

冠状动脉旁路移植术后心房颤动的预测与预防

张仁见智¹ 于鑫溢¹ 刘志刚¹

[摘要] 心房颤动是冠状动脉旁路移植术后常见并发症,不仅会影响患者的心功能,导致循环不稳定、心肌缺血、脑卒中等,还可使患者 ICU 停留时间、住院时间延长,医疗费用、主动脉内球囊反搏(intra-aortic balloon counterpulsation, IABP)辅助需求增加,甚至导致死亡。本文通过回顾冠状动脉旁路移植术后新发心房颤动的最新预测和预防研究进展,对相关临床预测因子、预测模型和预防策略进行综述,总结围术期预防和管理策略,为冠状动脉旁路移植术后心房颤动的预测和预防提供参考。

[关键词] 冠状动脉旁路移植术;心房颤动;预测;预防

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2023.04.015

[中图分类号] R541.6 **[文献标志码]** A

Research progress in prediction and prevention of atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting

ZHANG Renjianzhi YU Xinyi LIU Zhigang

(Department of Cardiac Surgery, TEDA International Cardiovascular Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Tianjin, 300457, China)

Corresponding author: LIU Zhigang, E-mail: liuzg@tedaich.com

Abstract Atrial fibrillation is a common complication after coronary artery bypass grafting. Postoperative atrial fibrillation provokes patients' cardiac dysfunction and circulatory instability or myocardial ischemia, which leads to prolonged ICU stay, increased medical costs and IABP assistance needs, and even death. Here, we reviewed the latest advances in the prediction and prevention studies related to new-onset atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting, the relevant clinical predictors, prediction models, and prevention strategies. Lastly, we summarized perioperative prevention and management strategies, providing a reference for predicting and preventing atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting.

Key words coronary artery bypass graft; atrial fibrillation; prediction; prevention

我国心血管病患病率呈逐年上升趋势,流行病学研究显示,现有冠心病患者约 1139 万^[1]。目前,冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)是一种普遍应用于多支冠状动脉狭窄的血运重建策略,可明显改善患者预后,提高患者的生活质量。心房颤动(atrial fibrillation, AF)是 CABG 术后常见并发症之一,其发生率为 20%~40%^[2-5]。CABG 术后新发 AF 会影响患者的心功能,导致循环不稳定、心肌缺血、脑卒中等,进而影响患者的术后恢复,使患者 ICU 停留时间、住院时间延长,医疗费用、主动脉内球囊反搏(intra-aortic balloon counterpulsation, IABP)辅助需求增加,甚至导致死亡^[6-8]。

CABG 术后新发 AF 的早期预测十分重要,早

期针对性采用药物或非药物干预措施预防术后的新发 AF 有望缩短住院时间,减少住院费用,以及降低脑血管意外的发生率^[9]。本文通过回顾与 CABG 术后新发 AF 相关的预测和预防研究进展,对相关临床预测因子、预测模型和预防策略进行综述,旨在总结围术期预防与管理策略,为 CABG 术后 AF 的预测和预防提供参考。

1 预测

1.1 预测因子

1.1.1 年龄 流行病学研究显示,高龄患者接受 CABG 后,AF、胃肠功能不全、肾功能不全等并发症的发生率较高^[10-11]。回顾既往研究,在多数研究中年龄均被认为是 CABG 术后新发 AF 的重要预测因子^[12-18]。Kame 等^[17]以 100 例术前为窦性心律的 CABG 患者为研究对象,前瞻性研究结果显示,术后 AF 患者的年龄大于术后心律正常的患者 [(64.455±6.254)岁 vs (54.577±6.710)岁, $P <$

¹中国医学科学院/北京协和医学院泰达国际心血管病医院 心血管外科(天津,300457)

通信作者:刘志刚, E-mail: liuzg@tedaich.com

0.001]。因医疗中心、研究人群不同等原因,不同研究对年龄的截断值存在差异,但年龄与术后 AF 风险的相关性趋势相同,即随着年龄的增加,CABG 术后 AF 的风险增大($OR > 1$)。Arslan 等^[12]回顾性分析 3197 例术前窦性心律的 CABG 患者的临床资料,结果显示年龄 > 60 岁与术后 AF 风险存在相关性($OR = 1.22, 95\%CI: 1.02 \sim 1.78, P = 0.032$)。Wu 等^[14]的 meta 分析结果对年龄的截断值与之相似,研究结果显示年龄 ≥ 60 岁是术后 AF 的预测因子($OR = 2.72, 95\%CI: 1.51 \sim 4.90, P < 0.01$)。Omer 等^[13]以 1248 例退伍军人为研究人群,通过 logistic 回归筛选 CABG 术后 AF 的预测因子,结果显示年龄 ≥ 65 岁是术后 AF 的预测因子,其中 65~75 岁的 OR 值为 1.7(95%CI: 1.3~2.4), > 75 岁的 OR 值为 2.6(95%CI: 1.4~4.8)。高龄患者术后 AF 发生率增加的机制与年龄相关的心房纤维化有关^[19]。Wang 等^[20]的动物实验发现心房纤维蛋白标志物的表达随年龄的增加而增加,而钾离子电压门控通道蛋白家族的 mRNA 表达则随年龄的增加而减少,最终影响离子通道和 I_f 电流,从而使高龄患者的 AF 风险增加。

1.1.2 体重指数(BMI) Omer 等^[13]研究结果显示当 $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ 时, BMI 同样可预测 CABG 术后 AF ($OR = 2.0, 95\%CI: 1.2 \sim 3.2$)。一般认为 $BMI > 30 \text{ kg/m}^2$ 即为肥胖。肥胖患者 AF 风险增加的潜在机制可能与心房增大、重塑,以及心外膜脂肪组织(epicardial adipose tissue, EAT)有关^[21]。Mahajan 等^[22]通过肥胖绵羊模型发现肥胖与心房纤维化有关,同时脂肪细胞浸润左心房肌层可造成传导阻滞而诱发 AF。EAT 是一种具有特殊内分泌功能的脂肪库,能产生大量的脂肪因子,如脂联素、瘦素、抵抗素、内脂素、网膜素、锌- $\alpha 2$ -糖蛋白、葡聚糖-4 等^[23-24]。因 EAT 与心肌组织之间无类似筋膜组织相隔, EAT 分泌的脂肪因子和(或)炎性递质可直接作用于心肌组织,与周围的心房肌细胞、细胞外基质和血管内皮细胞等相互作用,诱导或参与 AF 的发生、发展过程^[25-26]。

1.1.3 高血压 高血压病史被认为是 AF 最常见的危险因素,当高血压合并 AF 时,脑血管意外、心血管事件和全因死亡风险等不良事件的发生率增加^[27]。高血压增加 AF 风险的主要原因是诱导心脏结构重塑和电生理改变,同时血流动力学的改变也影响炎性递质、激素水平和自主神经功能的变化^[28]。国内外多数研究结果显示,高血压同样与 CABG 术后 AF 相关^[12, 18, 29]。Wu 等^[14]的研究共纳入 299 例非体外循环 CABG 患者,其研究结果同时与类似研究结合进行 meta 分析,结果显示高血压是 CABG 术后 AF 的独立预测因子($OR = 2.10, 95\%CI: 1.08 \sim 4.07, P < 0.05$)。

1.1.4 炎性递质 预测 CABG 术后 AF 的生物学标志物在先前不同的研究或报道中均已有总结^[30-31]。如前文所述, EAT 或高血压均可影响炎性递质水平,从而增加 AF 风险。同时, CABG 术后的炎症反应也是重要影响因素之一。虽然不同研究的结果不尽相同,但白细胞计数、中性粒细胞与淋巴细胞比值(neutrophil-lymphocyte ratio, NLR)、以及 C 反应蛋白等被认为是 CABG 术后 AF 的潜在预测因子^[30, 32]。

血小板与淋巴细胞比值(platelet-to-lymphocyte ratio, PLR)同样是炎症反应的指标之一。Gungor 等^[15]以 125 例 CABG 患者为研究对象,经 Logistic 回归分析显示 PLR 可作为 CABG 术后 AF 的预测因子($P = 0.005$)。ROC 曲线分析显示, PLR 对术后 AF 具有一定的区分作用($AUC = 0.634, P = 0.012$),当 PLR 水平 > 119.3 时,其预测术后 AF 的灵敏度为 64%, 特异度为 56%。然而, PLR 是否可作为 CABG 术后 AF 的预测因子还存在争议。在另一项纳入 1457 例研究对象的回顾性研究中,术前 PLR 升高与 CABG 术后 AF 无关($OR = 1.04, P = 0.78$)^[33]。Gulgun 等^[34]提出在前瞻性研究的基础上,充分考虑方法学、生理学和病理学混杂因素的影响,或许可以更好地验证 PLR 与 CABG 术后 AF 的相关性。Selcuk 等^[35]研究认为全身免疫炎症指数(systemic immune inflammation index, SII)对 CABG 术后 AF 的预测作用要优于 NLR 和 PLR。SII 定义为血小板计数与 NLR 的乘积,是全身炎症反应的监测指标之一。Hinoue 等^[36]回顾性研究发现 $SII \geq 545 \times 10^9/L$ 时,其预测术后 AF 的灵敏度为 71%, 特异度为 81%, 区分度为 0.80(95%CI: 0.73~0.86)。

除 PLR、SII 之外,许昊等^[37]通过倾向性评分匹配的方法研究白细胞介素-1、白细胞介素-6、肿瘤坏死因子- α 、同型半胱氨酸和内皮素-1 与 CABG 术后 AF 的相关性,结果显示术前内皮素-1 水平与术后 AF 相关($OR = 0.637, 95\%CI: 0.415 \sim 0.977, P = 0.039$)。髓过氧化物酶(myeloperoxidase, MPO)是手术所致组织损伤后发生炎症反应的主要因素。Liu 等^[38]通过动物实验和临床研究评估 MPO 与术后 AF 的相关性,前瞻性研究结果显示术后 6 h 心包 MPO 浓度是术后 AF 的独立预测因子($OR = 19.215$)。

1.1.5 心电图指标 P 波离散度是指在 12 导联心电图,不同导联中测定的 P 波最大时限与 P 波最小时限的差值。该指标可反映心肌纤维间连接的异常,以及窦性电信号传导的不连续、不均匀性^[39]。Achmad 等^[40]对 42 例 CABG 患者进行回顾性研究,结果显示术后 AF 患者的 P 波离散度明显延长[(53.03 \pm 3.82) ms vs (44.01 \pm 1.98) ms,

$P=0.028$],Cox 回归模型显示 P 波离散度与术后 AF 风险之间存在相关性($HR=1.05,95\%CI:1.001\sim 1.103,P=0.048$)。P 波持续时间延长是心房肌去极化不协调、区域性延迟所致^[39],其与 P 波离散度均被认为是房性心律失常(尤其是阵发性 AF 患者)的主要电生理特征。一项 meta 分析结果认为 P 波持续时间同样是术后 AF 的预测因子,当 P 波持续时间 ≥ 105 ms 时,其预测术后 AF 的特异度为 74%,灵敏度为 65%($OR=4.63,95\%CI:2.66\sim 8.03,P<0.001$)^[14]。

1.1.6 其他 在一般人口学特征中,性别同样是术后 AF 的预测因子,但不同研究的结果不同,仍有待于更大规模的研究与验证。Karim 等^[18]对 660 例 CABG 患者的回顾性研究显示男性是术后 AF 的预测因子。然而,Çetin 等^[29]对 272 例研究对象的临床资料进行 logistic 回归分析,结果显示女性是 CABG 术后 AF 的预测因子。

在实验室指标中,平均血小板体积(mean platelet volume,MPV)是最新提出的预测因子之一。其作为血小板活性指标之一,升高常提示心血管疾病患者血栓风险或死亡风险增加。Pala 等^[16]以 103 例 65 岁以上 CABG 患者为研究对象,经多因素 logistic 回归分析显示,术前 MPV 是术后 AF 的预测因子($OR=2.103,95\%CI:1.324\sim 3.339,P=0.002$),当其截断值为 8.43 fL 时,其预测术后 AF 的灵敏度为 82.8%,特异度为 55.4%。该研究结果显示术前血红蛋白水平同样为 CABG 术后 AF 的预测因子($OR=1.334,95\%CI:1.013\sim 1.758,P=0.040$)。Syntax 积分是根据冠状动脉病变位置、严重程度、钙化等解剖特点定量评价冠状动脉病变的评分,可为手术方式选择提供参考。李一帆等^[5]以 81 例非体外循环 CABG 患者为研究对象,结果显示 Syntax 积分是术后早期 AF 的预测因子($RR=1.110,95\%CI:1.038\sim 1.188,P=0.002$),ROC 曲线分析显示,Syntax 积分对术后早期 AF 具有明显预测价值($AUC=0.704,95\%CI:0.579\sim 0.828,P=0.006$)。除此之外,该研究结果显示监护室停留时间($RR=1.028,95\%CI:1.008\sim 1.047,P=0.005$)和远端吻合口数量($RR=0.354,95\%CI:0.137\sim 0.917,P=0.033$)同样与术后 AF 相关。Engin 等^[41]同样验证了 Syntax 积分对术后 AF 的预测作用($AUC=0.647,95\%CI:0.581\sim 0.714,P<0.001$),当 Syntax 积分截断值为 19.7 时,其预测术后 AF 的灵敏度为 72.2%,特异度为 66.4%。

准确识别 CABG 术后 AF 的特定预测基因组可能是预防和有效管理此类术后并发症的重要步骤^[42]。多基因风险评分包含了与 AF 相关的多种常见遗传变异,可用于普通人群 AF 的预测^[43]。

Kertai 等^[44]认为通过临床预测因子准确识别术后 AF 风险的能力有限,结合多基因风险评分可以增加预测的准确性,该研究样本量为 1047 例术前窦性心律的心脏手术患者,结果显示多基因风险评分与术后 AF 相关($OR=1.63,95\%CI:1.41\sim 1.90$)。

最近,有研究表明体外循环 CABG 及主动脉阻断时间与术后 AF 的发生有关^[12]。Ruggieri 等^[45]对 2957 例体外循环 CABG 患者的分析显示主动脉阻断时间 >75 min 时,患者术后早期死亡风险增加,且术后 AF 等并发症的发生率增加。然而,一项 meta 分析共纳入 16 项回顾性研究,结果显示体外循环 CABG 与非体外循环 CABG 对术后 AF 的发生率无影响($P=0.36$)^[46]。

1.2 预测模型和风险评分

1.2.1 欧洲心脏手术风险评估系统(Euro SCORE) Euro SCORE 仍是预测心脏手术后主要不良事件的评分方法之一,但其开发所用数据包括各种类型心脏外科手术,其对 CABG 术后 AF 的预测作用有待探讨。李保银等^[47]对 Euro SCORE 进行了外部验证,结果显示 CABG 术后 AF 组患者的评分高于无术后 AF 组($P<0.05$),Euro SCORE 对术后 AF 的预测有良好的区分度($AUC=0.809,95\%CI:0.723\sim 0.894,P<0.05$)。

1.2.2 HATCH 评分 HATCH 评分是预测术后 AF 的模型之一,具体计算方法为:年龄 >75 岁、高血压病史、慢性阻塞性肺疾病者均得 1 分;短暂性脑缺血发作/卒中、射血分数 $\leq 40\%$ 者均得 2 分。有研究表明,当 HATCH 评分 >1 时,其预测 CABG 术后 AF 的灵敏度为 42%,特异度为 70%^[48]。该研究结果显示,当以 1 为截断值时,HATCH 评分预测术后 AF 的灵敏度低,容易漏诊。Engin 等^[41]以 352 例患者为研究对象,ROC 曲线分析显示 HATCH 评分 >2 时,其预测 CABG 术后 AF 的灵敏度为 69.4%,特异度为 56.8%。Emren 等^[49]研究结果与之类似,当 HATCH 评分 ≥ 2 时,其预测 CABG 术后 AF 的灵敏度为 72%,特异度为 75%。未来,对 HATCH 评分的大规模外部验证可能是必要的,筛选最佳截断值,使其兼顾灵敏度和特异度,避免漏诊和误诊。

1.2.3 ATRIA 和 CHA_2DS_2 -VASc 评分 ATRIA 和 CHA_2DS_2 -VASc 评分主要用于非瓣膜性 AF 患者的血栓栓塞风险预测。其中, CHA_2DS_2 -VASc 评分系统已被验证可以用于预测 CABG 术后心脏不良事件的风险^[50]。ATRIA 评分的计算方法为:血红蛋白 <13 g/dL(男性)或 <12 g/dL(女性)、严重肾脏疾病者每项均得 3 分;年龄 ≥ 75 者得 2 分;高血压、出血病史者每项均得 1 分。 CHA_2DS_2 -VASc 评分的计算方法为:充血性心力衰竭(射血分数 $<40\%$)、高血压病史、糖尿病病史、

心肌梗死/外周动脉疾病、女性、65岁<年龄≤75岁者,每项均得1分;年龄>75岁、短暂性脑缺血发作/卒中者,每项均得2分^[51]。Uysal等^[51]研究结果显示 ATRIA 评分与 CABG 术后 AF 有关 (OR=1.23,95%CI:1.11~1.36,P<0.001)。该研究的 ROC 曲线分析显示,ATRIA 评分预测术后 AF 的 C-统计量为 0.66(95%CI:0.61~0.71,P<0.001),当 ATRIA 评分>1 时,其灵敏度和特异度分别为 67%和 58%;CHA₂DS₂-VASc 评分预测术后 AF 的 C-统计量为 0.64(95%CI:0.59~0.69,P<0.001),当 CHA₂DS₂-VASc 评分>2 时,其灵敏度和特异度分别为 62%和 62%^[51]。

1.2.4 其他 Lin 等^[52]以 1307 例 CABG 患者为研究对象构建 PAFAC 评分,主要终点事件为 CABG 术后新发 AF,并对风险评分进行了内部验证。该评分计算方法为:年龄>60 岁、种族为白种人者均得 5 分;肾小球滤过率<90 mL/min、左心房内径>4.5 cm 者均得 4 分。PAFAC 评分的 AUC 值为 0.60,截断值为 9,当 PAFAC 评分≥9 时术后 AF 的发生率为<9 时的 2 倍^[52]。Hung 等^[53]对 405 例心脏手术患者进行前瞻性研究,所构建的简易模型与 PAFAC 相似。该研究最终以年龄(≥60 岁)、左心房内径(>4.1 cm)和 CABG 同期行二尖瓣置换/成形术为预测因子构建简易风险评分,每项预测因子对应 1 分,模型的 AUC 值为 0.69(95%CI:0.63~0.75)^[53]。李方亮等^[5]以 78 例非体外循环 CABG 患者为研究对象构建预测模型,共纳入 7 项预测因子(年龄、BMI、左心房内径、射血分数、术前 NLR、PLR 和术后乳酸),并对模型进行可视化呈现。该模型的 C-统计量为 0.912,区分度良好(AUC=0.92)。

2 预防

2.1 药物预防

目前,CABG 术后 AF 的预防策略主要为抗心律失常药物(如胺碘酮)和(或)β受体阻滞剂^[54-55]。虽然有报道他汀类药物可减少 CABG 术后 AF 的发生率,但其确切的预防价值仍有待研究^[56]。与之相似,血管紧张素转化酶抑制剂和血管紧张素受体拮抗剂对 CABG 术后 AF 的预防作用同样存在争议^[57]。

2.1.1 胺碘酮 一项 meta 分析结果显示,无论给药方式(静脉/口服)和给药时间(术前/术后)有何不同,与安慰剂相比,胺碘酮均可降低 CABG 术后 AF 的发生率^[55]。一项随机双盲临床试验将患者分为 2 组(每组样本量 42 例),一组口服 300 mg 胺碘酮,另一组口服 150 mg 胺碘酮+2 g 维生素 C,结果显示胺碘酮+维生素 C 组患者术后 AF 的发生率低于胺碘酮组^[58]。

2.1.2 β受体阻滞剂 β受体阻滞剂选择性地与 β 肾上腺素受体结合,拮抗神经递质和儿茶酚胺对 β

受体的激动作用,具有心血管保护效应。年福来等^[54]通过前瞻性随机对照研究,研究不同剂量 β 受体阻滞剂(美托洛尔)对术后 AF 的预防作用,结果显示美托洛尔 75.00 mg/d 较 25.00 mg/d 对 CABG 术后 AF 具有更好的预防作用。

2.1.3 雷诺嗪 雷诺嗪除具有抗缺血作用外,也具有抗心律失常的特性^[59]。在左心室收缩功能障碍的患者中,雷诺嗪可作为胺碘酮的附加治疗,增强并加快 AF 向窦性心律的转换^[60]。Patel 等^[61]研究发现心脏手术后接受雷诺嗪治疗的患者较对照组患者的术后 AF 发生率降低了 14%。一项 meta 分析结果显示心脏术后预防性使用雷诺嗪降低了 50%的术后 AF 风险^[62]。虽然雷诺嗪表现出预防术后 AF 的潜力,但不同研究中的使用剂量和方案不同,仍有必要进行更大规模的多中心随机试验。

2.2 非药物预防

2.2.1 钙介导去自主神经支配 Wang 等^[63]认为钙介导的神经毒性对心房神经节丛(ganglionated plexi,GPs)功能的抑制可减少 CABG 术后 AF 的发生。该研究以非体外循环 CABG 患者为研究对象,将其分为 2 组(每组样本量 100 例),一组于术中 4 个主要 GPs 部位注射 2 mL CaCl₂,另一组注射同等量的氯化钠溶液,结果显示将 CaCl₂ 注射到 4 个主要的心房 GPs 中可将术后 AF 的风险降低 63%^[63]。另一项研究采用心外膜定时释放 CaCl₂ 的方法,从而影响左心房 GPs,调节自主神经功能,最终达到抑制术后 AF 的效果^[64]。

2.2.2 左后心包切开术 左后心包切开术是一种简单、安全、有效的方法,通过改善 CABG 术后的心包引流,从而降低术后心包积液和相关 AF 的发生率^[65]。但也有研究认为左后心包切开术与 CABG 术后 AF 或心包积液的发生无关^[66],且有可能增加了术后胸腔积液的发生率^[67]。最新的一项 meta 分析纳入了 10 项随机对照试验,包含 1829 例患者,随机效应模型表明,左后心包切开组患者 CABG 术后 AF 的发生率低于对照组(RR=0.45,95%CI:0.29~0.64,P<0.0001),但术后胸腔积液的发生率增加(RR=1.51,95%CI:1.19~1.92,P<0.05)^[68]。

3 小结与展望

目前,年龄和高血压病史可认为是 CABG 术后 AF 的有效预测因子,其他人口学特征、实验室指标和心电图指标等还有待于更大规模的研究验证。CABG 术后 AF 的预测模型种类较多,但多中心数据开发的预测模型结局变量定义宽泛(不仅为术后 AF),单中心回顾性研究开发的预测模型样本量小,所以各种模型的普遍适用性均有待外部验证。未来多中心的前瞻性临床研究,规范结局变量

定义、预测因子定义和患者随访,有助于开发并验证广泛适用于我国人群的 CABG 术后 AF 的风险评分系统,从而个体化调整早期预防策略,改善预后,缩减患者住院时间。除药物预防措施外,左后心包切开术可能是预防 CABG 术后 AF 的另一种安全、有效且经济的方法,但仍需优化术式,降低术后胸腔积液的发生风险,未来有必要进行多中心前瞻性研究,从而验证左后心包切开术改善 CABG 患者预后的意义。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国心血管健康与疾病报告 2021 概要[J]. 中国循环杂志,2022,37(6):553-578.
- [2] Perrier S, Meyer N, Hoang Minh T, et al. Predictors of Atrial Fibrillation After Coronary Artery Bypass Grafting: A Bayesian Analysis[J]. *Ann Thorac Surg*, 2017,103(1):92-97.
- [3] 李方亮,冯增斌. 预测冠状动脉旁路移植术后心房颤动发生风险的列线图建立[J]. 临床心血管病杂志, 2020,36(4):335-340.
- [4] Filardo G, Damiano RJ Jr, Ailawadi G, et al. Epidemiology of new-onset atrial fibrillation following coronary artery bypass graft surgery[J]. *Heart*, 2018,104(12):985-992.
- [5] 李一帆,董士勇,肖锋,等. Syntax 积分对非体外循环冠状动脉旁路移植术后早期新发房颤的预测作用研究[J]. 解放军医学杂志,2014,39(5):416-420.
- [6] Malhotra P, Pande S, Mahindru S, et al. Postoperative atrial fibrillation in coronary artery bypass grafting herald poor outcome[J]. *Ann Card Anaesth*, 2021,24(4):464-469.
- [7] Eikelboom R, Sanjanwala R, Le ML, et al. Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Ann Thorac Surg*, 2021,111(2):544-554.
- [8] Omar A, Elshihy EM, Singer M, et al. Perioperative Risk Factors Predisposing to Atrial Fibrillation After CABG Surgery[J]. *Heart Surg Forum*, 2021,24(2):E402-E406.
- [9] Arsenault KA, Yusuf AM, Crystal E, et al. Interventions for preventing post-operative atrial fibrillation in patients undergoing heart surgery[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2013,2013(1):CD003611.
- [10] Zhang R, Jiang H, Wang H, et al. Effect of Advanced Age on Off-pump Coronary Artery Bypass Grafting[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2016,64(3):225-229.
- [11] Almassi GH, Hawkins RB, Bishawi M, et al. New-onset postoperative atrial fibrillation impact on 5-year clinical outcomes and costs[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021,161(5):1803-1810. e3.
- [12] Arslan G, Erol G, Kartal H, et al. The Incidence of Atrial Fibrillation after On-Pump Versus Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting[J]. *Heart Surg Forum*, 2021,24(4):E645-E650.
- [13] Omer S, Cornwell LD, Bakshi A, et al. Incidence, Predictors, and Impact of Postoperative Atrial Fibrillation after Coronary Artery Bypass Grafting in Military Veterans[J]. *Tex Heart Inst J*, 2016,43(5):397-403.
- [14] Wu F, Wu Y, Tao W, et al. Preoperative P-wave duration as a predictor of atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting: A prospective cohort study with meta-analysis[J]. *Int J Nurs Sci*, 2018,5(2):151-156.
- [15] Gungor H, Babu AS, Zencir C, et al. Association of Preoperative Platelet-to-Lymphocyte Ratio with Atrial Fibrillation after Coronary Artery Bypass Graft Surgery[J]. *Med Princ Pract*, 2017,26(2):164-168.
- [16] Pala AA, Urcun YS. Is the Mean Platelet Volume a Predictive Factor for Atrial Fibrillation Developing After Coronary Artery Bypass Grafting in Elderly Patients? [J]. *Heart Surg Forum*, 2020,23(6):E809-E814.
- [17] Kame KM, Hennawy BS, Abd-Elsalam AM, et al. Echocardiographic Predictors of Atrial Fibrillation after Coronary Artery Bypass Grafting[J]. *QJM An Int J Med*, 2021,114(Supplement_1).
- [18] Karim MA, Omar AH, Hikal ES, et al. Perioperative Risk Factors of Atrial Fibrillation Post CABG Surgeries, a Retrospective Non-Randomized Study[J]. *QJM An Int J Med*, 2021,114(Supplement_1).
- [19] Lin KB, Chen KK, Li S, et al. Impaired Left Atrial Performance Resulting From Age-Related Atrial Fibrillation Is Associated With Increased Fibrosis Burden: Insights From a Clinical Study Combining With an in vivo Experiment[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2020,7:615065.
- [20] Wang FF, Han YF, Liang XY, et al. Aging-induced atrial fibrosis in If current change and its effect on atrial fibrillation in dogs[J]. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 2022,27(4):e12951.
- [21] Ghattas KN, Ilyas S, Al-Refai R, et al. Obesity and Atrial Fibrillation: Should We Screen for Atrial Fibrillation in Obese Individuals? A Comprehensive Review[J]. *Cureus*, 2020,12(9):e10471.
- [22] Mahajan R, Lau DH, Brooks AG, et al. Atrial Fibrillation and Obesity: Reverse Remodeling of Atrial Substrate With Weight Reduction[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2021,7(5):630-641.
- [23] 李雪博,李昌海,王孝锋,等. 心外膜脂肪组织、肥胖与心房颤动的研究进展[J]. 临床心血管病杂志, 2020,36(2):193-195.
- [24] Wong CX, Abed HS, Molaei P, et al. Pericardial fat is associated with atrial fibrillation severity and ablation outcome[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011,57(17):1745-1751.
- [25] Liberale L, Bonaventura A, Vecchiè A, et al. Erratum to: The Role of Adipocytokines in Coronary Athero-

- sclerosis[J]. *Curr Atheroscler Rep*, 2017, 19(5):21.
- [26] Toczyłowski K, Hirnle T, Harasiuk D, et al. Plasma concentration and expression of adipokines in epicardial and subcutaneous adipose tissue are associated with impaired left ventricular filling pattern[J]. *J Transl Med*, 2019, 17(1):310.
- [27] 李辉, 刘焕兵, 张艺. 高血压与心房颤动: 从临床到病理生理[J]. *中华高血压杂志*, 2021, 29(4):323-327.
- [28] Walker M, Patel P, Kwon O, et al. Atrial Fibrillation and Hypertension: "Quo Vadis"[J]. *Curr Hypertens Rev*, 2022, 18(1):39-53.
- [29] Çetin M, Kocaman SA, Erdoğan T, et al. Fragmented QRS may predict postoperative atrial fibrillation in patients undergoing isolated coronary artery bypass graft surgery[J]. *Anadolu Kardiyol Derg*, 2012, 12(7):576-583.
- [30] 郑思强. 预测冠状动脉旁路移植术后新发心房颤动的生物标记物研究进展[J]. *中国循环杂志*, 2018, 33(5):509-511.
- [31] Li XY, Hou HT, Chen HX, et al. Preoperative plasma biomarkers associated with atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, 162(3):851-863. e3.
- [32] Olesen OJ, Vinding NE, Østergaard L, et al. C-reactive protein after coronary artery bypass graft surgery and its relationship with postoperative atrial fibrillation[J]. *Europace*, 2020, 22(8):1182-1188.
- [33] Navani RV, Baradi A, Colin Huang KL, et al. Preoperative Platelet-to-Lymphocyte Ratio Is Not Associated With Postoperative Atrial Fibrillation[J]. *Ann Thorac Surg*, 2020, 110(4):1265-1270.
- [34] Gulgun M. Assessment of Platelet-to-Lymphocyte Ratio Can Be Affected by Several Factors[J]. *Med Princ Pract*, 2017, 26(3):299-300.
- [35] Selcuk M, Cinar T, Saylik F, et al. Predictive Value of Systemic Immune Inflammation Index for Postoperative Atrial Fibrillation in Patients Undergoing Isolated Coronary Artery Bypass Grafting[J]. *Medeni Med J*, 2021, 36(4):318-324.
- [36] Hinoue T, Yatabe T, Nishida O. Prediction of postoperative atrial fibrillation with the systemic immune-inflammation index in patients undergoing cardiac surgery using cardiopulmonary bypass: a retrospective, single-center study[J]. *J Artif Organs*, 2022.
- [37] 许昊, 张国栋, 范桃溥, 等. 冠状动脉旁路移植术后新发心房颤动的血浆预测因子: 倾向性评分匹配研究[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2021, 53(6):1139-1143.
- [38] Liu Y, Yu M, Wu Y, et al. Myeloperoxidase in the pericardial fluid improves the performance of prediction rules for postoperative atrial fibrillation[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021.
- [39] Okutucu S, Aytemir K, Oto A. P-wave dispersion: What we know till now? [J]. *JRSM Cardiovasc Dis*, 2016, 5:2048004016639443.
- [40] Achmad C, Tiksnadi BB, Akbar MR, et al. Left Volume Atrial Index and P-wave Dispersion as Predictors of Postoperative Atrial Fibrillation After Coronary Artery Bypass Graft: A Retrospective Cohort Study[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2023, 48(3):101031.
- [41] Engin M, Aydın C. Investigation of the Effect of HATCH Score and Coronary Artery Disease Complexity on Atrial Fibrillation after On-Pump Coronary Artery Bypass Graft Surgery[J]. *Med Princ Pract*, 2021, 30(1):45-51.
- [42] Khan MS, Yamashita K, Sharma V, et al. RNAs and Gene Expression Predicting Postoperative Atrial Fibrillation in Cardiac Surgery Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(4):1139.
- [43] Choi SH, Jurgens SJ, Weng LC, et al. Monogenic and Polygenic Contributions to Atrial Fibrillation Risk: Results From a National Biobank[J]. *Circ Res*, 2020, 126(2):200-209.
- [44] Kertai MD, Mosley JD, He J, et al. Predictive Accuracy of a Polygenic Risk Score for Postoperative Atrial Fibrillation After Cardiac Surgery[J]. *Circ Genom Precis Med*, 2021, 14(2):e003269.
- [45] Ruggieri VG, Bounader K, Verhoye JP, et al. Prognostic Impact of Prolonged Cross-Clamp Time in Coronary Artery Bypass Grafting[J]. *Heart Lung Circ*, 2018, 27(12):1476-1482.
- [46] Khan H, Uzzaman M, Benedetto U, et al. On-or off-pump coronary artery bypass grafting for octogenarians: A meta-analysis of comparative studies involving 27,623 patients[J]. *Int J Surg*, 2017, 47:42-51.
- [47] 李保银, 赵科研, 贺元辰, 等. 欧洲心脏手术风险评估系统 II 对非体外循环冠状动脉旁路移植术后新发心房颤动预测价值研究[J]. *临床军医杂志*, 2020, 48(6):626-629.
- [48] Selvi M, Gungor H, Zencir C, et al. A new predictor of atrial fibrillation after coronary artery bypass graft surgery: HATCH score[J]. *J Investig Med*, 2018, 66(3):648-652.
- [49] Emren V, Aldemir M, Duygu H, et al. Usefulness of HATCH score as a predictor of atrial fibrillation after coronary artery bypass graft[J]. *Kardiol Pol*, 2016, 74(8):749-753.
- [50] Kalyoncuoglu M, Ozturk S, Sahin M. Does CHA2DS2-VASc Score Predict MACE in Patients Undergoing Isolated Coronary Artery Bypass Grafting Surgery? [J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2019, 34(5):542-549.
- [51] Uysal D, Aksoy F, İbrişim E. The Validation of the ATRIA and CHA2DS2-Vasc Scores in Predicting Atrial Fibrillation after Coronary Artery Bypass Surgery [J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2020, 35(5):619-625.
- [52] Lin SZ, Crawford TC, Suarez-Pierre A, et al. A Novel Risk Score to Predict New Onset Atrial Fibrillation in Patients Undergoing Isolated Coronary Artery Bypass

- Grafting [J]. *Heart Surg Forum*, 2018, 21 (6): E489-E496.
- [53] Hung LT, Alshareef A, Al-Ahdal T, et al. Predicting atrial fibrillation after cardiac surgery using a simplified risk index[J]. *J Electrocardiol*, 2021, 67:45-49.
- [54] 年福来,秦卫,何帅,等. 不同剂量的美托洛尔对冠状动脉旁路移植术后新发心房颤动预防作用的随机对照研究[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2019, 26 (6):553-557.
- [55] 付嘉玉,沈春健,高顺,等. 胺碘酮预防冠状动脉旁路移植术后心房颤动有效性的系统评价和Meta分析[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2018, 25 (5): 420-426.
- [56] McIlroy DR, Myles PS. Does the use of statins improve outcomes in coronary artery bypass graft surgery? [J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2015, 13 (12):1285-1288.
- [57] Johnston K, Stephens S. Effect of angiotensin-converting enzyme inhibitors and angiotensin receptor blockers on risk of atrial fibrillation before coronary artery bypass grafting[J]. *Ann Pharmacother*, 2012, 46(9): 1239-1244.
- [58] Kamali A, Yavari S, Yazdi B, et al. Prophylactic effect of Amiodarone and in combination with vitamin C in reducing atrial fibrillation after coronary artery bypass [J]. *Eur J Transl Myol*, 2021, 31(3).
- [59] White CM, Nguyen E. Novel Use of Ranolazine as an Antiarrhythmic Agent in Atrial Fibrillation[J]. *Ann Pharmacother*, 2017, 51(3):245-252.
- [60] Leelapatana P, Thongprayoon C, Prasitlumkum N, et al. Role of Ranolazine in the Prevention and Treatment of Atrial Fibrillation in Patients with Left Ventricular Systolic Dysfunction: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials[J]. *Diseases*, 2021, 9(2):31.
- [61] Patel N, Kluger J. Ranolazine for Prevention of Atrial Fibrillation after Cardiac Surgery: A Systematic Review[J]. *Cureus*, 2018, 10(5):e2584.
- [62] Trivedi C, Upadhyay A, Solanki K. Efficacy of ranolazine in preventing atrial fibrillation following cardiac surgery: Results from a meta-analysis [J]. *J Arrhythm*, 2017, 33(3):161-166.
- [63] Wang H, Zhang Y, Xin F, et al. Calcium-Induced Autonomic Denervation in Patients With Post-Operative Atrial Fibrillation [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77 (1):57-67.
- [64] O'Quinn MP, Dormer KJ, Huizar JF, et al. Epicardial injection of nanoformulated calcium into cardiac ganglionic plexi suppresses autonomic nerve activity and postoperative atrial fibrillation [J]. *Heart Rhythm*, 2019, 16(4):597-605.
- [65] Fawzy H, Elatafy E, Elkassas M, et al. Can posterior pericardiectomy reduce the incidence of postoperative atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting? [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2015, 21 (4):488-491.
- [66] Haddadzadeh M, Motavaselian M, Rahimianfar AA, et al. The effect of posterior pericardiectomy on pericardial effusion and atrial fibrillation after off-pump coronary artery bypass graft [J]. *Acta Med Iran*, 2015, 53 (1):57-61.
- [67] Ali-Hasan-Al-Saegh S, Mirhosseini SJ, Liakopoulos O, et al. Posterior pericardiectomy in cardiac surgery: systematic review and meta-analysis [J]. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*, 2015, 23(3):354-362.
- [68] Xiong T, Pu L, Ma YF, et al. Posterior pericardiectomy to prevent new-onset atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis of 10 randomized controlled trials [J]. *J Cardiothorac Surg*, 2021, 16(1):233.

(收稿日期:2022-06-28)