

• 临床病例 •

体外膜肺氧合成功救治心肌梗死
合并甲状腺危象 1 例报告及文献复习

张亮 朴艺花 朴贤姬

延边大学附属医院重症医学科, 延吉 133000

通信作者: 朴贤姬, Email: 1136967438@qq.com

【摘要】 甲状腺危象是由于体内存在过量的甲状腺激素,使身体进入高代谢状态导致一系列病理生理变化,临床表现多呈非特异性,严重时表现为多器官功能障碍。急性心肌梗死合并甲状腺危象病情凶险,病死率高,及时识别并联合机械循环支持及抗甲状腺药物治疗是改善预后的关键。2021 年 1 月 28 日延边大学附属医院收治 1 例 49 岁女性患者,因“意识不清 4 h,期间呼吸心跳骤停”入院,经心肺复苏后生命体征极不稳定,心电图及心肌酶提示急性非 ST 段抬高型心肌梗死,心功能严重减退(射血分数 26%),于入院第 3 天行静脉-动脉体外膜肺氧合(VA-ECMO)支持,第 6 天行经皮冠状动脉(冠脉)支架植入术。术后患者仍反复高热、大汗,筛查发现甲状腺激素显著升高、促甲状腺激素受抑制,结合甲状腺彩超及 Burch-Wartofsky 评分>45 分,明确诊断为甲状腺功能亢进症(甲亢)、甲状腺危象,随即给予丙硫氧嘧啶、普萘洛尔及氢化可的松治疗。入院第 9 天体外膜肺氧合(ECMO)成功撤机,心功能恢复(射血分数 60%),意识转清,最终脱离呼吸机并转至基层医院康复,3 个月后随访可正常生活和工作。本文病例提示,对于难治性心源性休克合并甲状腺危象患者,早期应用 ECMO 联合抗甲状腺治疗可显著改善预后,即使无明确甲亢病史,急性冠脉事件也可能诱发甲状腺危象,临床需保持高度警惕。

【关键词】 心肌梗死; 甲状腺危象; 体外膜肺氧合

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20260207-00078

Successful treatment of myocardial infarction complicated with thyroid crisis using extracorporeal membrane oxygenation: a case report and literature review

Zhang Liang, Piao Yihua, Piao Xianji

Department of Critical Care Medicine, Yanbian University Affiliated Hospital, Yanji 133000, China

Corresponding author: Piao Xianji, Email: 1136967438@qq.com

【Abstract】 Thyroid crisis is caused by an excess of thyroid hormones in the body, leading to a hypermetabolic state and a series of pathological and physiological changes. Clinical manifestations are often non-specific, and in severe cases, it can manifest as multiple organ dysfunction. Acute myocardial infarction combined with thyroid crisis is dangerous and has a high mortality rate. Timely identification and combination of mechanical circulatory support and antithyroid drug treatment are key to improving prognosis. On January 28, 2021, a 49-year-old female patient was admitted to Yanbian University Affiliated Hospital due to "altered mental status for 4 hours, cardiopulmonary during this period". After cardiopulmonary resuscitation, her vital signs were extremely unstable, and electrocardiogram and myocardial enzymes showed acute non-ST-segment elevation myocardial infarction with severe heart function decline (ejection fraction 26%). On the third day of admission, she underwent veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) support, and on the sixth day, she underwent percutaneous coronary stent implantation. After surgery, the patient continued to experience recurrent persistent hyperpyrexia and profuse diaphoresis. Screening revealed a significant increase in thyroid hormones and inhibition of thyroid-stimulating hormone. Combined with thyroid ultrasound and Burch-Wartofsky score>45 points, the diagnosis was confirmed to be hyperthyroidism and thyroid crisis. Subsequently, treatment was given with propylthiouracil, propranolol, and hydrocortisone. On the 9th day of admission, extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) was successfully withdrawn, cardiac function recovered (ejection fraction of 60%), consciousness improved, and finally the patient was weaned off the ventilator and transferred to a primary hospital for rehabilitation. After 3 months of follow-up, normal life and work were resumed. This case study suggests that early application of ECMO combined with antithyroid therapy can significantly improve the prognosis of patients with refractory cardiogenic shock and thyroid crisis. Even without a clear history of hyperthyroidism, acute coronary events may trigger crisis, and clinical vigilance should be maintained.

【Key words】 Myocardial infarction; Thyroid crisis; Extracorporeal membrane oxygenation

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20260207-00078

甲状腺危象是甲状腺功能亢进症(甲亢)最危重的急性并发症,进展快、致死率高,以严重心血管损害为主要表现,可诱发恶性心律失常、心力衰竭,甚至心搏骤停。其合

并急性非 ST 段抬高型心肌梗死时,双重病理损伤协同加重心肺功能衰竭,病情凶险、救治难度大。体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)是难治性心源

性休克及心搏骤停的重要生命支持手段,可有效维持循环,为病因治疗争取时间。目前,临床上针对该类重叠危重症的发病特点及综合救治经验仍较为有限,尚缺乏统一、成熟的诊疗方案。国内外相关研究多聚焦于单纯心肺疾病,甲状腺危象合并心肌梗死的 ECMO 综合救治的报道较少。因此,本文结合 1 例该类重症患者的救治经过,总结 ECMO 联合介入及抗甲状腺危象治疗的临床经验,旨在为同类疑难危重症的临床救治提供参考。

1 病例介绍

1.1 患者基本情况: 患者女性,49 岁,既往体健。因“意识不清 4 h”于 2021 年 1 月 28 日收入延边大学附属医院,否认既往甲状腺病史及相应症状。该患者于入院前 4 h(下夜班途中)被家人发现意识不清,紧急送至当地医院后出现呼吸心跳骤停,予心肺复苏、电除颤、气管插管、机械通气等生命支持治疗,自主循环恢复后,因出现室上性心动过速,予抗心律失常、镇静等治疗,随后心律转为窦性心动过速,在简易呼吸器辅助通气及持续泵注血管活性药物下,转入本院重症医学科。病程中有发热,体温最高 37.6℃,反复抽搐,双上肢屈曲、双眼上翻。

1.2 入院查体: 入院时(1 月 28 日),患者体温 37.3℃,脉搏 120 次/min,血压 87/52 mmHg(多巴胺 $5 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 持续静滴状态下; $1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$),呼吸频率 25 次/min;全身皮肤湿冷多汗,深昏迷,格拉斯哥昏迷评分(Glasgow Coma Scale, GCS)3 分;双侧瞳孔直径约 1.5 mm,对光反射消失;双肺呼吸音粗,未闻及干、湿啰音;心率 120 次/min,律齐,各心脏瓣膜区未闻及病理性杂音;腹平软,未触及明显压痛

及反跳痛,未闻及肠鸣音;双下肢无水肿,生理反射及病理反射均未引出。

1.3 实验室检查: 入院时(1 月 28 日),患者白细胞计数 $11.42 \times 10^9/\text{L}$,中性粒细胞计数 $9.84 \times 10^9/\text{L}$,血红蛋白 124 g/L,血小板计数 $293 \times 10^9/\text{L}$;乳酸脱氢酶 807 U/L,肌酸激酶 398 U/L,肌酸激酶同工酶 44 U/L,丙氨酸转氨酶 304 U/L,天冬氨酸转氨酶 265 U/L;超敏 C-反应蛋白 12.85 mg/L;肌钙蛋白 $5.12 \mu\text{g/L}$,肌酸激酶同工酶 $31.76 \mu\text{g/L}$,肌红蛋白 $>500 \mu\text{g/L}$;B 型脑钠肽 5 117.50 ng/L。

1.4 影像学检查: 入院时(1 月 28 日),心电图示窦性心动过速, aVR 导联 ST 段抬高,其余导联 ST 段压低,继发 T 波改变(图 1);心脏彩超示射血分数 26%,各房室内径正常,室间隔及室壁厚度正常,左室室壁运动弥漫性减低;胸部 CT 示双肺可疑损伤伴大量渗出,双侧胸腔积液(图 2)。

1.5 入院后病情变化及治疗: 入院后主要诊断为“冠状动脉(冠脉)粥样硬化性心脏病、急性非 ST 段抬高型心肌梗死、心功能 Killip 分级 IV 级、心肺复苏术后、休克、I 型呼吸衰竭、肺炎、缺血缺氧性脑病”。1 月 29 日 09:01,患者出现血压和心率下降(血压 70/30 mmHg,心率 52 次/min),立即予心肺复苏,静脉推注肾上腺素 1 mg、阿托品 0.5 mg,各重复推注 1 次,上调多巴胺和去甲肾上腺素剂量(多巴胺 $25 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,去甲肾上腺素 $0.75 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$);09:08,患者心率升至 122 次/min,血压 189/111 mmHg,血氧饱和度 0.97。患者心功能极差,随时可再次出现心搏骤停,经全院会诊后,于 1 月 30 日予静脉-动脉体外膜肺氧合(venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO),参数设置为

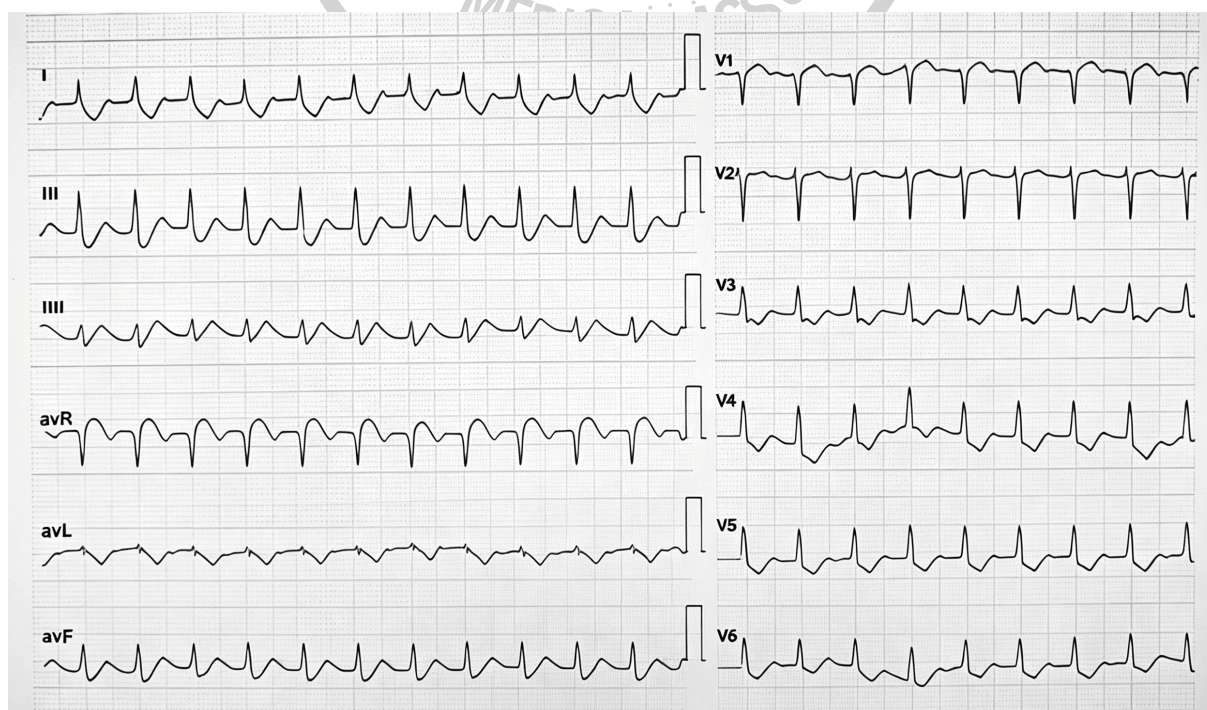


图 1 1 例 49 岁女性急性心肌梗死合并甲状腺危象患者入院时心电图 心电图示窦性心动过速, aVR 导联 ST 段抬高,其余导联 ST 段压低,继发 T 波改变

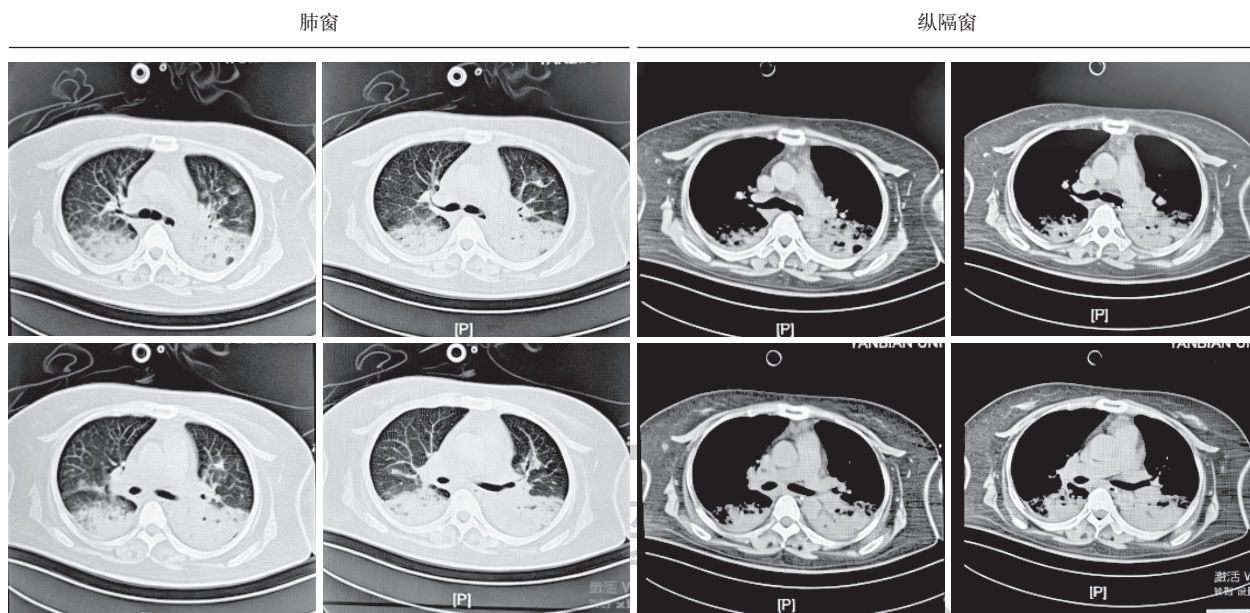


图2 1例49岁女性急性心肌梗死合并甲状腺危象患者入院时胸部CT。胸部CT示双肺片状、斑片状实变影,内见空气支气管征,双侧胸腔积液

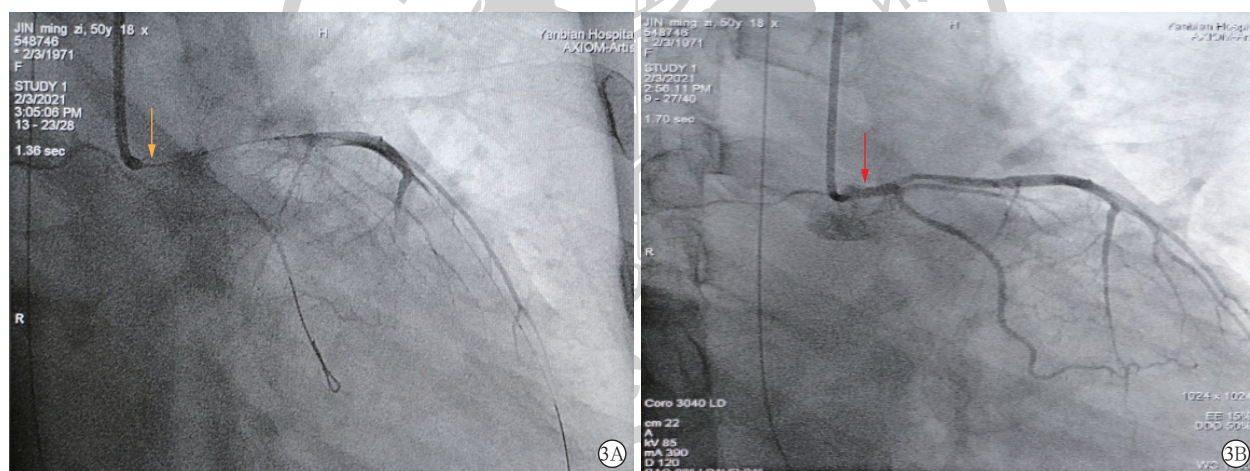


图3 1例49岁女性急性心肌梗死合并甲状腺危象患者行经皮冠状动脉支架植入术前后冠状动脉造影。3A 介入术前罪犯血管,可见左前降支开口至近端80%狭窄(箭头所示)。3B 介入术后血管开通,可见左前降支再通(箭头所示)。

转速2 890 r/min、流量2.63 L/min、水温37℃、氧流量2 L/min、吸入氧浓度(fraction of inspired oxygen, FiO_2)0.60。2月3日,患者在ECMO支持下经皮冠脉支架植入术。冠脉造影显示,左主干、回旋支、右冠脉未见异常;左前降支开口至近端80%狭窄,在前降支病变处植入1枚支架(图3)。术后心电图示窦性心律,ST段压低,T波倒置,心肌缺血(图4)。2月5日,患者心率110次/min,血压127/46 mmHg,ECMO参数设置为转速2 500 r/min、流量1.6 L/min、水温36.5℃、氧流量3.5 L/min、 FiO_2 0.40,患者术后血流动力学稳定,故撤离ECMO支持。患者胸部CT可见双肺斑片状、片状实变影,肺部感染重,入院后给予抗菌药物治疗(头孢哌酮舒巴坦1.5 g每日4次);2月6日,患者体温再次升高,痰涂片示中等量格兰阴性杆菌,更换抗菌药物(替加环素50 mg每日2次,联合美罗培南0.5 g每日3次),并因病程长给予预防性抗真菌治疗(氟康唑150 mg每日1次)。ECMO支持

及经皮冠脉支架植入术后患者心功能改善。2月7日,复查心电图示窦性心动过速,ST-T异常(图5);心脏彩超示射血分数60%,左室室壁运动减弱改善。患者入院后始终间断发热,应用高梯度抗菌药物后,最高体温仍达39.3℃,伴有大汗淋漓。筛查内分泌疾病示,促甲状腺激素(thyroid stimulating hormone, TSH) <0.005 mU/L,游离三碘甲状腺原氨酸(free triiodothyronine, FT_3) 39.39 pmol/L,游离甲状腺素(free thyroxine, FT_4) >77.4 pmol/L,抗甲状腺过氧化物酶抗体63.1 kU/L;甲状腺彩超示,甲状腺肿大、回声增粗不均、血流信号丰富。患者Burch-Wartofsky评分量表(Burch-Wartofsky Point Scale, BWPS) >45分(体温39.3℃计20分、意识模糊躁动计10分、心率160次/min计25分),日本甲状腺协会(Japan Thyroid Association, JTA)标准TS1级,请内分泌科会诊后补充诊断“甲状腺功能亢进症、甲状腺危象”,治疗上给予 β 受体阻滞剂(普萘洛尔起始量50 mg每日6次,减量

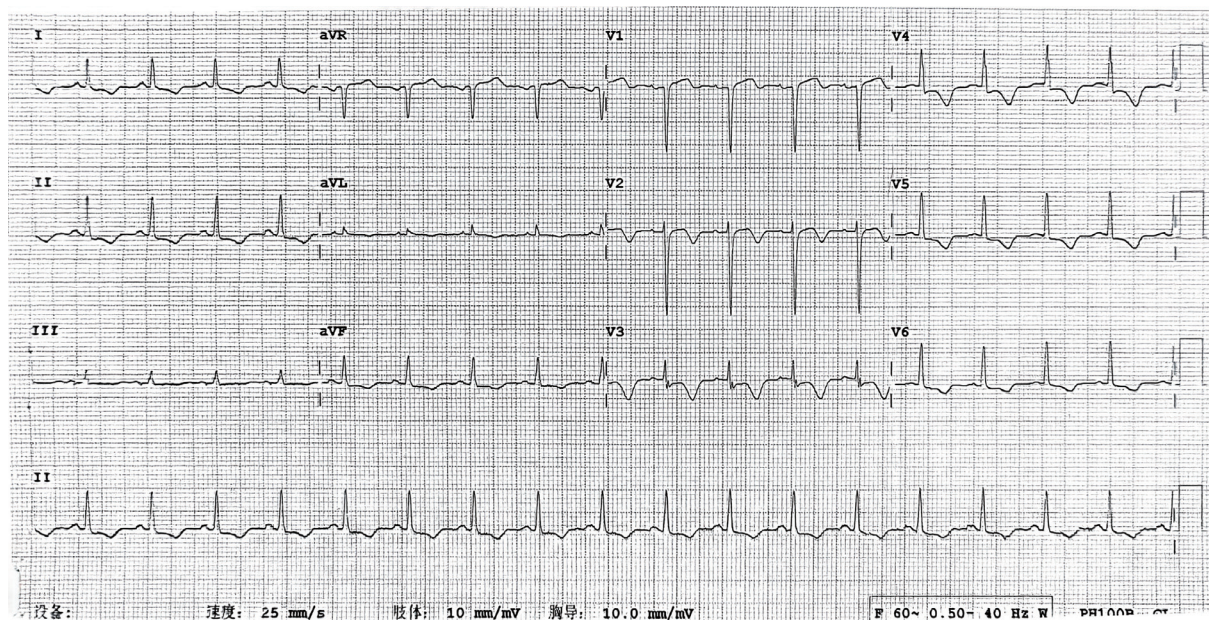


图4 1例49岁女性急性心肌梗死合并甲状腺危象患者经皮冠状动脉支架植入术后且体外膜肺氧合(ECMO)撤离前心电图 心电图示窦性心律,ST段压低,T波倒置

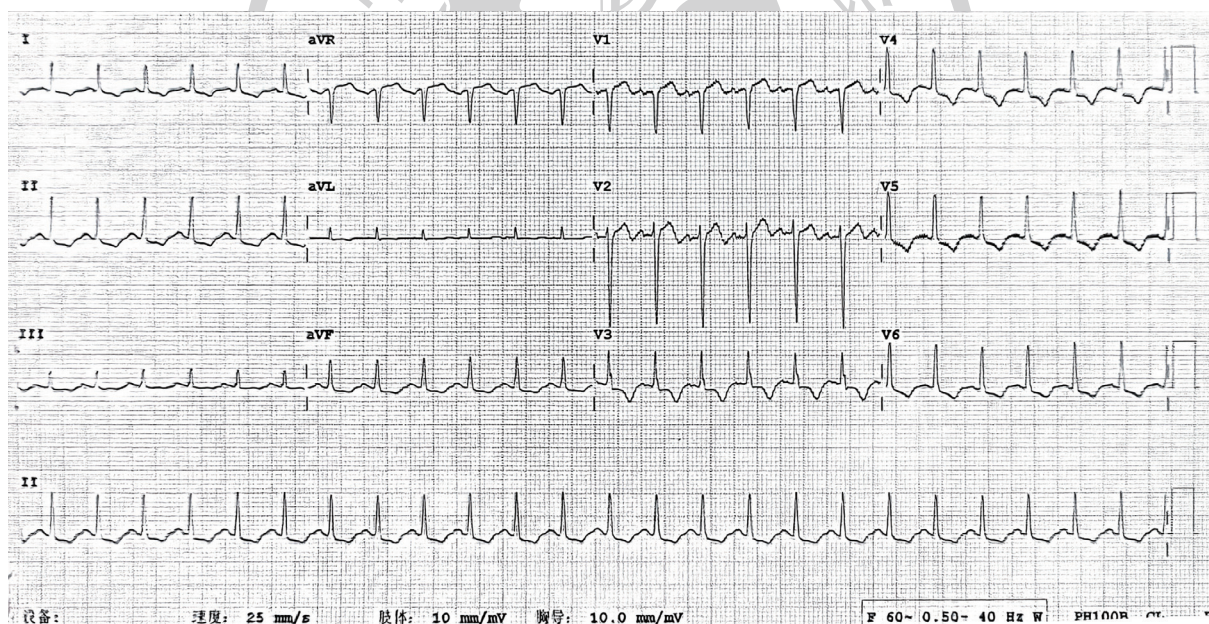


图5 1例49岁女性急性心肌梗死合并甲状腺危象患者出现甲状腺危象时心电图 心电图示窦性心动过速,ST-T异常

致维持量 20 mg 每日 4 次,原艾司洛尔减量至停用)、抗甲状腺药物(丙硫氧嘧啶起始量 200 mg 每日 6 次,减量至维持量 350 mg 每日 3 次)、激素(氢化可的松 100 mg 每日 2 次)。病情逐渐得到缓解,意识转清,遗留有认知功能障碍。2 月 8 日,心电图示窦性心律,ST 段压低,T 波倒置(图 6)。患者于 2 月 9 日顺利脱离呼吸机、拔除气管插管。2 月 17 日复查甲状腺功能,各项指标逐渐好转,TSH<0.005 mU/L,FT₃ 18.26 pmol/L,FT₄ 55.3 pmol/L,抗甲状腺过氧化物酶抗体 49.1 kU/L。患者病情得到缓解,基本无发热,于 2 月 18 日转至基层医院继续治疗。患者住院期间的体温和心率变化趋势见图 7。3 个月后随访显示,患者可正常生活和工作,预后良好。

2 讨论

甲状腺危象是一种罕见但危及生命的内分泌急症。由于甲状腺激素参与体内各种组织代谢,因此临床表现多样,包括体温调节系统功能障碍、胃肠道和肝功能紊乱、中枢神经系统损伤和心脏功能紊乱等。其中,甲亢所致心脏功能紊乱被认为是最严重的甲状腺毒症表现^[1],可引发房性和(或)室性心律失常、心力衰竭、心搏骤停^[2],这是由于甲状腺激素对心血管系统有直接和间接影响。具体而言,在甲亢期间,肾素-血管紧张素-醛固酮系统(renin-angiotensin-aldosterone system, RAAS)激活导致水钠潴留(前负荷增加),同时甲状腺激素直接使全身血管阻力降低(后负荷减少)。此外,交感神经活性增强及心肌细胞中过量甲状腺激素可产生过度

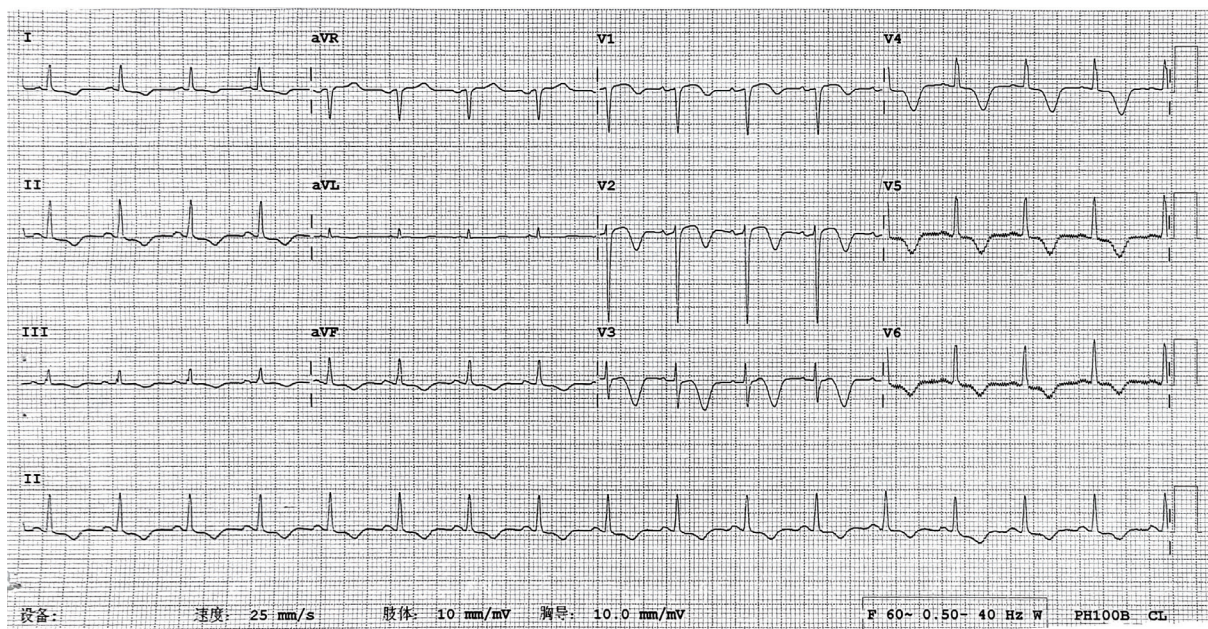


图 6 1 例 49 岁女性急性心肌梗死合并甲状腺危象患者出现甲状腺危象用药后心电图 心电图示窦性心律,ST 段压低,T 波倒置

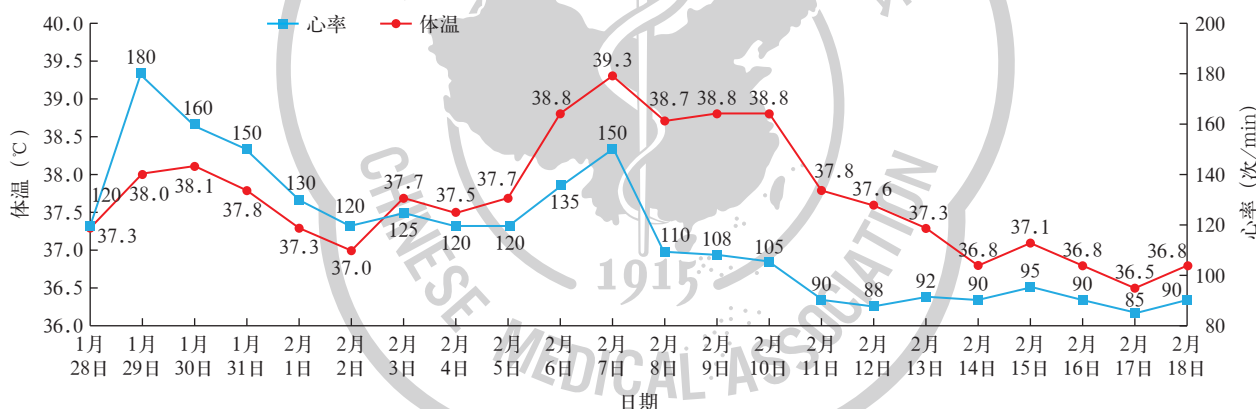


图 7 1 例 49 岁女性急性心肌梗死合并甲状腺危象患者住院期间体温和心率变化趋势

的变时、变力和变传导效应,导致快速性心律失常和心肌缺血。最终可表现为心肌收缩与舒张功能受损的扩张型心肌病,临床以心源性休克和肺水肿为特征。甲状腺危象常见诱因以感染多见,其次包括甲状腺药物治疗不依从、手术、创伤、感染、分娩、药物、过量碘摄入等。上述因素可促使甲状腺滤泡细胞储存的大剂量甲状腺激素释放入血,同时诱发高代谢风暴。目前美国甲状腺协会指南推荐的治疗方案包括抑制甲状腺激素的合成与分泌、阻断外周甲状腺激素作用,若合并严重心功能紊乱,建议联合应用 VA-ECMO 支持^[3]和(或)血浆置换^[4]。

ECMO 是一种用于在较长时间内暂时替代心脏和(或)肺功能,为器官恢复争取时间的支持治疗手段。ECMO 可用于救治不同病因导致的心搏骤停患者,包括急性心肌梗死^[5]、急性呼吸窘迫综合征^[6]、药物中毒^[7]和烧伤^[8]等。对于急性心搏骤停患者,ECMO 已成为一项成熟的挽救性治疗手段^[9]。ECMO 虽已广泛用于心搏骤停患者的救治,但关于其在内分泌急症中的临床研究却很少。White 等^[10]于

2018 年发表的综述报道,在 1970 至 2017 年收治的 14 例甲状腺毒症诱发心肌病患者中,有 11 例经 ECMO 治疗成功,左心室功能基本恢复正常,左室射血分数至少回升至 50%。Elmenyar 等^[11]于 2023 年发表的综述显示,在 2003 年 4 月至 2023 年 8 月报告的 256 例心脏病患者中,16.3% 接受了 ECMO 治疗,是目前最常用的机械支持治疗手段。Eltahir 等^[12]报告 3 例既往健康的女性病例,其中 2 例发生心搏骤停、1 例发生心力衰竭;此 3 例经 VA-ECMO 联合甲状腺切除治疗后,均病情改善出院。

患者否认既往甲亢病史及甲亢相关表现,甲状腺功能检查基线资料缺失,但入院后甲状腺功能测定示三碘甲状腺原氨酸(triiodothyronine, T_3)、甲状腺素(thyroxine, T_4)升高, TSH 下降,结合临床表现及甲状腺彩超,故考虑患者既往存在甲亢病史,但未能发现和治疗,本次由急性冠脉事件诱发甲状腺危象。急性心肌梗死时,交感-肾上腺髓质轴激活,产生大量儿茶酚胺等物质,可直接作用于甲状腺滤泡细胞膜上的 β 受体,促进甲状腺激素(T_3 、 T_4)的合成与释放;而甲亢

本身可导致机体代谢增加、心肌耗氧量增加、心率增快,冠脉进一步供血不足,急性冠脉事件发生率升高。既往文献报道,甲亢诱发心肌梗死进而继发甲状腺危象的患者,冠脉造影多无实际狭窄,而常由冠脉痉挛所致,部分患者造影时无异常^[13],且经单纯抗甲状腺药物治疗痉挛后可缓解^[14],与此次报道病例不符。甲状腺危象诱发冠脉痉挛的因素包括细胞钙含量增加、交感神经活性增强、肾上腺素能受体敏感性及数量增加、血管平滑肌过度反应,以及冠脉血管运动张力异常等^[13, 15-17]。

急性心肌梗死合并甲状腺危象的早期识别存在显著挑战,二者临床表现存在重叠,如发热、心动过速、循环衰竭等,易造成漏诊。本例患者既往无明确甲状腺疾病史,冠脉存在器质性狭窄,与部分文献报道的以冠脉痉挛为主的甲状腺危象合并心肌损伤病例不同,说明甲状腺危象可诱发冠脉痉挛,也可与冠脉粥样硬化病变并存,进一步增加了临床鉴别难度。同时,急性心肌梗死合并甲状腺危象的治疗也存在诸多矛盾,一方面急性心肌梗死需尽早抗血小板、抗凝及冠脉再灌注治疗,但应用含碘造影剂时会大量摄入碘离子,进一步刺激甲状腺激素合成和释放。Bjekic-Macut 等^[18]曾报告 1 例心肌梗死行冠脉造影诱发甲状腺危象的病例。但本例患者在接受造影及支架植入前已出现心动过速、大汗、发热等交感兴奋表现,结合发病时间分析,更倾向于急性心肌梗死诱发隐匿甲亢进展为甲状腺危象。但尚不能完全排除造影剂诱发甲状腺危象的可能。另一方面,甲状腺危象核心治疗依赖 β 受体阻滞剂抑制交感兴奋,而心肌梗死急性期常合并低血压、心功能受损, β 受体阻滞剂的应用明显受限。Shehzad 等^[19]报告 1 例非阻塞性心肌梗死合并甲状腺危象患者,该患者在治疗过程中使用艾司洛尔,推测药物或参与诱发冠脉痉挛,最终导致死亡。临床需重视该类患者的早期识别、早期诊断、权衡利弊实施个体化治疗。对于危重患者出现不明原因高热、大汗、心动过速等症状时,应常规完善甲状腺功能筛查,避免延误病因治疗。

本例患者为急性心肌梗死合并甲状腺危象致心肌损伤进一步加重,本院临床团队及时启动综合救治,患者经过近 129 h ECMO 支持后成功撤机拔管。复查心脏彩超示,射血分数 60%,心功能较前明显改善,左室室壁运动减弱改善。甲状腺危象合并心功能受损患者可迅速失代偿为心肺功能衰竭,治疗的关键在于尽早使用抗甲状腺药物抑制甲状腺激素的合成与分泌。然而,即便给予充分的药物治疗,患者病情仍有可能迅速恶化,因此对于可逆性病因所致的难治性心源性休克,应积极考虑 ECMO 支持。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 张亮: 酝酿和设计实验、实施研究、采集数据、分析/解释数据、起草文章、统计分析; 朴艺花: 分析/解释数据、对文章的知识性内容作批评性审阅、指导; 朴贤姬: 实施研究、分析/解释数据、对文章的知识性内容作批评性审阅、获取研究经费、指导、支持性贡献

参考文献

[1] Angell TE, Lechner MG, Nguyen CT, et al. Clinical features and

hospital outcomes in thyroid storm: a retrospective cohort study[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100(2): 451-459. DOI: 10.1210/jc.2014-2850.

- [2] Zayour M, Yasmin FA, Baydoun A, et al. Cardiac arrest as first presentation of thyroid storm[J]. *Cureus*, 2023, 15(4): e37057. DOI: 10.7759/cureus.37057.
- [3] Authors/Task Force Members, Document Reviewers. 2016 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: the task force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC[J]. *Eur J Heart Fail*, 2016, 18(8): 891-975. DOI: 10.1002/ehf.592.
- [4] Shah KK, Mbughuni MM, Burgstaler EA, et al. Iatrogenic thyrotoxicosis and the role of therapeutic plasma exchange[J]. *J Clin Apher*, 2017, 32(6): 579-583. DOI: 10.1002/jca.21536.
- [5] Koerner MM, Harper MD, Gordon CK, et al. Adult cardiac veno-arterial extracorporeal life support (VA-ECMO): prevention and management of acute complications[J]. *Ann Cardiothorac Surg*, 2019, 8(1): 66-75. DOI: 10.21037/acs.2018.12.09.
- [6] Paolone S. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for lung injury in severe acute respiratory distress syndrome (ARDS): review of the literature[J]. *Clin Nurs Res*, 2017, 26(6): 747-762. DOI: 10.1177/1054773816677808.
- [7] Upchurch C, Blumenberg A, Brodie D, et al. Extracorporeal membrane oxygenation use in poisoning: a narrative review with clinical recommendations[J]. *Clin Toxicol (Phila)*, 2021, 59(10): 877-887. DOI: 10.1080/15563650.2021.1945082.
- [8] Eldredge RS, Zhai Y, Cochran A. Effectiveness of ECMO for burn-related acute respiratory distress syndrome[J]. *Burns*, 2019, 45(2): 317-321. DOI: 10.1016/j.burns.2018.10.012.
- [9] Ontario Health (Quality). Extracorporeal membrane oxygenation for cardiac indications in adults: a health technology assessment[J]. *Ont Health Technol Assess Ser*, 2020, 20(8): 1-121.
- [10] White A, Bozso SJ, Moon MC. Thyrotoxicosis induced cardiomyopathy requiring support with extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Crit Care*, 2018, 45: 140-143. DOI: 10.1016/j.jcrc.2018.01.026.
- [11] Elmenyar E, Aoun S, Al Saadi Z, et al. Data analysis and systematic scoping review on the pathogenesis and modalities of treatment of thyroid storm complicated with myocardial involvement and shock[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(19): 3028. DOI: 10.3390/diagnostics13193028.
- [12] Eltahir M, Chaudhry H, Ibrahim EA, et al. Thyroid storm-induced refractory multiorgan failure managed by veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation support: a case-series[J]. *Am J Case Rep*, 2023, 24: e940672. DOI: 10.12659/AJCR.940672.
- [13] Zheng W, Zhang YJ, Li SY, et al. Painless thyroiditis-induced acute myocardial infarction with normal coronary arteries[J]. *Am J Emerg Med*, 2015, 33(7): 983. e5-10. DOI: 10.1016/j.ajem.2014.12.071.
- [14] Ardehali A, Sooch A, Kiess M, et al. Severe coronary vasospasm complicated by thyrotoxicosis in early pregnancy[J]. *JACC Case Rep*, 2025, 30(14): 103621. DOI: 10.1016/j.jaccas.2025.103621.
- [15] Ueno A, Yamamoto T, Sato N, et al. Ventricular fibrillation associated with early repolarization in a patient with thyroid storm[J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2010, 29(2): 93-96. DOI: 10.1007/s10840-010-9507-3.
- [16] Klomp M, Siegelar SE, van de Hoef TP, et al. A case report of myocardial infarction with non-obstructive coronary artery disease: Graves' disease-induced coronary artery vasospasm[J]. *Eur Heart J Case Rep*, 2020, 4(4): 1-5. DOI: 10.1093/ehjcr/ytal191.
- [17] Lassnig E, Berent R, Auer J, et al. Cardiogenic shock due to myocardial infarction caused by coronary vasospasm associated with hyperthyroidism[J]. *Int J Cardiol*, 2003, 90(2-3): 333-335. DOI: 10.1016/s0167-5273(02)00528-4.
- [18] Bjekic-Macut J, Baltic T, Petrovic Nikolic T, et al. Iodinated contrast media induced thyroid storm and acute coronary syndrome: a case report[J]. *Acta Endocrinol (Buchar)*, 2024, 20(3): 384-387. DOI: 10.4183/aeb.2024.384.
- [19] Shehzad M, Shehzad D, Ahmad M, et al. Pheochromocytoma and thyroid storm presenting as ST-elevation myocardial infarction in a patient with non-obstructive coronary arteries[J]. *Eur J Case Rep Intern Med*, 2024, 11(10): 04825. DOI: 10.12890/2024_04825.

(收稿日期: 2026-02-07)

(本文编辑: 张耘菲)