

“候鸟”人群急性心肌梗死的临床特点及迁徙所致的气温变化对其急性心肌梗死亚型的影响

王建^{1,2,3}, 周伯宁¹, 党子杰^{1,2}, 张昕¹, 焦阳^{1,2}, 宿永康^{1,2}, 黄浩呈^{1,2}, 王继航³, 沈明志³, 付振虹¹
¹解放军总医院第六医学中心心血管病医学部, 北京 100853; ²解放军医学院, 北京 100853; ³解放军总医院海南医院心血管内科, 海南三亚 572000

摘要:背景 多项研究提示气温与急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)的发生密切相关, 但对短时间内不同气候带迁徙人群AMI发病特点报道较少。目的 探究“候鸟”人群AMI的临床特点和气温变化在“候鸟”人群AMI发病中的作用。方法 连续纳入2012—2022年冬季在解放军总医院海南医院住院并行冠脉造影检查的AMI患者。根据旅居史分为“候鸟”人群组和本地人群组, 采用倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)平衡两组人群基线资料, 比较两组患者的基线资料、冠脉造影及介入治疗方式、院内转归等, 并对“候鸟”人群组两种AMI亚型进行比较。采用分段回归模型探讨到达-发病天数与“候鸟”AMI患者发生急性ST段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI)之间的非线性关系, 采用多因素Logistic回归模型评估两地温差与“候鸟”AMI患者发生STEMI的关系。结果 共纳入患者514例, 其中“候鸟”人群组350例(68.1%), 本地人群组164例(31.9%)。“候鸟”人群平均年龄大[(63.1 ± 11.6)岁 vs (59.6 ± 11.6)岁, $P=0.001$], 女性比例高(22.0% vs 11.0%, $P=0.004$), 院内发生心源性休克的比例高(18.0% vs 11.0%, $P=0.042$), 经PSM后其院内心源性休克风险仍高于本地人群(21.3% vs 9.8%, $P=0.013$)。分段回归模型显示到达-发病天数与“候鸟”AMI人群的不同亚型存在拐点效应, 当到达-发病天数 ≤ 31 d时, 到达-发病天数与STEMI发生概率显著负相关($OR=0.928$, 95% $CI: 0.880 \sim 0.979$, $P=0.006$)。多因素Logistic回归分析显示两地温差与“候鸟”AMI患者发生STEMI显著正相关($OR=1.079$, 95% $CI: 1.035 \sim 1.125$, $P<0.001$), 温差每增加 $1^{\circ}C$, STEMI发生概率显著增加7.9%。结论 “候鸟”AMI患者院内发生心源性休克风险高; 到达-发病天数与“候鸟”AMI患者发生STEMI存在拐点效应, 两地温差是“候鸟”AMI患者发生STEMI的可能危险因素。

关键词:急性心肌梗死; 气温变化; “候鸟”人群; 拐点效应; 危险因素

中图分类号: R541.4

文献标志码: A

文章编号: 2095-5227(2026)01-0032-09

DOI: 10.12435/j.issn.2095-5227.25092401

引用本文: 王建, 周伯宁, 党子杰, 等. “候鸟”人群急性心肌梗死的临床特点及迁徙所致的气温变化对其急性心肌梗死亚型的影响 [J]. 解放军医学院学报, 2026, 47 (1): 32-40.

Clinical characteristics of acute myocardial infarction in migrant bird population and impact of migration-induced temperature changes on AMI subtypes

WANG Jian^{1,2,3}, ZHOU Boning¹, DANG Zijie^{1,2}, ZHANG Xin¹, JIAO Yang^{1,2}, SU Yongkang^{1,2}, HUANG Haocheng^{1,2}, WANG Jihang³, SHEN Mingzhi³, FU Zhenhong¹

¹Senior Department of Cardiology, the Sixth Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100853, China; ²Chinese PLA Medical School, Beijing 100853, China; ³Department of Cardiology, Hainan Hospital of PLA General Hospital, Sanya 572000, Hainan Province, China

Corresponding author: FU Zhenhong. Email: fuzhenh@126.com

Abstract: Background Multiple studies have indicated a close relationship between temperature and the occurrence of acute myocardial infarction (AMI). However, there is limited reporting on the impact of temperature variation due to short-term migration across different climate zones on AMI, as well as the clinical characteristics of the affected population. **Objective** To investigate the clinical features of AMI in the seasonal migrants and explore the role of temperature variation in the onset of AMI among this cohort. **Methods** We consecutively enrolled AMI patients who were hospitalized and underwent coronary angiography at Hainan Hospital of PLA General Hospital during the winter months from 2012 to 2022. Based on travel history, patients were divided into the seasonal migrant cohort and the local resident cohort. Baseline characteristics, coronary angiography findings, interventional treatment strategies, and in-hospital outcomes were compared between the two cohorts. Subsequently, propensity score matching

收稿日期: 2025-09-24

基金项目: 海南省重点研发项目(ZDYF2023SHFZ145)

第一作者: 王建, 在读硕士, 主治医师. Email: jianwangadc@163.com

通信作者: 付振虹, 主任医师, 教授, 博士生导师. Email: fuzhenh@126.com

(PSM) was employed to balance the baseline characteristics between the two groups before comparison. A further comparison was made of the clinical characteristics of the two types of AMI within the seasonal migrants. A piecewise regression model was employed to examine the nonlinear relationship between the arrival-to-onset interval and acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) in seasonal migrants with AMI. Additionally, a multivariable Logistic regression model was used to evaluate the association between the temperature difference and STEMI in seasonal migrants with AMI. **Results** A total of 514 patients were included, comprising 350 (68.1%) seasonal migrants with AMI and 164 (31.9%) local residents with AMI. Compared to local residents, the seasonal migrants were older ($[63.1 \pm 11.6]$ years vs $[59.6 \pm 11.6]$ years, $P=0.001$), had a higher proportion of female patients (22.0% vs 11.0%, $P=0.004$), more pre-existing risk factors, and a higher incidence of in-hospital cardiogenic shock (18.0% vs 11.0%, $P=0.042$). Moreover, after PSM, their risk of in-hospital cardiogenic shock remained significantly higher than that of the local residents (21.3% vs 9.8%, $P=0.013$). Segmented regression model revealed a threshold effect in the relationship between the arrival-to-onset interval and different AMI subtypes among seasonal migrant patients. When the arrival-to-onset interval was ≤ 31 d, it demonstrated a significant inverse association with the probability of STEMI ($OR=0.928$, 95% $CI: 0.880 - 0.979$, $P=0.006$). Furthermore, multivariable Logistic regression analysis indicated a significant positive correlation between the temperature difference and STEMI in seasonal migrants with AMI ($OR=1.079$, 95% $CI: 1.035 - 1.125$, $P<0.001$). For every $1^{\circ}C$ increase in temperature difference, the probability of STEMI increased significantly by 7.9%. **Conclusion** Seasonal migrants with AMI are at a higher risk of in-hospital cardiogenic shock; a threshold effect exists in the relationship between the arrival-to-onset interval and STEMI in this population, and the temperature difference is an independent risk factor for STEMI in seasonal migrants with AMI.

Keywords: acute myocardial infarction; temperature variation; seasonal migrants; breakpoint effect; risk factor

Cited as: Wang J, Zhou BN, Dang ZJ, et al. Clinical characteristics of acute myocardial infarction in migrant bird population and impact of migration-induced temperature changes on AMI subtypes[J]. Acad J Chin PLA Med Sch, 2026, 47(1): 32-40.

我国人口老龄化加速, 心血管疾病(cardiovascular diseases, CVD)患病率持续上升。根据《中国心血管健康与疾病报告2024概要》数据显示, CVD仍是我国城乡居民死因的第一疾病。其中, 急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)具有较高的死亡率和致残性, AMI患者总住院病死率为4.0%, 而院外总体病死率为6.0%; 给个人、家庭和社会带来了沉重的负担^[1]。多项研究致力于AMI的防治策略^[2-3], 以期降低AMI发病率和改善预后^[4-5]。

气温与AMI发病和预后存在一定关系^[6-8], 在高寒、高温及气温变化时AMI发病率升高^[9-12]。研究发现其发病机制可能是AMI人群的冠状动脉斑块脂质更丰富, 更易发生破裂^[13]。既往研究主要聚焦于同一地区不同时段或同一时段不同地区的温度差异对AMI的影响。我国幅员辽阔, 海南冬季温暖干燥、阳光充足, 每年冬季约有3 000万人次往返于内地寒冷地区与海南。课题组前期发现短时间内不同气候带迁徙的“候鸟”人群的AMI具有独特的临床表现^[14]。然而该研究入组病例样本量偏少, 人群覆盖时间较短, 发病临床特点和主要危险因素尚不完整, 为进一步探索短时间内不同气候带迁徙的气温变化对该人群AMI发病的影响并明确其潜在的发病规律, 本研究分析解放军总医院海南医院住院的AMI患者, 探讨“候鸟”人群AMI的发病特点、临床特征、危险因素, 旨在为“候鸟”人群AMI的防治提供科学参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究连续纳入2012—2022年冬季在解放军总医院海南医院住院并行冠脉造影的AMI患者。纳入标准: (1)年龄 ≥ 18 岁; (2)明确诊断为AMI并行冠脉造影[根据第四版“全球心肌梗死定义”标准, AMI诊断有以下条件: 需检测到肌钙蛋白至少1次高于正常参考值上限的99百分位, 且有动态变化(升高或下降), 同时存在以下至少一项有急性心肌缺血的证据, 心肌缺血症状、新的缺血性心电图改变(ST段抬高/压低或新发左束支传导阻滞)、病理性Q波形成、影像学检查显示新出现的心肌坏死或符合缺血病因的局部室壁运动异常、冠状动脉造影或腔内影像学检查或尸检证实冠状动脉内血栓形成]; (3)住院时间在每年冬季(本研究界定为10月初至次年3月底)。排除标准: (1)资料缺失较多的; (2)造影剂过敏; (3)其他心脏病: 严重心脏瓣膜疾病或先天性心脏病、肺源性心脏病、活动性心肌炎、甲亢性心脏病; (4)严重肝肾功能不全; (5)严重出血障碍; (6)急慢性感染性疾病; (7)风湿免疫系统疾病; (8)恶性肿瘤; (9)妊娠或哺乳期妇女、精神障碍患者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》, 并经解放军总医院海南医院医学伦理委员会批准(编号: S2025-19-01)。

1.2 评价指标

主要评价指标为院内主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACEs)。

MACEs定义为：心血管死亡、心源性休克、再发心肌梗死、心脏破裂、恶性心律失常、脑卒中(脑梗死、脑出血)。

次要评价指标是AMI亚型，分为急性ST段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI)和急性非ST段抬高型心肌梗死(non-ST-segment elevation myocardial infarction, NSTEMI)。

数据由两名有经验的心血管内科医师录入核对，对于离群值、异常值通过查看病历进行核对后重新录入。

1.3 暴露因素与分组

根据旅居史分为“候鸟”人群组和本地人群组。将每年冬季(10月份至次年3月份)由北方或高原寒冷地区到海南旅居的人群定义为“候鸟”人群；并将长期居住在海南，无冬季迁徙史的人群定义为本地人群。“候鸟”人群组需录入两地温差(本研究中两地温差=抵达地当日平均气温-出发地当日平均气温)、到达海南至发病的天数(到达-发病天数)等暴露因素。

1.4 协变量

一般资料(性别、年龄、身高、体重、血压、心率等)，个人疾病史(高血压、糖尿病、高脂血症、高尿酸血症、肾功能不全、脑卒中、冠心病病史等)、生活习惯(包括吸烟、饮酒等)、临床资料(包括AMI的临床类型、血液生化指标、心电图、心脏超声、冠状动脉病变情况、治疗方案等)。

1.5 样本量估算与缺失值处理

参考课题组前期研究显示“候鸟”人群组院内MACEs发生率为16.24%，本地人群组为3.45%。本研究采用精确分布法进行样本量计算，用于比较两组院内MACEs发生率的差异性检验(双侧检验)。设定显著性水平(α)为0.05，检验功效($1-\beta$)为0.9。计算结果显示，原始每组所需样本量为101.11，取整后为102。考虑到10%的脱落率，最终每组样本量调整为114例，总样本量为228例。

本研究入选514例AMI患者，满足本研究所需的样本量。本研究构建的数据库缺失值较少，所有变量的数据缺失比例控制在10%以内，绝大多数变量的缺失值百分比为0~5%。对于缺失值，使用多重插补法进行插补。

1.6 统计学方法

采用R 4.3.1统计软件进行分析。计量资料正态分布以 $\bar{x}\pm s$ 表示，组间比较采用 t 检验；非正态分布以 $M(IQR)$ 表示，采用Wilcoxon秩和检验。计数资料以例数(百分比)表示，采用卡方检验。采用倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)平衡两组人群的基线水平。采用分段回归模型分析两地温差、到达-发病天数与“候鸟”AMI患者发生STEMI的非线性关系，并使用对数似然比、GAM曲线和限制性立方样条对分段回归模型进行检验。采用多因素Logistic回归分析两地温差对“候鸟”AMI患者发生STEMI的影响；以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线情况

本研究成功入组患者514例，其中“候鸟”人群组350例(68.09%)，本地人群组164例(31.91%)。“候鸟”人群的平均年龄更大[(63.1 \pm 11.6)岁 vs (59.6 \pm 11.6)岁, $P=0.001$]，女性患者比例更高(22.0% vs 11.0%, $P=0.004$)，BMI更高[(25.16 \pm 3.43) kg/m² vs (24.26 \pm 3.02) kg/m², $P=0.004$]。“候鸟”人群合并高血压病、糖尿病的比例显著高于本地人群($P<0.05$)，本地人群组的吸烟史比例高($P<0.001$)。实验室检查中，“候鸟”人群的肌酐、尿酸、低密度脂蛋白胆固醇水平较低($P<0.05$)，而脑利钠肽前体水平较高($P=0.016$)。两组患者的STEMI和NSTEMI比例、Killip分级和术前恶性心律失常(持续室性心动过速、心室颤动、三度房室传导阻滞、心脏停搏)差异无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

2.2 两组患者冠脉病变和介入治疗情况

本地人群的单支病变比例高(28.0% vs 36.6%, $P=0.049$)，而两组患者的罪犯血管植入支架数量、术中恶性心律失常、术中辅助装置使用、血栓抽吸和冠脉内溶栓情况均无统计学差异($P>0.05$)。见表1。

2.3 两组患者院内转归

“候鸟”人群的脑利钠肽前体峰值更高($P=0.035$)，院内发生心源性休克的比例高($P=0.042$)，MACEs的发生率差异无统计学意义(36.9% vs 29.3%, $P=0.091$)。见表1。

表 1 两组人群的一般及临床资料比较

Tab. 1 Comparison of general and clinical characteristics between the two groups

项目	“候鸟”人群组(n=350)	本地人群组(n=164)	$t/Z/\chi^2$ 值	P值
基本情况				
年龄/(岁, $\bar{x}\pm s$)	63.1 ± 11.6	59.6 ± 11.6	3.228	0.001
女/(例, %)	77(22.0)	18(11.0)	8.292	0.004
BMI/(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	25.16 ± 3.43	24.26 ± 3.02	2.861	0.004
心率/(次/min, $\bar{x}\pm s$)	77.05 ± 13.55	77.66 ± 14.38	-0.466	0.641
收缩压/[mmHg, $M(IQR)$]	130.00(116.00 ~ 142.00)	129.00(115.00 ~ 142.00)	0.746	0.455
舒张压/[mmHg, $M(IQR)$]	78.00(68.00 ~ 85.00)	76.00(64.00 ~ 84.25)	1.177	0.239
既往病史/(例, %)				
吸烟史	130(37.1)	92(56.1)	15.589	<0.001
高血压病	202(57.7)	77(47.0)	4.788	0.029
糖尿病	119(34.0)	35(21.3)	7.935	0.005
高脂血症	67(19.1)	24(14.6)	1.264	0.261
高尿酸血症	71(20.23)	39(23.8)	0.616	0.432
肾功能不全	29(8.3)	21(12.8)	2.108	0.147
冠心病	70(20.0)	21(12.8)	3.490	0.062
AMI类型/(例, %)				
STEMI	251(71.7)	116(70.7)	0.016	0.900
NSTEMI	99(28.3)	48(29.3)	0.016	0.900
两地温差/[°C, $M(IQR)$]	22.00(18.00 ~ 27.00)	NA	NA	NA
到达-发病天数/[d, $M(IQR)$]	37.50(6.00 ~ 85.00)	NA	NA	NA
实验室检查				
中性粒细胞[% , $M(IQR)$]	76.60(67.83 ~ 83.80)	75.90 62.60 ~ 84.55)	1.346	0.178
肌酐/[$\mu\text{mol/L}$, $M(IQR)$]	75.85(65.00 ~ 90.60)	84.00(72.80 ~ 96.00)	-3.801	<0.001
葡萄糖/[mmol/L, $M(IQR)$]	7.96(6.71 ~ 10.37)	7.73(6.46 ~ 9.94)	1.144	0.253
尿酸/[$\mu\text{mol/L}$, $M(IQR)$]	330.00(259.00 ~ 409.25)	363.50(309.25 ~ 431.00)	-3.527	<0.001
低密度脂蛋白胆固醇/[mmol/L, $M(IQR)$]	2.60(2.03 ~ 3.46)	2.92(2.36 ~ 3.55)	-2.013	0.044
肌酸激酶/[U/L, $M(IQR)$]	293.00(125.00 ~ 937.75)	306.00(152.50 ~ 1 123.50)	-1.294	0.196
肌酸激酶同工酶/[U/L, $M(IQR)$]	35.55(17.80 ~ 107.45)	32.40(18.70 ~ 118.60)	-0.293	0.770
肌钙蛋白T/[ng/mL, $M(IQR)$]	0.37(0.05 ~ 1.41)	0.30(0.07 ~ 1.18)	0.375	0.708
脑利钠肽前体/[pg/mL, $M(IQR)$]	317.50(91.50 ~ 1 159.25)	215.00(73.00 ~ 683.00)	2.416	0.016
C反应蛋白/[mg/dL, $M(IQR)$]	1.19(0.42 ~ 3.08)	0.94(0.34 ~ 2.41)	0.874	0.382
白细胞介素-6/[pg/mL, $M(IQR)$]	20.81(12.19 ~ 42.95)	21.61(10.98 ~ 47.20)	0.141	0.888
左心室射血分数[% , $M(IQR)$]	51.00(45.00 ~ 56.00)	53.00(47.00 ~ 58.00)	-1.255	0.208
术前心源性休克/(例, %)	29(8.3)	8(4.9)	2.033	0.154
术前恶性心律失常/(例, %)	14(4.0)	7(4.3)	0.021	0.886
冠状动脉病变特点/(例, %)				
单支病变	98(28.0)	60(36.6)	3.866	0.049
双支病变	96(27.4)	35(21.3)	2.179	0.140
三支病变	156(44.6)	69(42.1)	0.283	0.595
左主干病变	44(12.6)	14(8.5)	1.816	0.178
冠状动脉介入治疗情况				
血栓抽吸/(例, %)	47(13.4)	29(17.7)	1.604	0.205
冠脉内溶栓/(例, %)	104(29.7)	42(25.6)	0.925	0.336
植入支架数/(个, $\bar{x}\pm s$)	1.47 ± 0.80	1.46 ± 0.90	0.102	0.919
辅助装置使用情况/(例, %)				
IABP	48(13.8)	22(13.4)	0.009	0.926
临时起搏器	18(5.1)	8(4.9)	0.016	0.898

续表

项目	“候鸟”人群组(n=350)	本地人群组(n=164)	t/Z/ χ^2 值	P值
有创呼吸机	13(3.7)	5(3.1)	0.146	0.702
术中恶性心律失常/(例,%)	23(6.6)	12(7.3)	0.098	0.754
术后恶性心律失常/(例,%)	9(2.6)	3(1.8)	0.270	0.760
术后心肌酶谱				
肌酸激酶峰值/[U/L, <i>M(IQR)</i>]	1 702.00(728.50 ~ 3 550.50)	2 070.00(695.00 ~ 4 075.00)	-1.534	0.125
肌酸激酶同工峰值/[U/L, <i>M(IQR)</i>]	175.90(74.30 ~ 352.78)	190.00(53.76 ~ 378.00)	-0.681	0.496
肌钙蛋白T峰值/[ng/mL, <i>M(IQR)</i>]	4.74(2.15 ~ 10.00)	6.22(1.73 ~ 10.00)	-0.326	0.744
脑利钠肽前体峰值/[pg/mL, <i>M(IQR)</i>]	1 795.50(828.50 ~ 3 528.80)	1 285.00(660.00 ~ 2 999.00)	2.107	0.035
术后左心室射血分数[% , <i>M(IQR)</i>]	55.00(50.00 ~ 60.00)	56.00(51.00 ~ 60.00)	-1.678	0.092
院内转归/(例,%)				
心血管死亡	12(3.4)	4(2.4)	0.363	0.786
心源性休克	63(18.0)	18(11.0)	4.151	0.042
再发心肌梗死	1(0.3)	0(0)	0.469	1.000
心脏破裂	6(1.7)	4(2.4)	0.307	0.733
恶性心律失常	46(13.1)	22(13.4)	0.004	0.951
脑卒中	1(0.3)	0(0)	0.469	1.000
MACEs	129(36.9)	48(29.3)	2.849	0.091

BMI: 体质量指数; AMI: 急性心肌梗死; STEMI: ST段抬高型心肌梗死; NSTEMI: 非ST段抬高型心肌梗死; IABP: 主动脉球囊反搏装置; MACEs: 主要不良心血管事件。

2.4 基于倾向性评分匹配的两组人群院内MACEs比较

采用1:1倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)平衡两组基线差异, 匹配变量包括年龄、性别、BMI、心率、血压、既往病史等。匹配后两组对比, 脑利钠肽前体水平差异无统计学意义, “候鸟”人群AMI患者院内发生心源性休

克的风险仍显著高于本地人群(21.3% vs 9.8%, $P=0.013$)。两组人群在院内MACEs发生风险差异无统计学意义($P>0.05$)。见表2、表3。

2.5 “候鸟”人群中不同AMI亚型的一般及临床资料比较

“候鸟”AMI患者中STEMI 251例, NSTEMI 99例。STEMI组的平均年龄较低($P=0.001$), 心率

表2 倾向性评分匹配前后两组人群基线特征比较

Tab. 2 Comparison of baseline characteristics before and after propensity score matching

项目	PSM前				PSM后			
	“候鸟”人群组(n=350)	本地人群组(n=164)	SMD	P值	“候鸟”人群组(n=122)	本地人群组(n=122)	SMD	P值
年龄/(岁, $\bar{x}\pm s$)	63.1 ± 11.6	59.6 ± 11.6	-0.306	0.001	60.2 ± 11.6	61.4 ± 11.2	0.016	0.901
女/(例,%)	77(22.0)	18(11.0)	-0.300	0.004	14(11.5)	16(13.1)	0.050	0.845
BMI/(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	25.16 ± 3.43	24.26 ± 3.02	-0.277	0.004	24.56 ± 2.88	24.48 ± 3.05	-0.030	0.815
心率/(次/min, $\bar{x}\pm s$)	77.05 ± 13.55	77.66 ± 14.38	0.044	0.641	77.32 ± 12.95	78.70 ± 14.71	0.099	0.439
收缩压/[mmHg, <i>M(IQR)</i>]	130.00(116.00 ~ 142.00)	129.00(115.00 ~ 142.00)	-0.066	0.455	126.00(112.00 ~ 137.00)	129.00(118.00 ~ 142.00)	0.164	0.141
舒张压/[mmHg, <i>M(IQR)</i>]	78.00(68.00 ~ 85.00)	76.00(64.00 ~ 84.25)	-0.113	0.239	75.50(68.00 ~ 81.00)	78.00(65.00 ~ 85.00)	0.137	0.451
既往病史/(例,%)								
吸烟史	130(37.1)	92(56.1)	0.387	<0.001	62(50.8)	62(50.8)	0	1.000
高血压病	202(57.7)	77(47.0)	-0.217	0.029	53(43.4)	62(50.8)	0.148	0.305
糖尿病	119(34.0)	35(21.3)	-0.286	0.005	31(25.4)	30(24.6)	-0.019	1.000
高脂血症	67(19.1)	24(14.6)	-0.121	0.261	22(18.0)	21(17.2)	-0.022	1.000
高尿酸血症	71(20.3)	39(23.8)	0.084	0.432	27(22.1)	28(23.0)	0.020	1.000
肾功能不全	29(8.3)	21(12.8)	0.148	0.147	12(9.8)	12(9.8)	0	1.000
冠心病	70(20.0)	21(12.8)	-0.195	0.062	23(18.9)	19(15.6)	0.087	0.611

BMI: 体质量指数。

表3 倾向性评分匹配后两组人群的脑利钠肽前体水平、院内MACEs比较

Tab. 3 Post-propensity score matching comparison of NT-proBNP levels and in-hospital MACEs between the two groups

项目	“候鸟”人群组(n=122)	本地人群组(n=122)	W/ χ^2 值	P值
脑利钠肽前体基线/[pg/mL, <i>M(IQR)</i>]	188.0(65.70 ~ 933.00)	217.00(74.00 ~ 708.00)	0.113	0.910
脑利钠肽前体峰值/[pg/mL, <i>M(IQR)</i>]	1 784.00(777.00 ~ 3 359.00)	1 408.50(679.50 ~ 3 325.25)	0.941	0.644
院内转归/(例, %)				
心血管死亡	3(2.5)	4(3.3)	0.147	1.000
心源性休克	26(21.3)	12(9.8)	6.109	0.013
再发心肌梗死	0(0)	0(0)	NA	NA
心脏破裂	0(0)	3(2.5)	3.037	0.247
恶性心律失常	13(10.7)	15(10.3)	0.161	0.688
脑卒中	1(0.8)	0(0)	1.004	1.000
MACEs	43(35.3)	34(27.9)	1.537	0.215

MACEs: 主要不良心血管事件。

更快($P=0.046$)。NSTEMI组既往冠心病病史($P=0.022$)、梗死前有心绞痛($P<0.001$)的比例高。STEMI组的两地温差较大[23.0 (20.0 ~ 28.0) $^{\circ}\text{C}$, $P=0.001$]，到达-发病天数显著短于NSTEMI组[21.00 (4.5 ~ 79.5) d vs 69.0(31.0 ~ 95.0) d, $P<0.001$]。实验室指标中，STEMI组中性粒细胞、葡萄糖水平较高，而脑利钠肽前体水平较低。见表4。

2.6 两地温差和到达-发病天数与“候鸟”人群AMI亚型的关联分析

在调整了性别、年龄、BMI、心率、呼吸、血压、基础疾病史(冠心病、陈旧性心肌梗死、慢性肾功能不全)及心血管危险因素(高血压病、糖尿病、高脂血症、高尿酸血症)等13项协变量后，以“候鸟”人群AMI亚型(STEMI或NTATEMI)为因变量，分段回归模型分析发现，自动拐点检测结果显示两地温差对STEMI发生影响的拐点值为34 $^{\circ}\text{C}$ ，然而对数似然比检验提示分段回归模型与线性模型无显著差异($P=0.673$)，分段回归拟合图、GAM曲线以及限制性立方样条分析均支持两地温差与“候鸟”AMI患者发生STEMI呈线性关系。到达-发病天数对“候鸟”AMI患者发生STEMI的影响存在拐点效应(拐点值为31 d)。与NSTEMI相比，当到达-发病天数 ≤ 31 d时，到达-发病天数与STEMI显著负相关($OR=0.928$, 95% *CI*: 0.880 ~ 0.979, $P=0.006$)；而到达-发病天数 > 31 d的患者则无显著关联($OR=1.004$, 95% *CI*: 0.995 ~ 1.013, $P=0.382$)。两阶段效应差异有统计学意义($OR=1.082$, 95% *CI*: 1.025 ~ 1.141, $P=0.004$)。对数似然比检验显示分段模型显著优于线性模型($\chi^2=16.281$, $P<0.001$)。GAM曲线和限制性立方样条图均证实了该非线性关系的存在。见图1。

2.7 各变量与“候鸟”AMI患者发生STEMI的多因素Logistic回归分析

通过将年龄、女性、BMI、冠心病病史、冠心病高危因素(吸烟史、高血压病、糖尿病、高脂血症、高尿酸血症、肾功能不全)等12个协变量纳入多因素Logistic回归模型，以“候鸟”人群AMI亚型(STEMI或NTATEMI)为因变量，校正上述混杂因素，分析两地温差与“候鸟”AMI患者发生STEMI的关系。结果显示，两地温差与“候鸟”AMI患者发生STEMI显著正相关($OR=1.079$, 95% *CI*: 1.035 ~ 1.125, $P<0.001$)。见表5。

3 讨论

目前气温变化与AMI的相关研究，主要以固定地域的固定人群为研究对象，探讨不同年度、不同季节的气温变化对AMI发生的影响^[15-16]。与这种渐变性的季节变化相比，短期内因跨气候带迁徙所带来的气温骤变及其对AMI的影响，更值得关注。

本研究以514例冬季心梗患者为研究对象，聚焦“候鸟”人群AMI患者的临床特点，发现短时间内不同气候带迁徙的气温变化对“候鸟”人群AMI有着重要影响。通过两组人群比较发现，“候鸟”人群发生心源性休克的比例高，进一步采用倾向性评分匹配以平衡两组基线特征，将匹配的两组人群再次比较，“候鸟”人群院内心源性休克发生风险仍显著高于本地人群，考虑可能与“候鸟”人群平均年龄更大、合并基础病更多、脑利钠肽前体水平更高有关，但是无法明确短时间不同气候带迁徙的气温变化在“候鸟”人群AMI发生中的作用。

表4 “候鸟”人群两种AMI亚型的一般及临床资料比较

Tab. 4 Comparison of general and clinical characteristics between two AMI subtypes in migratory AMI patients

项目	STEMI组(n=251)	NSTEMI组(n=99)	<i>t</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
基本情况				
年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	61.8 \pm 12.3	66.4 \pm 9.1	3.357	0.001
女/(例, %)	50(19.9)	27(27.3)	1.829	0.176
BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	25.36 \pm 3.59	24.65 \pm 2.93	-1.751	0.081
心率/(次/min, $\bar{x} \pm s$)	77.96 \pm 14.19	74.75 \pm 11.51	-2.004	0.046
收缩压/[mmHg, <i>M(IQR)</i>]	129.0(114.0 ~ 140.5)	134.0(119.0 ~ 147.0)	1.646	0.100
舒张压/[mmHg, <i>M(IQR)</i>]	80.0(68.0 ~ 86.0)	75.0(66.0 ~ 81.5)	-1.872	0.061
既往病史/(例, %)				
吸烟史	101(40.2)	29(29.3)	3.190	0.074
高血压病	139(55.4)	63(63.6)	1.660	0.198
糖尿病	89(35.5)	30(30.3)	0.627	0.429
高脂血症	54(21.5)	13(13.1)	2.704	0.100
高尿酸血症	53(21.1)	18(18.2)	0.218	0.640
肾功能不全	18(7.2)	11(11.1)	0.978	0.323
冠心病	42(16.7)	28(28.3)	5.219	0.022
陈旧性心肌梗死	22(8.8)	7(7.1)	0.092	0.762
梗死前有心绞痛(例, %)	100(39.8)	68(68.7)	22.527	<0.001
两地温差/[°C, <i>M(IQR)</i>]	23.0(20.0 ~ 28.0)	21.0(17.0 ~ 24.0)	-3.403	0.001
到达-发病天数/[天, <i>M(IQR)</i>]	21.0(4.5 ~ 79.5)	69.0(31.0 ~ 95.0)	4.943	<0.001
实验室检查				
中性粒细胞[% , <i>M(IQR)</i>]	78.70(70.25 ~ 84.85)	71.90(65.65 ~ 78.05)	-3.998	<0.001
肌酐[μ mol/L, <i>M(IQR)</i>]	75.00(65.00 ~ 91.00)	78.00(64.15 ~ 89.45)	0.074	0.941
葡萄糖[mmol/L, <i>M(IQR)</i>]	8.30(6.98 ~ 10.74)	7.13(6.06 ~ 9.05)	-4.260	<0.001
尿酸[μ mol/L, <i>M(IQR)</i>]	340.00(270.50 ~ 415.25)	312.50(254.75 ~ 373.50)	0.123	0.123
低密度脂蛋白胆固醇[mmol/L, <i>M(IQR)</i>]	2.71(2.04 ~ 3.60)	2.43(1.97 ~ 3.18)	-1.876	0.061
肌酸激酶[U/L, <i>M(IQR)</i>]	296.00(125.00 ~ 1 087.50)	233.00(126.00 ~ 595.00)	-0.962	0.336
肌酸激酶同工酶[U/L, <i>M(IQR)</i>]	36.30(18.00 ~ 118.10)	35.50(17.45 ~ 63.80)	-1.089	0.276
肌钙蛋白T[ng/mL, <i>M(IQR)</i>]	0.33(0.04 ~ 1.86)	0.40(0.16 ~ 1.16)	0.483	0.629
脑利钠肽前体[pg/mL, <i>M(IQR)</i>]	259.00(79.15 ~ 951.60)	617.00(186.00 ~ 1 468.00)	3.608	<0.001
C反应蛋白[mg/dL, <i>M(IQR)</i>]	1.24(0.40 ~ 3.23)	1.04(0.45 ~ 2.85)	-0.476	0.634
白细胞介素-6[pg/mL, <i>M(IQR)</i>]	20.90(13.13 ~ 47.08)	19.34(10.20 ~ 27.93)	-1.606	0.108
院内转归/(例, %)				
心血管死亡	11(4.4)	1(1.0)	2.439	0.191
心源性休克	54(21.8)	5(5.2)	13.730	<0.001
再发心肌梗死	1(0.4)	0(0)	0.396	1.000
心脏破裂	6(2.4)	0(0)	2.408	0.190
恶性心律失常	39(15.5)	4(4.0)	8.709	0.002
脑卒中	1(0.4)	0(0)	0.396	1.000
MACEs	112(44.6)	10(10.1)	37.259	<0.001

BMI: 体质量指数; STEMI: ST段抬高型心肌梗死; NSTEMI: 非ST段抬高型心肌梗死; MACEs: 主要不良心血管事件。

既往研究表明, 低温与日最低气温下降均与STEMI发病率的显著增加有关^[17-19]。可能的病理生理机制为: 短时间大幅气温变化会激活人体交感神经, 导致儿茶酚胺释放增加, 引发心率增快、血压升高及心肌耗氧量增加。此外, 低温可增加血小板聚集、血液黏稠度, 导致高凝状态; 而高

温环境下, 人体大量出汗, 导致脱水、血容量下降, 血液的黏稠度增加, 血栓形成风险增加, 并会引发人体内的炎症反应和氧化应激, 从而影响冠状动脉斑块的稳定性^[20-21]。

通过对“候鸟”人群两种AMI类型患者进行基线特点对比分析发现, 相较于NSTEMI组,

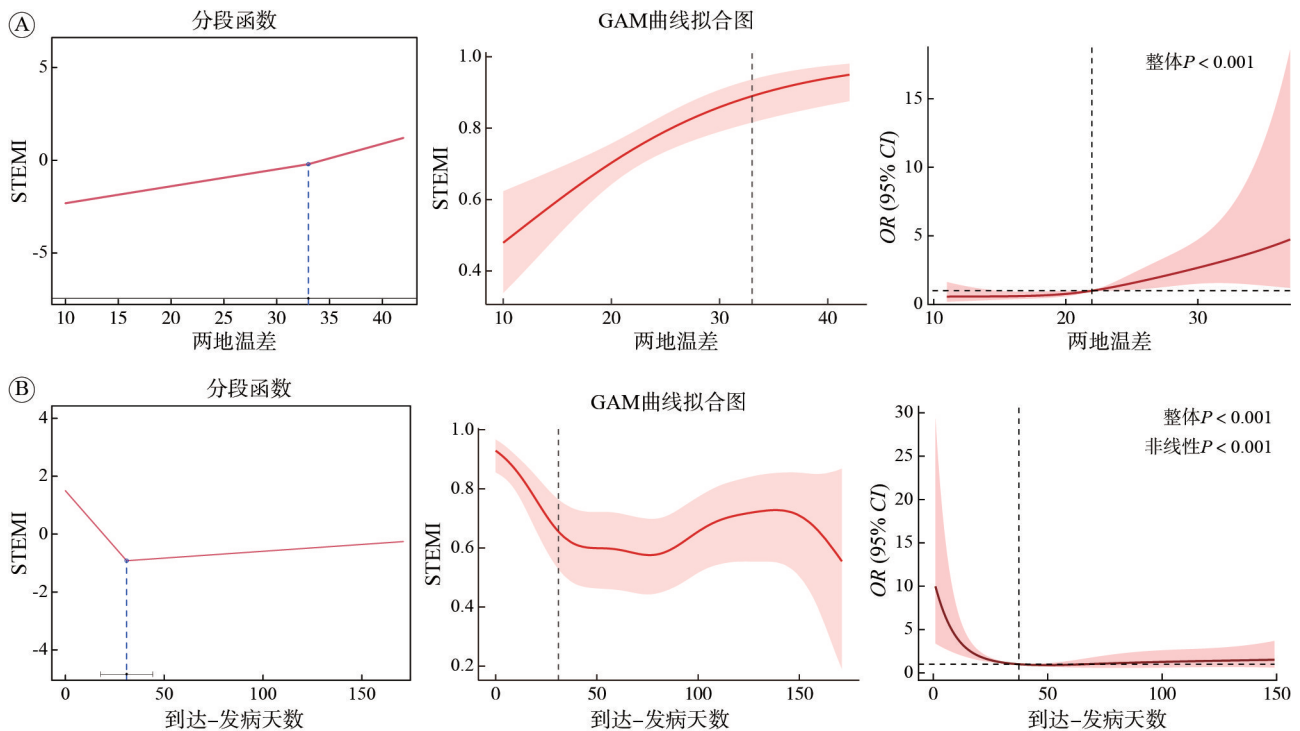


图1 两地温差(A)和到达-发病天数(B)与“候鸟”AMI患者发生STEMI的非线性分析

Fig. 1 Nonlinear analysis of temperature difference between two regions (A) and arrival-to-symptom onset days (B) on STEMI risk in migratory AMI patients

表5 “候鸟”AMI患者发生STEMI的多因素Logistic回归分析

Tab. 5 Multivariate Logistic regression analysis of STEMI in migratory AMI patients

项目	OR (95% CI)	P值
年龄	0.969(0.944 ~ 0.994)	0.016
女性	1.030(0.545 ~ 1.948)	0.927
BMI	1.011(0.930 ~ 1.099)	0.795
吸烟史	1.251(0.700 ~ 2.239)	0.448
高血压病	0.813(0.481 ~ 1.374)	0.437
糖尿病	1.702(0.973 ~ 2.976)	0.061
高脂血症	1.457(0.725 ~ 2.928)	0.288
高尿酸血症	1.348(0.666 ~ 2.729)	0.405
肾功能不全	0.595(0.243 ~ 1.455)	0.253
冠心病	0.526(0.289 ~ 0.957)	0.035
两地温差	1.079(1.035 ~ 1.125)	<0.001

BMI: 体质量指数。

STEMI组的平均年龄更小, 两地温差更大, 到达-发病天数更短, 提示短时间不同气候带迁徙的气温变化与“候鸟”AMI患者发生STEMI有关联。

为进一步明确这种气温变化对“候鸟”人群不同AMI亚型的影响, 本研究采用了分段回归模型, 显示到达-发病天数与“候鸟”AMI患者发生STEMI存在拐点效应。当到达-发病天数 ≤ 31 d时, 到达-发病天数越短, “候鸟”AMI患者发生

STEMI概率越高, 提示短时间不同气候带迁徙的气温变化对“候鸟”AMI患者发生STEMI的显著影响在31 d内。而分段回归分析显示两地温差与“候鸟”AMI患者发生STEMI符合线性关系。进一步采用Logistic回归模型评估两地温差与“候鸟”AMI患者发生STEMI的关系, 经多因素校正分析显示两地温差是“候鸟”AMI患者发生STEMI的独立关联因素。当每增加 1°C 温差, “候鸟”AMI患者发生STEMI概率显著增加7.9%。因此在该人群的疾病防控中, 提倡有冬季度假和疗养需求的人群, 早出发, 缩小温差, 可能是减少疾病发生的重要方法。

炎症因子在冠状动脉斑块破裂过程中起着关键作用, 气温变化会导致人体内的一些炎症因子水平变化。Schneider等^[22]的多中心研究发现当气温降低, 尤其是最近5天的平均温度, AMI患者体内C反应蛋白和白细胞介素6水平升高。多项研究也证实C反应蛋白和白细胞介素6是促冠状动脉粥样硬化因子, 其水平与冠状动脉斑块不稳定性呈正相关。本研究发现当两地温差越大时, “候鸟”AMI患者发生STEMI的风险越高, 并且在迁徙后31 d内AMI发病越早, 发生STEMI的风险越高。考虑可能原因, 迁徙所致大幅气温变化引发体内

某些炎症因子水平波动导致冠状动脉斑块破裂, 从而发生STEMI。随着旅居海南的时间延长, “候鸟”人群体内某些炎症因子水平波动恢复, 迁徙所致气温变化对冠状动脉斑块破裂的病理生理效应减弱, STEMI发生风险随之降低。本研究中两组人群的C反应蛋白、白细胞介素6水平未见明显差异, 这可能是混杂了到达-发病天数较长患者的因素, 后续我们将继续探索炎症因子在“候鸟”人群AMI发生中的作用。

本研究存在一定的局限性: (1)本研究是单中心回顾性研究, 时间跨度较大, 样本量偏少, 未来需要多中心和大样本量研究进一步验证“候鸟”人群AMI具有特殊的临床特点以及短时间内不同气候带迁徙的气温变化对“候鸟”人群AMI的影响。(2)尽管分析控制了许多混杂因素, 但忽略了迁徙过程相关因素(如旅途时长、交通方式)、到达海南后的气温变化、情绪波动、暴饮暴食、劳累、剧烈运动等AMI诱因。(3)本研究排除了因病情重或个人原因未行冠脉造影的AMI患者, 存在一定的偏倚。(4)本研究基于住院病例, 无法推断“候鸟”人群AMI发病风险, 研究结论仅限于对“候鸟”人群AMI亚型的关联性分析。(5)本研究目前只对“候鸟”人群AMI的临床特点和相关因素进行了分析, 其可能的机制, 需进一步深入研究。

综上所述, 本研究通过对“候鸟”人群和海南本地人群冬季AMI患者的比较分析, 发现了“候鸟”人群AMI患者有着独特的临床特点, 其院内发生心源性休克风险高, 合并基础疾病多。进一步明确了短时间不同气候带迁徙的气温变化对“候鸟”人群AMI有着重要影响。对“候鸟”人群AMI的防治和病情评估有着重要的现实意义, 为该人群AMI的防控提供一定的理论依据。

作者贡献 王建: 数据收集、分析, 论文撰写; 周伯宁、党子杰: 数据分析; 张昕、焦阳、宿永康、王继航、黄浩呈: 数据收集; 沈明志: 过程监督; 付振虹: 论文设计、修改, 过程监督。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突。

数据共享声明 本论文相关数据可依据合理理由从作者处获取, Email: jianwangdc@163.com。

参考文献

1 国家心血管病中心, 中国心血管健康与疾病报告编写组, 胡盛寿. 中国心血管健康与疾病报告2024概要 [J]. 中国循环杂志, 2025, 40 (6): 521-559.

- 2 Byrne R A, Rossello X, Coughlan J J, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes [J]. Eur Heart J, 2023, 44 (38): 3720-3826.
- 3 Rao SV, O' Donoghue ML, Ruel M, et al. 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI guideline for the management of patients with acute coronary syndromes: a report of the American college of cardiology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines [J]. Circulation, 2025, 151 (13): e771-e862.
- 4 Huang J, He QL, Jiang YX, et al. Low ambient temperature and incident myocardial infarction with or without obstructive coronary arteries: a Chinese nationwide study [J]. Eur Heart J, 2025, 46 (5): 439-450.
- 5 王仁学, 毛琳霜, 姜子超, 等. 急性ST段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗后发生微循环堵塞的关联因素研究 [J]. 解放军医学院学报, 2021, 42 (12): 1254-1258.
- 6 Ong GJ, Sellers A, Mahadavan G, et al. 'bushfire season' in Australia: determinants of increases in risk of acute coronary syndromes and takotsubo syndrome [J]. Am J Med, 2023, 136 (1): 88-95.
- 7 De Vita A, Belmusto A, Di Perna F, et al. The impact of climate change and extreme weather conditions on cardiovascular health and acute cardiovascular diseases [J]. J Clin Med, 2024, 13 (3): 759.
- 8 Ni WL, Stafoggia M, Zhang SQ, et al. Short-term exposure to ambient temperature variability and myocardial infarction hospital admissions: A nationwide case-crossover study in Sweden [J]. PLoS Med, 2025, 22 (5): e1004607.
- 9 Jiang YX, Yi SD, Gao CY, et al. Cold spells and the onset of acute myocardial infarction: a nationwide case-crossover study in 323 Chinese Cities [J]. Environ Health Perspect, 2023, 131 (8): 087016.
- 10 Koo GPY, Zheng HL, Pek PP, et al. Clustering of environmental parameters and the risk of acute myocardial infarction [J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19 (14): 8476.
- 11 Shin J, Oh J, Kang IS, et al. Effect of short-term exposure to fine particulate matter and temperature on acute myocardial infarction in Korea [J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18 (9): 4822.
- 12 Tang SQ, Fu J, Liu YB, et al. Temperature fluctuation and acute myocardial infarction in Beijing: an extended analysis of temperature ranges and differences [J]. Front Public Health, 2023, 11: 1287821.
- 13 Xu QL, Jin C, Qin ZF, et al. Ambient temperature and coronary plaque rupture risk in STEMI: Insights from OCT analysis [J]. Atherosclerosis, 2025, 409: 120510.
- 14 付振虹, 沈明志, 薛桥, 等. 海南“候鸟人群”急性心肌梗死发作的特点与预后分析 [J]. 中国循环杂志, 2017, 32 (11): 1052-1055.
- 15 Didier R, Le Ven F, Ouchiha M, et al. Analysis of weather exposure 7 days before occurrence of ST-segment elevation myocardial infarction [J]. Arch Cardiovasc Dis, 2020, 113 (1): 22-30.
- 16 Jiang YX, Hu JL, Peng L, et al. Non-optimum temperature increases risk and burden of acute myocardial infarction onset: A nationwide case-crossover study at hourly level in 324 Chinese cities [J]. EClinicalMedicine, 2022, 50: 101501.