

## · 论著 ·

## 本文亮点:

- (1) 通过分析患者临床资料,筛选出多个影响成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的危险因素。
- (2) 进一步筛选出年龄、烧伤总面积和术中低体温是成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的独立危险因素。

## Highlights:

- (1) By analyzing clinical data of patients, risk factors affecting the development of atrial fibrillation after the first surgery were screened out in adult patients with critically severe burns.
- (2) Age, total burn area, and intraoperative hypothermia were further screened out as independent risk factors for the development of atrial fibrillation after the first surgery in adult patients with critically severe burns.



## 成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的危险因素分析

蒋南红 谢卫国 王德运 褚志刚 席毛毛 周锦秀 李凤

武汉大学同仁医院暨武汉市第三医院烧伤科,武汉 430060

通信作者:谢卫国,Email:wgxie@hotmail.com

**【摘要】** 目的 探讨成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的危险因素。 方法 该研究为回顾性病例系列研究。2018年1月1日—2023年3月31日,武汉大学同仁医院暨武汉市第三医院烧伤科收治211例符合入选标准的成年特重度烧伤患者,其中男158例、女53例,年龄24~81岁。根据首次手术后是否发生心房颤动,将患者分为术后心房颤动(POAF)组(23例)和非POAF组(188例)。收集POAF组患者首次手术后心房颤动的发生时间、持续时间、治疗方式以及发生次数>1次的患者数。收集2组患者一般资料,包括性别、年龄、烧伤类型、烧伤总面积、Ⅲ度烧伤面积、吸入性损伤情况、基础疾病情况、机械通气情况、脓毒症情况;首次手术前电解质紊乱情况及血液指标水平;手术时长和手术方式等首次手术相关情况;首次手术中容量变化及生命体征,包括液体输注总量、输血总量、失血量、低血压和低体温情况;术后低体温情况;首次手术前和手术后第1天的炎症指标水平,包括降钙素原水平、白细胞计数、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数、血小板计数、中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)、血小板计数与淋巴细胞比值;入院30 d内死亡情况。筛选成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的独立危险因素。 结果 POAF组患者发生心房颤动的时间为首次手术后2(2,4)h,心房颤动的持续时间为16(6,26)h。予21例患者静脉注射胺碘酮治疗,予2例患者心脏电复律治疗,治疗后所有患者心房颤动转为窦性心律。3例患者心房颤动发生次数>1次。POAF组患者的年龄为59(42,70)岁、烧伤总面积为90%(70%,94%)体表总面积(TBSA),均明显大于非POAF组患者的48(38,56)岁、70%(60%,83%)TBSA( $Z$ 值分别为-2.64、-3.56,  $P<0.05$ )。与非POAF组比较,POAF组患者吸入性损伤发生率更高( $\chi^2=4.45$ ,  $P<0.05$ ),首次手术中液体输注总量和输血总量均明显

DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20240329-00111

本文引用格式:蒋南红,谢卫国,王德运,等.成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的危险因素分析[J].中华烧伤与创面修复杂志,2024,40(9):857-865. DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20240329-00111.

Jiang NH, Xie WG, Wang DY, et al. Analysis of risk factors for atrial fibrillation in adult patients with critically severe burns after the first surgery[J]. Chin J Burns Wounds, 2024, 40(9): 857-865. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240329-00111.



增多( $Z$ 值分别为 $-3.98$ 、 $-3.75$ ,  $P<0.05$ ), 首次手术中低体温和术后低体温发生率均明显升高( $\chi^2$ 值分别为 $8.24$ 、 $18.72$ ,  $P<0.05$ ), 首次手术前及手术后第 1 天降钙素原水平、首次手术后第 1 天 NLR 均明显升高( $Z$ 值分别为 $-3.03$ 、 $-2.19$ 、 $-2.18$ ,  $P<0.05$ ), 首次手术前及手术后第 1 天淋巴细胞计数( $Z$ 值分别为 $-2.07$ 、 $-2.60$ ,  $P<0.05$ )、血小板计数( $Z$ 值分别为 $-3.35$ 、 $-3.58$ ,  $P<0.05$ )均明显降低, 入院 30 d 内病死率明显升高( $\chi^2=4.03$ ,  $P<0.05$ )。2 组患者其余指标比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。多因素 logistic 回归分析显示, 年龄、烧伤总面积和术中低体温均是成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的独立危险因素(比值比分别为 $1.08$ 、 $1.07$ 、 $4.18$ , 95% 置信区间分别为 $1.03\sim 1.12$ 、 $1.03\sim 1.11$ 、 $1.48\sim 11.80$ ,  $P<0.05$ )。 **结论** 年龄、烧伤总面积和术中低体温为成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的独立危险因素, 发生心房颤动的患者死亡风险增加。

【关键词】 烧伤; 心房颤动; 危险因素; 手术后并发症

基金项目: 重大疾病防治科技行动计划(2018-ZX-01S-001); 武汉市卫生健康委员会医学科学研究项目(WX23Z02)

### Analysis of risk factors for atrial fibrillation in adult patients with critically severe burns after the first surgery

Jiang Nanhong, Xie Weiguo, Wang Deyun, Chu Zhigang, Xi Maomao, Zhou Jinxiu, Li Feng

Department of Burns, Tongren Hospital of Wuhan University & Wuhan Third Hospital, Wuhan 430060, China

Corresponding author: Xie Weiguo, Email: wgxie@hotmail.com

【Abstract】 **Objective** To explore the risk factors for atrial fibrillation in adult patients with critically severe burns after the first surgery. **Methods** This study was a retrospective case series study. From January 1, 2018 to March 31, 2023, 211 adult patients with critically severe burns were admitted to the Department of Burns of Tongren Hospital of Wuhan University & Wuhan Third Hospital and met the inclusion criteria, including 158 males and 53 females, aged 24–81 years. According to whether atrial fibrillation occurred after the first surgery, the patients were divided into postoperative atrial fibrillation (POAF) group (23 cases) and non-POAF group (188 cases). The following indexes of patients in POAF group were collected, including the onset time, duration, treatment method, and number of patients with more than once of atrial fibrillation after the first surgery. The following data of the two groups of patients were collected, including general data, such as gender, age, burn type, total burn area, full-thickness burn area, inhalation injury, underlying diseases, mechanical ventilation, and sepsis; electrolyte imbalance and blood index level before the first surgery; the first surgery-related information such as surgical length and surgical method; volume changes and vital signs during the first surgery, such as total volume of fluid infusion, total volume of blood transfusion, volume of blood loss, hypotension, and hypothermia; postoperative hypothermia; inflammatory index levels before the first surgery and on the first day after the first surgery, such as procalcitonin levels, white blood cell count, neutrophil count, lymphocyte count, platelet count, neutrophil to lymphocyte ratio (NLR), platelet count to lymphocyte ratio (PLR); mortality within 30 days of admission. The independent risk factors for occurrence of atrial fibrillation in adult patients with critically severe burns after the first surgery were screened. **Results** The onset time of atrial fibrillation of patients in POAF group was 2 (2, 4) hours after the first surgery, and the duration of atrial fibrillation was 16 (6, 26) hours. Twenty-one patients were treated with intravenous injection of amiodarone, two patients were treated with cardiac electrical cardioversion, and atrial fibrillation of all patients converted to sinus rhythm after treatment. Three patients experienced atrial fibrillation more than once. The age was 59 (42, 70) years and the total burn area was 90% (70%, 94%) total body surface area (TBSA) in patients in POAF group, which were significantly higher than 48 (38, 56) years and 70% (60%, 83%) TBSA in non-POAF group (with  $Z$  values of  $-2.64$  and  $-3.56$ , respectively,  $P<0.05$ ). Compared with those in non-POAF group, the incidence rate of inhalation injury of patients in POAF group was significantly higher ( $\chi^2=4.45$ ,  $P<0.05$ ), the total volumes of fluid infusion and blood transfusion during the first surgery were significantly increased (with  $Z$  values of  $-3.98$  and  $-3.75$ , respectively,  $P<0.05$ ), the incidence rates of hypothermia during the first surgery and hypothermia after the first surgery were significantly increased (with  $\chi^2$  values of  $8.24$  and  $18.72$ , respectively,  $P<0.05$ ), the levels of procalcitonin before the first surgery and on the first day after the first surgery, as well as the NLR on the first day after the first surgery were significantly increased (with  $Z$  values of  $-3.03$ ,  $-2.19$ , and  $-2.18$ , respectively,

$P < 0.05$ ), the lymphocyte count (with  $Z$  values of  $-2.07$  and  $-2.60$ , respectively,  $P < 0.05$ ) and platelet count (with  $Z$  values of  $-3.35$  and  $-3.58$ , respectively,  $P < 0.05$ ) were significantly reduced before the first surgery and on the first day after the first surgery, and the mortality rate within 30 days of admission was significantly higher ( $\chi^2 = 4.03$ ,  $P < 0.05$ ). There were no statistically significant differences in other indexes between the two groups of patients ( $P > 0.05$ ). Multivariate logistic regression analysis showed that age, total burn area, and intraoperative hypothermia were independent risk factors for the occurrence of atrial fibrillation in adult patients with critically severe burns after the first surgery (with odds ratios of 1.08, 1.07, and 4.18, 95% confidence intervals of 1.03–1.12, 1.03–1.11, and 1.48–11.80, respectively,  $P < 0.05$ ). **Conclusions** Age, total burn area, and intraoperative hypothermia are independent risk factors for the occurrence of atrial fibrillation in adult patients with critically severe burns after the first surgery. Patients with atrial fibrillation have an increased risk of death.

**【Key words】** Burns; Atrial fibrillation; Risk factors; Postoperative complications

**Fund program:** Action Plan for Science and Technology in Major Disease Prevention and Control (2018-ZX-01S-001); Medical Scientific Research Projects of Wuhan Municipal Health Commission (WX23Z02)

心房颤动是一种常见的持续性心律不齐,其影响机制复杂多样,可导致患者血栓形成、心肌梗死、中风、心力衰竭,甚至死亡<sup>[1-4]</sup>。在心胸外科手术中,心房颤动是最常见的心律失常,发生率为4%~50%;非心胸外科手术患者的心房颤动发生率为0.4%~15%<sup>[4-7]</sup>。术后心房颤动(postoperative atrial fibrillation, POAF)的发生跟多种因素相关,包括高龄、心血管疾病、炎症反应、电解质紊乱、血容量异常、低血压、心肌缺血、低体温及脓毒症等<sup>[5,8-9]</sup>。烧伤引起的高代谢反应以及手术后的肾上腺素刺激作用,会导致交感神经活动增加、儿茶酚胺释放激增,使患者容易发生心律失常。液体平衡障碍、电解质紊乱和炎症反应也会引起烧伤患者发生心房颤动<sup>[2,4-5]</sup>。据报道,烧伤患者 POAF 的发生率为2.7%~7.49%<sup>[2,9-11]</sup>。

目前,对于心胸外科手术患者发生 POAF 的研究较为广泛。然而,国内外关于成年特重度烧伤患者发生 POAF 的危险因素,特别是围手术期相关指标对首次手术后发生 POAF 的影响的研究较少。本研究通过分析成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的危险因素,为成年特重度烧伤患者 POAF 的预防和治疗提供参考。

## 1 对象与方法

### 1.1 伦理学声明

本回顾性病例系列研究获得武汉大学同仁医院暨武汉市第三医院(以下简称本院)伦理委员会批准(批号:KY2023-022)。

### 1.2 入选标准

纳入标准:(1)年龄 $\geq 18$ 岁。(2)烧伤总面积 $\geq$

50%TBSA。

排除标准:(1)既往有明确的心房颤动史或手术前发生心房颤动。(2)入院后未行手术治疗的患者。(3)临床资料不完整或缺失的患者。(4)从外院转入本院时已行手术治疗的患者。

### 1.3 临床资料和分组统计

2018年1月1日—2023年3月31日,本院烧伤科收治211例符合入选标准的成年特重度烧伤患者,其中男158例、女53例,年龄24~81岁。根据首次手术后是否发生心房颤动,将患者分为POAF组(23例)和非POAF组(188例)。收集POAF组患者首次手术后发生心房颤动的特点及其治疗方式,包括发生时间、持续时间、治疗方式,以及发生次数 $> 1$ 次的患者数。

收集并分析2组患者以下临床资料:(1)一般资料,包括性别、年龄、烧伤类型、烧伤总面积、Ⅲ度烧伤面积、吸入性损伤情况、基础疾病(高血压、冠心病和糖尿病)情况及首次手术前机械通气情况、脓毒症情况。(2)首次手术前电解质紊乱情况及血液指标水平,包括低镁血症、低钾血症、低钙血症、高钠血症、低蛋白血症、贫血情况,以及肌酸激酶同工酶水平。(3)首次手术相关情况,包括伤后手术时间、手术时长、手术方式、手术面积及皮片移植面积。(4)首次手术中容量变化及生命体征,包括液体输注总量、输血总量、失血量、低血压以及低体温情况。(5)首次手术后低体温情况。(6)首次手术前和手术后第1天的炎症指标水平,包括降钙素原水平、白细胞计数、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数、血小板计数、中性粒细胞与淋巴细胞比值(neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR)、血小板计数

与淋巴细胞比值 (platelet-to-lymphocyte ratio, PLR)。(7)入院 30 d 内死亡情况。

#### 1.4 指标定义及心房颤动诊断标准

低镁血症指血清镁物质的量浓度 $<0.65$  mmol/L,低钾血症指血清钾物质的量浓度 $<3.5$  mmol/L,低钙血症指血清钙物质的量浓度 $<2.1$  mmol/L,高钠血症指血清钠物质的量浓度 $>147$  mmol/L,低蛋白血症指血清白蛋白质量浓度 $<35$  g/L,贫血指血红蛋白质量浓度 $<110$  g/L,低血压指收缩压 $<90$  mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)或平均动脉压 $<65$  mmHg,低体温指体表温度 $<36$  °C。

心房颤动由检查心电图的医师和主管医师各 1 名共同诊断。心电图或连续心脏监测持续时间超过 30 s 无正常 P 波,这些 P 波被不同大小和形态不同的纤颤波(f波)所取代,表明发生心房颤动;在房室传导时 R-R 间期的绝对不规则性也表明发生心房颤动<sup>[2,9]</sup>。

#### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 25.0 统计软件分析数据。所有计量资料数据均不符合正态分布,以  $M(Q_1, Q_3)$  表示,组间比较行 Mann-Whitney  $U$  检验。计数资料数据以频数表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法检验。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。选取单因素分析中 2 组间比较差异有统计学意义的因素,先进行共线性分析,方差膨胀因子 $>5$  或容忍度 $<0.2$  为存在严重共线性,予以剔除,然后结合临床意义筛选自变量,进行多因素 logistic 回归分析,筛选成年特重度烧伤患者发生 POAF 的独立危险

因素。

## 2 结果

### 2.1 POAF 组患者发生心房颤动的特点及其治疗方式

POAF 组患者发生心房颤动的时间均在首次手术后 9 h 内,具体为术后 2(2,4) h;持续时间为 16(6,26)h。予 21 例患者静脉注射胺碘酮治疗,予 2 例患者心脏电复律治疗,治疗后所有患者心房颤动转为窦性心律。3 例患者心房颤动发生次数 $>1$  次。

### 2.2 2 组患者一般资料

与非 POAF 组比较,POAF 组患者年龄和烧伤总面积均更大( $P<0.05$ ),吸入性损伤发生率更高( $P<0.05$ );2 组患者其余一般资料比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 1。

### 2.3 2 组患者首次手术前电解质紊乱情况及血液指标水平

2 组患者首次手术前电解质紊乱情况及血液指标水平相近( $P>0.05$ )。见表 2。

### 2.4 2 组患者首次手术相关情况

2 组患者首次手术相关情况比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 3。

### 2.5 2 组患者首次手术中容量变化和生命体征及术后低体温发生情况

与非 POAF 组比较,POAF 组患者首次手术中液体输注总量、输血总量均明显增多( $P<0.05$ ),术中低体温和术后低体温发生率均明显升高( $P<$

表 1 2 组成年特重度烧伤患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general information between two groups of adult patients with critically severe burns

组别	例数	性别(例)		年龄[岁, $M(Q_1, Q_3)$ ]	烧伤类型(例)				烧伤总面积[%TBSA, $M(Q_1, Q_3)$ ]	Ⅲ度烧伤面积 [%TBSA, $M(Q_1, Q_3)$ ]
		男	女		火焰 烧伤	热液 烫伤	电烧伤	化学 烧伤		
POAF 组	23	20	3	59(42,70)	20	2	1	0	90(70,94)	45(32,62)
非 POAF 组	188	138	50	48(38,56)	160	11	16	1	70(60,83)	35(22,49)
统计量值		$\chi^2=3.54$		$Z=-2.64$		—			$Z=-3.56$	$Z=-1.86$
$P$ 值		0.060		0.008		0.811			$<0.001$	0.063

  

组别	例数	吸入性损伤 (例)	基础疾病(例)			机械通气 (例)	机械通气时间 [h, $M(Q_1, Q_3)$ ]	脓毒症(例)
			高血压	冠心病	糖尿病			
POAF 组	23	16	5	1	1	16	52(24,116)	1
非 POAF 组	188	87	20	1	10	103	46(23,80)	0
统计量值		$\chi^2=4.45$	$\chi^2=1.47$	—	—	$\chi^2=1.82$	$Z=-0.79$	—
$P$ 值		0.035	0.225	0.207	$>0.999$	0.177	0.429	0.109

注:POAF 为术后心房颤动,TBSA 为体表总面积;机械通气时间及脓毒症情况为首次手术前的情况;“—”表示无此统计量值

**表 2** 2 组成年特重度烧伤患者首次手术前电解质紊乱情况及血液指标比较

**Table 2** Comparison of electrolyte imbalance and blood index between two groups of adult patients with critically severe burns before the first surgery

组别	例数	低镁血症 (例)	低钾血症 (例)	低钙血症 (例)	高钠血症 (例)	低蛋白血症 (例)	贫血 (例)	肌酸激酶同工酶[U/L, $M(Q_1, Q_3)$ ]
POAF 组	23	5	2	18	7	17	7	48(30, 77)
非 POAF 组	188	37	41	125	26	153	66	44(30, 75)
统计量值		—	$\chi^2=1.44$	$\chi^2=1.30$	$\chi^2=3.12$	$\chi^2=0.33$	$\chi^2=0.20$	$Z=-0.47$
P 值		>0.999	0.230	0.254	0.078	0.565	0.657	0.641

注:POAF 为术后心房颤动;“—”表示无此统计量值

**表 3** 2 组成年特重度烧伤患者首次手术相关情况比较

**Table 3** Comparison of the first surgery related conditions between two groups of adult patients with critically severe burns

组别	例数	伤后手术时间 [d, $M(Q_1, Q_3)$ ]	手术时长[ $\text{min}$ , $M(Q_1, Q_3)$ ]	手术方式		手术面积[%TBSA, $M(Q_1, Q_3)$ ]	皮片移植面积 [%TBSA, $M(Q_1, Q_3)$ ]
				切削痂+自体皮 移植(例)	清创+猪 ADM 移植(例)		
POAF 组	23	3(2, 5)	180(150, 180)	18	5	40(26, 48)	35(25, 40)
非 POAF 组	188	3(1, 4)	180(120, 180)	122	66	42(34, 50)	39(30, 43)
统计量值		$Z=-1.25$	$Z=-0.59$	$\chi^2=1.64$		$Z=-0.99$	$Z=-1.71$
P 值		0.212	0.555	0.200		0.320	0.088

注:POAF 为术后心房颤动, ADM 为脱细胞真皮基质

0.05); 2 组患者术中其他指标比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 4。

**2.6** 2 组患者首次手术前及手术后第 1 天炎症指标水平

与非 POAF 组比较, POAF 组患者首次手术前及手术后第 1 天降钙素原水平、首次手术后第 1 天 NLR 均明显升高( $P<0.05$ ), 首次手术前及手术后第 1 天淋巴细胞计数和血小板计数均明显降低( $P<0.05$ ); 2 组患者首次手术前及手术后第 1 天其余炎症指标比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 5。

**2.7** 2 组患者入院 30 d 内死亡情况

入院 30 d 内, POAF 组患者的病死率为 26.1%

(6/23), 明显高于非 POAF 组的 9.6%(18/188),  $\chi^2=4.03, P=0.045$ 。

**2.8** POAF 组患者首次手术后发生心房颤动的独立危险因素

在共线性分析中, 首次手术中液体输注总量和输血总量的方差膨胀因子 $>5$ , 予以剔除。统计分析结果结合临床意义筛选自变量后, 将年龄和烧伤总面积以原始值代入, 将首次手术中发生低体温设为 1、不发生低体温设为 0, 进行多因素 logistic 回归分析。结果显示, 烧伤总面积、年龄和首次手术中低体温均是成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的独立危险因素( $P<0.05$ )。见表 6。

**表 4** 2 组成年特重度烧伤患者首次手术中容量变化和生命体征及术后低体温发生情况比较

**Table 4** Comparison of volume changes and vital signs during the first surgery and occurrence of low body temperature after the first surgery between two groups of adult patients with critically severe burns

组别	例数	术中液体输注总量 [mL, $M(Q_1, Q_3)$ ]	术中输血总量[mL, $M(Q_1, Q_3)$ ]	术中失血量[mL, $M(Q_1, Q_3)$ ]	术中低血压 (例)	术中低体温 (例)	术后低体温 (例)
POAF 组	23	2 300 (2 100, 2 600)	1 600(1 300, 1 700)	400(300, 500)	13	16	19
非 POAF 组	188	1 725 (1 300, 2 200)	800(400, 1 275)	300(100, 400)	116	72	67
统计量值		$Z=-3.98$	$Z=-3.75$	$Z=-1.79$	$\chi^2=0.23$	$\chi^2=8.24$	$\chi^2=18.72$
P 值		<0.001	<0.001	0.074	0.630	0.004	<0.001

注:POAF 为术后心房颤动

表 5 2 组成年特重度烧伤患者首次手术前及手术后第 1 天炎症指标水平比较 [ $M(Q_1, Q_3)$ ]

Table 5 Comparison of inflammatory index levels between two groups of adult patients with critically severe burns before the first surgery and on the first day after the first surgery

组别	例数	降钙素原 (ng/mL)		白细胞计数 ( $\times 10^9/L$ )		中性粒细胞计数 ( $\times 10^9/L$ )	
		术前	术后第 1 天	术前	术后第 1 天	术前	术后第 1 天
POAF 组	23	2.41 (0.64, 3.59)	1.86 (0.56, 4.37)	10.1 (6.4, 17.7)	7.5 (4.3, 13.6)	8.6 (5.1, 14.5)	6.4 (3.8, 10.3)
非 POAF 组	188	0.90 (0.22, 2.00)	0.79 (0.26, 2.52)	14.6 (9.4, 19.2)	8.8 (6.2, 12.3)	11.5 (6.9, 16.6)	6.7 (4.9, 9.6)
Z 值		-3.03	-2.19	-1.70	-1.24	-1.82	-0.39
P 值		0.002	0.029	0.090	0.214	0.069	0.699

  

组别	例数	血小板计数 ( $\times 10^9/L$ )		淋巴细胞计数 ( $\times 10^9/L$ )		NLR		PLR	
		术前	术后第 1 天	术前	术后第 1 天	术前	术后第 1 天	术前	术后第 1 天
POAF 组	23	82 (45, 108)	50 (41, 92)	0.7 (0.4, 0.9)	0.5 (0.3, 0.7)	14.5 (11.3, 21.0)	17.0 (8.4, 24.3)	149 (66, 203)	173 (76, 287)
非 POAF 组	188	123 (74, 192)	100 (64, 147)	0.8 (0.5, 1.3)	0.6 (0.4, 1.0)	13.1 (8.3, 19.5)	10.0 (6.7, 16.3)	146 (85, 254)	152 (87, 256)
Z 值		-3.35	-3.58	-2.07	-2.60	-0.72	-2.18	-0.68	-0.21
P 值		0.001	<0.001	0.039	0.009	0.469	0.029	0.496	0.832

注: POAF 为术后心房颤动, NLR 为中性粒细胞与淋巴细胞比值, PLR 为血小板计数与淋巴细胞比值

表 6 成年特重度烧伤患者首次手术后发生心房颤动的多因素 logistic 回归分析结果

Table 6 Multivariate logistic regression analysis results of atrial fibrillation in adult patients with critically severe burns after the first surgery

自变量	回归系数	标准误差	比值比	95% 置信区间	P 值
年龄 (岁)	0.07	0.02	1.08	1.03~1.12	0.001
烧伤总面积 (%TBSA)	0.06	0.02	1.07	1.03~1.11	0.001
术中低体温	1.43	0.53	4.18	1.48~11.80	0.007

注: TBSA 为体表总面积

### 3 讨论

非心脏外科患者常于手术后第 1 天发生心房颤动<sup>[5]</sup>。研究显示,危重烧伤患者发生心房颤动的时间大多集中在手术后 6 h 内,平均持续时间 5 h<sup>[9]</sup>。本研究结果显示,成年特重度烧伤患者发生心房颤动的时间均在首次手术后 9 h 内,发生心房颤动的持续时间中位数为 16 h。危重患者较长的心房颤动持续时间与较高的住院病死率、住院卒中发生率相关<sup>[12-13]</sup>。因此,无论是首次手术还是后续的手术,术后 24 h 内须密切监测特重度烧伤患者的心电图变化,针对异常情况及时予以有效干预。本团队使用胺碘酮对 21 例发生心房颤动的患者进行治疗,胺碘酮具有控制心率和心脏节律方面的作用<sup>[14]</sup>。相较于美托洛尔或地尔硫卓<sup>[2]</sup>,使用胺碘酮

治疗危重烧伤患者心房颤动后,转为窦性心律的患者明显增加。另有 2 例发生心房颤动的患者接受心脏电复律治疗。经过治疗后,所有患者心房颤动均转变为窦性心律。

有研究表明,年龄是非心胸外科手术患者术后发生心房颤动的独立危险因素<sup>[6]</sup>,本研究结果也显示年龄是成年特重度烧伤患者发生心房颤动的独立危险因素,且本研究中成年特重度烧伤患者发生心房颤动的年龄中位数为 59 岁,提示发生心房颤动患者的年龄普遍偏高。研究显示,60 岁及以上人群的心房颤动发生率接近 4%,80 岁以上人群心房颤动发生率更是高达 10%<sup>[15-16]</sup>。心房颤动的发展通常需要敏感的心房基质以及 1 个诱发因素<sup>[6,17]</sup>。随着年龄的增长,心房退行性改变、组织纤维化和传导异常增加,会影响左心室的弹性,并增加左心房压力<sup>[6]</sup>,且严重烧伤后心脏收缩反应减弱,心肌损害更严重<sup>[18]</sup>。另外,手术应激导致机体儿茶酚胺和心率升高,会进一步加重心肌损害<sup>[19-20]</sup>,心肌损害导致心肌细胞各向异性传导的不均匀性<sup>[4]</sup>,脆弱的心房基质和多种触发因素累加导致心房颤动的发生。本研究中,POAF 组患者吸入性损伤发生率更高,这些患者通常需要更多的补液治疗以维持容量平衡。值得注意的是,POAF 组患者术中液体输注总量明显多于非 POAF 组,液体输注总量过多可导致容量负荷增加、心脏舒张功能受

损和电解质失衡,促进心房颤动的发生及进展<sup>[21-23]</sup>。因此,临床治疗及手术过程中,建议根据休克监测指标结合脉搏轮廓心输出量监测指导补液,从而精确指导严重烧伤患者的补液治疗,有效减少因补液不当而引发的脏器损害<sup>[20]</sup>。此外,心血管疾病及脓毒症也是患者术后发生心房颤动的危险因素<sup>[9]</sup>,本研究对 2 组患者冠心病等心血管疾病及脓毒症发生情况进行分析,结果显示 2 组间无明显差异。

本研究中,成年特重度烧伤患者首次手术后心房颤动的发生率高达 10.9%(23/211)。Hu 等<sup>[10]</sup>研究表明,烧伤总面积是危重烧伤患者发生心房颤动的独立危险因素,且发生心房颤动的患者烧伤总面积中位数达到 80%TBSA。本研究进一步证实烧伤总面积是成年特重度烧伤患者发生心房颤动的独立危险因素,发生心房颤动的患者烧伤总面积中位数为 90%TBSA。烧伤面积越大,引起的生理和代谢方面的变化就越显著。对于特重度烧伤患者,高代谢状态可使基础代谢率升高 250% 以上,这种高代谢状态可导致心脏电信号异常反应增加,进而引发心律失常,包括心房颤动<sup>[5]</sup>。因此,对烧伤面积较大的患者进行手术时,应综合评估发生心房颤动的可能性,做好心律监测并针对异常情况及时采取干预措施。

电解质紊乱及贫血与患者发生 POAF 密切相关<sup>[9]</sup>,手术相关情况也会影响 POAF 的发生,但本研究中 2 组患者相关指标无明显差异。研究显示,各种外科手术中低体温常发生于麻醉诱导后,发生率为 30%~50%<sup>[24]</sup>。在低体温时,心脏内兴奋波的波长缩短,更容易诱导折返现象,促进心律失常<sup>[25]</sup>。此外,体温从低到高的变化过程会增加需氧量,导致心肌缺血,增加心肌损害风险<sup>[26-27]</sup>。本研究结果显示,术中低体温和术后低体温均是成年特重度烧伤患者发生 POAF 的危险因素,术中低体温对术后低体温有直接影响<sup>[28-29]</sup>,因而本研究只将术中低体温纳入多因素 logistic 回归模型中,结果显示术中低体温是特重度烧伤患者发生心房颤动的独立危险因素。POAF 组患者术中输血总量较非 POAF 组明显增多,除了与 POAF 组患者伤情更重有关外,也可能与低体温引起凝血功能障碍,从而增加术中输血需求量有关<sup>[30]</sup>。需要注意的是,高血容量可能导致血管内容量增加,并引起右心房的机械刺激或心房牵张,增加心房颤动发生的风险<sup>[23]</sup>。因此,术前、

术中及术后主动采取保温措施,减少低体温引起的不良影响,可改善手术患者的预后<sup>[31]</sup>,具体措施包括在麻醉诱导前使用红外线治疗仪照射保暖和铺垫保温毯保暖 30 min<sup>[32]</sup>;缩短麻醉时间和手术时间;提升手术间的温度和湿度;将输注的液体和血液制品预热至 36~37 °C,特别是流速超过 500 mL/h 时,应使用液体加热装置对输注的液体和血液制品进行加热<sup>[33]</sup>。同时,减少不必要的患者皮肤暴露来保持患者的体温稳定。

另外,炎症是非心胸外科手术患者术后发生心房颤动的病理生理机制之一<sup>[4,6]</sup>。本研究结果显示,POAF 组患者首次手术前和手术后第 1 天血小板计数、淋巴细胞计数均较非 POAF 组明显降低,这与 POAF 组患者年龄和烧伤总面积均较大、病情更为严重等临床因素密切相关<sup>[34]</sup>。本团队继续分析 NLR 和 PLR 这 2 个更稳定的炎症指标,NLR 可反映中性粒细胞和淋巴细胞水平之间的平衡,可体现全身炎症和应激反应的状况;PLR 能够综合反映机体的炎症状态和免疫功能<sup>[35]</sup>,NLR 和 PLR 也是心血管疾病患者预后不良的预测指标<sup>[36-37]</sup>。既往研究表明,伤后第 3 天 NLR 是严重烧伤患者 90 d 内死亡的独立危险因素<sup>[38]</sup>,术前 NLR 和 PLR 是冠状动脉搭桥、肺切除术等患者术后发生心房颤动的独立危险因素<sup>[39]</sup>。本研究结果显示,2 组患者首次手术前 NLR 和 PLR 均无明显差异,表明 2 组患者此时具有相近的炎症状态和免疫功能状态,而 POAF 组患者首次手术后第 1 天 NLR 明显高于非 POAF 组,与相关文献结果<sup>[40]</sup>一致。由于本研究主要分析首次手术后特重度烧伤患者发生心房颤动的危险因素,而术后 9 h 内 POAF 组患者均已发生 POAF,故未将术后第 1 天 NLR 纳入多因素 logistic 回归分析。

此外,POAF 组患者入院 30 d 内病死率更高,提示在临床中需要加强围手术期的管理和手术后心房颤动患者的治疗,以降低心房颤动的发生率,改善患者预后。总之,在特重度烧伤患者的治疗过程中,需特别关注老年患者、较大面积烧伤患者、术中高血容量和低体温患者,这些因素都可能增加患者发生心房颤动的风险。对特重度烧伤患者,应提高对心房颤动的认识和处理能力,加强对心房颤动的监测和预防工作,以便在发生心房颤动时能够迅速采取有效的治疗措施,确保患者得到及时的救治。

本研究存在以下局限之处:(1)心房颤动患者病例数较少,可能存在样本偏倚;(2)本研究为单中

心病例系列研究,且仅对首次手术后发生心房颤动的危险因素进行分析,没有考虑其他时间点。未来考虑开展多中心、前瞻性的队列研究,观察围手术期相关指标的变化,进而更全面地分析成年特重度烧伤患者术后发生心房颤动的危险因素及机制。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 蒋南红:研究设计和论文撰写;谢卫国:研究指导、论文修改和经费支持;王德运、褚志刚:对文章的知识性内容作批判性审阅;席毛毛:统计学分析;周锦秀、李凤:数据采集和整理

## 参考文献

- [1] Wu G, Wu J, Lu Q, et al. Association between cardiovascular risk factors and atrial fibrillation[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2023,10:1110424. DOI:10.3389/fcvm.2023.1110424.
- [2] Suresh MR, Mills AC, Britton GW, et al. Initial treatment strategies in new-onset atrial fibrillation in critically ill burn patients[J]. *Int J Burns Trauma*, 2022,12(6):251-260.
- [3] Lin MH, Kamel H, Singer DE, et al. Perioperative/postoperative atrial fibrillation and risk of subsequent stroke and/or mortality[J]. *Stroke*, 2019, 50(6): 1364-1371. DOI:10.1161/STROKEAHA.118.023921.
- [4] Gaudino M, Di Franco A, Rong LQ, et al. Postoperative atrial fibrillation: from mechanisms to treatment[J]. *Eur Heart J*, 2023,44(12):1020-1039. DOI:10.1093/eurheartj/ehad019.
- [5] Bernal E, Wolf S, Cripps M. New-onset, postoperative tachyarrhythmias in critically ill surgical patients[J]. *Burns*, 2018,44(2):249-255. DOI:10.1016/j.burns.2017.06.012.
- [6] Bjerrum E, Wahlstroem KL, Gögenur I, et al. Postoperative atrial fibrillation following emergency noncardiothoracic surgery: a systematic review[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2020, 37(8):671-679. DOI:10.1097/EJA.0000000000001265.
- [7] Bessissow A, Khan J, Devereaux PJ, et al. Postoperative atrial fibrillation in non-cardiac and cardiac surgery: an overview [J]. *J Thromb Haemost*, 2015, 13 Suppl 1: S304-312. DOI: 10.1111/jth.12974.
- [8] Jiang S, Liao X, Chen Y, et al. Exploring postoperative atrial fibrillation after non-cardiac surgery: mechanisms, risk factors, and prevention strategies[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2023,10:1273547. DOI:10.3389/fcvm.2023.1273547.
- [9] 陈宾,汤文彬,李孝建,等. 危重烧伤并发术后心房颤动患者的临床特征及其危险因素分析[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2022,38(5):408-414. DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20220214-00026.
- [10] Hu Y, Ou S, Feng Q, et al. Incidence and predictors of perioperative atrial fibrillation in burn intensive care unit patients following burn surgery[J]. *Burns*, 2022, 48(5): 1092-1096. DOI:10.1016/j.burns.2022.04.012.
- [11] Iyah GR, Reddy PC, El-Amin O, et al. Electrocardiographic abnormalities in patients with acute burn injuries[J]. *J La State Med Soc*, 2008,160(1):39-40, 42-43.
- [12] Yoshida T, Uchino S, Sasabuchi Y, et al. Prognostic impact of sustained new-onset atrial fibrillation in critically ill patients[J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46(1): 27-35. DOI: 10.1007/s00134-019-05822-8.
- [13] Yoshida T, Uchino S, Yokota T, et al. The impact of sustained new-onset atrial fibrillation on mortality and stroke incidence in critically ill patients: a retrospective cohort study[J]. *J Crit Care*, 2018, 44: 267-272. DOI: 10.1016/j.jcrc.2017.11.040.
- [14] Brown M, Nassoioy S, Chaney W, et al. Impact and treatment success of new-onset atrial fibrillation with rapid ventricular rate development in the surgical intensive care unit[J]. *J Surg Res*, 2018, 229:66-75. DOI:10.1016/j.jss.2018.03.009.
- [15] Go AS, Hylek EM, Phillips KA, et al. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the anticoagulation and risk factors in atrial fibrillation (ATRIA) study[J]. *JAMA*, 2001, 285(18): 2370-2375. DOI: 10.1001/jama.285.18.2370.
- [16] Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): the task force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC[J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(5): 373-498. DOI:10.1093/eurheartj/ehaa612.
- [17] Gaita F, Ferraris F, Anselmino M, et al. Atrial fibrillation fundamentals: from pathophysiology to transcatheter ablation[J]. *Eur Heart J Suppl*, 2023, 25(Suppl C): C7-C11. DOI: 10.1093/eurheartjsupp/suad003.
- [18] Rani M, Schwacha MG. Aging and the pathogenic response to burn[J]. *Aging Dis*, 2012, 3(2): 171-180.
- [19] Leventopoulos G, Koros R, Travlos C, et al. Mechanisms of atrial fibrillation: how our knowledge affects clinical practice[J]. *Life (Basel)*, 2023, 13(6): 1260. DOI: 10.3390/life13061260.
- [20] 李一,张莉,刘军,等. 脉搏轮廓心排量监测技术在大面积烧伤患者早期补液时对心肌损害的影响[J]. *中华烧伤杂志*, 2019, 35(8): 574-579. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.08.004.
- [21] Sibley S, Muscedere J. New-onset atrial fibrillation in critically ill patients[J]. *Can Respir J*, 2015, 22(3): 179-182. DOI:10.1155/2015/394961.
- [22] Danelich IM, Lose JM, Wright SS, et al. Practical management of postoperative atrial fibrillation after noncardiac surgery [J]. *J Am Coll Surg*, 2014, 219(4): 831-841. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2014.02.038.
- [23] Chelazzi C, Villa G, De Gaudio AR. Postoperative atrial fibrillation[J]. *ISRN Cardiol*, 2011, 2011: 203179. DOI: 10.5402/2011/203179.
- [24] Wongyingsinn M, Pookprayoon V. Incidence and associated factors of perioperative hypothermia in adult patients at a university-based, tertiary care hospital in Thailand[J]. *BMC Anesthesiol*, 2023, 23(1): 137. DOI: 10.1186/s12871-023-02084-2.
- [25] Filippi S, Gizzi A, Cherubini C, et al. Mechanistic insights into hypothermic ventricular fibrillation: the role of temperature and tissue size[J]. *Europace*, 2014, 16(3): 424-434. DOI: 10.1093/europace/euu031.
- [26] Wang YC, Huang HH, Lin PC, et al. Hypothermia is an independent risk factor for prolonged ICU stay in coronary artery bypass surgery: an observational study[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 4626. DOI:10.1038/s41598-023-31889-x.
- [27] Recio-Pérez J, Miró Murillo M, Martín Mesa M, et al. Effect of prewarming on perioperative hypothermia in patients undergoing loco-regional or general anesthesia: a



randomized clinical trial[J]. *Medicina* (Kaunas), 2023, 59(12):2082.DOI:10.3390/medicina59122082.

[28] Kleimeyer JP,Harris AHS,Sanford J,et al.Incidence and risk factors for postoperative hypothermia after orthopaedic surgery[J].*J Am Acad Orthop Surg*,2018,26(24):e497-e503. DOI:10.5435/JAAOS-D-16-00742.

[29] Li L, Lu Y, Yang LL, et al. Construction and validation of postoperative hypothermia prediction model for patients undergoing joint replacement surgery[J].*J Clin Nurs*,2023, 32(13/14):3831-3839.DOI:10.1111/jocn.16503.

[30] Rajagopalan S, Mascha E, Na J, et al. The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement[J]. *Anesthesiology*, 2008, 108(1): 71-77. DOI: 10.1097/01.anes.0000296719.73450.52.

[31] Hu Y, Tian Y, Zhang M, et al. Study of risk factors for intraoperative hypothermia during pediatric burn surgery [J].*World J Pediatr Surg*,2021,4(1):e000141.DOI:10.1136/wjps-2020-000141.

[32] 古兰,王玲,苗文,等.综合保温措施对大面积烧伤切痂植皮术患者围手术期治疗效果的影响[J].*中华烧伤杂志*,2020, 36(11):1060-1064.DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20191218-00461.

[33] Luca E,Schipa C,Cambise C,et al.Implication of age-related changes on anesthesia management[J]. *Saudi J Anaesth*, 2023,17(4):474-481.DOI:10.4103/sja.sja\_579\_23.

[34] Salehi H, Moienian E, Rahbar A, et al. Prevalence of thrombocytopenia in the first week after burn injury and its relationship with burn severity in Shahid Motahari Hospital over a period of 6 months in 2017[J]. *Ann Burns Fire Disasters*, 2023,36(1):29-39.

[35] Shao Q, Chen K, Rha SW, et al. Usefulness of neutrophil/lymphocyte ratio as a predictor of atrial fibrillation: a meta-analysis[J]. *Arch Med Res*, 2015, 46(3): 199-206. DOI: 10.1016/j.arcmed.2015.03.011.

[36] Guan YZ, Yin RX, Zheng PF, et al. Association of RDW, NLR, and PLR with atrial fibrillation in critical care patients: a retrospective study based on propensity score matching[J]. *Dis Markers*, 2022, 2022: 2694499. DOI: 10.1155/2022/2694499.

[37] Chen C, Tang X, Fan P. Platelet-to-lymphocyte ratio as an independent factor associated with atrial tachyarrhythmia [J].*Cureus*,2023,15(10):e46775.DOI:10.7759/cureus.46775.

[38] Qiu L, Jin X, Wang JJ, et al. Plasma neutrophil-to-lymphocyte ratio on the third day postburn is associated with 90-day mortality among patients with burns over 30% of total body surface area in two Chinese burns centers[J]. *J Inflamm Res*,2021,14:519-526.DOI:10.2147/JIR.S294543.

[39] Sivri F, Güngör H, Çokpınar S, et al. Value of preoperative platelet-to-lymphocyte and neutrophil-to-lymphocyte ratios in predicting postoperative atrial fibrillation in patients undergoing lung resection[J]. *J Tehran Heart Cent*, 2022, 17(4):236-242.DOI:10.18502/jthc.v17i4.11613.

[40] Ömür SE, Zorlu Ç, Yılmaz M. Comparison of the relationship between inflammatory markers and atrial fibrillation burden[J]. *Anatol J Cardiol*, 2023, 27(8): 486-493. DOI: 10.14744/AnatolJCardiol.2023.2927.

(收稿日期:2024-03-29)

## · 科技快讯 ·

### 脂肪干细胞和成肌细胞联合再细胞化脂肪脱细胞生物支架促进大体积肌肉缺失后的功能性骨骼肌再生

引用格式 : Liang W, Han M, Li G, et al. Perfusable adipose decellularized extracellular matrix biological scaffold co-recellularized with adipose-derived stem cells and L6 promotes functional skeletal muscle regeneration following volumetric muscle loss[J]. *Biomaterials*, 2024, 307:122529. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2024.122529.

大体积肌肉缺失(volumetric muscle loss, VML)主要由烧伤、交通事故、肿瘤切除、骨折和退行性疾病引起,肌肉的缺损体积>20%肌肉总量,超过了肌肉的自我再生能力范围,导致纤维化,严重影响患者的生活质量。目前,临床上主要应用肌皮瓣移植修复 VML,但由于供区肌肉体积有限、移植后肌肉再生效率低下等问题,患肢的功能恢复效果不佳。因此,迫切需要一种有效的策略来改善 VML 的治疗效果。该研究使用带血管蒂的脂肪脱细胞基质作为肌肉组织工程的生物支架,并接种脂肪干细胞和 L6 成肌细胞对其联合再细胞化,通过在体实验和细胞实验显示这一新的肌肉组织工程材料构建策略表现出高效的肌肉再生能力,对 VML 的治疗明显。该研究为优化和开发基于脱细胞基质的治疗策略提供了理论依据。

沈括,编译自《Biomaterials》,2024, 307:122529;胡大海,审校

## 广告目次

辽宁味邦生物制药有限公司 .....	对中文目次 1
保赫曼(上海)贸易有限公司 .....	对中文目次 2
上海腾瑞制药股份有限公司 .....	对英文目次 1
浙江医学科技开发有限公司 .....	对英文目次 2
珠海亿胜生物制药有限公司 .....	封三
武汉维斯第医用科技股份有限公司 .....	封底