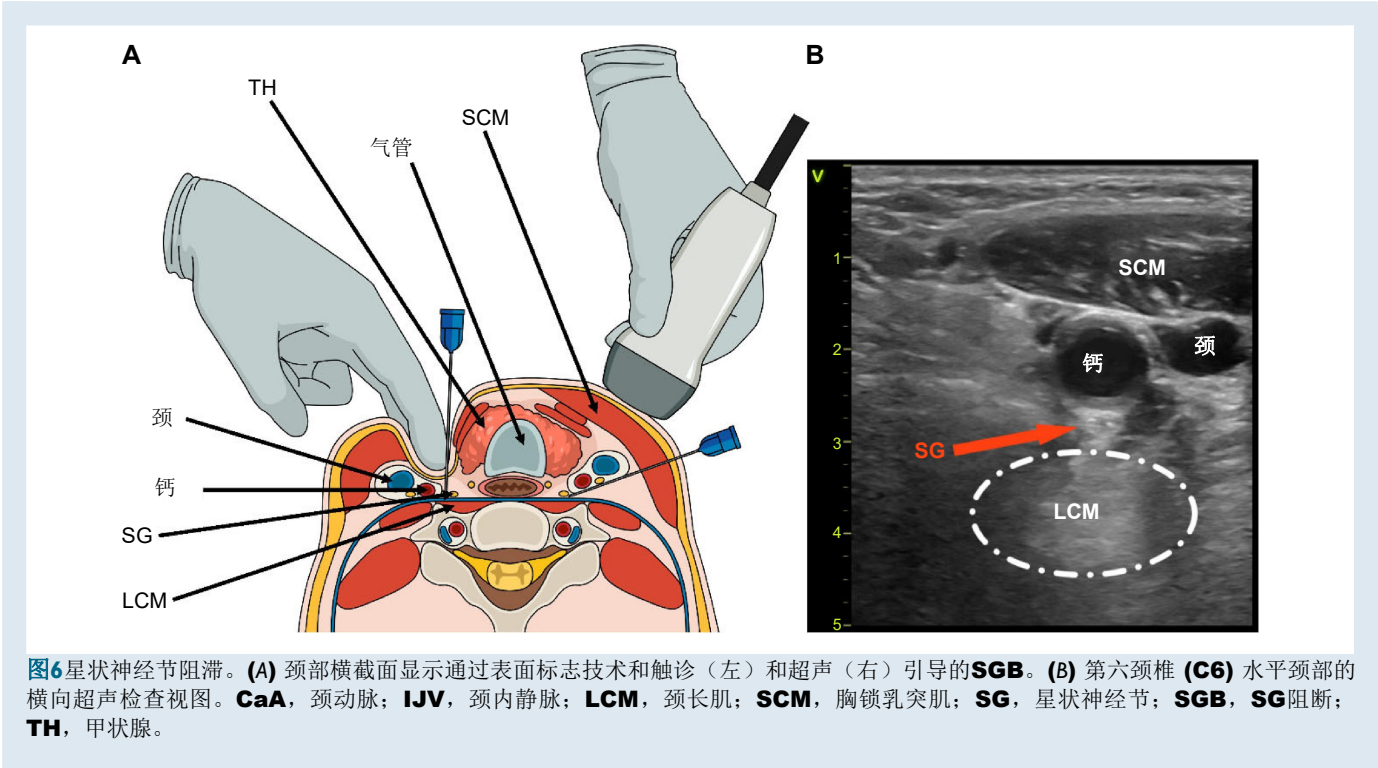
外科胸腔镜交感神经心脏去神经术

已在 **LQTS** 和 **CPVT** 患者中研究了手术 **CSD** 的作用（见第6.4节）。以及难治性 **VT/VF** 风暴和 **SHD** 患者。²¹⁵ 左侧 **CSD(LCSD)** 有效降低了 **LQTS** 和 **CPVT** 患者的 **VT** 负担，并已于 **BB** 不耐受或不应的情况。²¹⁶⁻²²⁰ 在147例高风险 **LQTS** 患者系列中，尽管接受了 **BB** 治疗，但仍有75%的患者出现症状，并且每年心脏事件的平均数量，包括晕厥、在 **CSD** 后降低了91%。²¹⁹ 双侧 **CSD** 在 **SHD** 患者中显示了更好的结果，²²¹⁻²²⁵ 并且在121例患者的最大多中心系列中显示了更好的结果（平均 **LVEF** $30 \pm 13\%$ ，**NICM** 为71%，**VT** 风暴为75%，**BB** 联合 **AAD** 组为92%），双侧 **CSD** 组1年 **ICD** 电击/无移植生存率为58%，与 **CSD** 前年相比，一年后 **ICD** 电击负荷降低 $> 90\%$ 。²²⁴ 在另一个21例患者系列中， $> 70\%$ 的患者出现 **ES**，平均随访约9个月期间，76.9% 的患者未出现复发性 **ICD** 电击，38.5% 的患者未出现任何 **VA**。²¹⁵ 值得注意的是，在 **SHD** 患者中，**CSD** 可能对单形性 **VT** 和 **PVT** 或 **VF**，²¹⁵ 以及在早期阶段使用 **CSD** 与紧急或紧急进行手术相比，可能会获得更好的结局。²²⁶ 目前正在随机临床试验中评价心脏交感神经去神经治疗难治性 **VT(NCT01013714)**。对接受 **CSD** 的患者进行的回顾性研究表明，**CSD** 也可能降低 **PVC** 负担，可能在减少 **VT/ES** 触发因素方面发挥作用。²²⁷

8.2.8.4.

肾脏去神经支配

肾脏去神经支配涉及肾动脉周围肾神经的消融。该程序可在电解剖标测和 **X** 线透视引导下进行。^{228,229} 在几种情况下。



据报告, 心肌病患者系列(包括 DCM 和 Chagas 心肌病)、伴或不伴 VT 消融的 RDN 可降低 VT 负担。²³⁰⁻²³² 在多项研究/病例系列的 121 例汇总患者的荟萃分析中(平均 LVEF 为 $30.5 \pm 10.3\%$, 男性为 76%, BB 为 99%, 胺碘酮为 79%), RDN 减少了 ICD 电击和 ATP 发作。²²⁹ RDN 的主要挑战包括缺乏明确的手术终点和动脉周围结构的解剖学变异性, 可能影响消融生物物理学和有效性。²³³ 缺乏前瞻性随机数据。

8.2.9. 超速起搏

超速起搏 (ODP) 可覆盖异位起搏器, 从而消除异常心室自律性, 允许捕获和抑制异位起搏器。超速起搏也可能导致异位病灶的传出阻滞。在折返性 VT 中, 快速起搏可能通过改变传导速率、改变兴奋通路、缩短折返环路中组织的不应期和更均匀的复极化来中断折返环路。²³⁴ 通过缩短心室不应期, ODP 也可能降低对 R on T 现象的敏感性。添加 AAD 可增强这些作用。²³⁵

超速起搏可通过植入的起搏器进行, 或 ICD 或通过插入 RV 的临时电极, 以 10-20 bpm 的频率起搏。大于本地速率。值得注意的是, 递减 ODP (刺激间期逐渐缩短) 在中断 VT 和自动递减起搏 (递减 10 ms) 方面优于固定超速猝发起搏 (间期恒定), 并且优于使用 5 ms 耦合递减的方案。^{236,237} 在无 ICD 的患者中, 临时超速心房或心室起搏在几份病例报告中证明了其预防耐药性 VA 复发的有效性, 主要是在急性或

建议表6镇静和自主

调制

	证据	强度
建议执行		
开始交感神经阻滞 (艾司洛尔、普萘洛尔), 优先于利多卡因 i.v.	随机对照试验	
近期 (< 3 个月) 发生 MI 的 ES 患者 ²⁶		
i.v.胺碘酮和口服普萘洛尔的组合优于 i.v. 胺碘酮和口服美托洛尔的组合	随机对照试验	
ICD 患者中 ES 的管理 ¹⁴⁹		
在所有 ES 患者中开始轻度至中度镇静 (苯二氮卓类)	OBS	
和持续性/复发性心律失常 ^{140,141}		
可能适合做		
深度镇静/全身麻醉和机械通气可能适用于药物难治性 ES 病例 ^{140,141}	OBS	
星状神经节阻滞或 TEA 可能适用于 ES 或持续性 VT/VF 背景下的 SHD, 以减轻 VA 和 ICD 电击负担, 作为桥接更多确定性治疗 ^{26, 205-207, 213}	OBS	
不确定性领域		
RDN 作为消融辅助治疗在复发性 VA 和 ES 患者中的作用尚不确定	OBS	

近期心肌缺血。^{238,239}此外，心动过缓起搏可能对一些心动过缓诱导的 **PVT** 患者有用。

8.2.10. 救助策略

不能在心室肌产生透壁或深壁内病变是 **VT CA** 失败的原因之一。一种解决方案是从相邻的对侧部位进行连续的射频应用，包括心外膜入路。然而，这可能不充分，文献中已经提出并描述了几种挽救策略。²⁴⁰⁻²⁴⁸这些可选策略包括长时间或高功率应用、双极消融、同时单极消融、使用低离子溶液（半生理盐水）、可伸缩针消融、间隔冠状静脉标测、冠状动脉内导丝标测/消融、乙醇消融、弹簧圈栓塞或立体定向放疗。所有这些技术均未在大型或随机系列中使用，并已被在高容量中心工作的高技能操作员描述/采用。

9. 稳定患者

9.1. 长期治疗

在没有特异性抗心律失常干预的情况下，> 50%的 **SHD** 患者复发 **ES**。**ES**复发的风险在事件后第一年内最高。**ES**复发的独立预测因素为 **LVEF** ≤ 30%、年龄 > 65岁和一项观察性研究中缺乏最佳 **HF** 治疗。²⁴⁹

β 受体阻滞剂、¹²⁰血管紧张素转换酶 (**ACE**) 抑制剂或血管紧张素受体阻滞剂 (**ARB**)、²⁵⁰螺内酯²⁵¹和血管紧张素受体-脑啡肽酶抑制剂 (**ARNI**；缬沙坦-沙库巴曲)²⁵²与 **LVEF** 降低的 **HF**(**HFrEF**) 患者的心律失常和 **SCD** 风险降低相关。有限的证据表明 **sta-tins**²⁵³可减少 **VA** 的发生。初步数据表明，钠-葡萄糖协同转运蛋白-2(**SGLT-2**) 抑制剂具有有益作用²⁵⁴。尽管没有数据专门评价对 **ES** 复发的影响，但 **HF** 治疗的优化很重要，应遵循现行指南²⁵⁵。在 **cCAD** 患者中，完全血运重建可能有益²⁵⁶。

必须避免诱发因素，包括潜在的致心律失常药物、过量饮酒、²⁵⁷⁻²⁵⁹违禁药物、²⁶⁰和电解质失衡。

9.2. 预防电风暴复发的抗心律失常药物

9.2.1. 结构性心脏病患者的长期抗心律失常药物治疗

评价 **AAD** 预防 **ES** 复发疗效的随机对照试验或大型观察性研究很少。但是，可以从阐述 **AAD** 预防一般 **VT** 复发有效性的研究外推潜在有效性。用于预防 **ES** 复发的抗心律失常药物见表11。

β 受体阻滞剂是 **SHD** 背景下 **VA** 患者药物治疗的基石。在一项 **VT/VF sur-vivors** 的大型回顾性登记研究中，与未服用 **BB** 的倾向性匹配组相比，长期使用 **BB** 与3年生存率改善相关。²⁶¹

胺碘酮，最好与 **BB** 联合使用，可减少 **VA** 复发和 **ICD** 电击。几项研究和荟萃分析证明，与其他 **AAD** 相比，胺碘酮在减少复发性 **VT** 或适当 **ICD** 治疗方面具有优越的抗心律失常作用。²⁰⁸⁻²¹¹在最近对22项**RCT**（包括3828例患者）进行的荟萃分析中，使用胺碘酮可使 **VT** 的相对风险降低70%。

与标准最佳药物治疗（包括**BB**）相比，**ICD**和 **VA** 病史患者的复发

【风险比 (**HR**) = 0.34；95%置信区间 (**CI**) = 0.15–0.74】和适当 **ICD** 治疗 (**HR** = 0.33；95%**CI** = 0.15–0.76)。²⁶²

在光学研究中，**BB**和胺碘酮联合治疗优于索他洛尔或 **BB** 在植入 **ICD** 进行二级预防的患者中，单药治疗在1年观察期间降低了适当 **ICD** 电击的风险。²⁶³然而，需要考虑治疗相关的不良事件，包括甲状腺功能减退和甲状腺功能亢进、肺和肝毒性以及药物相关死亡率。²⁶⁴在最近的一项 **RCT** 荟萃分析中，胺碘酮的使用与死亡风险增加相关（比值比3.36，95%**CI** 1.36–8.30， P = 0.009）。²⁶⁵同样，在281例接受 **RFCA** 治疗药物难治性 **VT** 的 **DCM** 患者（**ES** 35%，持续性 **VT** 20%）的大型观察性研究中，出院时胺碘酮与死亡率或心脏移植独立相关 (**HR** 3.23，95%**CI** 1.43–7.33， P < 0.01)。²⁶⁶尚不清楚这是否与胺碘酮直接相关，或胺碘酮是否仅是病情加重患者的标志物。

索他洛尔是两种异构体的外消旋混合物，其中 **d**-异构体阻断钾通道，**l**-异构体作为非选择性 **BB**，具有3类特性。较低剂量主要发挥 β -受体阻断作用，而 **III** 类效应需要较高剂量；然而，单次低剂量给药后观察到 **QT** 显著延长。^{267,268}在 **Optic** 试验中，索他洛尔在降低 **ICD** 电击风险方面优于 **BB** 单药。²⁶³值得注意的是，接受索他洛尔或 **BB** 的患者之间因 **ATP** 或 **ICD** 电击终止的所有发作次数无显著差异。²⁶²在**d,l**-索他洛尔植入式心律转复除颤器随机试验中，与安慰剂相比，索他洛尔减少了 **ICD** 电击的平均次数 (1.43 vs. 3.89)

每年， P = 0.008），与 **LVEF** 无关。²⁶⁹然而，致心律失常副作用（包括**TdP**）值得关注，必须仔细监测 **QTc** 间期，尤其是肾功能受损患者。索他洛尔应慎用于由于其负性肌力作用，**HF**和 **LVEF** 较差的患者。然而，它可能对 **ARVC** 患者有用。

美西律是一种 **IB** 类**AAD**，生物利用度较高 (80%)，允许口服给药。它通过阻断快速钠通道发挥作用，在胺碘酮无效或副作用无法耐受的情况下，用作胺碘酮的辅助治疗以预防 **VA**。

²⁷⁰⁻²⁷²关于其用于患者的长期安全性数据很少。晚期 **SHD** 患者。在重度 **LV** 功能不全患者中，快速负荷 (1 × 400 mg/口服) 与 **HF** 失代偿相关²⁷³。研究还显示其可增加 **DF** 阈值²⁷⁴。

普鲁卡因胺是一种 **IA** 类**AAD**，可在更快的速率下延长**APD**（通过以使用依赖性方式阻断快速内向 **Na** 去极化电流），并通过阻断延迟整流 **K** 通道延长复极化。在 **ESVEM** 试验和小型单中心研究中，普鲁卡因胺降低了自发性 **VA**，并抑制了 **VT** 的可诱发性。^{275,276}在最近的一项小型单中心观察性研究中，口服普鲁卡因胺降低了对其他**AAD**（包括胺碘酮）难治的 **VT** 患者的 **ICD** 治疗。²⁷⁷然而，严重副作用（包括药物诱导的红斑狼疮样综合征）值得关注。值得注意的是，普鲁卡因胺在许多国家不可用。

奎尼丁是一种 **IA** 类**AAD**，有口服制剂，仅有适度的负性肌力作用。²⁷⁸奎尼丁在 **MI** 亚急性期（但也可在血运重建后：**CABG**和**PCI**）和无 **SHD** 患者中抑制 **PVC** 诱导的 **PVT** 和 **VF**。^{150,197}然而，奎尼丁用于治疗胺碘酮难治性瘢痕相关 **MSVT** 时，耐受性和长期疗效有限。^{279,280}

虽然 **cCAD** 或 **HFrEF** 患者应避免使用氟卡尼^{281,282}，但与 **BB** 或索他洛尔联合使用可能有效，在单次 **AAD** 或消融难治的 **ARVC** 患者中预防复发性 **VT**。^{283,284}然而，也存在以下潜在风险：

表 11ES 患者长期治疗的药物治疗

长期治疗									
Vaughan Williams 分类	药物	受影响的通道	剂量 (p.o.)	半衰期	代谢特殊用途	不良反应	监测	反适应证/警告	
I 类 mg	奎尼丁	I _{Na} , I _{Kr} , I _{to2} , M ₁ , α ₁	600–1600	6-8 h	肝脏	VT、VF、IVF、BrS、SQT	QTc 间期延长、Tdp、QRS 间期延长、DFT 升高、低血压、心动过缓 HF 恶化、腹泻、免疫性血小板减少症	ECG (QRS 持续时间和 QT 间期)、心率、血小板计数	重度心动过缓和/或高度 AV 传导阻滞 (无起搏器)、重症肌无力 HF 患者慎用
	普鲁卡因胺	I _{Na} , I _{Kr} 神经节阻滞	500–1250 mg q6 h	33–4 h	肝脏和肾脏	VT, 预激 AF	QTc 间期延长、Tdp、QRS 间期延长、DFT 升高、狼疮样综合征、骨髓再生障碍	ECG (QRS 持续时间和 QT 间期)、血压	重症肌无力 HF 患者慎用
	丙吡胺	I _{Na} , I _{Kr} , M	250–750 mg	4–10 h	肝脏	VT、PVC	负性肌力药物, QRS 间期延长、AV 传导阻滞、促心律失常 (房扑、单形性 VT、Tdp)、抗胆碱能作用	心 率、血 压、ECG (QRS 持 续 时 间、QT 间期)	重度心动过缓和/或高度房室传导阻滞和/或重度室内传导延迟 (无起搏器)、失代偿性 HF、先天性 QT 间期延长、重症肌无力
	美西律	I _{Na}	600-1200 mg 负荷剂量: 最初 400 mg, 然后在最初 24 h 内 600 mg	10-14 h	肝脏	VT/VF, LQT S3 LQT 2	震颤、恶心、感觉异常、麻木	ECG (QT 间期), 肝功能	
	氟卡尼 PVC、	I _{Na}	200–400 mg	12–27 h	肝脏	VT、CPVT	QRS 间期延长、负性肌力药、AV 传导阻滞、窦性心动过缓、致心律不齐 (房扑、单形性 VT、偶发 Tdp)、起搏阈值增加	心 率、血 压、ECG (QRS 持 续 时 间、QT 间期)	重度心动过缓和/或高度房室传导阻滞和/或重度室内传导延迟 (无起搏器)、缺血、SHD、BrS、重症肌无力

续

表11 续

长期治疗

沃恩威廉姆斯班	药物	受影响的通道	剂量 (p.o.)	半衰期	代谢特殊用途	不良反应	监测	反适应证/警告	
II 类 3-	美托洛尔	$\beta 1$ -受体	25-400 mg	酒石酸盐: 4 h 琥珀酸盐: 3-7 h	肝脏压、	VT、PVC	心动过缓、AV传导阻滞、低血压、恶心、头晕	心率、血压	重度心动过缓和/或高度 AV 传导阻滞，无起搏器，失代偿性 HF、心源性休克、重症肌无力
	普萘洛尔	非选择性 BB	80-320 mg PVC、	3-6 h	肝脏	VT、LQTS	心动过缓、AV传导阻滞、低血压、恶心、头晕 支气管痉挛		重度心动过缓和/或高度 AV 传导阻滞，无起搏器，失代偿性 HF、心源性休克、重症肌无力
	纳多洛尔	非选择性 BB	40-120 mg PVC、	20-24 h	肾脏	VT、LQT S、CPVT	心动过缓、房室传导阻滞、低血压、恶心、头晕、支气管痉挛		重度心动过缓和/或高度房室传导阻滞，无起搏器，失代偿性 HF、心源性休克、重症肌无力
III 类 Kr、I Kr1、	胺碘酮	I Na、I Ca、I Kr3、I to3、 $\alpha 1$ 、 β	200-400 mg 负荷剂量: 600-1200 mg/24 h 8-10 天	4-14 周龄 缓、	肝脏	VT、VF、PVC	DFT 升高、低血压、心动过缓、房室传导阻滞、QT 间期延长、TdP（罕见）、甲状腺功能减退症/甲状腺功能亢进症、恶心、光敏性、皮肤变色、周围神经病变、震颤、肝炎、肺纤维化/肺炎	心率、血压、ECG（QT 间期）、肝功能	重度心动过缓和/或高度 AV 传导阻滞，无起搏器，失代偿性 HF、心源性休克
	索他洛尔 延长，	I Kr、 β	160-640 mg	12 h	肾脏	VT、VF、PVC	心动过缓、房室传导阻滞、QT 间期 TdP、低血压、恶心、头晕、支气管痉挛	心率、血压、ECG（QT 间期）	重度心动过缓和/或高度 AV 传导阻滞，无起搏器，失代偿性 HF、心源性休克 重度心动过缓和/或高度房室传导阻滞，无起搏器，失代偿性 HF、心源性休克、重症肌无力
IV 类 药物，	维拉帕米	I Ca	120-480 mg	3-7 h		束状 VT	心动过缓、房室传导阻滞、负性肌力	心率、血压、肝功能	
低血压									

BB, β 受体阻滞剂; BrS, Brugada综合征; CPVT, 儿茶酚胺能多态性室性心动过速; ECG, 心电图; ES, 电风暴; HF, 心力衰竭; IVF, 特发性室颤; LQT, 长QT; LQTS, LQT综合征; PVC, 室性早搏复合波; QTc, 校正QT; SHD, 结构性心脏病; SQT, 短QT; TdP, 尖端扭转型室性心动过速; VF, 室颤; VT, 室性心动过速。

这些患者出现心肌抑制和右心室（和左心室）衰竭，因此在该人群中也必须谨慎。

9.2.2. 原发性电疾病的长期药物治疗

β 受体阻滞剂仍然是 LQT 综合征长期治疗的基石，非选择性药物（普萘洛尔，首选长效和纳多洛尔，通常分别从 80 mg 和 40 mg 每日1次开始）被证明更有效。²⁸⁵值得注意的是，的 BB 不仅作为一组，而且作为给定药物（如纳多洛尔和普萘洛尔 > 阿替洛尔和美托洛尔）可能取决于 LQTS 基因型 (LQT1 > LQT2 ≥ LQT3)。²⁸⁶

美西律或雷诺嗪可用于3型 LQTS 和美西律也可能发生在其他 LQTS 亚型中。²⁸⁷⁻²⁸⁹如果尽管最佳 β -受体阻滞剂，但充分的 ICD 干预或 ES 发作复发，则 LCSD 可有效预防 LQTS 中的VA（见第8.2.8节）。^{216, 218, 219}

药物治疗在 BrS 中的作用有限，但奎尼丁在预防VA（起始剂量为250或300 mg bid）、ES和频繁 ICD 电击方面有益。²⁹⁰在随机 QUIDAM 研究中，氢化奎尼丁似乎可有效预防危及生命的VA，但代价是频繁（68%，主要是胃肠道）出现副作用²⁹¹。

儿茶酚胺能多态性室性心动过速对 BB 反应良好；接受 BB 期间发生复发性晕厥或双向 VT 的患者可能从加用氟卡尼中获益²⁹²⁻²⁹⁴。如果尽管使用了药物，VA仍复发，则可选择左心去交感神经术²¹⁶。在 ERS 和 IVF ES 患者中，奎尼丁可预防VA¹⁹⁷。氢化奎尼丁长期治疗可有效治疗短 QT 综合征，但数据有限。^{295,296}

植入式心律转复除颤器治疗适用于但是，在二级预防或心律失常性晕厥的情况下，除非有明确的心律失常触发因素（即 LQTS 中的药物使用）。¹

9.3. 导管消融防止电风暴复发

VA 的导管消融越来越多，并且提供了 AAD 治疗的替代方案，尤其是在 AAD 不耐受、无效或不希望的情况下。大多数消融结局数据来自在经验丰富的中心接受治疗的cCAD、DCM 亚组或 ARVC 患者。

手术风险和预期结局取决于个体患者特征（包括特定的基础病因、基质位置和范围、共病、既往手术和既往消融尝试）以及治疗中心和术者的经验。建议为患者提供关于程序方面、风险和共同决策预期结果的详细信息。

9.3.1. 缺血性心脏病

虽然缺血性心脏病 (IHD) 是最常见的 ES 底物之一，但阐述 ES 稳定后 CA 获益的可用数据有限。对随机临床试验（包括 SMS、VANISH、CALYPSO、VTACH、SMASH VT 试验和最近的 BERLIN VT 试验）的系统性审查表明，CA可显著降低 ES 和适当 ICD 治疗（包括 ICD 电击）的发生率²⁹⁷⁻³⁰¹。值得注意的是，CA可有效控制对 AAD 耐药的VA^{302, 303}，比胺碘酮递增或美西律辅助治疗更有效。^{264,299,300,304,305}一项回顾性观察性研究表明，早期 CA 在 VT 和 ES 复发、医源性并发症方面优于初始药物治疗，心血管住院和住院累积天数。³⁰⁶没有足够的数据评估 CA 降低 ES 患者死亡率的作用。虽然在 RCT 的荟萃分析中 CA 未显著改善生存率或心血管住院率，但非随机研究报告了生存获益。^{14,186,307,308}

在病情稳定的 cCAD 患者中，建议长期接受胺碘酮治疗时出现 ES，建议进行RFCA。^{299,300}在未长期接受胺碘酮治疗的患者中，根据患者的特征、合并症和偏好，CA可能是适当的。¹⁸⁷

9.3.2. 非缺血性心肌病

NICM ES 患者由不同表型的异质性组组成，包括 DCM、HCM 和 ARVC 表型。特别是，DCM可能是由于遗传或获得性病因所致。尚不清楚 CA 是否有利于预防 NICM 患者的 ES 复发。接受 VT 消融的 NICM 患者的 VA 复发率高于 cCAD 患者。³⁰⁹在不同的非缺血性病因中，RFCA后的结局不同，并且 HCM、心脏瓣膜病、（活动性）CS 和遗传性 DCM 患者的结局较差。这通常归因于更复杂的 VA 基质（例如，更多的壁内、心外膜和间隔受累）以及疾病进展。³¹⁰⁻³¹²观察性数据表明，在选定的患者中，与药物治疗相比，CA可能与较低的住院死亡率相关。³¹³

是否追求心内膜或心外膜消融可因-符合特定病因和疑似疾病底物。ARVC患者可能从心外膜-心内膜消融策略中获益更多。³¹⁴在由 Chagas 病引起的 VT 的首次手术中，也可考虑心外膜-心内膜联合消融，因为心外膜瘢痕通常比大量心外膜回路的心内膜瘢痕更广泛。^{315,316}在长期 AAD 治疗下表现为 ES 的稳定 NICM 患者中，室性心动过速消融可能是适当的。对于根据术前评估预期 RFCA 可接近的 ARVC、慢性心肌炎或 VT 基质位置的个体患者，应仔细讨论该治疗选择作为长期 AAD 治疗的替代方案。

但是，考虑到复杂手术，通常需要心外膜-心内膜入路和挽救策略，尤其是对于深壁内基质，建议将这些患者转移到高容量、有经验的中心。

9.3.3. 原发性电疾病

在 PED 中，CA不是一线选择。然而，最近的进展引起了人们对 BrS 中心外膜心律失常 RVOT 底物消融的兴趣。Nademanee 等人，^{317,318}开展了一项哨兵研究，证明心外膜 RVOT CA 是症状性高危患者的可行选择，随后开展了一系列意大利研究和一项国际队列的长期随访研究^{319, 320}。这些研究显示了高成功率（长期）和低并发症发生率。然而，应当指出的是，这些程序是在经验丰富的高容量中心进行的。在考虑将有症状甚至无症状患者的预防性 CA 作为 ICD 置入的辅助治疗之前，需要进行进一步研究，包括前瞻性随机研究。³²¹

已发表了在 LQTS 患者中成功进行 CA 的初步报告。³²²在 4例接受标测的患者中，3例异位起源于 LV 中的特殊传导系统（前束和后束支）。在最近的一项研究中，Pappone 等人³²³在小系列 LQTS 患者中发现了 RV 心外膜的电生理异常。在平均随访1年期间，消除这些异常电活动可成功预防恶性 VA 复发。采用这种方法需要进一步研究。

在 CPVT 中，最近的实验研究表明，心室异位的浦肯野纤维相关起源。³²⁴然而，在偶然患者中进行的临床研究尚无定论，证明浦肯野纤维起源存在于一些但并非所有病例中。⁶³

在接受 ERS 和 IVF 的耐药病例中，如果在有经验的中心进行，相似的 PVC 触发VF，则可能与 CA 有关。³²⁵

9.4. 自主神经调节

电风暴复发很常见，尤其是在急性事件后的第一年内。除急性期，^{249,326}外，交感神经对交感神经失衡的促心律失常作用仍可能发挥重要作用，因此适合开始长期 **BB** 治疗。^{26,149}虽然 **SGB** 和 **TEA** 通常被认为是具有一过性效应的急性干预³²⁷，但手术或胸腔镜左侧或双侧 **CSD** 导致永久性传入和传出**CSD**（见第8.2.8节）。）。

10. 心理咨询

在**24-87%**的 **ICD** 患者中观察到抑郁和焦虑症状，并影响精神和功能生活质量。³³⁰对接受 **ICD** 电击的担忧和 **ICD** 电击经历都会造成心理痛苦。低龄（< 50岁）、无 **ICD** 电击以及对其心脏状况或器械了解不足与痛苦增加相关。³³⁰在丹麦试验的近期亚组分析中，随访期间的电击与抑郁、焦虑和 **ICD** 问题相关。³³¹抑郁和焦虑与 **HF** 患者的死亡率增加相关，³³²和焦虑与 **ICD** 患者 **VA** 风险增加相关。³³³因此，建议将心理咨询作为 **ES** 患者多学科治疗的一部分。值得注意的是，在最近一项 **EHRA**-启动的调查中，仅**46%**接受调查的欧洲电生理学 (**EP**) 中心将患者转诊至 **ES** 后心理咨询。³³⁴

11. 特殊患者人群

11.1. 植入左心室辅助装置的患者

室性心律失常和 **ES** 在植入 **LV** 辅助器械 (**LVAD**) 的患者中很常见，报告的发生率为**20-50**例。

建议表 7SHD 患者在初始稳定后出现 ES 的长期治疗		
证据强度		
根据最新的 ESC HF 管理指南，优化 HFrEF 患者的 HF 治疗，包括 BB 、 ACE 抑制剂/ ARB / ARNI 、 MRA 和 SGLT-2 抑制剂 ^{120,250-252,254}	随	
如果在长期胺碘酮治疗期间 MSVT 引起的 ES 复发，则在 cCAD 患者中进行 CA ，而不是 AAD 药物递增 ^{264,299}	随机对照试验	
如果 AAD 禁忌、不耐受或不需要，对 cCAD 和 MSVT 所致 ES 患者进行 CA ^{302,303}	对照试验	
可能适合做 胺碘酮和 BB 长期治疗（根据临床情况选择 BB ）可能有助于预防 ES 复发 ^{263, 265, 328}	OB	

续

建议表7 续

证据强度		
在 MSVT 所致 ES 的 cCAD 患者中，提供 CA 作为一线治疗可能是适当的，前提是手术是在有经验的患者中进行的 研究中心 ^{185, 301, 306}	OB	
如果 AAD 治疗后 MSVT 导致的 ES 复发，并且如果 AAD 禁忌或不耐受，只要该程序在有经验的中心 ^{185,313} 进行，则对 NICM 患者进行 CA 可能是适当的	OB S	
在尽管接受了药物治疗和 CA 和/或未接受 CA 的心律失常复发/ ES 患者中，进行左侧或双侧手术或胸腔镜 CSD 以降低缺血和 NICM 患者的 MSVT 和 PVT 负担可能是适当的		
CA ^{213, 224-226} 的候选者		

建议表8稳定原发性心电疾病中 ES 的长期治疗

证据强度		
对植入 ICD 的 LQTS 或 CPVT 患者进行 LCSD ，这些患者有 BB 症状且经历多次电击或 ES 难治或对药物不耐受 ²¹⁶⁻²¹⁹	OB	
可能适合做 奎尼丁治疗可能适用于复发性 ICD 电击的 BrS 患者或 ES ^{290,291,329}	OB S	
在 ERS 、 PVC 触发的 VF 或 IVF 患者中，奎尼丁联合 ICD 可能适用于 ES 或复发性 VF ^{197,325}		
由经验丰富的电生理学家进行导管消融可能适用于 ERS 或 IVF 患者，这些患者由类似因素触发 VF 复发药物治疗无效的 PVC ^{197,325}	OB S	
触发 PVC 和/或 RVOT 心外膜基质的导管消融可能适用于患有 ES 或	OB S	
反复适当 ICD 电击 ³¹⁷⁻³¹⁹		

和9%。³³⁶⁻³³⁸LVAD患者的室性心律失常通常耐受良好，尤其是在连续血流LVAD患者中。然而，ES后的短期死亡率较高，意识清醒时ICD电击复发值得关注。³³⁸⁻³⁴⁰LVAD患者的室性心律失常可能是由于抽吸所致，可通过改变涡轮速度进行管理。³⁴¹标测研究表明，大多数MSVT与心尖流入道插管无关，而是与远端内在心肌瘢痕有关。^{341,342}在没有或有LVAD的患者之间，抗心律失常药物治疗、镇静和自主调节控制ES没有差异。

来自经验丰富小组的小型病例系列报告，症状严重的ES或复发性ICD电击患者在RFCA后出现不良结局，通常发生在AAD失败后。^{341,342}实际考虑因素包括以下内容：血管入路和血压监测期间缺乏脉动性外周血流，以及

用了各种方法，并避免了复发性VT诱导。静息时有重度HF症状(NYHA IV)的患者通常从评价CA的RCT中排除，或与NYHA III级患者合并使用。虽然VT消融不能降低cCAD患者的死亡率，但在随访期间减少VT复发和ES方面优于抗心律失常药物的剂量递增。²⁶⁴功能分级I至III级的获益一致。在了一项包含1365例患者的大型国际VT消融登记研究中，纳入了111例NYHA IV级患者³⁴⁵。尽管急性并发症无显著差异，但NYHA IV级患者需要更多的血液动力学支持且住院死亡率更高。晚期HF患者在VT消融术期间发生急性失代偿的风险较高，这与高死亡风险相关。¹⁷⁸晚期HF患者需要多学科团队来决定ES的紧急管理以及他们是否是MCS的候选者(见第8.2.6节)。)、LVAD(见第11.1节)或心脏移植。建议对DCM、LVEF≤32%和初始治疗后早期VT复发的患者进行晚期HF管理的早期评估考虑到死亡率较高，ES的初次消融来自心律失常结局。²⁶⁶

建议表9告知患者、临终问题和心理辅导		
	证据	强度
建议执行		
向患者提供关于程序方面、风险和预期结果的详细信息，供分享 在进行CA之前做出决策，或 任何侵入性治疗（如可能）	骨桥蛋白	
心理咨询被建议作为 ES患者的多学科护理 ^{331,335}	OBS	
在存在严重共病的情况下，尤其是在ES 复发和难治性终末期HF的情况下，应 与患者和家属就ICD失活的选择进行 知情讨论	骨桥蛋白	

可能没有主动瓣开放，有利于经间隔入路。还应考虑LVAD插管/im-螺旋桨中导管截留的理论风险以及HeartMate 3对体表ECG和标测的显著噪声干扰。³⁴³LVAD提供的机械血液动力学支持通常允许建议将患者转诊至有LVAD和VA患者管理经验的专科中心。

11.2. 晚期心力衰竭患者

晚期HF患者发生VA、³⁴⁴HF相关再发住院和死亡的风险较高。室性心律失常和ES可能是终末期HF的结果，但也可能使心脏功能恶化。必须与HF专家和心胸外科医生密切合作优化HF治疗，以确定从晚期HF治疗（包括LVAD和心脏移植）中获益的患者。由于几乎所有AAD的负性肌力作用，抗心律失常药物治疗受到限制。在选定的病例中，胺碘酮和美西律可有效。导管消融提供了一种替代方法，尤其是基于基质的消融

采

12. 何时不进行介入治疗

在晚期疾病患者或晚期心脏病患者中，需要考虑的治疗类型、侵入性治疗的预期手术成功以及患者和家属的护理意愿和目标非常重要。在存在严重共病的情况下，尤其是在复发性ES的情况下，建议采用整体方法，并与患者和家属就ICD失活的选择以及缓解痛苦和提供患者舒适度的治疗进行知情讨论。

利益冲突：Radosław Lenarczyk-无需声明，Katja Zeppenfeld-无需声明，Jacob Tfelt-Hansen-本人或其所在机构就本研究提供的支持-John and Birte Meyer Family Foundation，任何其他资金支持：Johnson and Johnson, Microport, Cytokinetics and Leo Pharma, Frank R. Heinzel-无需声明，Thomas Deneke 演讲者 酬金 -Biotronik, Abbott, Biosense Webster，投票成员德国心脏病学会领导团队，Elena Ene-Johnson & Johnson 的差旅和 监督酬金，Christian Meyer-Abbott：演讲者，Biotronik：顾问，Biosense Webster：顾问，Boston Scientific：顾问，演讲者，Arthur Wilde-副主编Heart Rhythm，ArthB LEAP试验（未支付），成员科学顾问委员会 ARMGO&ThryvTherapeutics（未支付），Elena Arbelo-拜耳和 Biosense Webster 顾问，Eena JzedrczyoEwa-无需声明Aense bag-无声明，Markus Stühlinger-演讲者酬金 (Biotronik, Medtronic)，Luigi di Biase-Biosense Webster、Stereoaxis 和 I-Rhythm 的顾问，已收到Biosense Webster、St. Jude Medical（现为 Abbott）、Boston Scientific、Medtronic、Biotronik、Atricure、Baylis 和 Zoll、Marmar Vaseghi 的演讲者酬金 / 差旅 - 授予 NIH R01HL1706262、NIH R01HL148190，Zoll Inc. Medtronic Inc.和Biosense Webster Inc.的教育演讲/课程/研讨会酬金，NeuJose Cures Inc.、Ohad Ziv-无披露，Petam-Fernando Bautista-Vargas-无声明，Saurabh Kumar-无声明，Narayanan Nambodiri-无声明，Benhur Denhur Henz-无声明，Montero Cabezas-Shockwave-研究经费，Peolos-Pea, Inc.-同意，Willia-Prostrense, Inc.

CPVTD307H 患者的心肌细胞对 β -肾上腺素能刺激具有致心律失常性。 *J Cell Mol Med* 2012;**16**:468–82.

41. Willis BC, Pandit SV, Ponce-Balbuena D, Zarzoso M, Guerrero-Serna G, Limbu B *et al.*

与儿茶酚胺能多形性室性心动过速小鼠的心室肌细胞相比，浦肯野细胞内组成性 **na⁺** 过量在较低水平的应激下促进心律失常的发生。 *Circulation* 2016;**133**:2348–59.

42. Kaufman ES. 遗传性通道病的机制和临床管理：长 QT 综合征、Brugada 综合征、儿茶酚胺能多态性室性心动过速和短 QT 综合征。 *HeartRhythm* 2009;6:S51-5.
43. Antzelevitch C, Pollevick GD, Cordeiro JM, Casis O, Sanguinetti MC, Aizawa Y et al. 心脏钙通道功能丧失性突变是一种新的临床疾病的基础，其特征为 ST 段抬高、短 QT 间期和心源性猝死。 *Circulation* 2007;115:442-9.
44. Aizawa Y, Sato M, Ohno S, Horie M, Takatsuki S, Fukuda K et al. 非 Brugada 型特发性心室颤动中纤维性事件的昼夜节律模式，重点是 J 波。 *HeartRhythm* 2014;11:2261-6.
45. Miyazaki H, Nakagawa M, Shin Y, Wakisaka O, Shinohara T, Ezaki K et al. 特发性室颤患者和对照受试者的自主 J 波调节比较。 *Circ* 2013;77:330-7.
46. Ali SH, Nilsson KR. 2019 年 Brugada 综合征和冠状病毒病患者的电风暴。 *J Clin Card Rhythm Manag* 2022;13:5019-23.
47. Chen M, Xu DZ, Wu AZ, Guo S, Wan J, Yin D et al. 伴随 SK 电流激活和钠电流抑制可引起 J 波综合征。 *J Clin Invest* 2018;3:e122329.
48. Antzelevitch C. Role of spatial dispersion of repolarization in inherited and acquired sudden cardiac death syndromes. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2007;293:H2024-38.
49. Miles C, Asimaki A, Ster IC, Papadakis M, Gray B, Westaby J et al. Brugada 综合征患者的双心室心肌纤维化和猝死。 *J Am Coll Cardiol* 2021;78:1511-21.
50. Martini B, Nava A, Thiene G, Buja GF, Canciani B, Scognamiglio R et al. 无明显心脏病的室室纤维化：6 例病例的描述。 *Am Heart J* 1989;118:1203-9.
51. Haïssaguerre M, Duchateau J, Dubois R, Hocini M, Cheniti G, Sacher F et al. 特发性室颤：浦肯野系统和心肌微结构异常的作用。 *JACC Clin Electrophysiol* 2020;6:591-608.
52. 蒋 S, 尹 X, 董 C, 夏 Y, 刘 J. 室颤时 Brugada 综合征伴电风暴的心外膜射频消融：病例报告。 *Med. (Baltim.)* 2017;96:e8688.
53. Shelke A, Tachil A, Saggi D, Jesuraj ML, Yalagudri S, Narasimhan C. Catheter ablation for electrical storm in Brugada syndrome: results of substrate based ablation. *Indian Heart J* 2018;70:296-302.
54. Haïssaguerre M, Nademanee W, Hocini M, Duchateau J, André C, Laverne T et al. The Spectrum of idiopathic ventricular fibrillation and J-wave syndromes: novel map-ping insights. *Card Electrophysiol Clin* 2019;11:699-709.
55. Qifang L, Jing H, Yidong Z, Long Y. Ablation of premature ventricular contraction triggering ventricular fibrillation in apatient with early repolarization syndrome. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2021;26:e12792.
56. Yoon N, Patocskai B, Antzelevitch C. Epicardial substrate as a target for radiofrequency ablation in an experimental model of early repolarization syndrome. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2018;11:e006511.
57. Miles C, Boukens BJ, Scrocco C, Wilde AAM, Nademanee K, Haïssaguerre M et al. 心外膜下心肌病：基础疾病 J 波综合征和特发性室颤。 *Circulation* 2023;147:1622-33.
58. Hoogendijk MG, Potse M, Vinet A, de Bakker JM, Coronel R. ST 段抬高（电流-负载不匹配）：实验和计算研究。 *HeartRhythm* 2011;8:111-8.
59. Brugada R, Hong K, Dumaine R, Cordeiro J, Gaita F, Borggrefe M et al. 与 HERG 突变相关的短 QT 综合征相关的猝死。 *Circulation* 2004;109:30-5.
60. Bellocq C, van Ginneken AC, Bezzina CR, Alders M, Escande D, Mannens MM et al. KCNQ1 基因突变导致短 QT 间期综合征。 *Circulation* 2004;109:2394-7.
61. Almahameed ST, Kaufman ES. 特发性室颤：诊断、触发因素消融、知识空白和未来方向。 *J Clin Card Rhythm Manag* 2020;11:4135-46.
62. Xiao L, Koopmann TT, Ördög B, Postema PG, Verkerk AO, Iyer V et al. 独特的心脏浦肯野纤维瞬向外向电流 β 亚基组成：与特发性室颤的潜在分子联系。 *Circ Res* 2013;112:1310-22.
63. Wilde AAM, Garan H, Boyden PA. 浦肯野系统在遗传性心律失常中的作用。 *HeartRhythm* 2019;16:1121-6.
64. Inoue H, Zipes DP. 犬心脏冠状动脉结扎后传出交感神经和迷走神经支配的时程。 *Circ Res* 1988;62:1111-20.
65. Cao JM, Fishbein MC, Han JB, Lai WW, Lai AC, Wu TJ et al. 区域心脏神经支配与室性心律失常之间的关系。 *Circulation* 2000;101:1960-9.
66. Vaseghi M, Lux RL, Mahajan A, Shivkumar K. Sympathetic stimulation increases dispersion of repolarization in humans with myocardial infarction. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2012;302:H1838-46.
67. Sridharan A, Bradfield JS, Shivkumar K, Ajijola OA. 器质性心脏病的自主神经系统和心律失常。 *Auton Neurosci* 2022;243:103037.
- erring N, Cranley J, Lokale MN, Li D, Shanks J, Alston EN et al. 心脏交感神经递质甘丙肽可减少乙酰胆碱释放和迷走神经性心动过缓：对心脏兴奋性神经控制的影响。 *J Mol Cell Cardiol* 2012;52:667-76.
69. Paul M, Wichter T, Kies P, Gerss J, Wollmann C, Rahbar K et al. 源性右心室心肌病和复发性室性快速性心律失常风险基因型患者的心脏交感神经功能障碍。 *J Nucl Med* 2011;52:1559-65.
70. Tilz RR, Lin T, Eckardt L, Deneke T, Andresen D, Wieneke H et al. 室性心动过速导管消融术后消融结局和死亡率预测因素：来自德国多中心消融登记研究的数据。 *J Am Heart Assoc* 2018;7:e007045.
71. Wood MA, Simpson PM, Stambler BS, Herre JM, Bernstein RC, Ellenbogen KA. 室性快速性心律失常的长期时间模式。 *Circulation* 1995;91:2371-7.
72. Bansch D, Bocker D, Brunn J, Weber M, Breithardt G, Block M. Clusters of ventricular tachycardias signify impaired survival in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy and implantable cardioverter defibrillators. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:566-73.
73. Gatzoulis KA, Andrikopoulos GK, Apostolopoulos T, Sotiropoulos E, Zervopoulos G, Antoniou J et al. 电风暴是植入式除颤器治疗时代不良长期结果的独立预测因素。 *Europace* 2005;7:184-92.
74. Kowligi GN, Cha YM. 室室电风暴的管理：当代评价。 *Europace* 2020;22:1768-80.
75. Dubner S, Valero E, Pesce R, Zuelgaray JG, Mateos JC, Filho SG et al. 一项植入型心律转复除颤器的拉丁美洲登记研究：ICD-LABOR 研究。 *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2005;10:420-8.
76. Koizumi T, Kamada R, Watanabe M, Yokoshiki H, Temma T, Hagiwara H et al. 结构性心脏病患者电风暴后心血管死亡率的预测因素。 *J Cardiol* 2022;80:167-71.
77. Weidner K, Behnes M, Schupp T, Hoppner J, Ansari U, Mueller J et al. 慢性肾脏疾病在电风暴中损害预后。 *J Interv Card Electrophysiol* 2022;63:13-20.
78. Weidner KJ, Schupp T, Rusnak J, Muller J, Taton G, Reiser L et al. 年龄和性别对电风暴患者的预后影响。 *Cardiol J* 2023;30:204-13.
79. Sweeney MO, Sherfese L, DeGroot PJ, Wathen MS, Wilkoff BL. 室性心律失常电治疗类型对植入心律转复除颤器患者死亡率影响的差异。 *HeartRhythm* 2010;7:353-60.
80. Biton Y, Daimee UA, Baman JR, Kutiyfa V, McNitt S, Polonsky B et al. 适宜除颤电击和抗心动过速起搏对轻度心力衰竭患者的预后意义。 *J Am Heart Assoc* 2019;8:e010346.
81. Priori SG, Blomstrom-Lundqvist C, Mazzanti A, Blom N, Borggrefe M, Camm J et al. 2015 ESC 室性心律失常患者管理和心源性猝死预防指南：欧洲心脏病学会 (ESC) 室性心律失常患者管理和心源性猝死预防工作组。批准人：欧洲儿科和先天性心脏病协会 (AEPC)。 *Eur Heart J* 2015;36:2793-867.
82. Conti S, Pala S, Biagioli V, Del Giorno G, Zucchetti M, Russo E et al. 电风暴：临床和电生理概述。 *World J Cardiol* 2015;7:555-61.
83. Al'Aref SJ, Ip JE, Markowitz SM, Liu CF, Thomas G, Frenkel D et al. 有和无器质性心脏病患者中乳头肌与束状和二尖瓣环室性心律失常的鉴别。 *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2015;8:616-24.
84. Tchou P, Mehdizad AA. 束支折返性室性心动过速。 *Pacing Clin Electrophysiol* 1995;18:1427-37.
85. Mazur A, Kusnec J, Strasberg B. 束支折返性室性心动过速。 *Indian Pacing Electrophysiol J* 2005;5:86-95.
86. Valles E, Bazan V, Marchinski FE. 确定非缺血性心脏病心外膜室性心动过速的 ECG 标准。 *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2010;3:63-71.
87. Berruezo A, Mont L, Nava S, Chueca E, Bartholomay E, Brugada J. Electrocardiographic recognition of the epicardial origin of ventricular tachycardias. *Circulation* 2004;109:1842-7.
88. Reithmann C, Fiek M, Aynur Z, Ulbrich M. Electrocardiographic criteria of epicardial ventricular tachycardia with anterior origin. *Clin Res Cardiol* 2019;108:254-63.
89. Nakamura T, Schaeffer B, Tanigawa S, Muthalaly RG, John RM, Michaud GF et al. 在有和无器质性心脏病的患者中多形性室性心动过速/室颤的导管消融。 *HeartRhythm* 2019;16:1021-7.
90. Skogestad J, Aronsen JM. 低钾血症诱导的心律失常和心力衰竭：治疗的新观点和启示。 *Front Physiol* 2018;9:1500.
91. Schupp T, Behnes M, Zworowsky MV, Kim SH, Weidner K, Rusnak J et al. 在 ICD 植入者中，低钾血症（而非高钾血症）与室性快速性心律失常复发相关。 *Clin Lab* 2020;66:e190645.
92. Erdogan HI, Gul EE, Gok H, Nikus KC. 胺碘酮诱导的甲状腺毒症引起的治疗抵抗性室性心动过速：电风暴病例报告。 *Am J Emerg Med* 2012;30:2092.e5-7.
93. Kruse JM, Enghard P, Schroder T, Hasper D, Kuhnle Y, Jorres A et al. 成功复苏后，肌钙蛋白、肌酸激酶和肌酸激酶-MB 在诊断或排除心肌梗死方面的诊断性能较弱。 *Int J Cardiol* 2014;173:216-21.

94. Ouali S,Guermazi O,Ben Halima M,Boudiche S,Khedher N,Adeljalil F et al.室性心动过速揭示药物滥用诱导的心肌炎: 2例病例报告。 *Clin CaseRep* 2018;6:1225-9.
95. Dominic P,Ahmad J,Awwab H,Bhuiyan MS,Kevil CG,Goeders NE et al.兴奋剂药物滥用与心律失常。 *Circ ArrhythmElectrophysiol* 2022;15:e010273.
96. Byrne RA,Rossello X,Coughlan JJ,Barbato E,Berry C,Chieffo A et al.2023 ESC 急性冠脉综合征管理指南。 *g Ital Cardiol(Rome)* 2024;25:e1-e112.
97. Arias MA,Peinado R,Sanchez AM,Merino JL.通过冠状动脉内注射 X 线造影剂急性控制的持续性室性心动过速。 *Am JEmergMed* 2006;24:290-2.
98. Ammirati E,Frigerio M,Adler ED,Basso C,Birnie DH,Brambatti M et al.Management of acute myocarditis and chronic inflammatory cardiomyopathy:an expert consensusdocument. *Circ HeartFail* 2020;13:e007405.
99. Peretto G,Busnardo E,Ferro P,Palmisano A,Vignale D,Esposito A et al.FDG-PET 扫描在心律失常性心肌炎中的临床应用。 *JACC Cardiovasclmaging* 2022;15:1771-80.
100. Hoogendoorn JC,Venlet J,Out YNJ,Man S,Kumar S,Sramko M et al.心前区 R'波: 在室性心动过速患者中区分心脏结节病和致心律失常性右心室心肌病的新指标。 *HeartRhythm* 2021;18:1539-47.
101. Sweeney MO,Ruetz LL,Belk P,Mullen TJ,Johnson JW,Sheldon T. Bradycardia pacing-induced short-long-short sequence at the onset of ventricular tachyarrhythmias: a possible mechanism of proarrhythmia? *J Am CollCardiol* 2007;50:614-22.
102. Tseng ZH,Hayward RM,Clark NM,Mulvanny CG,Colburn BJ,Ursell UrPC et al.植入心脏电子设备的患者猝死。 *JAMA InternMed* 2015;175:1342-50.
103. Yamamoto T,Takayama M,Sato N,Yodogawa K,Iwasaki YK,Kato K et al.院内室颤期间使用的自动体外除颤器分析不当。 *Circ* 2008;72:679-81.
104. Guerra F,Palmisano P,Dell'Era G,Ziacchi M,Ammendola E,Bonelli P et al.植入式心律转复除颤器程控和电风暴: ICD患者长期结局的观察性登记研究 (OBSERVO-ICD) 的结果。 *HeartRhythm* 2016;13:1987-92.
105. Lusebrink U,Dunker D,Hess M,Heinrichs I,Gardiwal A,Oswald H et al.具有主要预防性植入式心律转复除颤器适应症的心力衰竭患者中慢性室性心动过速的临床相关性。 *Europace* 2013;15:820-6.
106. Sadoul N,Mietzko R,Anselme F,Bowes R,Schols W,Kouakam C et al.植入型心律转复除颤器接受者中慢性室性心动过速的发生率和临床相关性: 一项国际多中心前瞻性研究。 *Circulation* 2005;112:946-53.
107. Geri G,Dumas F,Bougouin W,Varenne O,Daviaud F,Pene F et al.院外心脏骤停后, 即时经皮冠状动脉介入治疗可改善短期和长期生存率。 *Circ Cardiovasclnterv* 2015;8:e002303.
108. Vyas A, Chan PS, Cram P, Nallamotheu BK, McNally B, Girotra S. 院外心脏骤停后的早期冠状动脉造影和生存率。 *Circ Cardiovasclnterv* 2015;8:e002321.
109. Crowley CP,Salciiccioli JD,Kim EY.ACLS指南偏离与院内心脏骤停结局之间的相关性。 *Resuscitation* 2020;153:65-70.
110. Soar J,Bottiger BW,Carli P,Couper K,Deakin CD,Djarv T et al.欧洲修复委员会指南2021: 成人高级生命支持。 *Resuscitation* 2021;161:115-51.
111. Aggarwal G,Anantha-Narayanan M,Robles J,Bandyopadhyay D,Abed M,Henry BM et al.房颤的外部与内部复律: 一项随机对照试验的荟萃分析。 *J Interv CardElectrophysiol* 2021;16:445-51.
112. Cheskes S,Dorian P,Scales DC.难治性心室纤维性颤动的除颤策略。 回复。 *N Engl JMed* 2023;388:861-3.
113. Wyckoff MH,Greif R,Morley PT,Ng KC,Olasveengen TM,Singletary EM et al.2022年心肺复苏和紧急心血管护理科学国际共识及治疗建议: 基本生命支持总结; 高级生命支持; 儿科生命支持; 新生儿生命支持; 教育、实施和团队; 以及急救工作组。 *Resuscitation* 2022;181:208-88.
114. Conrad SA,Broman LM,Taccone FS,Lorusso R,Malfetheriner MV,Pappalardo F et al.The Extracorporeal Life Support Organization Maastricht Treaty for nomenclature in Extracorporeal Life Support.体外生命支持组织的立场文件。 *Am JRespir Crit CareMed* 2018;198:447-51.
115. Wyckoff MH,Greif R,Morley PT,Ng KC,Olasveengen TM,Singletary EM et al.2022年心肺复苏和紧急心血管护理科学国际共识及治疗建议: 基本生命支持总结; 高级生命支持; 儿科生命支持; 新生儿生命支持; 教育、实施和团队; 以及急救任务组。 *Circulation* 2022;146:e483-557.
116. Soar J,Bottiger BW,Carli P,Couper K,Deakin CD,Djarv T et al. [成人高级生命支持]。 *Notf RettMed* 2021;1:24:406-46.
117. P
- erkins GD, Ji C, Deakin CD, Quinn T, Nolan JP, Scomparin C et al. 一项肾上腺素治疗院外心脏骤停的随机试验。 *N Engl JMed* 2018;379:711-21.
118. Fernando SM, Mathew R, Sadeghirad B, Rochweg B, Hibbert B, Munshi L et al.肾上腺素在院外心脏骤停中的应用: 可电击和不可电击节律的网络荟萃分析和亚组分析。 *胸部* 2023;164:381-93.
119. Mariani S, Napp LC, Lo Coco V, Delnoij TSR, Luermans J, Ter Bekke RMA et al.机械循环支持治疗危及生命的心律失常: 系统综述。 *Int JCardiol* 2020;308:42-9.
120. Al-Gobari M, El Khatib C, Pillon F, Gueyffier Fβ受体阻滞剂用于预防心力衰竭患者的心源性猝死: 随机对照试验的荟萃分析。 *BMC CardiovascDisord* 2013;13:52.
121. Pitt B, White H, Nicolau J, Martinez F, Gheorghiad M, Aschermann M et al.依普利酮可降低左心室收缩功能障碍和心力衰竭患者急性心肌梗死后随机分组后 30 天的死亡率。 *J Am CollCardiol* 2005;46:425-31.
122. Priori SG, Blomstrom-Lundqvist C. 2015 European Society of Cardiology guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death summarized by co-chairs. *Eur HeartJ* 2015;36:2757-9.
123. Cojocar C, Nastasa A, Bogdan S, Iorgulescu C, Deaconu A, Onciul S et al.在药物难治性电风暴中, 非血运重建慢性完全闭塞对基质和消融后再化的影响。 *Front CardiovascMed* 2023;10:1258373.
124. Muller J, Behnes M, Ellguth D, Schupp T, Taton G, Reiser L et al.电风暴患者中冠状动脉疾病和非缺血性心肌病的分布和预后影响。 *Coron ArteryDis* 2022;33:403-12.
125. Wit AL, Alessie MA, Bonke FI, Lammers W, Smeets J, Fenoglio JJ Jr.电生理测定确定早搏诱发实验性室性心动过速的机制。实验方法和证明折返激发的初始结果。 *Am JCardiol* 1982;49:166-85.
126. Alkhalaileh F, Wazni OM, Kiang A, Parker J, Ellis S, Kanj M et al.接受 VT 消融的单形性 VT 电风暴患者的缺血或冠状动脉评价 JACC *ClinElectrophysiol* 2023;9:1890-9.
127. Caforio AL, Pankuweit S, Arbustini E, Basso C, Gimeno-Blanes J, Felix SB et al.心肌炎病因学、诊断、管理和治疗的当前知识状态: 欧洲心脏病学会肌病和心包疾病工作组的立场声明。 *Eur HeartJ* 2013;34:2636-48,48a-48d.
128. Papageorgiou N, P Providência R, Bronis K, Decherer DG, Srinivasan N, Eckardt L et al.导管消融治疗心脏结节病患者的室性心动过速: 系统静态审查。 *Europace* 2018;20:682-91.
129. Frustaci A, Russo MA, Chimenti C. Randomized study on the efficacy of immunosuppressive therapy in patients with virus-negative inflammatory cardiomyopathy: the TIMIC study. *Eur HeartJ* 2009;30:1995-2002.
130. Dello Russo A, Casella M, Pieroni M, Pelargonio G, Bartoletti S, Santangeli P et al.心肌炎后药物难治性室性心动过速: 心内膜和心外膜射频导管消融。 *Circ ArrhythmElectrophysiol* 2012;5:492-8.
131. Roterberg G, El-Battrawy I, Veith M, Liebe V, Ansari U, Lang S et al.发热诱发 Brugada 综合征患者的心律失常事件。 *Ann NoninvasiveElectrocardiol* 2020;25:e12723.
132. Cohen RB, Dai M, Aizer A, Barbhaiya C, Peterson C, Bernstein S et al.心脏骤停后立即出现 QT 间期异常并触发 QT 间期延长。 *Resuscitation* 2021;162:171-9.
133. Lebedz P, Meiners J, Samol A, Wasmer K, Reinecke H, Waltenberger J et al.治疗性低体温期间的心电图变化。 *Resuscitation* 2012;83:602-6.
134. Etheridge SP, Compton SJ, Tristani-Firouzi M, Mason JW.长 QT 综合征的新型口服治疗: 长期口服钾可改善 HERG 突变患者的复极化。 *J Am CollCardiol* 2003;42:1777-82.
135. Tan HL, Alings M, Van Olden RW, Wilde AA.先天性 HERG 相关长 QT 综合征 (LQTS2) 的长期 (亚急性) 钾治疗。 *J CardiovascElectrophysiol* 1999;10:229-33.
136. Eryol NK, Colak R, Ozru I, Tanriverdi F, Unal S, Topsakdogal R et al.钙治疗对低钙血症患者 QT 间期和 QT 离散度的影响。 *Am JCardiol* 2003;91:750-2.
137. Tzivoni D, Banai S, Schuger C, Benhorin J, Keren A, Gottlieb S et al.硫酸镁治疗尖端扭转型室性心动过速。 *Circulation* 1988;77:392-7.
138. Nayak HM, Verdino RJ, Russo AM, Gerstenfeld EP, Hsia HH, Lin D et al.双心室起搏开始后的室性心动过速风暴: 发生率、临床特征、管理和结局。 *J CardiovascElectrophysiol* 2008;19:708-15.
139. Wilkoff BL, Fauchier L, Stiles MK, Morillo CA, Al-Khatib SM, Almendral J et al.2015 h/EHRA/APHRS/SOLAECE 最佳植入式心律转复除颤器程控和测试专家共识声明。 *Europace* 2016;18:159-83.
140. Bundgaard JS, Jacobsen PK, Grand J, Lindholm MG, Hassager C, Pehrson S et al.深度镇静作为室性心律失常风暴确定性治疗的临时桥梁。 *Eur Heart JAcute CardiovascCare* 2020;9:657-64.

141. **Martins RP,Urien JM,Barbarot N,Rieul G,Sellal JM,Borella L et al.**深度镇静在抗心律失常药物难治性顽固性电风暴患者中的有效性。*Circulation* 2020;142:1599-601.
142. **Muser D,Santangeli P,Liang JJ.**结构性心脏病患者室性心动过速风暴的管理。*World JCardiol*2017;9:521-30.
143. **Mulpuru SK,Patel DV,Wilbur SL,Vasavada BC,Furqan T.**Electrical storm and termination with propofol therapy:a case report.*Int JCardiol*2008;128:e6-8.
144. **Ebert TJ,Muzi M,Berens R,Goff D,Kampine JP.**丙泊酚或依托咪酯对麻醉诱导的交感神经反应。*Anesthesiology* 1992;76:725-33.
145. **Smith H,Sinson G,Varelas P.** Vasopressors and propofol infusion syndrome in severehead trauma.*NeurocritCare* 2009;10:166-72.
146. **Sakabe M,Fujiki A,Inoue H.**丙泊酚诱导急性心肌梗死患者的 QT 间期显著延长。*Anesthesiology* 2002;97:265-6.
147. **Mandel JE,Hutchinson MD,Marchlinski FE.**瑞芬太尼-咪达唑仑镇静提供室性心动过速心外膜消融术期间的血流动力学稳定性和舒适度-dia。*J CardiovascElectrophysiol* 2011;22:464-6.
148. **Zhong Q,Kumar A,Deshmukh A,Bennett C.** Dexmedetomidine reduces incidence of ventricular arrhythmias in adult patients:A meta-analysis.*Cardiol ResPract* 2022;2022:5158362.
149. **Chatzidou S,Kontogiannis C,Tsilimigras DI,Georgiopoulos G,Kosmopoulos M,Papadopoulos E et al.**普萘洛尔与美托洛尔治疗植入心律转复除颤器患者电风暴的比较。*J Am CollCardiol* 2018;71:1897-906.
150. **Viskin S, Chorin E, Viskin D, Hochstadt A, Halkin A, Tovia-Brodie O et al.**冠心病患者中奎尼丁反应性多形性室性心动过速。*Circulation* 2019;139:2304-14.
151. **Viskin S,Hochstadt A,Chorin E,Viskin D,Havakuk O,Khoury S et al.**冠心病患者的奎尼丁反应性院外多形性室性心动过速。*Europace* 2020;22:265-73.
152. **Ikeda T,Shiga T,Shimizu W,Kinugawa K,Sakamoto A,Nagai R et al.**超短效 β_1 选择性阻滞剂兰地洛尔治疗复发性血流动力学不稳定室性快速性心律失常患者的疗效和安全性-J-Land II 研究的结局。*Circ* 2019;83:1456-62.
153. **Miwa Y,Ikeda T,Mera H,Miyakoshi M,Hoshida K,Yanagisawa R et al.**地洛尔（一种超短效 β_1 选择性阻滞剂）对 III 类抗心律失常药物难治性电风暴的影响。*Circ* 2010;74:856-63.
154. **Ortiz M,Martin A,Arribas F,Coll-Vinent B,Del Arco C,Peinado R et al.**普鲁卡因胺静脉给药与胺碘酮静脉给药急性治疗可耐受的宽 QRS 心动过速的随机比较: PROCAMIO 研究。*Eur HeartJ* 2017;38:1329-35.
155. **Kerin NZ,Blevins RD,Frumin H,Faitel K,Rubenfire M.** Intravenous and oral loading versus oral loading with amiodarone for chronic refractory ventricular arrhythm-*Am JCardiol*1985;55:89-91.
156. **Gorgels AP,van den Dool A,Hofs A,Mulleneers R,Smeets JL,Vos MA et al.**普鲁卡因胺和利多卡因终止持续性单形性室性心动过速的比较。*Am JCardiol*1996;78:43-6.
157. **Ho DS,Zecchin RP,Richards DA,Uther JB,Ross DL.**lignocaine 与索他洛尔用于急性终止自发性持续性室性心动过速的双盲试验。*Lancet* 1994;344:18-23.
158. **Lie KI,Wellens HJ,van Capelle FJ,Durrer D.** Lidocaine in the prevention of primary ventricular fibrillation.一项212例连续患者的双盲、随机研究。*N Engl JMed*1974;291:1324-6.
159. **Marti-Carvajal AJ,Simancas-Racines D,Anand V,Bangdiwala S.** Prophylactic lidocaine for myocardial infarction.*Cochrane Database SystRev* 2015;2015:CD008553.
160. **Tsuboi M,Chiba S.** Effects of lidocaine on isolated,blood-perfused ventricular con-tractility in the dog.*HeartVessels* 1999;14:289-94.
161. **Antzelevitch C,Burashnikov A,Sicouri S,Belardinelli L.** Electrophysiologic basis for theantiarrhythmic actions of ranolazine.*HeartRhythm* 2011;8:1281-90.
162. **Zareba W,Daubert JP,Beck CA,Huang DT,Alexis JD,Brown MW et al.**Ranolazine in high-risk patients with implanted cardioverter-defibrillators:the RAID trial.*J Am CollCardiol*2018;72:636-45.
163. **Greene M, Newman D, Geist M, Paquette M, Heng D, Dorian P.** ICD患者的电风暴是否是心脏死亡的迹象?室性快速性心律失常集群患者的结局。*Europace* 2000;2:263-9.
164. **Ohgo T,Okamura H,Noda T,Satomi K,Suyama K,Kurita T et al.**与室颤电风暴相关的 Brugada 综合征患者的急性和慢性管理。*HeartRhythm* 2007;4:695-700.
165. **Ten Sande JN,Postema PG,Boekholdt SM,Tan HL,van der Heijden JF,de Groot NM et al.**与 DPP6 基因座相关的家族性特发性室颤的详细特征。*HeartRhythm* 2016;13:905-12.
166. **Watanabe A,Fukushima Kusano K,Morita H,Miura D,Sumida W,Hiramatsu S et al.**低剂量异丙肾上腺素治疗 Brugada 综合征患者反复性室性心律失常。*Eur HeartJ* 2006;27:1579-83.
167. **F**

- urniss G. Isoprenaline and quinidine to calm Brugada VF storm. *BMJ CaseRep* 20122;
2012: bcr0420114156.
168. Jongman JK, Jepkes-Bruin N, Ramdat Misier AR, Beukema WP, Delnoy PP, Oude Luttikhuis H et al. 输注异丙肾上腺素和口服奎尼丁成功治疗 Brugada 综合征中的电风暴。 *Neth HeartJ* 20077;15:151–5.
 169. Maury P, Couderc P, Delay M, Boveda S, Brugada J. Brugada 综合征中的电风暴-使用异丙肾上腺素成功治疗。 *Europace* 2004;6:130–3.
 170. Mok NS, Chan NY, Chiu AC. 奎尼丁治疗电 Brugada 综合征风暴。 *Pacing ClinElectrophysiol* 20044;27:821–3.
 171. Pellegrino PL, Di Biase M, Brunetti ND. 奎尼丁用于治疗 Brugada 综合征和晕厥老年患者的电风暴。 *ActaCardiol* 20133;68:201–3.
 172. Sharif-Kazemi MB, Emkanjoo Z, Tavoosi A, Kafi M, Kheirkhah J, Alizadeh A et al. 妊娠期 Brugada 综合征的电风暴。 *Pacing ClinElectrophysiol* 20111;34:e18–21.
 173. Bun SS, Maury P, Giustetto C, Deharo JC. 短 QT 综合征中的电风暴用异丙肾上腺素完全治疗。 *J CardiovascElectrophysiol* 20122;23:1028–30.
 174. Bellamy D, Nuthall G, Dalziel S, Skinner JR. 儿茶酚胺能多形性室性心动过速: 禁用肾上腺素的心脏骤停。 *Pediatr Crit CareMed* 2019;20:262–8.
 175. Yannopoulos D, Bartos J, Raveendran G, Walser E, Connett J, Murray TA et al. 院外心脏停搏和难治性室颤患者的高级再灌注策略 (arrest): 一项 II 期、单中心、开放性、随机对照试验。 *Lancet* 2020;396:1807–16.
 176. Belohlavek J, Smalcova J, Rob D, Franek O, Smid O, Pokorna M et al. 停搏内转运、体外心肺复苏以及即刻侵入性评估和治疗对难治性院外心脏停搏患者功能神经结局的影响: 一项随机临床试验。 *JAMA* 2022;327:737–47.
 177. Suverein MM, Delnoij TSR, Lorusso R, Brandon Bravo Bruinsma GJ, Otterspoor L, Elzo Kraemer CV et al. 难治性院外心脏停搏的早期体外 CPR。 *N Engl JMed* 2023;388:299–309.
 178. Santangeli P, Muser D, Zado ES, Magnani S, Khetpal S, Hutchinson MD et al. 瘢痕相关室性心动过速导管消融术期间的急性血流动力学失代偿: 发生率、预测因素和对死亡率的影响。 *Circ ArrhythmElectrophysiol* 2015;8:68–75.
 179. Chung FP, Liao YC, Lin YJ, Chang SL, Lo LW, Hu YF et al. 需要机械循环支持的难治性心室电风暴患者的补救消融结局。 *J CardiovascElectrophysiol* 20200;31:9–17.
 180. Enriquez A, Liang J, Gentile J, Schaller RD, Supple GE, Frankel DS et al. 接受电风暴导管消融术的患者围手术期急性血流动力学失代偿的急救心肺支持。 *HeartRhythm* 20188;15:75–80.
 181. Mathuria N, Wu G, Rojas-Delgado F, Shuraih M, Razavi M, Civitello A et al. 在接受室性心动过速导管消融的器质性心脏病患者中抢先和急救使用经皮左心室辅助装置。 *J Interv CardElectrophysiol* 20177;48:27–34.
 182. Muser D, Liang JJ, Castro SA, Hayashi T, Enriquez A, Troutman GS et al. 经皮左心室辅助装置在瘢痕相关室性心动过速导管消融术高风险患者中的预防性应用: 一项倾向性评分匹配分析。 *HeartRhythm* 20188;15:1500–6.
 183. Sroubek J, Vajapey R, Sipko JJ, Soltesz EG, Weiss AJ, Bhargava M et al. 首次用于人体 Impella 5.0/5.5 用于接受 VT 消融的晚期心力衰竭高危患者的经验。 *J Am CollCardiol* 20233;82:469–71.
 184. Luni FK, Zungsontiporn N, Farid T, Malik SA, Khan S, Daniels J et al. 经皮左侧室性心动过速消融术期间的心室辅助装置支持: 当前证据的荟萃分析。 *J CardiovascElectrophysiol* 20199;30:886–95.
 185. Tung R, Xue Y, Chen M, Jiang C, Shatz DY, Besser SA et al. 一线导管消融单形性室性心动过速伴去纤维起搏器植入的心肌病: PAUSE-SCD 随机试验。 *Circulation* 2022;145:1839–49.
 186. Carbucicchio C, Santamaria M, Trevisi N, Maccabelli G, Giraldi F, Fassini G 等 导管消融治疗植入心律转复除颤器患者的电风暴: 一项前瞻性单中心研究的短期和长期结局。 *Circulation* 2008;117:462–9.
 187. Jiménez Candil J, Castro JC, Hernández J, Fernández-Portales J, Durán M, Durán O et al. 电风暴和瘢痕相关左心室功能障碍患者的消融时间和预后。 *Am JCardiol* 2020;136:87–93.
 188. Komatsu Y, Hocini M, Nogami A, Maury P, Peichl P, Iwasaki YK et al. 导管消融的心肌梗死后顽固性室颤风暴。 *Circulation* 2019;139:2315–25.
 189. Knecht S, Sacher F, Wright M, Hocini M, Nogami A, Arentz T et al. 特发性室颤消融的长期随访: 一项多中心研究。 *J Am CollCardiol* 20099;54:522–8.

190. Haissaguerre M, Shah DC, Jais P, Shoda M, Kautzner J, Arentz T et al. 浦肯野传导系统在触发特发性室颤中的作用。 *Lancet* 2002;359:677-8.
191. Brugada J, Berrueto A, Cuesta A, Osca J, Chueca E, Fosch X et al. 非手术经胸心外膜射频消融：持续性室性心动过速的替代治疗。 *J Am Coll Cardiol* 2003;41:2036-43.
192. Darma A, Bertagnolli L, Dinov B, Torri F, Shamloo AS, Lurz JA et al. 长-同期器质性心脏病患者中室性心动过速导管消融术后的术语死亡率。 *Europace* 2020;22:1672-9.
193. Darma A, Bertagnolli L, Weber A, Dinov B, Torri F, Lurz JA et al. 心外膜消融器质性心脏病患者的室性心动过速：一项超过12年的单中心经验。 *Europace* 2021;23:1980-8.
194. Belhassen B, Glick A, Viskin S. 电生理学的长期重现性极值奎尼丁在特发性室颤和 Brugada 综合征患者中的逻辑疗效。 *Pacing Clin Electrophysiol* 2009;32:294-301.
195. Leenhardt A, Glaser E, Burguera M, Nürnberg M, Maison-Blanche P, Coumel P. 尖端扭转型室性心动过速的短偶联变体。特发性室性快速性心律失常谱系中的新心电图实体。 *Circulation* 1994;89:206-15.
196. Aizawa Y, Chinushi M, Hasegawa K, Naiki N, Horie M, Kaneko Y et al. 电风暴在特发性室颤中与早期复极有关。 *J Am Coll Cardiol* 2013;62:1015-9.
197. Haissaguerre M, Sacher F, Nogami A, Komiya N, Bernard A, Probst V et al. 与药物治疗的下外侧早期复极作用相关的复发性室颤的特征。 *J Am Coll Cardiol* 2009;53:612-9.
198. Vaseghi M, Shivkumar K. The role of The autonomic nervous system in sudden cardiac death. *Prog Cardiovasc Dis* 2008;50:404-19.
199. Opthof T, Coronel R, Vermeulen JT, Verberne HJ, van Capelle FJ, Janse MJ. 正常和缺血犬心室不应性的分散：交感神经刺激的作用。 *Cardiovasc Res* 1993;27:1954-60.
200. Priori SG, Mantica M, Schwartz PJ. 左侧诱发的体内后去极化延迟星状神经节刺激。 *Circulation* 1988;78:178-85.
201. Yagishita D, Chui RW, Yamakawa K, Rajendran PS, Ajijola OA, Nakamura K et al. 交感神经刺激（而非循环去甲肾上腺素）可通过增加复极化整体离散度来调节 T 峰至 T 末间期。 *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2015;8:174-85.
202. Hjalmarson A. β 受体阻滞剂对急性心肌梗死和梗死后期心源性猝死的影响。 *Am J Cardiol* 1997;80:35J-9J.
203. Hoang J, Salavatian S, Yamaguchi N, Swid MA, Vaseghi M. Cardiac sympathetic activation部分通过释放神经肽-Y 来避免高剂量 β 受体阻滞剂治疗。 *J Clin Invest* 2020;5:e135519.
204. Kalla M, Hao G, Tapoulal N, Tomek J, Liu K, Woodward L et al. 心脏交感神经-尽管使用了 β -受体阻滞剂，但合成的共递质神经肽 Y 在 ST 段抬高型心肌梗死后仍具有促心律失常作用。 *Eur Heart J* 2019;40:1920-9.
205. Fudim M, Boortz-Marx R, Ganesh A, Waldron NH, Qadri YJ, Patel CB et al. 星状神经节阻滞治疗难治性室性心律失常：系统综述和荟萃分析。 *J Cardiovasc Electrophysiol* 2017;28:1460-7.
206. Meng L, Tseng CH, Shivkumar K, Ajijola O. Efficacy of stellate ganglion blockade in管理电风暴：系统综述。 *JACC Clin Electrophysiol* 2017;3:942-9.
207. Cardona-Guarache R, Padala SK, Velasco-Davila L, Cassano A, Abbate A, Ellenbogen KA et al. 星状神经节阻滞和双侧心脏去交感神经治疗危及生命的室性心律失常患者。 *J Cardiovasc Electrophysiol* 2017;28:903-8.
208. Fudim M, Qadri YJ, Waldron NH, Boortz-Marx RL, Ganesh A, Patel CB et al. 星状神经节阻滞治疗难治性室性心律失常。 *JACC Clin Electrophysiol* 2020;6:562-71.
209. Sanghai S, Abbott NJ, Dewland TA, Henrikson CA, Elman MR, Wollenberg M 等连续输注星状神经节阻滞与单次注射治疗室性心律失常风暴的比较。 *JACC Clin Electrophysiol* 2021;1:7:452-60.
210. Rao BH, Lokre A, Patnala N, Padmanabhan TNC. 电风暴患者通过常规划射频进行星状神经节消融。 *Europace* 2023;25:eua290.
211. Chatzidou S, Kontogiannis C, Tampakis K, Episkopou E, Kanakakis I, Paraskevaidis I. 星状神经节冷冻消融治疗电风暴：首例报告。 *Europace* 2021;23:1105.
212. Markman TM, Pothineni NVK, Zghaib T, Smietana J, McBride D, Amankwah NA et al. 经皮磁刺激对室性心动过速患者的影响风暴：一项随机临床试验。 *JAMA Cardiol* 2022;7:445-9.
213. Bourke T, Vaseghi M, Michowitz Y, Sankhla V, Shah M, Swapna N et al. 椎管内难治性室性心律失常的调节：胸段硬膜外麻醉和外科左心去交感神经术的价值。 *Circulation* 2010;121:2255-62.
214. Do DH, Bradfield J, Ajijola OA, Vaseghi M, Le J, Rahman S et al. 胸段硬膜外麻醉麻醉可有效用于室性心动过速风暴的短期处理。 *J Am Heart Assoc* 2017;6:e007080.
215. K

- onig S, Schroter T, Borger MA, Bertagnolli L, Nedios S, Darma A et al. 结构性心脏病和难治性室性心律失常患者接受心脏去交感神经支配后的结局。 *Europace* 2022;24:1800–8.
216. Collura CA, Johnson JN, Moir C, Ackerman MJ. 使用视频辅助胸外科手术进行左心去交感神经治疗长 QT 综合征和儿茶酚胺能多态性室性心动过速。 *HeartRhythm* 2009;6:752–9.
 217. De Ferrari GM, Dusi V, Spazzolini C, Bos JM, Abrams DJ, Berul CI et al. 儿茶酚胺能多态性室性心动过速的临床管理：左心脏去交感神经支配的作用。 *Circulation* 2015;131:2185–93.
 218. Schwartz PJ, Locati EH, Moss AJ, Crampton RS, Trazzi R, Ruberti U. 左心去交感神经治疗先天性长 QT 综合征。全球报告。 *Circulation* 1991;84:503–11.
 219. Schwartz PJ, Priori SG, Cerrone M, Spazzolini C, Otero A, Napolitano C et al. 左心去交感神经在长 QT 综合征高危患者管理中的应用。 *Circulation* 2004;109:1826–33.
 220. Krych M, Janisz K, Kuriata J, Kusmierczyk M, Hoffman P, Biernacka EK. 成功的左心去交感神经治疗 Andersen-Tawil 综合征。 *Europace* 2023;25:1511.
 221. Okada DR, Assis FR, Gilotra NA, Ha JS, Berger RD, Calkins H et al. 心脏结缔组织中难治性室性心律失常的心脏交感神经切除术。 *HeartRhythm* 2019;16:1408–13.
 222. Saenz LC, Corrales FM, Bautista W, Traina M, Meymandi S, Rodriguez DA et al. 心脏去交感神经治疗恰加斯病顽固性室性心律失常。 *HeartRhythm* 2016;13:1388–94.
 223. Tellez LJ, Garzon JC, Vinck EE, Castellanos JD. 难治性室性心律失常和电风暴的视频辅助胸腔镜心脏去神经支配：单中心系列研究。 *J Cardiothorac Surg* 2019;14:17.
 224. Vaseghi M, Barwad P, Malavassi Corrales FJ, Tandri H, Mathuria N, Shah R et al. 心脏去交感神经治疗难治性室性心律失常。 *J Am Coll Cardiol* 2017;69:3070–80.
 225. Vaseghi M, Gima J, Kanaan A, Ajijola OA, Marmureanu A, Mahajan A et al. 难治性室性心律失常或电风暴患者的心脏去交感神经支配：中期和长期随访。 *HeartRhythm* 2014;11:360–6.
 226. Dusi V, Gornbein J, Do DH, Sorg JM, Khakpour H, Krokhaeva Y et al. 因消融后再发单形性室性心动过速而接受心脏去交感神经的患者的心律失常风险特征和结局。 *J Am Heart Assoc* 2020;10:e018371.
 227. Sridharan A, Tang A, Sorg JM, Hoftman NN, Lee JM, Yanagawa J et al. 双侧心脏去交感神经支配对室性早搏负荷的影响。 *CircArrhythmElectrophysiol* 2023;16:e011546.
 228. Bradfield JS, Vaseghi M, Shivkumar K. Renal denervation for refractory ventricular arrhythmias. *Trends Cardiovasc Med* 2014;24:206–13.
 229. Hawson J, Harmer JA, Cowan M, Virk S, Campbell T, Bennett RG et al. 肾脏去神经支配治疗难治性室性心律失常：系统综述。 *JACC ClinElectrophysiol* 2021;1:7:100–8.
 230. Armaganijan LV, Staico R, Moreira DA, Lopes RD, Medeiros PT, Habib R et al. 植入型心律转复除颤器并接受去肾交感神经治疗难治性室性心律失常患者的6个月结局。 *JACC Cardiovasc Interv* 2015;8:984–90.
 231. Evranos B, Canpolat U, Kocyigit D, Cotel C, Yorgun H, Aytemir K. Role of adjuvant renal sympathetic denervation in the treatment of ventricular arrhythmias. *Am J Cardiol* 2016;118:1207–10.
 232. Ukena C, Mahfoud F, Ewen S, Bollmann A, Hindricks G, Hoffmann BA et al. 肾去神经支配治疗室性心律失常：来自国际多中心登记研究的数据。 *Clin ResCardiol* 2016;105:873–9.
 233. Tzafiriri AR, Keating JH, Markham PM, Spognardi AM, Stanley JR, Wong G et al. 动脉显微解剖学决定了在控制高血压中基于能量的肾脏去神经支配的成功。 *Sci Transl Med* 2015;7:285ra65.
 234. Kowey PR, Engel TR. 超速起搏治疗室性快速性心律失常：再评估 *Ann Intern Med* 1983;99:651–6.
 235. Llewellyn MJ, Ramsdale DR. 通过静脉注射索他洛尔和超速心室起搏联合终止难治性室性心动过速。 *ClinCardiol* 1987;10:416–8.
 236. Charos GS, Haffajee CI, Gold RL, Bishop RL, Berkovits BV, Alpert JS. 理论上和实践上更有效的室性心动过速中断方法：自适应自动递减超速起搏。 *Circulation* 1986;73:309–15.
 237. Cook JR, Kirchhoffer JB, Fitzgerald TF, Lajzer DA. 递减和猝发超速起搏治疗冠状动脉疾病相关性室性心动过速的比较。 *Am J Cardiol* 1992;70:311–5.
 238. Chalupova M, Suter P, Graf D, Cook S. Temporary atrial overdrive pacing during adrug refractory electrical storm in acute myocardial infarction. *BMJ Case Rep* 2021;14:242100.
 239. Magdi M, Mubasher M, Alzaem H, Hamid T. Resistant ventricular arrhythmia and the role of overdrive pacing in the suppression of the electrical storm. *Case RepCardiol* 2019;2019:6592927.

240. Neira V, Santangeli P, Futyma P, Sapp J, Valderrabano M, Garcia F et al. 壁内室性心律失常的消融策略。 *HeartRhythm* 2020;17:1176-84.
241. Di Biase L, Romero J, Zado ES, Diaz JC, Gianni C, Hranitzki PM et al. 需要多个部位（壁内起源）消融的各种室性心律失常（室性心律失常）。 *HeartRhythm* 2019;16:724-32.
242. Romero J, Shivkumar K, Valderrabano M, Diaz JC, Alviz I, Briceno D et al. 从左心室顶部和室间隔采用现代标测和消融技术治疗室性心律失常。 *HeartRhythm* 2020;17:1609-20.
243. Mierke J, Loehn T, Pfluecke C, Ibrahim K. 电风暴中的故障排除：机械卸载导致心律稳定。 *J Electrocardiol* 2017;50:678-80.
244. van der Ree MH, Dieleman EMT, Visser J, Planken RN, Boekholdt SM, de Bruin-Bon RHA et al. 无创立体定向心律失常放射治疗室性心动过速：前瞻性 STARNL-1 试验的结果。 *Europace* 2023;25:1015-24.
245. Kany S, Alken FA, Schleberger R, Baran J, Luik A, Haas A et al. 治疗难治性室性心律失常的双极消融：专用方法的应用。 *Europace* 2022;24:959-69.
246. Herrera Siklody C, Schiappacasse L, Jumeau R, Reichlin T, Saguner AM, Andratschke N et al. 立体定向心律失常放射性消融后室性心动过速复发发生在治疗体积之外：瑞士队列分析。 *Europace* 2023;25:eua268.
247. Grehn M, Mandija S, Miszczyk M, Krug D, Tomasik B, Stickney KE et al. 立体定向心律失常放射性消融（STAR）：多学科联合立体定向治疗折返性心动过速的标准化治疗和结局平台（STOPSTORM.eu）和欧洲 STAR 实践当前模式的综述。 *Europace* 2023;25:1284-95.
248. Nishimura T, Goya M, Takigawa M, Negishi M, Ikenouchi T, Yamamoto T et al. 在瘢痕相关室性心动过速患者中使用经导管电极导管进行经冠状动脉标测。 *Europace* 2023;26:eua365.
249. Streitner F, Kuschyk J, Veltmann C, Mahl E, Dietrich C, Schimpf R et al. 植入心律转复除颤器患者的电风暴复发预测因素 *Europace* 2011;13:668-74.
250. Domanski MJ, Exner DV, Borkowf CB, Geller NL, Rosenberg Y, Pfeffer MA. 血管紧张素转化酶抑制剂对急性心肌梗死后患者心源性猝死的影响。随机临床试验的荟萃分析。 *J Am Coll Cardiol* 1999;33:598-604.
251. Pitt B, Zannad F, Remme WJ, Cody R, Castaigne A, Perez A et al. 螺内酯对重度心力衰竭患者发病率和死亡率的影响。随机螺内酯评价研究者。 *N Engl J Med* 1999;341:709-17.
252. Desai AS, McMurray JJ, Packer M, Swedberg K, Rouleau JL, Chen F et al. 血管紧张素受体-脑啡肽酶抑制剂 LCZ696 与依那普利相比对心力衰竭患者死亡模式的影响。 *Eur Heart J* 2015;36:1990-7.
253. Vyas AK, Guo H, Moss AJ, Olshansky B, McNitt SA, Hall WJ et al. 在多中心自动除颤器植入试验（MADIT）-II 中，他汀类药物可减少室性快速性心律失常。 *J Am Coll Cardiol* 2006;47:769-73.
254. Chen H-Y, Huang J-Y, Siao W-Z, Jong G-P. SGLT2 抑制剂与新发心律失常之间的相关性：一项基于全国人群的纵向队列研究。 *Cardiovasc Diabetol* 2020;19:73.
255. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M et al. 2021 ESC 急性及慢性心力衰竭诊断和治疗指南。 *Eur Heart J* 2021;42:3599-726.
256. Goldenberg I, Moss AJ, McNitt S, Zareba W, Hall WJ, Andrews ML et al. 多中心自动除颤器植入试验（MADIT）-II 中冠状动脉血运重建后除颤器获益的时间依赖性。 *J Am Coll Cardiol* 2006;47:1811-7.
257. Chiuvè SE, Rimm EB, Mukamal KJ, Rexrode KM, Stampfer MJ, Manson JE et al. 轻度至中度饮酒和女性心源性猝死风险。 *HeartRhythm* 2010;7:1374-80.
258. Dyer AR, Stamler J, Paul O, Berkson DM, Lepper MH, McKean H et al. 两项芝加哥流行病学研究中的饮酒、心血管风险因素和死亡率。 *Circulation* 1977;56:1067-74.
259. Wannamethee G, Shaper AG. 酒精和心源性猝死。 *Br Heart J* 1992;68:443-8.
260. Schwartz BG, Rezkalla S, Kloner RA. 可卡因的心血管作用。 *循环* 2010;122:2558-69.
261. Schupp T, Behnes M, Weiss C, Nienaber C, Lang S, Reiser L et al. β 受体阻滞剂和 ACE 抑制剂可改善继发于室性心动过速的生存率。 *Cardiovasc Drugs Ther* 2018;32:353-63.
262. Kheiri B, Barbarawi M, Zayed Y, Hicks M, Osman M, Rashdan L et al. 抗心律失常药物或导管消融治疗植入心律转复除颤器患者的室性快速性心律失常：随机对照试验的系统综述和荟萃分析。 *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2019;12:e007600.
263. Connolly SJ, Dorian P, Roberts RS, Gent M, Bailin S, Fain ES et al. β 受体阻滞剂、胺碘酮 + β 受体阻滞剂或索他洛尔预防以下休克的比较
植入式心律转复除颤器：OPTIC 研究：一项随机试验。 *JAMA* 2006;295:165-71.
264. Sapp JL, Wells GA, Parkash R, Stevenson WG, Blier L, Sarrazin JF et al. 室性心动过速消融与抗心律失常药物递增。 *N Engl J Med* 2016;375:111-21.
265. Santangeli P, Muser D, Maeda S, Filtz A, Zado ES, Frankel DS 等人比较效应-使用抗心律失常药物和导管消融预防植入型心律转复除颤器患者室性心动过速复发的有效性：随机对照试验的系统综述和荟萃分析。 *HeartRhythm* 2016;13:1552-9.
266. Zeppenfeld K, Wijnmaalen AP, Ebert M, Baldinger SH, Berrueto A, Catto V et al. 扩张型心肌病伴室性心动过速患者的临床结局。 *J Am Coll Cardiol* 2022;80:1045-56.
267. Batul SA, Gopinathannair R. Intravenous sotalol—reintroducing a forgotten agent to the electrophysiology therapeutic arsenal. *J Atr Fibrillation* 2017;9:1499.
268. Somberg JC, Preston RA, Ranade V, Molnar J. QT 间期延长和血清索他洛尔 con-索他洛尔静脉和口服给药后，浓度高度相关。 *Cardiology* 2010;116:219-25.
269. Pacifico A, Hohnloser SH, Williams JH, Tao B, Saksena S, Henry PD et al. 通过索他洛尔治疗预防植入式除颤器电击。 d, l-索他洛尔植入式心律转复除颤器研究组。 *N Engl J Med* 1999;340:1855-62.
270. Chamberlain DA, Jewitt DE, Julian DG, Campbell RW, Boyle DM, Shanks RG. 心肌梗死后高危患者口服美西律。 *Lancet* 1980;2:1324-7.
271. Gao D, Van Herendael H, Alshengeiti L, Dorian P, Mangat I, Korley V et al. 美西律胺碘酮的辅助治疗可降低植入除颤器患者室性心动过速事件的频率。 *J Cardiovasc Pharmacol* 2013;62:199-204.
272. Luderitz B, Mietzko R, Jung W, Manz M. Combination of antiarrhythmic drugs. *J Cardiovasc Pharmacol* 1991;17:S48-52.
273. Gottlieb SS, Weinberg M. Cardiodepressant effects of mexiletine in patients with severe left ventricular dysfunction. *Eur Heart J* 1992;13:22-7.
274. Crystal E, Ovsyshcher IE, Wagshal AB, Katz A, Ilia R. Mexiletine related chronic defibratory threshold elevation: 病例报告和文献综述。 *Pacing Clin Electrophysiol* 2002;25:507-8.
275. Mason JW. 7 种抗心律失常药物在室性心律失常患者中的比较快速性心律失常。研究者中的电生理研究与心电图监测。 *N Engl J Med* 1993;329:452-8.
276. Myerburg RJ, Kessler KM, Kiem I, Pefkaros KC, Conde CA, Cooper D 等。普鲁卡因胺血浆水平、抑制室性早搏复合波与预防复发性室性心动过速之间的关系。 *Circulation* 1981;64:280-90.
277. Toniolo M, Muser D, Grilli G, Burelli M, Rebellato L, Daleffe E et al. 口服普鲁卡因胺作为复发性及难治性室性快速性心律失常的药物治疗：单中心经验。 *Heart Rhythm* 2020;19:1781-7.
278. Hoffmeister HM, Hepp A, Seipel L. I 类抗心律失常药的负性肌力作用药物：氟卡尼与丙吡胺和奎尼丁的比较。 *Eur Heart J* 1987;8:1126-32.
279. Deshmukh A, Larson J, Ghanam M, Saeed M, Cunnane R, Ghanbari H et al. 疗效以及奎尼丁作为器质性心脏病患者单形性室性心动过速挽救治疗的耐受性。 *J Cardiovasc Electrophysiol* 2021;13:32173-8.
280. Li DL, Cox ZL, Richardson TD, Kanagasundram AN, Saavedra PJ, Shen ST et al. 奎尼丁治疗复发性室性心律失常：重新评价。 *JACC Clin Electrophysiol* 2021;7:1254-63.
281. Kuck KH, Cappato R, Siebels J, Ruppel R. Randomized comparison of antiarrhythmic drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from cardiac arrest: the cardiac arrest study Hamburg (CASH). *Circulation* 2000;102:748-54.
282. Echt DS, Liebson PR, Mitchell LB, Peters RW, Obias-Manno D, Barker AH et al. 接受恩卡尼、氟卡尼或安慰剂治疗的患者的死亡率和发病率。心脏心律失常抑制试验。 *N Engl J Med* 1991;324:781-8.
283. Ermakov S, Gerstenfeld EP, Svethnicaya Y, Scheinman MM. 氟卡尼联合 combination antiarrhythmic therapy in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *HeartRhythm* 2017;14:564-9.
284. Rolland T, Badenco N, Maupain C, Duthoit G, Waintraub X, Laredo M et al. 安全性和 flecainide associated with β -blockers in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Europace* 2022;24:278-84.
285. Chockalingam P, Crotti L, Girardengo G, Johnson JN, Harris

KM, van der Heijden JF

et al. 并非所有 β 受体阻滞剂在治疗1型和2型长QT综合征方面均相同：美托洛尔治疗后事件复发率更高。 *J Am Coll Cardiol* 20122;60:2092–9.

286. **Han L, Liu F, Li Q, Qing T, Zhai Z, Xia Z** *et al.* 根据个体性别、年龄和QTc间期， β 受体阻滞剂在长QT综合征1-3患者中的疗效：一项网络荟萃分析。 *Front Pharmacol* 20200;11:579525.

287. Yang Y, Lv TT, Li SY, Zhang P. Sodium channel blockers in the management of long QT syndrome type 3 and 2: a system review and meta-analysis. *J CardiovascElectrophysiol* 2021;13:3057-67.
288. Moss AJ, Windle JR, Hall WJ, Zareba W, Robinson JL, McNitt S et al. 氟卡尼在长 QT-3 综合征 (DeltaKPQ 突变) 受试者中的安全性和疗效: 一项随机、双盲、安慰剂对照临床试验。 *Ann NoninvasiveElectrocardiol* 2005;10:59-66.
289. Moss AJ, Zareba W, Schwarz KQ, Rosero S, McNitt S, Robinson JL. Ranolazine 可缩短 3 型长 QT 综合征所致持续性内向钠电流患者的复极化。 *J CardiovascElectrophysiol* 2008;19:1289-93.
290. Belhassen B, Glick A, Viskin S. Efficacy of quinidine in high-risk patients with Brugada syndrome. *Circulation* 2004;110:1731-7.
291. Andorin A, Gourraud JB, Mansourati J, Fouchard S, le Marec H, Maury P et al. QUIDAM 研究: 氢化奎尼丁治疗高心室心律失常风险 Brugada 综合征患者。 *HeartRhythm* 2017;14:1147-54.
292. Leren IS, Saberniak J, Majid E, Haland TF, Edvardsen T, Haugaa KH. 在儿茶酚胺能多形态室性心动过速患者中, 与 β_1 -选择性 β 受体阻滞剂相比, 纳多洛尔可降低运动负荷试验期间室性心律失常的发生率和严重程度。 *HeartRhythm* 2016;13:433-40.
293. van der Werf C, Kannankeril PJ, Sacher F, Krahn AD, Viskin S, Leenhardt A et al. 氟卡尼治疗可减少儿茶酚胺能多态性室性心动过速患者运动诱发的室性心律失常。 *J Am CollCardiol* 2011;57:2244-54.
294. Pott C, Decherer DG, Reinke F, Muszynski A, Zellerhoff S, Bittner A et al. 氟卡尼成功治疗儿茶酚胺能多形性室性心动过速: 病例报告和当前文献综述。 *Europace* 2011;13:897-901.
295. El-Battrawy I, Besler J, Liebe V, Schimpf R, Tulumen E, Rudic B et al. 短 QT 综合征患者的长期随访: 临床特征和结局。 *J Am HeartAssoc* 2018;7:e010073.
296. Giustetto C, Schimpf R, Mazzanti A, Scrocco C, Maury P, Antonen O et al. 短 QT 综合征患者的长期随访。 *J Am CollCardiol* 2011;58:587-95.
297. Lima da Silva G, Nunes-Ferreira A, Cortez-Dias N, de Sousa J, Pinto F, Caldeira D. 根据当前实践对缺血性心脏病中的室性心动过速进行射频导管消融: 随机对照试验的系统综述和荟萃分析。 *J Interv CardElectrophysiol* 2020;59:603-16.
298. Willems S, Tilz RR, Steven D, Kaab S, Wegscheider K, Geller L et al. 在缺血性心脏病和植入式除颤器 (BERLIN VT) 患者中预防或除颤器消融室性心动过速: 一项多中心随机试验。 *Circulation* 2020;141:1057-67.
299. Deyell MW, Steinberg C, Doucette S, Parkash R, Nault I, Gray C et al. VANISH 试验中胺碘酮治疗失败后的美西律或导管消融。 *J CardiovascElectrophysiol* 2018;29:603-8.
300. Deyell MW, Doucette S, Parkash R, Nault I, Gula L, Gray C et al. 导管消融与抗心律失常治疗的室性心动过速特征和结局: 来自 VANISH 试验的见解。 *Europace* 2022;24:1112-8.
301. Ávila P, Berrueto A, Jiménez-Candil J, Tercedor L, Calvo D, Arribas F et al. 症状性室性心动过速试验中底物消融与抗心律失常药物治疗比较的贝叶斯分析。 *Europace* 2023;25:euaad181.
302. Marchlinski FE, Haffajee CI, Beshai JF, Dickfeld TL, Gonzalez MD, Hsia HH et al. 持续性室性心动过速的灌注射频导管消融术的长期成功: 批准后 THERMOCOOL VT 试验。 *J Am CollCardiol* 2016;67:674-83.
303. Tanner H, Hindricks G, Volkmer M, Furniss S, Kuhlkamp V, Lacroix D et al. 使用电解消融和灌注消融技术对复发性瘢痕相关室性心动过速进行导管消融: 前瞻性多中心 Euro-VT 研究的结果。 *J CardiovascElectrophysiol* 2010;21:47-53.
304. Samuel M, Rivard L, Nault I, Gula L, Essebag V, Parkash R et al. 按心肌梗死部位显示的室性心动过速消融与递增抗心律失常药物治疗的有效性比较: VANISH 试验的亚研究。 *Europace* 2022;24:948-58.
305. Farkowski MM, Karlinski M, Pytkowski M, de Asmundis C, Lewandowski M, Mugnai G et al. 美西律治疗结构性心脏病和植入型心律转复除颤器成人患者的复发性室性心动过速: EHRA 系统综述。 *Europace* 2022;24:1504-11.
306. Huang K, Bennett RG, Campbell T, Lee V, Turnbull S, Chik WWB et al. 早期导管消融与室性心动过速风暴初始药物治疗的比较。 *Circ ArrhythmElectrophysiol* 2022;15:e011129.
307. Tung R, Vaseghi M, Frankel DS, Vergara P, Di Biase L, Nagashima K et al. 导管消融术后无复发性室性心动过速与改善结构性心脏病患者的生存率相关: 一项国际 VT 消融中心协作小组研究。 *HeartRhythm* 2015;12:1997-2007.
308. Vergara P, Tzou WS, Tung R, Brombin C, Nonis A, Vaseghi M et al. 用于识别接受室性心动过速消融术患者的生存和复发风险特征的预测评分: I-VT 评分。 *Circ ArrhythmElectrophysiol* 2018;11:e006730.
309. A costa J, Cabanelas N, Penela D, Fernandez-Armenta J, Andreu D, Borrás R et al. 在二级预防患者中, 一线植入周围心律转复除颤器植入静脉心动过速底物消融的长期获益。 *Europace* 2017;19:976-82.
310. Bai R, Di Biase L, Shivkumar K, Mohanty P, Tung R, Santangeli P et al. 致心律失常性右心室发育不良/心肌病中的室性心律失常消融: 基于心内膜-心外膜基质的标测和消融后的无心律失常生存率。 *Circ ArrhythmElectrophysiol* 2011;4:478-85.
311. Bogun FM, Desjardins B, Good E, Gupta S, Crawford T, Oral H et al. 非缺血性心肌病的延迟增强磁共振成像: 用于识别室性心律失常底物的实用性。 *J Am CollCardiol* 2009;53:1138-45.
312. Vaseghi M, Hu TY, Tung R, Vergara P, Frankel DS, Di Biase L et al. 非缺血性心脏病中基于病因的室性心动过速导管消融的结局: 一项国际室性心动过速消融中心协作研究。 *JACC ClinElectrophysiol* 2018;4:1141-50.
313. Briceno DF, Gupta T, Romero J, Kolte D, Khera S, Villablanca PA et al. Catheter ablation of ventricular tachycardia in nonischemic cardiomyopathy: a propensity score-matched analysis of in-hospital outcomes in the United States. *J CardiovascElectrophysiol* 2018;29:771-9.
314. Towbin JA, McKenna WJ, Abrams DJ, Ackerman MJ, Calkins H, Darrieux FCC et al. 2019 h 关于致心律失常性心肌病的评估、风险分层和管理的专家共识声明: 执行摘要。 *HeartRhythm* 2019;16:e373-407.
315. Henz BD, do Nascimento TA, Dietrich C, de Dalegrave C, Hernandes V, Mesas CE et al. 同步心外膜和心内膜基质标测和射频导管消融术作为慢性锥虫病性心肌病室性心动过速和频繁 ICD 电击的一线治疗。 *J Interv CardElectrophysiol* 2009;26:195-205.
316. Pisani CF, Romero J, Lara S, Hardy C, Chokk M, Sacilotto L et al. 心内膜心外膜导管联合消融治疗恰加斯病室性心动过速的疗效和安全性: 一项随机对照研究。 *HeartRhythm* 2020;17:1510-8.
317. Nademanee K, Chung FP, Sacher F, Nogami A, Nakagawa H, Jiang C et al. Brugada 底物消融的长期结局: 来自 BRAVO 的报告 (正在进行的多中心登记研究中的 VF 底物的 Brugada 消融)。 *Circulation* 2023;147:1568-78.
318. Nademanee K, Veerakul G, Chandanamattha P, Chaothawee L, Ariyachaipanich A, Jirasirirojanakorn K et al. 通过右室流出道前上皮下导管消融预防 Brugada 综合征中的室颤发作。 *Circulation* 2011;123:1270-9.
319. Pappone C, Ciconte G, Manguso F, Vicedomini G, Mecarocci V, Conti M et al. 评估 Brugada 综合征患者的恶性室性心律失常底物。 *J Am CollCardiol* 2018;71:1631-46.
320. Pappone C, Brugada J, Vicedomini G, Ciconte G, Manguso F, Saviano M et al. 连续 135 例 Brugada 综合征患者的电底物消除。 *CircArrhythmElectrophysiol* 2017;10:e005053.
321. Wilde AA, Nademanee K. Epicardial substrate ablation in Brugada syndrome: time for a randomized trial. *Circ ArrhythmElectrophysiol* 2015;8:1306-8.
322. Haissaguerre M, Extramiana F, Hocini M, Cauchemez B, Jaïs P, Cabrera JA et al. 与长 QT 和 Brugada 综合征相关的室颤标测和消融。 *Circulation* 2003;108:925-8.
323. Pappone C, Ciconte G, Anastasia L, Gaita F, Grant E, Micaglio E et al. 长 QT 综合征患者中存在猝死风险的右心室外膜致心律失常底物。 *Europace* 2023;25:948-55.
324. Blackwell DJ, Faggioni M, Wlekinski MJ, Gomez-Hurtado N, Venkataraman R, Gibbs CE et al. Purkinje-心肌交界处是 CPVT 中室性心律失常的解剖学起源。 *J Clin Insight* 2022;7:e151893.
325. Nademanee K, Haissaguerre M, Hocini M, Nogami A, Cheniti G, Duchateau J et al. 与早期复极化综合征相关的室颤标测和消融。 *Circulation* 2019;140:1477-90.
326. van Weperen VYH, Vos MA, Aijola OA. 心室电活动的自主神经调节: 最新进展和临床意义。 *Clin Auton Res* 2021;31:659-76.
327. Savastano S, Dusi V, Baldi E, Rordorf R, Sanzo A, Camporotondo R et al. 在药物难治性电风暴和结构性心脏病患者中进行的基于解剖学的经皮左星状神经节阻滞: 单中心病例系列。 *Europace* 2021;23:581-6.
328. Boutitie F, Boissel JP, Connolly SJ, Camm AJ, Cairns JA, Julian DG et al. 胺碘酮与 β 受体阻滞剂的相互作用: 合并 EMIAT (欧洲心肌梗死胺碘酮试验) 和 CAMIAT (加拿大胺碘酮心肌梗死试验) 数据库的分析。 EMIAT 和 CAMIAT 研究者。 *Circulation* 1999;99:2268-75.
329. Mazzanti A, Tenuta E, Marino M, Pagan E, Morini M, Memmi M et al. 奎尼丁在 Brugada 综合征患者中的疗效和局限性。 *循环: 电生理心律不齐* 2019;12:1-8.
330. Sears SF Jr, Conti JB. ICD 患者的生活质量和心理功能。 *心脏* 2002;87:488-93.

331. **Pedersen SS, Wehberg S, Nielsen JC, Riahi S, Larroude C, Philibert BT et al.** 植入心律转复除颤器的患者在24个月随访期间存在心理健康较差的风险（来自丹麦国家 DEFIB-WOMEN 研究的结果）。 *Gen Hosp Psychiatry* 2023;80:54–61.
332. **Gathright EC, Goldstein CM, Josephson RA, Hughes JW.** 抑郁症增加心力衰竭患者死亡的风险：一项荟萃分析。 *J Psychosom Res* 2017;94:82–9.
333. **Habibovic M, Pedersen SS, van den Broek KC, Theuns DA, Jordaens L, van der Voort PH et al.** 植入心律转复除颤器的患者的焦虑和室性心律失常或死亡风险。 *Psychosom Med* 2013;75:36–41.
334. **Baldi E, Conte G, Zeppenfeld K, Lenarczyk R, Guerra JM, Farkowski MM et al.** 欧洲心室电风暴的当代管理：一项欧洲心律协会调查的结果。 *Europace* 2023;25:1277–83.
335. **Kohn CS, Petrucci RJ, Baessler C, Soto DM, Movsowitz C.** 心理干预对患者长期适应 ICD 的影响：一项前瞻性研究。 *Pacing Clin Electrophysiol* 2000;23:450–6.
336. **Miller LW PF, Russell SD, John R, Boyle AJ, Aaronson KD, Conte JV et al.** 在等待心脏移植的患者中使用连续流装置。 *N Engl J Med* 2017;357:885–96.
337. **Cantillon DJ, Tarakji KG, Kumbhani DJ, Smedira NG, Starling RC, Wilkoff BL.** 提高同时植入心律转复除颤器的心室辅助装置植入者的生存率。 *Heart Rhythm* 2010;7:466–71.
338. **Martins RP, Leclercq C, Bourenane H, Auffret V, Boule S, Loobuyck V et al.** 植入左心室辅助装置患者中电风暴的发生率、预测因素和临床影响：assist-ICD 研究的新见解。 *Heart Rhythm* 2019;16:1506–12.
339. **G reet BD, Pujara D, Burkland D, Pollet M, Sudhakar D, Rojas F et al.** 使用连续流动左心室辅助装置的患者中室性心律失常的发生率、预测因素和意义：15年的机构经验。 *JACC Clin Electrophysiol* 2018;4:257–64.
340. **Galand V, Flecher E, Auffret V, Pichard C, Boule S, Vincentelli A et al.** LVAD 植入后早期室性心律失常是术后30天死亡率的最强预测因素。 *JACC Clin Electrophysiol* 2019;5:944–54.
341. **Sacher F, Reichlin T, Zado ES, Field ME, Viles-Gonzalez JF, Peichl P et al.** 连续流动左心室辅助装置患者的室性心动过速消融特征。 *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2015;8:592–7.
342. **Moss JD, Flatley EE, Beaser AD, Shin JH, Nayak HM, Upadhyay GA et al.** 左心室辅助装置植入作为目的地治疗后室性心动过速的特征：单中心消融经验。 *JACC Clin Electrophysiol* 2017;3:1412–24.
343. **Nof E, Peichl P, Stojadinovic P, Arceluz M, Maury P, Katz M et al.** HeartMate 3：室性心动过速消融的新挑战。 *Europace* 2022;24:598–605.
344. **Saxon LA, Bristow MR, Boehmer J, Krueger S, Kass DA, De Marco T et al.** 心力衰竭药物治疗、pa-cing 和除颤比较 (COMPANION) 试验中心源性猝死和适当休克的预测因素。 *Circulation* 2006;114:2766–72.
345. **Tzou WS, Tung R, Frankel DS, Vaseghi M, Bunch TJ, Di Biase L et al.** 重度心力衰竭患者的室性心动过速消融：一项国际室性心动过速消融中心协作分析。 *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2017;10:e004494.