

[文章编号] 1671-587X(2024)02-0529-07

DOI:10.13481/j.1671-587X.20240228

急性左下肢动脉栓塞并发肌病肾病代谢综合征的心力衰竭 患者1例报告及文献复习

俞凯华¹, 尉昆², 张杰¹, 衣雪梅³, 王刚³, 庞磊¹

(1. 吉林大学第一医院麻醉科, 吉林 长春 130021; 2. 山东中医药大学第二附属医院康复科, 山东 济南 250001; 3. 吉林大学第一医院第二手术室, 吉林 长春 130021)

[摘要] **目的:** 报道1例急性左下肢动脉栓塞并发肌病肾病代谢综合征(MNMS)的心力衰竭患者诊治过程, 为此类患者诊断、麻醉和治疗提供参考。**方法:** 回顾性分析1例急性左下肢动脉栓塞并发MNMS的心力衰竭患者的临床资料、麻醉方法和围术期管理, 并进行相关文献复习。**结果:** 患者, 男性, 56岁, 于2017年3月25日因突发左下肢疼痛、麻木伴感觉运动障碍入院, 入院35 min后血管超声检查提示左股浅动脉末段至腘动脉全段继发血栓。入院77 min后实验室检查显示肌红蛋白(MB) $698.7 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、肌钙蛋白I(TnI) $0.092 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 和肌酸激酶同工酶(CK-MB) $4.78 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。入院63 min后心电图检查结果显示心动过速、左心室肥大、心房颤动和房室传导阻滞。初诊为急性左下肢动脉栓塞, 冠心病, 陈旧性心肌梗死, 心律失常, 2型糖尿病。患者拟于入院3 h后在全麻下行急诊左下肢动脉栓塞取栓术, 术中患者生命体征平稳, 术后8 min患者突发室颤, 考虑再发急性心肌梗死并发MNMS, 经过积极的抢救处理, 仍未能挽救患者生命。**结论:** 对于急性肢体动脉栓塞并发心力衰竭的患者, 及时恢复肢体的血液供应是治疗的关键, 适当补液扩容, 维持电解质平衡, 保护肾功能可以有效降低患者的病死率和截肢率。

[关键词] 心力衰竭; 急性动脉栓塞; 肌病肾病代谢综合征; 缺血再灌注损伤

[中图分类号] R692 **[文献标志码]** B

Heart failure patient with acute left lower limb arterial embolism complicated with myonephropathic metabolic syndrome: A case report and literature review

YU Kaihua¹, WEI Kun², ZHANG Jie¹, YI Xuemei³, WANG Gang³, PANG Lei¹

(1. Department of Anesthesiology, First Hospital, Jilin University, Changchun 130021, China; 2. Department of Rehabilitation, Second Affiliated Hospital, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250001, China; 3. Department of Second Operation Room, First Hospital, Jilin University, Changchun 130021, China)

ABSTRACT **Objective:** To report the diagnosis and treatment of one patient with acute left lower limb arterial embolism complicated with myonephropathic metabolic syndrome (MNMS)-associated heart failure, and to provide the reference for the diagnosis, anesthesia, and treatment of such patients.

[收稿日期] 2023-05-18

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81970228, 82102306); 吉林省科技厅社发基金项目(20210203091SF)

[作者简介] 俞凯华(1999-), 男, 山东省滕州市人, 在读硕士研究生, 主要从事缺血再灌注损伤临床诊治方面的研究。

[通信作者] 王刚, 硕士研究生导师(E-mail: gwang@jlu.edu.cn);

庞磊, 副主任医师, 硕士研究生导师(E-mail: panglei@jlu.edu.cn)

Methods: The retrospective analysis on the clinical data, anesthesia methods, and perioperative management of one patient with acute left lower limb arterial embolism complicated with MNMS-associated heart failure was conducted, and the related literatures were reviewed. **Results:** The patient, a 56-year-old male, was admitted to the hospital on March 25, 2017, due to sudden pain and numbness in the left lower limb accompanied by sensory and motor disturbances. The vascular ultrasound performed 35 min after the admission suggested a secondary thrombus from the distal superficial femoral artery to the entire popliteal artery. The laboratory tests performed 77 min after admission showed the myoglobin (MB) level was $698.7 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, cardiac troponin I (TnI) was $0.092 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, and creatine kinase isoenzyme (CK-MB) was $4.78 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. The electrocardiogram results taken 63 min after admission indicated tachycardia, left ventricular hypertrophy, atrial fibrillation, and atrioventricular block. The initial diagnosis was acute left lower limb arterial thrombosis, coronary artery disease, old myocardial infarction, arrhythmia, and type 2 diabetes. The patient was scheduled for an emergency thrombectomy of the left lower limb under general anesthesia 3 h after admission. During the surgery, the patient's vital signs were stable, but 8 min after operation, the patient suddenly developed ventricular fibrillation, which was considered to be a reinfarction of acute myocardial infarction complicated with MNMS. After active rescue treatment, the patient's life was still not saved. **Conclusion:** For the patients with acute limb arterial embolism complicated with heart failure, timely restoration of limb blood supply is crucial in treatment. Appropriate fluid resuscitation to expand blood volume, maintaining electrolyte balance, and protecting cardiac and renal functions can effectively reduce the mortality and amputation rate of the patients.

KEYWORDS Heart failure; Acute arterial embolism; Myonephropathic metabolic syndrome; Ischemia-reperfusion injury

急性动脉栓塞可导致受累组织的缺血缺氧,如果取栓不及时,血管再通后可能引起再灌注损伤,坏死物质入血后将严重损伤肾脏功能甚至出现急性肾功能衰竭^[1]。吉林大学第一医院为1例急性左下肢动脉栓塞发病超过5 h的56岁男性心力衰竭患者施行动脉取栓术,手术结束后患者突发室颤,考虑再发急性心肌梗死并发肌病肾病代谢综合征(myonephropathic metabolic syndrome, MNMS),简称肌肾综合征,包括肾功能衰竭、循环衰竭、代谢性酸中毒和高钾血症等。吉林大学第一医院启动了紧急抢救措施,但未能挽救患者的生命。目前MNMS的发病机制尚不明确,国内外少有相关文献报道,对于并发MNMS的心力衰竭患者诊治过程也鲜有提及,尚无明确的指南和统一的标准。本研究通过1例病例以及对近年来国内外相关文献的回顾,分析心力衰竭并发MNMS的病因和发病机制,总结合理的治疗策略,以期为后续的研究提供参考。

1 临床资料

1.1 一般资料 患者,男性,56岁,身高173 cm,体质量74 kg,体质量指数(body mass index, BMI) $24.73 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 。因左下肢突发凉、麻木、疼

痛伴运动障碍5 h急诊入院。于2017年3月25日凌晨01:21以“急性左下肢动脉栓塞”收入吉林大学第一医院血管外科。既往病史:冠状动脉粥样硬化性心脏病,急性前间壁、下壁心肌梗死,心律失常病史2年,2型糖尿病史20余年。

1.2 入院查体 患者入院神志清楚,查体发现左下肢皮肤散在花斑,浅静脉不充盈,趾蹼干瘪。左膝关节以下皮温低,小腿及足部为重。左股动脉、左腘动脉、足背和胫后动脉搏动未触及,左侧膝关节以下感觉迟钝,足部痛温觉消失。下肢血管彩超检查结果显示左下肢动脉粥样硬化斑块形成,左股浅动脉中远段血栓栓塞,左股浅动脉末段至腘动脉全段继发血栓。心电检查结果提示:异位心律,心房颤动,房室传导阻滞;胸正位影像诊断:主动脉硬化心脏增大,以左心室增大为主;心脏超声检查:双房、左室增大,室壁搏动弥漫性减弱,左室收缩及舒张功能减低,二尖瓣重度返流,射血分数(ejection fraction, EF) 27%。术前实验室检查结果显示:纤维蛋白原(fibrinogen, FBG) $4.03 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、纤维蛋白(原)降解产物(fibrinogen degradation product, FDP) $21.2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、D-二聚体(D-dimer, DD) $2979.0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、B型钠尿肽前体

(B-type natriuretic peptide precursor, BNP) $1\ 690.0\ \text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ 、肌酸激酶 (creatinine kinase, CK) $432.0\ \text{U}\cdot\text{L}^{-1}$ 、肌酸激酶同工酶 (creatinine kinase isoenzyme, CK-MB) $4.87\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、肌红蛋白 (myoglobin, MB) $698.7\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、肌钙蛋白 I (troponin I, TnI) $0.092\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。见表1。术前动脉血气和电解质检查结果显示: pH 7.41、 Cl^{-} $99.3\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 K^{+} $5.4\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 Na^{+} $136.6\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 Ca^{2+} $2.31\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、二氧化碳结合力 $20.5\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、尿素 $11.46\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和肌酐 (creatinine, Cr) $114.2\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

1.3 麻醉方法 术前评估: 美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) 分级IV级, 心功能分级III级, Goldman心功能评分14分, 无困难气道风险。患者入室后开放上肢静脉通路, 建立基本生命体征监测: 心率 (heart rate, HR) $92\ \text{min}^{-1}$ 、血压 (blood pressure, BP) $148/96\ \text{mmHg}$ 和血氧饱和度 (pulse oxygen saturation, SpO_2) 85%。局麻下行有创动脉穿刺测压, 左桡动脉压 $163/96\ \text{mmHg}$ 。患者自带导尿管入室, 约50 mL微黄尿液。入室动脉血气: pH 7.39、二氧化碳分压 (partial pressure of CO_2 , PCO_2) $29\ \text{mmHg}$ 、氧分压 (partial pressure of O_2 , PO_2) $48\ \text{mmHg}$ 、碳酸氢根离子 (HCO_3^{-}) $17.6\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、剩余碱 (base excess, BE) $-5.8\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 K^{+} $5.6\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 Ca^{2+} $1.09\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。见表2。麻醉诱导: 缓慢静脉注射芬太尼 $0.15\ \text{mg}$ 、顺式阿曲库铵 $10\ \text{mg}$ 和依托咪酯 $12\ \text{mg}$, 使用 $4\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 去甲肾上腺素调整血压。待患者自主呼吸消失, 下颌松弛, 循环稳定后, 行气管插管术。机械通气参数: 吸入气氧浓度100%、氧流量 $2\ \text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ 、潮气量 $7\ \text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和呼吸频率 $12\ \text{min}^{-1}$ 。麻醉维持采用2%丙泊酚 $12\ \text{mL}\cdot\text{h}^{-1}$ 和 $20\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 瑞芬太尼 $20\ \text{mL}\cdot\text{h}^{-1}$, 去甲肾上腺素 $4\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 根据血压调节泵注。于术前追加芬太尼 $0.1\ \text{mg}$, 手术历时40 min, 患者生命体征平稳, 维持 BP $100\sim 130/60\sim 80\ \text{mmHg}$, SpO_2 98%~100%, 术中输注醋酸钠林格注射液 $300\ \text{mL}$, 0.9%氯化钠注射液 $500\ \text{mL}$, 尿量约100 mL。术毕心电监护提示T波高尖、ST段轻度抬高, 动脉血气: pH 7.18、 PCO_2 $54\ \text{mmHg}$ 、 PO_2 $129\ \text{mmHg}$ 、 HCO_3^{-} $20.2\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、BE $-8.8\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 K^{+} $6.9\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 Ca^{2+} $1.08\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。见表2。处

理: 立即静脉输注10%葡萄糖酸钙 $1\ \text{g}$ 和呋塞米 $20\ \text{mg}$, 同时静滴5%碳酸氢钠 $250\ \text{mL}$ 。手术结束后约8 min, 患者恢复自主呼吸, 突发室颤, 立即给予300 J电复律除颤1次, 持续胸外按压, 同时给予2%利多卡因 $3\ \text{mL}$, 并请心内科会诊指导抢救。2 min后患者自主心率恢复, 床头心电监护显示ST段下移, 但未见P波, 急查动脉血气: pH 7.24、 PCO_2 $53\ \text{mmHg}$ 、 PO_2 $125\ \text{mmHg}$ 、 HCO_3^{-} $22.7\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、BE $-5.4\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 K^{+} $7.0\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 Ca^{2+} $1.02\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。见表2。实验室检查: CK $5\ 362\ \text{U}\cdot\text{L}^{-1}$, CK-MB $5.13\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, MB $682.5\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, TnI $0.371\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。见表1。处理: 再次给予10%葡萄糖酸钙 $1\ \text{g}$ 和呋塞米 $20\ \text{mg}$, 5%葡萄糖注射液 $500\ \text{mL}$ 加普通胰岛素 $6\ \text{U}$ 静滴。手术结束后约25 min, 患者再次出现HR和BP进行性下降, 大动脉搏动消失。处理: 持续给予胸外心脏按压, 间断电除颤, 头部冰袋降温, 同时输注地塞米松 $20\ \text{mg}$, 反复给予肾上腺素 $1\ \text{mg}$ 和多巴胺 $20\ \text{mg}$ 。经抢救30 min无效, 宣布患者死亡。

2 讨论

心力衰竭已成为全球突出的公共卫生问题, 其发病率和死亡率在老年人群中居高不下。心力衰竭是由心脏结构或功能异常引起的慢性进行性临床综合征, 临床表现为头晕乏力、体液潴留、呼吸困难和咳痰咯血等。心力衰竭常见的病因包括缺血性心脏病、心肌梗死、高血压和心脏瓣膜病。人口老龄化和心力衰竭的高发病率导致心力衰竭患者接受非心脏手术的数量不断增加, 老年患者通常并发多种慢性疾病, 心力衰竭可能是由其中一种或多种慢性疾病共同作用引起^[2]。因此, 面对这一复杂的患者群体, 围术期风险评估和管理变得尤为重要^[3]。心力衰竭患者年龄较大、并发症较多, 择期和急诊手术后的死亡率明显高于一般患者, 且住院时间更长, 术后复发风险将增加4~5倍^[4]。对于心力衰竭患者, 术前应进行包括容量和循环状态的评估, 术中密切监测生命体征, 术后尽可能进行多学科护理。本例患者术前EF仅为27%, BNP显著升高, 属于EF降低型心力衰竭。冠心病、房颤和糖尿病均是术中发生心脏意外的危险因素, 心力衰竭患者对手术的耐受性差, 施行外周血管手术属于高危手术, 心脏意外危险发生率 $>5\%$ 。

MNMS是由于急性动脉栓塞或其他阻碍肢体供血的原因致骨骼肌变性坏死, 细胞裂解释放大量

表1 患者实验室检查结果
Tab. 1 Laboratory inspection results of patient

Variable	Detection value	Reference value	Time
INR	0.97	0.80—1.20	2017-03-25 02:09
PT(<i>t</i> /s)	11.4	9.0—13.0	2017-03-25 02:09
TT(<i>t</i> /s)	12.6	11.0—17.8	2017-03-25 02:09
FBG[ρ_B /($g \cdot L^{-1}$)]	4.03	2.00—4.00	2017-03-25 02:09
APTT(<i>t</i> /s)	36.70	20.00—40.00	2017-03-25 02:09
PTA(η /%)	96	80—120	2017-03-25 02:09
PTR	0.97	0.80—1.20	2017-03-25 02:09
FDP[ρ_B /($mg \cdot L^{-1}$)]	21.2	≤ 5.0	2017-03-25 02:09
DD[ρ_B /($\mu g \cdot L^{-1}$)]	2 979.0	≤ 232.0	2017-03-25 02:09
BNP[ρ_B /($ng \cdot L^{-1}$)]	1 690.0	≤ 125.0	2017-03-25 02:09
CK[λ_B /($U \cdot L^{-1}$)]	432.0	38.0—174.0	2017-03-25 02:09
CK-MB[ρ_B /($\mu g \cdot L^{-1}$)]	4.87	≤ 3.38	2017-03-25 02:38
MB[ρ_B /($\mu g \cdot L^{-1}$)]	698.7	≤ 121.0	2017-03-25 02:38
TnI[ρ_B /($\mu g \cdot L^{-1}$)]	0.092	≤ 0.034	2017-03-25 02:38
UREA[c_B /($mmol \cdot L^{-1}$)]	11.46	3.20—7.10	2017-03-25 03:42
Cr[c_B /($\mu mol \cdot L^{-1}$)]	114.2	58.0—110.0	2017-03-25 03:42
CK[λ_B /($U \cdot L^{-1}$)]	5 362.0	38.0—174.0	2017-03-25 07:23
CK-MB[ρ_B /($\mu g \cdot L^{-1}$)]	5.13	≤ 3.38	2017-03-25 07:23
MB[ρ_B /($\mu g \cdot L^{-1}$)]	682.50	≤ 121.00	2017-03-25 07:23
TnI[ρ_B /($\mu g \cdot L^{-1}$)]	0.371	≤ 0.034	2017-03-25 07:23

INR: International normalised ratios; PT: Prothrombin time; TT: Thrombin time; FBG: Fibrinogen; APTT: Activated partial thromboplastin time; PTA: Prothrombin activity; PTR: Prothrombin time ratio; FDP: Fibrinogen degradation product; DD: D-dimer; BNP: B-type natriuretic peptide precursor; CK: Creatine kinase; CK-MB: Creatine kinase isoenzyme; MB: Myoglobin; TnI: Troponin I; Cr: Creatinine.

表2 患者术中血气分析指标
Tab. 2 Intraoperative blood gas analysis indexes of patients

Variable	Detection value			Reference value
	04:56	06:03	06:13	
pH	7.39	7.18	7.24	7.35—7.45
PCO ₂ (<i>P</i> /mmHg)	29	54	53	35—45
PO ₂ (<i>P</i> /mmHg)	48	129	125	80—100
HCO ₃ ⁻ (<i>P</i> /mmHg)	17.6	20.2	22.7	21.4—27.3
BE[c_B /($mmol \cdot L^{-1}$)]	-5.8	-8.8	-5.4	-3.0—+3.0
HCT(η /%)	49	47	46	35—51
Hb[ρ_B /($g \cdot L^{-1}$)]	167	160	156	Male: 120—160; Female: 110—150
SO ₂ (η /%)	83	98	98	>95
Na ⁺ [c_B /($mmol \cdot L^{-1}$)]	132	131	132	135—147
K ⁺ [c_B /($mmol \cdot L^{-1}$)]	5.6	6.9	7.0	3.5—5.3
Ca ²⁺ [c_B /($mmol \cdot L^{-1}$)]	1.09	1.08	1.02	1.15—1.35
Glu[c_B /($mmol \cdot L^{-1}$)]	14.2	13.8	14.0	3.9—6.1
Lac[c_B /($mmol \cdot L^{-1}$)]	2.1	2.7	2.6	0.5—1.7

MB、CK、无机盐、离子和自由基等物质, 进入体循环引起的代谢紊乱, 包括肌红蛋白尿、代谢性酸

中毒、氮质血症、高钾血症、心肌抑制和急性肾功能衰竭等^[1, 5]。随着肢体缺血时间的延长, 组织坏

死范围和代谢物质将不断增加, 血管再通率和患者生存率随之下降。抢救目标在于尽快解除栓塞, 却忽略了可能并发的MNMS, 因此患者预后较差。急性动脉阻塞后MNMS的发生率为7.5%~30.0%, 死亡率为30%~80%^[6-7], 这一综合征最初是由HAIMOVICI^[8]于1973年描述并命名。

近年来通过对国内外文献的研究和临床经验的总结, 对于MNMS的诊断主要包括: (1) 表现诊断。临床上急性动脉栓塞或其他病因引起肢体长时间缺血, 应警惕MNMS的发生, 尤其是缺血时间长, 缺血范围广的患者^[9]。临床出现患肢疼痛、苍白、肌肉痉挛、关节僵直、非凹陷性水肿, 少尿、无尿、樱桃红或酱油色尿以及躁动不安、神志恍惚和定向障碍等神经精神症状时应高度怀疑MNMS^[10]。研究者^[6]认为缺血期可能已存在MNMS, 目前又有观点认为患者出现患肢肌肉僵硬和肌红蛋白尿即可诊断为MNMS。(2) 实验室诊断。①横纹肌溶解症, $CK > 1\,000\text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$ (超过正常上限5倍有重要意义, 且与急性肾损伤发生风险相关)^[11], 肌红蛋白、天冬氨酸氨基转移酶和乳酸脱氢酶水平升高也具有意义, 天冬氨酸氨基转移酶的升高与肌肉坏死程度常呈正比^[12]; ②急性肾功能衰竭, $Cr > 176\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 尿量持续减少; ③代谢性酸中毒, 动脉血 $\text{pH} < 7.3$, $\text{BE} < -3.0\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, pH 值越低提示骨骼肌的坏死越严重。

本例患者的死亡原因可能为再发心肌梗死、急性下肢动脉栓塞并发MNMS。诊断MNMS依据: ①患者术前已出现肢体疼痛和感觉障碍, 考虑栓塞时间长, 骨骼肌坏死的范围及程度严重, MNMS的发生率将明显升高; 血urea和Cr升高, K^+ 偏高, 提示已存在肾功能不全, 其原因可能是由于坏死物质入血或血容量不足导致肾脏缺血; ②患者术后 $\text{pH}\ 7.18$, $\text{BE}\ -8.8\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, K^+ 水平高达 $6.9\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, 出现明显的代谢性酸中毒; CK和 K^+ 水平显著升高、尿液颜色加深是由于横纹肌的溶解, 坏死物质大量入血导致; 低血容量和肌红蛋白沉积形成管型堵塞肾小管, 导致肾功能受损, 患者尿量减少。再发心肌梗死的诊断依据: ①患者既往冠心病和心肌梗死病史, 考虑到术中存在再发心肌梗死的风险; ②术中心电图特征性改变为T波高尖、ST段抬高和ST-T动态演变, 部分变化不典型, 且除颤之后ST段下降; ③术后心肌损伤标志

物持续升高, CK-MB和TnI水平较术前升高。

本例患者在血管再通前宜补液扩容, 酌情使用碳酸氢钠和利尿剂预防酸中毒及高钾血症。总之, 对MNMS的认识不足是导致患者死亡的原因之一。因此, 本文作者对于MNMS的防治和管理提出以下几个方面建议: (1) 充分的术前准备和评估。急性动脉栓塞多为急诊手术, 医务人员无充足时间完善术前准备, 手术麻醉风险较大。因此术前病史采集、体格检查至关重要。推荐采用Rutherford分级^[13], 评估患者呼吸循环功能, 检查患者皮肤颜色和静脉充盈度, 结合影像学技术(超声和CT检查等)明确诊断和肢体缺血情况^[14]。(2) 积极进行液体复苏。尽可能在早期输注大量晶体液(通常选择乳酸林格氏液或生理盐水), 维持略高于正常的血容量。仔细评估容量状态并监测尿量, 通常初始液体复苏可按照 $1\sim 2\ \text{L}\cdot\text{h}^{-1}$ 的速度进行, 血浆 $CK < 5\,000\ \text{U}\cdot\text{L}^{-1}$ 时可以调整输液速度, 建议维持尿量 $1\sim 3\ \text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ^[15-16]。胶体液虽具有良好的扩容特性, 但不宜用于少尿或无尿的急性肾功能衰竭患者^[10]。本例患者考虑到已存在心力衰竭, 因此术中并未进行短时间大量补液。液体复苏过程中还应警惕由于四肢肌肉水肿的加重而出现骨筋膜室综合征(osteofascial compartment syndrome, OCS), 此时应测量筋膜间室压并考虑切开减压^[17]。(3) 纠正酸中毒和电解质紊乱。①早期应用碳酸氢钠碱化尿液, 有利于纠正酸中毒, 保护肾脏功能, 同时还应监测血钙水平, 防止低钙血症的发生。可应用胰岛素、葡萄糖酸钙和5%碳酸氢钠控制 K^+ 水平; ②对出现肾功能衰竭和高钾血症的患者应尽早行透析治疗, 以防由于高钾诱发心律失常、心脏骤停; ③过去的观点认为血液透析对MB的清除能力有限, 对于伴有肌红蛋白尿的肾功能衰竭患者, 可以使用连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)降低血清MB水平, 改善血清Cr、尿素氮和 K^+ 水平^[18-19], 在急性肾功能衰竭发生之前给予CRRT治疗, 能降低术后MNMS的发生率^[20]。对于CRRT能否有效预防并发MNMS后的急性肾功能损伤, 还有待更多的研究证实^[16]。(4) 利尿。血容量充足的情况下早期使用利尿剂可以预防急性肾功能衰竭。①袢利尿剂呋塞米可降低肾血管阻力以改善肾脏血流, 促使MB和 K^+ 排出; ②渗透性利尿剂甘露醇也具有利尿、改善肾脏血流的作用, 然而,

对于存在严重肾功能不全和肾性少尿的患者,应慎用甘露醇,以防其加重电解质紊乱;③SEZAI等^[21]研究指出:对于可能发生MNMS以及急性肾功能衰竭的患者,术中持续给予大剂量人心房钠尿肽也可以达到保护心脏和肾脏的目的,且无需行血液透析治疗。(5)清除自由基。①早期使用甘露醇可以保护线粒体功能,清除氧自由基,降低脂质过氧化程度;②褪黑素、维生素C、维生素E、谷胱甘肽、牛磺酸、辅酶Q10^[22]、多酚化合物、超氧化物歧化酶和过氧化氢酶等也可清除自由基,稳定细胞膜,减轻组织水肿^[10]。(6)抗凝和溶栓。①在无禁忌证的情况下,对于轻度栓塞、患肢缺血危险性小的患者可先行抗凝治疗,静脉注射80~100 U·kg⁻¹肝素后滴注维持活化部分凝血活酶时间在60~100 s(为正常值的2~3倍)^[23];②中重度肢体栓塞患者也应尽早开始全身肝素化治疗,以减轻缺血再灌注损伤,预防继发性血栓形成;③术后继续抗凝治疗、监测激活全血凝固时间对维持血管畅通并预防新发栓塞也有重要意义。(7)手术治疗。对于肢体感觉减弱或消失、动脉多普勒信号不清晰的患者宜行急诊手术取栓或导管溶栓^[14]。①血管再通前后均有可能发生OCS,发现患者存在患肢疼痛肿胀、肌张力增加和感觉运动障碍等情况,应尽早行筋膜切开减压治疗^[24];②力争6~8 h内取栓(Fogarty球囊导管动脉取栓),若出现血管硬化狭窄可行动脉内膜剥脱术;③局部低温处理可以降低组织氧耗和微血管通透性,减轻组织水肿;④术前已出现严重组织丢失、永久性的神经损伤或积极采取以上治疗手段后病情持续恶化的患者,应考虑截肢以挽救生命^[25]。

在血管外科手术中,动脉取栓术仍具有较高的死亡风险,忽略患者的并发症、围术期管理认识不足和并发MNMS是导致疾病预后不佳的重要因素。及时恢复肢体的血液供应,早期补液扩容,维持电解质平衡,保护心脏和肾脏功能,能有效降低MNMS的病死率及截肢率。

利益冲突声明:

所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明:

俞凯华、王刚和庞磊负责论文的整体设计,俞凯华负责论文的撰写,俞凯华、尉昆、张杰和衣雪梅负责实施研究和数据采集分析。

[参考文献]

- [1] KURISU K, KIMURA S, MITSUO H, et al. Adjunctive ischemic lower-limb perfusion during aortic repair with cardiopulmonary bypass prevents fatal reperfusion injury [J]. *Tex Heart Inst J*, 2019, 46(2): 130-132.
- [2] HIRAKAWA Y, TAKENAKA N, NISHIYAMA M, et al. Multifactorial etiology of heart failure in older adults [J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2017, 17(9): 1328-1329.
- [3] UPSHAW J, KIERNAN M S. Preoperative cardiac risk assessment for noncardiac surgery in patients with heart failure [J]. *Curr Heart Fail Rep*, 2013, 10(2): 147-156.
- [4] FAXÉN U L, HALLQVIST L, BENSON L, et al. Heart failure in patients undergoing elective and emergency noncardiac surgery: still a poorly addressed risk factor [J]. *J Card Fail*, 2020, 26(12): 1034-1042.
- [5] 夏友传, 司春强, 薛清泉, 等. 急性重症肢体缺血致代谢性肌肾综合征的治疗体会 [J]. *皖南医学院学报*, 2012, 31(6): 477-479.
- [6] MUSCULARHAIMOVICI H. renal, and metabolic complications of acute arterial occlusions: myoneuropathic-metabolic syndrome [J]. *Surgery*, 1979, 85(4): 461-468.
- [7] BUGGE M, JELNES R, ARENDRUP H, et al. Arterial embolism of the legs. A follow-up study of 252 patients [J]. *Ann Chir Gynaecol*, 1985, 74(3): 137-141.
- [8] HAIMOVICI H. Myopathic-nephrotic-metabolic syndrome and massive acute arterial occlusions [J]. *Arch Surg*, 1973, 106(5): 628-629.
- [9] 慈红波, 戈小虎, 刘杰, 等. 急性动脉栓塞致肌病肾病代谢综合征诊断与治疗 [J]. *国际外科学杂志*, 2009, 36(10): 655-657.
- [10] 慈红波, 戈小虎. 肌病肾病代谢综合征治疗进展 [J]. *国际外科学杂志*, 2007, 34(11): 778-781.
- [11] 刘超, 孙雪峰. 横纹肌溶解症研究进展 [J]. *中国实用内科杂志*, 2022, 42(12): 1036-1040.
- [12] 师天雄, 郭建军, 汪忠镐. 代谢性肌肾综合征(文献综述) [J]. *国外医学:外科学分册*, 1995(5): 258-261.
- [13] RUTHERFORD R B, BAKER J D, ERNST C, et al. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version [J]. *J Vasc Surg*, 1997, 26(3): 517-538.
- [14] FUKUDA I, CHIYOYA M, TANIGUCHI S, et al. Acute limb ischemia: contemporary approach [J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, 63(10): 540-548.
- [15] CABRAL B M I, EDDING S N, PORTOCARRERO

- J P, et al. Rhabdomyolysis[J]. *Dis Mon*, 2020, 66(8): 101015.
- [16] KODADEK L, CARMICHAEL LI S P, SESHADRI A, et al. Rhabdomyolysis: an American association for the surgery of trauma critical care committee clinical consensus document [J]. *Trauma Surg Acute Care Open*, 2022, 7(1): e000836.
- [17] POLDERMAN K H. Acute renal failure and rhabdomyolysis[J]. *Int J Artif Organs*, 2004, 27(12): 1030-1033.
- [18] KASHIMA I, TSUTSUMI K, OKAMOTO M. Salvage of severe ischemic lower limb having peak creatine phosphokinase level exceeding 200 000 IU/L treated by continuous hemodiafiltration [J]. *Ann Vasc Surg*, 2014, 28(7): 1795.e15-1795.e18.
- [19] 戈小虎, 管圣. 急性下肢动脉栓塞的诊断及治疗要点[J]. *外科理论与实践*, 2009, 14(3): 274-277.
- [20] 李艳, 沈波, 张薇. 连续性肾脏替代治疗预防急性动脉闭塞术后并发肌病肾病代谢综合征[J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2008, 28(4): 438-440.
- [21] SEZAI A, HATA M, NIINO T, et al. New treatment with human atrial natriuretic peptide for postoperative myoneuropathic metabolic syndrome [J]. *Ann Thorac Surg*, 2009, 88(4): 1333-1335.
- [22] WIDGEROW A D. Ischemia-reperfusion injury: influencing the microcirculatory and cellular environment[J]. *Ann Plast Surg*, 2014, 72(2): 253-260.
- [23] MCNALLY M M, UNIVERS J. Acute limb ischemia[J]. *Surg Clin North Am*, 2018, 98(5): 1081-1096.
- [24] 万嘉, 时德, 罗开元, 等. 急性动脉栓塞导致肌病肾病代谢综合征11例的治疗[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2007, 14(6): 701-702.
- [25] 于涛, 金孝炬, 吴敬医. 急性下肢动脉栓塞并发代谢性肌肾综合征术后死亡一例[J]. *临床麻醉学杂志*, 2009, 25(4): 367-368.