

心血管疾病

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.002598

COX-MAZE IV 手术同期心脏瓣膜手术心脏左房前后径和 NT-proBNP 的变化

余 杨, 陈 灏, 杨庆军, 严 宇, 吴洪坤

(中国科学院大学重庆医院、重庆市人民医院心血管外科, 重庆 400013)

【摘要】目的:研究左房前后径和血浆氨基末端脑利钠肽(NT-proBNP)浓度在 COX-MAZE IV 手术同期心脏瓣膜手术治疗持续性瓣膜性房颤患者术前术后的变化。**方法:**持续不间断地纳入 32 例持续性瓣膜性房颤的患者(房颤组)行 COX-MAZE IV 手术同期心脏瓣膜手术,同期窦性心律患者单纯性心脏瓣膜手术(窦性心律)18 例为对照组。房颤组再根据术后心律,分为房颤-窦性组 19 例,房颤-房颤组 13 例。术前、术后 6 个月分别行心电图,24 h 心电图,检测心律状态,行心脏超声,测量左房前后径和左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF),检测血浆 NT-proBNP 浓度。**结果:**房颤组和窦性组比较,术前左房前后径有统计学差异[(53.53 ± 9.48) mm vs. (41.11 ± 6.31) mm, $P=0.000$], LVEF 无统计学差异[(52.53 ± 7.03)% vs. (58.00 ± 5.87)%, $P=0.07$], 血浆 NT-proBNP 浓度有统计学差异[(2 792 ± 1 582) pg/mL vs. (1 035 ± 833) pg/mL, $P=0.000$]。房颤-窦性组和房颤-房颤组比较,术前左房前后径有统计学差异[(49.90 ± 1.70) mm vs. (58.85 ± 9.92) mm, $P=0.007$], 术前 LVEF 无统计学差异[(53.37 ± 1.49)% vs. (51.31 ± 7.83)%, $P=0.424$], 术前血浆 NT-proBNP 有统计学差异[(2 298 ± 261) pg/mL vs. (3 514 ± 1 892) pg/mL, $P=0.03$]。术后 6 个月左房前后径有统计学差异[(41.84 ± 1.12) mm vs. (48.23 ± 8.12) mm, $P=0.009$], 术后 6 个月 LVEF 有统计学差异[(58.58 ± 0.62)% vs. (54.08 ± 5.47)%, $P=0.04$], 术后 6 个月血浆 NT-proBNP 有统计学差异[(489 ± 84) pg/mL vs. (1 408 ± 1 176) pg/mL, $P=0.017$]。**结论:**左房前后径增大,血浆 NT-proBNP 浓度升高是瓣膜疾病并发房颤的危险因子。年龄、左房前后径增大、血浆 NT-proBNP 升高是瓣膜手术同期 COX-MAZE IV 手术术后房颤的复发高危因子。而术后 6 个月的左房前后径、左室射血分数、血浆 NT-proBNP 浓度与术后窦性心律的维持有关。

【关键词】左房前后径; NT 末端脑利钠肽; 迷宫 IV 手术; 瓣膜手术; 持续性房颤

【中图分类号】R654.27

【文献标志码】A

【收稿日期】2020-03-08

Changes of left atrial diameter and NT-proBNP in patients with COX-MAZE IV procedure concomitant valvular surgery

Yu Yang, Chen Hao, Yang Qingjun, Yan Yu, Wu Hongkun

(Department of Cardiovascular Surgery, Chongqing General Hospital, University of Chinese Academy of Sciences)

【Abstract】Objective: To access the changes of left atrial diameter and NT-proBNP in patients with COX-MAZE IV procedure concomitant valvular surgery. **Methods:** A total of 50 patients were consecutively recruited and divided into 3 groups: sinus group, AF-sinus group, AF-AF group. Left ventricular ejection fraction (LVEF) and left atrial diameter were measured by echocardiography before and 6 months after procedure. Plasma NT-proBNP levels were measured before and 6 months after procedure. **Results:** The left atrial diameters before procedure were significantly different between sinus group and AF group [(53.53 ± 9.48) mm vs. (41.11 ± 6.31) mm, $P=0.000$]. The plasma NT-proBNP levels were also significantly different [(2 792 ± 1 582) pg/mL vs. (1 035 ± 833) pg/mL, $P=0.000$]. But the LVEF values were not [(52.53 ± 7.03)% vs. (58.00 ± 5.87)%, $P=0.07$]. The left atrial diameters before procedure were different between AF-sinus group and AF-AF Group [(49.90 ± 1.70) mm vs. (58.85 ± 9.92) mm, $P=0.007$] and the plasma NT-proBNP levels were also different [(2 298 ± 261) pg/mL vs. (3 514 ± 1 892) pg/mL, $P=0.03$]. The LVEF values were not [(53.37 ± 1.49)% vs. (51.31 ± 7.83)%, $P=0.424$]. The left atrial diameters after 6 months procedure were different between AF-sinus group and AF-AF group [(41.84 ± 1.12) mm vs. (48.23 ± 8.12) mm, $P=0.009$] and the plasma NT-proBNP levels

作者介绍: 余 杨, Email: 1737121925@qq.com,

研究方向: 心脏手术脏器功能保护。

通信作者: 吴洪坤, Email: wuhongkuncq@163.com。

资金项目: 重庆市卫健委资助项目(编号: 2016ZDXM023)。

优先出版: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20200707.2013.014.html>
(2020-07-09)

were different $[(489 \pm 84) \text{ pg/mL vs. } (1\,408 \pm 1\,176) \text{ pg/mL}, P=0.017]$. The LVEF values were also different $[(5408 \pm 5.47)\% \text{ vs. } (58.58 \pm 0.62)\%, P=0.04]$. **Conclusion:** The left atrial diameters and the plasma NT-proBNP levels are the risk factors of occurrence of AF in patients with valvular diseases. The more left atrial diameters and the plasma NT-proBNP levels before procedure tend to AF recurrence and the less left atrial diameters and the plasma NT-proBNP levels, the more LVEF values are beneficial to sinus rhythm restoration.

[Key words] left atrial diameter; NT-proBNP; natriuretic peptide; COX-MAZE IV procedure; valvular surgery; persistent atrial fibrillation

心房纤颤是最常见的心律失常,由于其较高的病死率和致残率,近年来受到广泛关注。研究表明,房颤是一种年龄相关性疾病,其患病率及发病率均随年龄增长逐步增加,且各年龄段男性均高于女性^[1-2]。我国学者对 13 个省和直辖市自然人群中 29 079 例 30~85 岁人群的流行病学调查提示,房颤患病率为 0.65%,随年龄增长患病率增加,在 >80 岁人群中高达 7.5%^[3]。房颤增加缺血性脑卒中及体循环动脉栓塞的风险,其缺血性脑卒中的风险是非房颤患者的 4~5 倍,且导致近 20% 的致死率及近 60% 的致残率^[4]。房颤还可以加重心衰。心衰和房颤常同时存在,并形成恶性循环,两者有相同的危险因素如高血压、糖尿病及心脏瓣膜病等^[5]。房颤使心衰的患病率增加 3 倍且加重心衰的症状^[6]。

房颤也是心脏瓣膜疾病最常见的并发症,房颤会加重心脏瓣膜患者的心衰,增加心脏瓣膜患者的病死率和致残率。1987 年,COX 团队首次应用切-缝技术完成世界首例房颤消融术并取得良好效果^[7]。经过 30 多年的发展,COX-MAZE 手术经历了不断改进,发展成 COX-MAZE IV 手术,成为目前房颤外科治疗的金标准^[8]。2017 年美国胸外科医师协会关于房颤指南明确提出:瓣膜疾病、冠心病合并房颤的手术,同期房颤手术不增加手术的并发症发生率和死亡率,推荐心脏手术同期行房颤消融术(推荐级别 I 级, B 类证据)^[9]。但是,由于持续性房颤的触发和维持机制很复杂,影响其手术的因素很多,故目前 COX-MAZE IV 手术的成功率不高,仅为 60%~70%。本研究着眼于心脏左房的直径、左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、血浆氨基末端脑利钠肽(NT-proBNP)浓度在 COX-MAZE IV 术前术后的变化,揭示影响持续性房颤手术效果的影响因素,提高持续性房颤手术的成功率。

1 材料与方法

1.1 一般资料

持续不间断地纳入重庆市人民医院 2017 年 4 月 1 日到 12 月 30 日瓣膜疾病合并持续性房颤行 COX-MAZE IV 手术同期瓣膜手术 32 例,同期瓣膜疾病合并窦性心律行瓣膜手术 18 例(除外 2 例术前为窦性心律,术后为房颤心律)。排除标准:患者行瓣膜手术不同意行 COX-MAZE IV 手术;合并冠心病同期行冠脉旁路移植的患者;严重心功能不全的患者(LVEF<40%);术前合并甲状腺功能异常的患者。根据术前心律分为 2 组,房颤组 32 例,窦性组 18 例。房颤组再根据术后心律,分为房颤-窦性组 19 例,房颤-房颤组 13 例。

1.2 手术方式

COX-MAZE IV 手术先建立体外循环,1:4 含血冷停跳心脏保护液灌注心肌,心脏充分停跳,每 30 min 灌注 1 次 1:4 含血冷停跳心脏保护液。使用 AtriCure 双极消融钳,行 COX-MAZE IV 房颤消融手术,每一例手术均按照 2017 年美国胸外科关于房颤外科手术指南的方法行完整的 COX-MAZE IV 房颤消融手术,包括左房消融(左右肺静脉隔离、左房顶连线、二尖瓣峡部消融、左心耳和左肺静脉连线、左心耳切除、Mashell 韧带消融)和右房消融(上下腔静脉和切口连线、三尖瓣峡部消融、右心耳消融、有房切口和右房室沟连线、下腔静脉峡部消融)^[8]。尽量保证消融线路的连续性。COX-MAZE IV 手术后再行心脏瓣膜手术。

1.3 观察指标

术前心电图、术后 6 个月心电图、术前 24 h 心电图、术后 6 个月 24 h 心电图、术前心脏超声、术后 6 个月心脏超声(Philips IE33)、胸骨旁左室短轴测量左房前后径和 LVEF^[10]。术前测量血浆 BNP 浓度,术后 6 个月测量血浆 NT-proBNP 浓度(干式荧光免疫法)。

1.4 统计学处理

使用 SPSS 统计软件 20.0 (Version 20.0, Spss Inc, Chicago, USA) 进行统计学处理。2 组间计数资料采用卡方检验,计量资料用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述,2 组间计量资料的比较采用独立样本 *t* 检验,术前左房直径、血浆 NT-proBNP 值、术后 6 个月左房直径、血浆 NT-proBNP 值通过 ROC 曲线分析,分

析左房直径、血浆 NT-proBNP 值对房颤术后成功与否的预测关系,并计算 cutoff 值。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 术前房颤组和窦性组组间比较结果

术前房颤组 32 例(男 9 例、女 23 例),年龄(57.47 ± 8.90)岁;窦性组 18 例(男 7 例、女 11 例),年龄(54.28 ± 8.90)岁。术前房颤组和窦性组性别和年龄无统计学差异。房颤组和窦性组术前左房前后径比较有统计学差异[(53.53 ± 9.48) mm vs. (41.11 ± 6.31) mm, $P=0.000$],LVEF 比较无统计学差异[(52.53 ± 7.03)% vs. (58.00 ± 5.87)%, $P=0.07$],血浆 NT-proBNP 浓度比较有统计学差异[($2\,792 \pm 1\,582$) pg/mL vs. ($1\,035 \pm 833$) pg/mL, $P=0.000$](表 1)。

术前左房前后径、血浆 NT-proBNP 与房颤的关系 ROC 曲线提示,血浆 NT-proBNP 浓度曲线下面积为 0.854, $P=0.000$,cutoff 值为 768 pg/mL,敏感性为 1.0,特异性为 0.5。术前左房前后径 ROC 曲线下面积为 0.891, $P=0.000$,cutoff 值为 45.5 mm,敏感性为 0.813,特异性为 0.833。血浆 NT-proBNP 浓度和左房前后径和房颤的发生有明显的正相关。血浆 NT-proBNP 浓度越高,左房前后径越大,越容易并发房颤(图 1)。

2.2 COX-MAZE IV 手术后房颤-窦性组与房颤-房颤组组间比较结果

房颤组再根据 COX-MAZE IV 手术后心律分为房颤-窦性组(19 例)和房颤-房颤组(13 例),成功转复率为 59.36% (19/32)。房颤-窦性组和房颤-房颤组比较,性别无统计学差异,年龄有统计学差异[(54.32 ± 1.85)岁 vs. (62.08 ± 8.25)岁, $P=0.013$]。术前左房前后径有统计学差异[(49.90 ± 1.70) mm

vs. (58.85 ± 9.92) mm, $P=0.007$],LVEF 无统计学差异[(53.37 ± 1.49)% vs. (51.31 ± 7.83)%, $P=0.424$],血浆 NT-proBNP 有统计学差异[($2\,298 \pm 261$) pg/mL vs. ($3\,514 \pm 1\,892$) pg/mL, $P=0.03$]。研究表明,术前年龄越大、左房前后径越大、血浆 NT-proBNP 浓度越高,房颤消融术后房颤复发的概率越大。随访 6 个月,再次比较房颤-窦性组和房颤-房颤组,术后 6 个月左房前后径有统计学差异[(41.84 ± 1.12) mm vs. (48.23 ± 8.12) mm, $P=0.009$],LVEF 有统计学差异[(58.58 ± 0.62)% vs. (54.08 ± 5.47)%, $P=0.04$],血浆 NT-proBNP 有统计学差异[(489 ± 84) pg/mL vs. ($1\,408 \pm 1\,176$) pg/mL, $P=0.017$],表明术后越小的左房前后径、越低的血浆 BNP 浓度、越高的 LVEF,越容易维持窦性心律(表 2)。

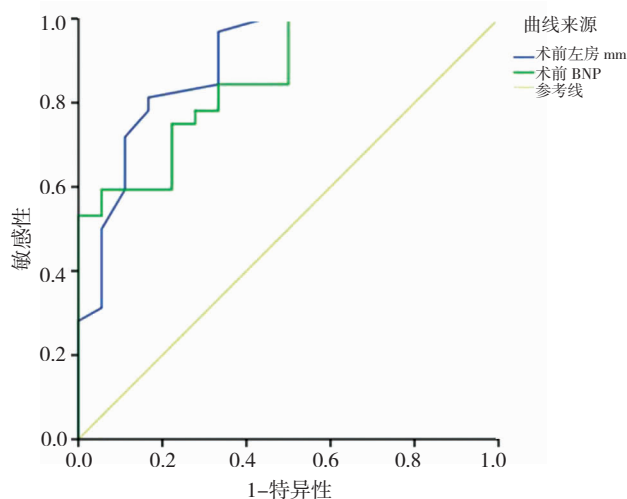


图 1 房颤组和窦性组术前血浆 NT-proBNP 浓度和左房前后径 ROC 曲线

表 1 房颤组和窦性组的比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	房颤组 (n=32)	窦性组 (n=18)	t/χ^2 值	P 值
男性人数	9	7	0.052	0.434
年龄/岁	57.47 ± 8.90	54.28 ± 8.90	1.261	0.230
左房前后径/mm	53.53 ± 9.48	41.11 ± 6.31	4.961	0.000
LVEF/%	52.53 ± 7.03	58.00 ± 5.87	-2.796	0.070
血浆 NT-proBNP/(pg·mL ⁻¹)	$2\,792 \pm 1\,582$	$1\,035 \pm 833$	4.368	0.000

表 2 房颤-窦性组和房颤-房颤组术前、术后 6 个月比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	房颤-窦性组 (n=19)	房颤-房颤组 (n=13)	t/χ^2 值	P 值
男性人数	5	4	0.076	0.783
年龄/岁	54.32 ± 1.85	62.08 ± 8.25	-2.645	0.013
术前左房前后径/mm	49.90 ± 1.70	58.85 ± 9.92	-2.924	0.007
术前 LVEF/%	53.37 ± 1.49	51.31 ± 7.83	0.810	0.424
术前血浆 NT-proBNP/(pg·mL ⁻¹)	$2\,298 \pm 261$	$3\,514 \pm 1\,892$	-2.272	0.030
术后 6 个月左房前后径/mm	41.84 ± 1.12	48.23 ± 8.12	-2.780	0.009
术后 6 个月 LVEF/%	58.58 ± 0.62	54.08 ± 5.47	3.090	0.004
术后 6 个月血浆 NT-proBNP/(pg·mL ⁻¹)	489 ± 84	$1\,408 \pm 1\,176$	-2.727	0.017

术前左房前后径血浆 NT-proBNP 与房颤术后复发的关系 ROC 曲线如图 2 所示。血浆 NT-proBNP 浓度曲线下面积为 0.682, $P=0.084$, cutoff 值为 2 007 pg/mL, 敏感性为 0.526, 特异性为 0.846, 术前左房前后径 ROC 曲线下面积为 0.810, $P=0.030$, cutoff 值为 50.50 mm, 敏感性为 0.737, 特异性为 0.846。术前左房前后径越大, 术后房颤复发的概率越大, 可以很好地预测房颤术后的发生。血浆 NT-proBNP 值虽然和房颤术后复发有一定关系, 但无显著的预测价值。

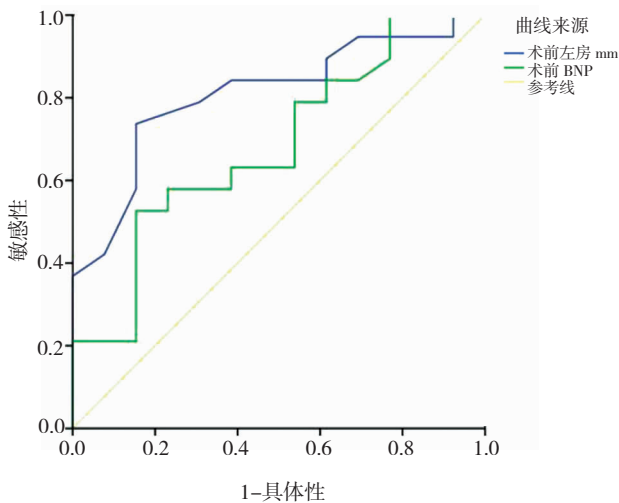


图2 房颤-窦性组和房颤-房颤组术前血浆 NT-proBNP 浓度和左房前后径 ROC 曲线

3 讨论

房颤的触发和维持都与心脏左房的结构重构和电重构密切相关, 左房增大在房颤的发生和房颤术后复发中占据重要作用。房颤导管消融的预测模式中, 左房直径为重要的预测因素, MB-LATER 评分中, 把左房直径 ≥ 47 mm、女性、心脏束支阻滞、持续性房颤、早期复发等定为房颤导管消融术后复发的危险因素^[11]。CAAP-AF 评分中, 把左房直径分为 5 个区间, 左房直径小于 40 mm 为 0 分, 40~44 mm 为 1 分, 45~49 mm 为 2 分, 50~54 mm 为 3 分, ≥ 55 mm 为 4 分, 以此来预测导管消融术后房颤的复发^[12]。那么, 左房直径在瓣膜性房颤中有什么作用呢? 有研究表明, 二尖瓣疾病患者左房增大是并发房颤的预测因素^[13]。而且, 术前是窦性心律的二尖瓣手术患者, 左房直径 ≥ 50 mm 的患者术后并发房颤的概率远远高于左房直径 < 50 mm 的患者^[14]。二尖瓣患者左房容量增加, 压力增大, 导致左房超负荷、左房扩大、左房壁变薄、细胞基质纤维化、脂肪渗透到心房

壁等一系列左房组织的变化, 是维持房颤的病理基础^[15]。在 COX-MAZE IV 术后, 左房直径也是预测房颤成功转复的重要因素。哈佛大学 Nicolas 回顾了 12 篇文章, 有 9 篇文章的学者支持左房是 COX-MAZE IV 手术成功与否的预测因素。如果左房直径大于 60 mm, 术后房颤的复发率为 100%, 而左房直径小于 43 mm, 术后窦性保持率为 100%^[16]。本研究首次在同一组病例中, 从不同的方面研究左房直径与房颤的关系: ①左房增大是瓣膜疾病并发房颤的重要因素, 如果瓣膜疾病左房前后径大于 45.5 mm, 并发房颤的概率明显增高。②COX-MAZE IV 手术成功转复为窦性心律的患者, 术前左房前后径明显小于复发组, 术前左房直径小于 50.5 mm, 手术成功率明显提高。③术后较小的左房前后径, 有助于窦性心律的维持。

脑钠肽 (brain natriuretic peptide, BNP) 是日本学者 Sudoh 于 1988 年从猪脑组织中分离而得名, 后来研究证实, BNP 主要来源于心室。心肌细胞首先合成 108 个氨基酸的 BNP 前体, 在受到心肌细胞的刺激后 (如心肌细胞拉伸), BNP 前体在蛋白酶的作用下裂解为有生物活性的 BNP 和没有活性的 NT-proBNP, 2 种多肽都释放进入血液循环, 故两者同源且等摩尔分泌, 所以从理论上讲, 两者的临床价值一样。NT-proBNP 在体外相对稳定, 更便于临床检测。BNP 和 NT-proBNP 都可以用来反映心肌细胞对压力和拉伸的反应^[17]。临床指南推荐用 BNP 和 NT-proBNP 来诊断急性心衰和慢性心衰的进展^[18-19]。在不明原因的急性呼吸困难患者, 推荐用血浆 BNP 来鉴别是否急性心衰 (推荐级别 I a)^[20]。随着对 BNP 和 NT-proBNP 研究的不断深入和扩展, BNP 和 NT-proBNP 还用来研究心脏手术的预后和不良事件的发生。研究表明, 在瓣膜手术和冠心病手术的患者, 血浆 BNP 浓度升高 (大于 382 pg/mL) 是术后 30 d 内死亡的独立预测因素^[21]。房颤作为最常见的心律失常, BNP 与房颤的关系研究也越来越深入。在普通人群中, BNP 升高是房颤发生的危险因素, 且小于 60 岁的人群更加明显^[22]。血浆 BNP 浓度升高提示左心耳失去功能, 是心源性卒中的独立预测因素^[23]。有研究表明, 导管消融房颤术后, 维持窦性的患者血浆 BNP 浓度会明显下降^[24]。同样, 瓣膜性房颤患者如果术后转为窦性, 血浆 BNP 浓度也会明显下降; 反之, 如果术后仍然为房颤, 血浆

BNP 浓度水平变化不明显^[25]。本研究以窦性心律为对照组,得出瓣膜性疾病患者血浆 NT-proBNP 升高是并发房颤的危险因素。而且,瓣膜性房颤的患者行 COX-MAZE IV 手术同期瓣膜手术,术后成功转为窦性的患者,无论术前还是术后 6 个月血浆 NT-proBNP 水平均明显低于房颤复发的患者。

本研究存在以下不足:随访时间不足,纳入的病例数量有限,瓣膜性疾病还可以分为二尖瓣组、主动脉瓣组等。随着病例纳入的不断积累和随访时间的延长,研究也会更加科学。

参 考 文 献

- [1] Chugh SS, Havmoeller R, Narayanan K, et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a global burden of disease 2010 study[J]. *Circulation*, 2014, 129(8): 837-847.
- [2] Schnabel RB, Yin X, Gona P, et al. 50 year trends in atrial fibrillation prevalence, incidence, risk factors, and mortality in the Framingham heart study: a cohort study[J]. *Lancet*, 2015, 386(9989): 154-162.
- [3] Zhou Z, Hu D. An epidemiological study on the prevalence of atrial fibrillation in the Chinese population of mainland China[J]. *J Epidemiol*, 2008, 18(5): 209-216.
- [4] Chiang CE, Okumura K, Zhang S, et al. 2017 consensus of the Asia Pacific Heart Rhythm Society on stroke prevention in atrial fibrillation[J]. *J Arrhythm*, 2017, 33(4): 345-367.
- [5] Staerk L, Sherer JA, Ko D, et al. Atrial fibrillation: epidemiology, pathophysiology, and clinical outcomes[J]. *Circ Res*, 2017, 120(9): 1501-1517.
- [6] Morin DP, Bernard ML, Madias C, et al. The state of the art: atrial fibrillation epidemiology, prevention, and treatment[J]. *Mayo Clin Proc*, 2016, 91(12): 1778-1810.
- [7] Cox JL, Schuessler RB, Boineau JP. The development of the Maze procedure for the treatment of atrial brillation[J]. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2000, 12(1): 2-14.
- [8] Ruaengsri C, Schill MR, Khiabani AJ, et al. The COX-MAZE IV procedure in its second decades: still the gold standard?[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018, 53(1): 19-25.
- [9] Badhwar V, Rankin JS, Damiano RJ Jr, et al. The society of thoracic surgeons 2017 clinical practice guidelines for surgical treatment of atrail fibrillation[J]. *Ann Thorac Surg*, 2017, 103(1): 329-341.
- [10] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for chamber quantification by echocardiography in adult: an update from American Society of Echocardiography and European Association of Cardiovascular Imaging[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(1): 1-39.
- [11] Potpara TS, Mujovic N, Sivasambu B, et al. Validation of the MB-LATER Score for prediction of late recurrence after catheter-ablation of atrial fibrillation[J]. *Int J Cardiol*, 2019, 276: 130-135.
- [12] Winkle RA, Jarman JW, Mead RH, et al. Predicting atrial fibrillation ablation outcome: the CAPP-AF score[J]. *Heart Rhythm*, 2016, 13(11): 2119-2125.
- [13] Abu-El-Haija B, Giudici MC. Predictors of long-term maintenance of normal sinus rhythm after successful electrical cardioversion[J]. *Clin cardiol*, 2014, 37(6): 381-385.
- [14] Kernis SJ, Nkomo VT, Messika-Zeitoun D, et al. Atrial fibrillation after surgical correction of mitral regurgitation in sinus rhythm: incidence, outcome, and determinants[J]. *Circulation*, 2004, 110(16): 2320-2325.
- [15] Saito T, Tamura K, Uchida D, et al. Histopathological features of the resected left atrial appendage as predictors of recurrence after surgery for atrial fibrillation in valvular disease[J]. *Circ J*, 2007, 71(1): 70-78.
- [16] Sunderland N, Maruthappu M, Nagendran M. What size of left atrium significantly impairs the success of maze surgery for atrial fibrillation[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2011, 13(3): 332-338.
- [17] Levin ER, Gardner DG, Samson WK. Natriuretic peptide[J]. *N Engl J Med*, 1998, 339(5): 321-328.
- [18] Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College for Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on practice guideline[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 62(160): e147-e239.
- [19] Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC guideline for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: the task force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) developed with special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC[J]. *Eur J Heart Fail*, 2016, 18(8): 891-975.
- [20] Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, et al. 2017 ACC/AHA/HFSA focused update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines and the Heart Failure Society of American[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(6): 776-803.
- [21] Murad Jr JA, Nakazone MH, Nachado Mde N, et al. Predictors of mortality in cardiac surgery: brain natriuretic peptides type B[J]. *Rev Bras Cir Cardiovasc*, 2015, 30(2): 182-187.
- [22] Kara K, Geisel MH, Möhlenkamp S, et al. B-type natriuretic peptide for incident atrial fibrillation—the Heinz Nixdorf recall study[J]. *J Cardiol*, 2015, 65(60): 453-458.
- [23] Tamura H, Watanabe T, Nishiyama S, et al. Elevated plasma brain natriuretic peptide levels predict left atrial appendage dysfunction in patients with acute ischemic stroke[J]. *J Cardiol*, 2012, 60(2): 126-132.
- [24] Yamada T, Murakami Y, Okada T, et al. Plasma atrial natriuretic peptide and brain natriuretic peptide levels after radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation[J]. *Am J Cardiol*, 2006, 97(12): 1741-1744.
- [25] Hwang IC, Kim DH, Kim YJ, et al. Change of B-type natriuretic peptide after surgery and its association with rhythm status in patients with chronic severe mitral regurgitation[J]. *Can J Cardiol*, 2013, 29(6): 704-711.

(责任编辑:冉明会)