

· 专家共识 ·

心房颤动外科治疗中国专家共识 2020 版

中国研究型医院协会 中国医师协会房颤专家委员会

通信作者:王辉山 Email: huishanwang@hotmail.com

DOI:10.3760/cma.j.cn112434-20201129-00520

The Chinese expert consensus statement on surgical treatment for atrial fibrillation 2020

Chinese Association of Research Hospitals/Atrial Fibrillation Expert Committee of Chinese Medical Doctor Association

Corresponding author: Wang Huishan Email: huishanwang@hotmail.com

DOI:10.3760/cma.j.cn112434-20201129-00520

引 言

心房颤动(房颤)非常常见,严重危害人类健康和生命安全,可显著增加患者血栓栓塞和死亡的风险^[1]。近年已有众多研究证实积极消除房颤、转复窦性心律,可显著降低病残率,提高患者的远期生存率和生活质量^[2]。

房颤外科治疗是以直视手术方式进行心房组织电隔离的方法,因其产生的消融线具有良好的透壁性及完整性,具有导管消融无法比拟的优势,对于非阵发性房颤的良好疗效已得到公认^[3-6]。由于房颤外科手术在原发病病因、手术方法、手术径路、消融线路、消融工具的选择上难以统一,前瞻性大样本多组随机对照试验研究设计、实施困难,多数关于术后疗效对比的临床报道循证医学证据级别不高,仍有待于心外科医师进一步补充、完善。本共识参考《2017 HRS/EHRA/ECAS/APHS/SOLAECE 房颤导管和外科消融专家共识》^[7]、《2017 STS 手术治疗房颤临床指南》^[6]、《2017 AATS 房颤外科消融治疗专家共识指南》^[8]及最新研究,并结合中国房颤发生特点及房颤外科专家的治疗经验,针对外科房颤手术的相关电生理基础、手术安全性与有效性、手术适应证、手术方式及消融工具选择以及外科手术医师培训等方面内容进行讨论与总结。

经专家组讨论,本共识对国内房颤外科治疗领域的部分专业名词进行如下统一:(1)针对原发性心脏病合并的房颤,取消症状性与无症状性分类,仅孤立性房颤保留上述分类。(2)孤立性房颤(Lone AF),原指未查出或暂时未明确任何病因的房颤。越来越多的研究发现,所有房颤患者均有相应的病

因,该定义容易引起歧义^[9]。本共识中定义的孤立性房颤是指不合并其他心血管疾病或合并的疾病尚不需要手术治疗的房颤。(3)心脏手术同期进行的房颤治疗分为切开心房和不切开心房的附加房颤外科手术两种。(4)所有采用完整双心房消融线路的房颤外科手术,包括切缝与能量替代,称为迷宫手术,其他简化线路不再以迷宫手术命名。

共识采用的推荐级别为:I类:已证实和/或一致公认有效,专家组有统一认识;II a类:有关证据/观点倾向于有用或有效,应用这些操作或治疗是合理的,专家组有小争议;II b类:有关证据/观点尚不能被充分证明有用或有效,但可以考虑使用,专家组有一定争议;III类:已证实和/或公认无用或无效,不推荐使用。共识采用的证据水平为:A:数据来源于多中心随机对照试验或 meta 分析或大型注册数据库;B-R:有一个或多个随机对照研究支持或有中等质量的随机对照研究的荟萃分析支持;B-NR:有一个或多个设计、执行良好的非随机对照研究支持;C-LD:有设计、执行稍差的非随机观察性研究、注册登记研究或人体生理机制等研究支持;C-EO:基于临床经验的专家共识。

房颤的流行病学、分类及危害

房颤(atrial fibrillation, AF)是临床上最常见的一种以心房不协调活动导致舒缩功能恶化为特征的持续性室上性心律失常,以心房快速和不规则电兴奋为电生理特征,心房的协调性收缩完全丧失。房颤可以通过体表心电图或心房内心电图进行诊断,当完整的 12 导联心电图记录到房颤特征性心电图表现或者单导联记录超过 30 s 应视为房颤发作^[10]。

房颤的持续时间尚未被证明与房颤的特定结果相关。除了持续时间要求外,诊断房颤还需要以下心电图表现:(1)“绝对”不规则的 R-R 间隔(在无完全房室传导阻滞情况下);(2)体表心电图上无明显 P 波;(3)心房周期长度(可见时)通常小于 200 ms^[11]。

1. 流行病学

房颤在一般人群中的发病率为 0.4%~1.0%,据估计目前全世界有超过 3 300 万人患有房颤。1990 年房颤的全球患病率(每 10 万人)为男性 532.8~612.7 例,女性 334.7~392.6 例。2010 年,这一数据为男性 558.4~636.7 例,女性 347.9~402.2 例。与发展中国家相比,发达国家的患病率更高,这种差异在男性中更为明显。在所有时间点上,男性的患病率均高于女性。亚太地区的男性和女性患病率最低,而北美地区患病率最高^[12]。

发生房颤的危险因素包括可以改变的危险因素(如高血压、肥胖、阻塞性睡眠呼吸暂停、甲状腺疾病和饮酒),及一些不可更改的风险因素(如年龄、性别、家族史、种族、身材高大以及其他心脏和瓣膜疾病^[13])。在器质性心脏病患者中合并房颤者明显增多,原发性心肌病为 30%,先天性心脏病房间隔缺损和 Ebstein 心脏畸形也可合并房颤,25~40 岁者发病率 >40%,60 岁以上手术患者高达 60%。心脏瓣膜病是其最强预测因素^[6,8,13]。全世界 1 500 万需要外科手术的瓣膜病患者中,40%的二尖瓣狭窄及 75%的二尖瓣关闭不全患者均并发房颤。即使在成功的瓣膜手术后,房颤的发生率依然高达 60%^[2,14]。我国 35 岁以上人群中房颤发病率为 0.74%,所有患者中,阵发性 33.3%,持续性 7.2%,长程持续性 28.9%^[15],2018 年《中国心血管病报道》显示我国内科房颤消融手术的年增长率高达 13.2%~17.5%;然而中国成人心血管外科注册数据库显示我国每年二尖瓣手术患者约 7 万例,同期行外科房颤治疗者仍不足 10%^[16]。因此房颤外科消融的推广与普及已成为心外科医师进一步提高结构性心脏病术后远期生存率与生活质量亟待解决的难题。

在房颤发展的众多危险因素中,年龄可能是最相关的。随着年龄增长,房颤患病率显著增加,≥35 岁人群的患病率是总体患病率的 2 倍以上^[12]。一

项最近的系统评价显示,50 岁之前很少发生房颤,而到 80 岁时,约 10% 被诊断出房颤^[6]。我国房颤发病率随着年龄增长而上升,60 岁以上男性和女性分别为 1.83% 和 1.92%,80 岁以上为 7.5%。房颤与年龄密切相关的确切病理生理基础尚未完全了解,年龄相关性纤维化可能起关键作用。

房颤的发生也具有一定的遗传或家族倾向,考虑到已确立的临床房颤危险因素,一级亲属中有房颤患者的个体,发生房颤的风险增加约 40%^[8]。在过去的十几年中,对房颤家族遗传决定因素方面的研究已明确一系列离子通道和分子的突变,但这些突变通常具有家族特异性且散发,尚不能完全解释房颤遗传性的机制^[13]。基于人群或全基因组的研究已用于确定许多房颤风险基因位点^[2,15],这些位点上的基因可以编码转录因子和离子通道,但其与房颤的确切关系目前大多尚不明确。

2. 分类

房颤的分类非常复杂,目前采纳 2020 年 ESC 指南的分类^[10]:(1)初诊房颤(first diagnosed AF),无论房颤相关的症状严重程度或时间长短,房颤首次被诊断;(2)阵发性房颤(paroxysmal AF),又称暂时性房颤,多为急性发作,持续时间 ≤7 天,可以自动或经医疗干预后恢复窦性心律;(3)持续性房颤(persistent AF),房颤持续发作超过 7 天以上,包括经药物或电复律干预后终止发作;(4)长程持续性房颤(long-standing persistent AF),房颤持续发作超过 12 个月;(5)永久性房颤(permanent AF),更多可能源于医务人员的判断或患者意愿,不再进行转复心律治疗。该定义更多代表医师或患者态度,而非固有的房颤属性。如果采取了治疗措施,通常被定义为长程持续性房颤。同时指南不再建议使用的房颤分类包括:(1)瓣膜相关房颤或非瓣膜相关房颤(valvular/nonvalvular AF),在二尖瓣中度或重度关闭不全的患者中,以及瓣膜置换术后的患者中很难做区分。因此应被停止使用。(2)慢性房颤(chronic AF),已有很多房颤的定义,不应继续使用慢性房颤的定义。

3. 危害

房颤在临床上主要有以下 3 种危害:(1)心悸乏力:异常不规则的心跳,其快速心率难以控制,患者有不适感和焦虑,导致患者虚弱和疲乏,严重影响

患者的生活质量和功能状况;房颤可导致多种症状,包括疲劳和运动耐力下降,并严重损害生活质量^[5];最近研究表明,房颤与痴呆症之间也存在相关性^[17]。(2)心功能障碍:失去协调性房室传导功能,可累及心脏收缩和血流动力学而产生不同程度的心力衰竭,研究表明房颤可以显著增加心衰风险,房颤还是心源性猝死的独立危险因素^[18]。(3)血栓栓塞:心房内血流停滞增加血栓栓塞的风险,房颤是卒中的主要独立危险因素,可使卒中的风险平均提高 5 倍^[19]。

最近研究表明持续性房颤与阵发性房颤相比,血栓栓塞和死亡风险显著增加^[1]。值得注意的是,无症状房颤患者与有症状房颤患者相比具有相似(或更差)的预后^[20]。近年已有众多研究支持积极消除房颤,转复窦性心律,可以显著降低患者的病残率,提高远期生存率和生活质量。但由于房颤发病原因复杂多样、临床进程复杂各异,临床报道结果差异巨大,甚至互相矛盾。在我国,地域差异大,情况更为复杂,形成我国房颤的临床共识,具有更为迫切的现实需求和深远科学意义。

房颤外科治疗的电生理基础

1. 房颤的发生机制

房颤的发生包括触发和维持两种机制^[21-25]。肺静脉、腔静脉、心脏静脉、Marshall 韧带等静脉肌袖内异常自律性细胞可通过自发产生快速电活动触发房颤,其中肺静脉来源的异常电活动占 90%^[25-29],已成为应用肺静脉隔离治疗房颤的理论依据。房颤的维持机制目前尚未完全阐明,其中对外科消融影响最大的学说为多发子波折返学说。心房发生组织重构后产生多个不同的兴奋区,这些兴奋区产生各自的冲动波,这些冲动波沿着随机的径路传导,遂在心房内形成相应的折返波并在相互碰撞时产生心房不规则颤动^[30],该理论已成为迷宫手术线路设计的理论依据。

2. 房颤和房性心动过速、心房扑动的关系

房颤、房性心动过速和心房扑动均为房性快速型心律失常,三者经常并存或相互转化。房性心动过速可由于局部病灶的自律性增强、触发活动或微折返激动产生,主要发生于界嵴和肺静脉^[31]。心房内大折返是房扑的主要发生机制^[21,32],典型形式是

局限于右心房的腔静脉和三尖瓣环之间的峡部围绕三尖瓣环旋转的大折返环路,非典型形式的大折返环路多与二尖瓣环或左心房顶相关。房颤发生时心房内多个折返波可以由无规律变得有规律,并进一步融合形成环绕界嵴和 Koch 三角等解剖部位的大折返,从而转化为典型性心房扑动,而心房扑动的大折返环路碎裂成足够数量的小折返或微折返后也可以演变为房颤^[31,33]。因此在外科消融手术中应注意相关解剖部位电隔离的确实性。

3. 导管消融和外科消融术后房颤复发的电生理机制

尽管导管消融和外科消融对房颤的治疗效果已明确,但房颤复发率仍然很高^[21-22],并且很多房颤复发的患者并无症状^[23],这常导致临床漏诊。目前根据房颤复发的时间多将房颤复发分为 3 个类型:(1)早期复发(3 个月内);(2)延期复发(3 个月~1 年);(3)远期复发(1 年以后)。根据复发类型的不同,房颤特点以及管理方式也有差异。早期复发占总复发患者的 50%^[24-26]。可能的原因包括:消融术后炎症反应的短暂激活^[27],术后自主神经的短暂失衡^[28]以及消融术后的延时效应,如术后早期消融线形成不全等^[29]。多数意见认可术后 3 个月内的电风暴期,不建议进行二次介入^[25-26,34],因为早期复发的半数患者在后期的长程随访中未见复发。但也有证据表明如果术后早期房颤频繁复发,1 年随访房颤复发的概率较高,因此也有电生理医师建议此类患者应早期介入治疗^[35]。房颤外科消融手术只有切缝手段可以达到即时完全电隔离效果,其他能量替代方法均依靠心房肌损伤后产生的瘢痕实现电隔离,因此术后早期房颤复发并不意味着外科消融失败,多数患者 3 个月后可以恢复窦性心律。但如果术后早期频繁发作心房扑动,则预示消融漏点的存在,需要与电生理医师合作,尽早发现消融漏点并进行补救。延期复发占总复发患者的 25%~40%^[30,36],其主要原因是消融线的电恢复,与房颤类型无关^[30,37]。避免复发的重点是争取初次消融即达到消融线完全透壁并且连续无中断,特别应注意消融线与瓣环止点以及冠状静脉窦的消融,达到永久的电隔离效果^[38-39]。目前多个长程随访(5 年)数据表明,随访时间越长,房颤复发率越高^[31-32,40]。远期复发的原因包括肺静脉电恢复、肺

静脉外触发灶起源、基质改变^[31,33,41]。复发的危险因素包括非阵发性房颤、原发性心脏病(瓣膜病和心肌病)、年龄、肥胖等^[32,42]。无论何种类型的房颤复发,发生时间是最主要的疗效指标。复发时间越晚,房颤持续时间越短,药物治疗和二次消融的效果越好^[43]。

房颤外科治疗的历史演进

1987 年 Cox^[44] 依据房颤的发生机制与病理生理特点,通过“切缝”技术,开创了迷宫 I 型手术,其缺点在于易导致窦性迟钝和左心房功能不全等并发症,心率无法随患者的运动量增大而提高到相应的生理需求水平。此后 Cox 减少了对右心房高侧壁、窦房结周围的切割并将左心房顶横向切开改到了左心房后面以增强心房内传导^[45],并称此术式为迷宫 II 型手术,但该法并未显著改善迷宫手术的复杂程度和相关并发症发生率,因此未能向临床推广。1991 年 Cox 对该手术进一步改良,将心房和房间隔切口的起点后移,可以更好显露左心房,并在心房内做多条线性切口,以防止维持房颤所需的大折返环路的形成,同时还包括肺静脉隔离以及左心耳切除。该方法基本解决了迷宫 I 型、II 型手术的弊端,增强了心房及窦房结的功能,减少了起搏器的置入率,增加了手术后窦性心律的维持率,称之为迷宫 III 型手术^[46],目前也称为“切-缝”迷宫手术,因其良好的手术效果,迄今为止仍是房颤外科消融的“金标准”^[47]。迷宫 III 型手术的缺点是心房内多条线性切割会导致心房功能受损^[46];而且手术创伤大,需要在全麻、体外循环、正中开胸下进行,一般仅作为附加手术在心脏瓣膜成形/置换手术过程中进行。

随着能源技术的不断发展,各种新式能源在房颤外科消融治疗中逐渐崭露头角,心脏外科医师们利用各种新式能量使心肌坏死,进而取代了传统迷宫手术的“切缝”,简化了手术操作方式,因此被广泛应用。目前将采用能量替代手段,按照迷宫 III 型消融线路完成的外科消融手术统称为迷宫 IV 型手术^[48]。多项研究报道显示,使用消融能量替代传统“切缝”技术的迷宫 IV 手术的成功率可与迷宫 III 手术相媲美,同时还具有更短的手术时间,更少的手术并发症^[49-51]。

2005 年 Wolf^[52] 针对阵发性房颤患者提出了简

化外科消融手术,经肋间小切口,非体外循环下进行,包括双侧肺静脉隔离、Marshall 韧带离断、左心耳闭合及自主神经丛消融。手术具有创伤小、治疗效果、术后恢复快等优点。但也存在以下不足:耗材多,费用昂贵,经心外膜解剖消融径线上存在可能漏点,如无法对二尖瓣峡部及三尖瓣峡部进行完整消融,术后房颤易复发。

针对微创外科消融和内科导管消融各自优缺点,有学者提出了一种全新的手术理念—内外科杂交消融手术^[53]。采用胸腔镜下经心外膜微创射频消融与传统的经皮心内膜导管消融相结合的方式,完成双侧肺静脉隔离、左心房线性消融、心外膜去自主神经化、左心耳闭合等。可分为两种模式:一种为一站式手术,即内外科同时消融治疗;另一种为非同期术式手术,根据具体情况决定内外科消融的先后顺序。杂交消融的优势在于融合了导管和胸腔镜各自的优点而避开了各自的不足,其最显著的特点是可以对心外膜外科消融进行详细、广泛的消融效果三维定位,并能单向或双向地确认并评估消融线的电隔离效果;不足之处是整个手术过程时间较长,且对于持续性房颤的疗效缺乏支持。

房颤外科治疗的安全性

1. 房颤外科治疗效果的评价指标

包括房颤转复率、全因手术或晚期病死率、术后或长期并发症等。主要并发症包括:机械通气时间延长、纵隔感染、永久性卒中或短暂性脑缺血、肾功能衰竭、开胸止血和再手术等。房颤转复率指在不使用 I 类或 III 类抗心律失常药物的情况下,在术后 3、6、9、12 和 24 个月房性心律失常的消除率。而房颤复发是指外科消融术后 6 个月,24 h 动态心电图发现的任何一次房性心律失常大于 30 s^[6]。

2. 二尖瓣患者同期进行房颤外科手术的安全性

二尖瓣患者通常有较高的房颤发生率,年龄 60 岁左右,阵发性和持续性房颤均可存在。在特定人群中,未同期进行房颤外科消融治疗的患者年龄多数较大,且具有更多的危险因素。高手术风险和再手术是同期行房颤外科消融术与否的重要影响因素^[54]。华盛顿大学的研究首先报道了二尖瓣手术同期进行房颤外科消融并不增加手术病死率或并发症的发生,包括起搏器置入^[55],但同期进行房颤外

科消融术的患者起搏器置入率增加 26%^[56]。房颤外科消融术不增加主要手术风险,但永久起搏器置入率比单纯进行二尖瓣手术患者增加 2~3 倍^[57]。二尖瓣手术同期进行房颤外科消融术患者永久起搏器置入率与单纯二尖瓣手术相比无明显差异^[58-59]。尽管同期进行房颤外科消融术对非致命性并发症发生率的影响尚存在争议,但已经明确其并不增加致死性和死亡相关并发症的发生,能够明显改善二尖瓣病变合并房颤患者的远期预后及生活质量。

3. 主动脉瓣置换和/或冠状动脉旁路移植术进行房颤外科手术的安全性

对于该部分患者而言,房颤的存在是影响预后的高风险因素,与早、晚期病死率和发病率的风险增加有关^[60-61]。由于主动脉瓣置换术和/或冠状动脉旁路移植术不需要打开左心房,与二尖瓣手术有明显不同。因此,同期行房颤外科消融术需要额外增加心脏切口,术前需要对手术策略及方法进行综合评估。如果增加与二尖瓣手术相同的左、右心房切口行双心房房颤外科消融术,将增加手术创伤。临床中大多数外科医师更倾向于进行心外膜消融,不考虑房颤发生与维持的病理生理机制,这会严重影响房颤外科消融术的转复率^[62]。无论同期进行房颤外科消融术与否,手术病死率和并发症的发生情况无差异^[63],且不增加住院病死率^[64]。

4. 孤立性房颤外科手术的安全性

该手术能够减少因房颤导致的血栓形成、提高生活质量。对于瓣膜外科和/或冠状动脉外科中同期进行房颤外科消融术是较为安全的,不增加围手术期病死率和并发症的发生率,包括伤口感染、开胸止血、肾功能衰竭、ICU 时间延长、卒中或短暂性脑缺血和 30 天再入院等^[65-66]。同期行房颤外科消融术能够提高患者远期生存率、生活质量和降低房颤相关并发症的发生^[65-66]。此外,对于进行 1 次或多次尝试导管消融失败的孤立性房颤患者,当无法耐受或拒绝抗心律失常药物治疗时,在进行综合评估安全性与有效性后,房颤外科消融术可作为推荐的治疗方法。无论是何种患者外科手术同期进行房颤外科消融术,应根据房颤的发生机制以及能量手段的恰当选择,以缩短手术时间,提高安全性和有效性。为了优化手术治疗效果,电生理标测、术后随访质量控制、外科医师的系统训练及多学科协作等是

必不可少的。外科消融房颤手术的成功及安全性的提高仍依赖于工具及径线设计,外科医师应该了解各类房颤外科消融术式的优点和缺点。

推荐:

心脏手术过程中附加房颤外科治疗是安全的,不增加围手术期相关并发症的发生率(Class II a)。

证据级别:

(1)不增加胸骨感染、肺炎、开胸止血、需透析的急性肾功能不全并发症发生率(Level A)。

(2)不增加围手术期卒中发生率(Level A)。

(3)不增加 ICU 滞留时间及住院时间(Level B-R)。

(4)不增加 30 天内再次住院及肾衰的发生率(Level B-NR)。

房颤外科治疗的有效性

1. 不同消融透壁手段的疗效对比

(1)切缝技术的迷宫Ⅲ型手术

Prasad 等^[67]报道 198 例切缝技术的迷宫Ⅲ型手术远期疗效,其中阵发性房颤 113 例,持续性房颤或长程持续性房颤 85 例,随访(5.4 ± 2.9)年。112 例行房颤手术的患者中 96% 转为窦性心律,不服用抗心律失常药物情况下为 80%;在 86 例房颤合并其他心脏手术的患者中 97% 转为窦性心律,不服用抗心律失常药物情况下为 73%。由此,切缝技术的迷宫Ⅲ型手术因其良好的效果成为房颤外科治疗的“金标准”。

(2)采用能量替代技术的迷宫Ⅳ型手术

随着消融能量的出现和消融技术的发展,外科医师选择能量消融替换传统的切缝,其中射频和冷冻是最常用的能量替代手段,统称为迷宫Ⅳ型手术。目前,50% 以上的房颤患者在心脏直视手术同期进行了能量替代的房颤消融手术^[68]。多个研究报道迷宫Ⅳ型手术有良好的预后^[49,69-73]。Lall 等^[74]报道的倾向性分析显示射频消融的迷宫Ⅳ型手术与切缝技术的迷宫Ⅲ型手术在术后 3、6、12 个月房颤免除率无差异。最近的研究显示左心房后壁进行盒状消融临床预后更佳^[69,75]。

2. 心脏手术同期附加房颤外科消融的疗效

不同心脏病合并房颤的发生率以及不同心脏手术同期进行房颤外科消融的比例均有所不同。二尖

瓣手术患者术前约 1/3 有房颤,但冠状动脉旁路移植患者术前仅约 6% 合并房颤,而主动脉瓣置换术前也仅有 14% 患者合并房颤。国外统计数据显示,二尖瓣手术同期行房颤外科消融的比例约为 61.5%,在主动脉瓣置换同期行房颤外科消融的比例为 33.9%,而冠状动脉旁路移植同期行房颤消融的比例为 27.5%^[76]。虽然不同心脏手术同期进行房颤治疗的比例存在差异,但最近的资料表明,房颤外科消融开展越来越多,尤其是在二尖瓣手术的过程中。对于原发性二尖瓣反流,二尖瓣修复术不需要终身抗凝,因此,二尖瓣修复同期成功的外科消融有助于降低患者长期抗凝的可能。

(1) 切开心房的体外手术同期房颤外科消融术

在切开心房的手术如二尖瓣置换或成形(伴或不伴三尖瓣手术)、房间隔缺损或卵圆孔未闭修补手术等,很容易完成外科消融径线,为同期行房颤外科消融提供了机会。由于二尖瓣患者存在比较高的房颤发生率,因此目前较高质量外科消融房颤的随机临床试验、系统评价等研究主要来自于二尖瓣病变伴房颤患者^[6]。

二尖瓣患者同期行房颤外科消融的有效性差异较大。研究报道,二尖瓣手术同期行房颤外科消融,6 个月~1 年的成功率为 75%~85%。尽管不同手术有不同成功率,但房颤外科消融的益处显而易见^[77]。在二尖瓣手术同期进行房颤外科消融可以使术后 1 年房颤发生率降低 60%~90%^[4,78-84]。一项长达 120 个月的纵向研究表明,心脏手术同期房颤外科消融可以恢复窦性心律,并显著提高长期生存率^[85]。大左心房、房颤持续时间、高龄以及未能完全隔离左心房后壁是外科消融手术远期房颤复发的预测因素^[86]。此外,学习曲线也会影响手术疗效,因此外科医师在进行房颤外科消融前应进行培训。

(2) 不切开心房的体外手术同期外科消融术

主动脉瓣置换和/或冠状动脉旁路移植术手术时不需要切开心房,如果进行双心房径路的外科房颤消融就需要额外增加心脏切口。因此尽管迷宫 IV 型手术已经被证明安全有效,但外科医师仍不愿意对这些患者进行心房切开。这就需要改变消融策略,采用肺静脉隔离或 Dallas 线消融等方式简化线

路,但应注意的房颤的机制和类型^[87-89]。

冠状动脉旁路移植同期迷宫 III/IV 型手术后 5 年房颤治愈率可达到 90%^[47],但肺静脉隔离的远期房颤治愈率显著降低。主动脉瓣手术和/或冠状动脉旁路移植同期双极射频消融钳进行肺静脉隔离,术后 1 年成功率为 50%~89%,明显优于抗心律失常药物^[3,90-93]。主动脉瓣置换和/或冠状动脉旁路移植的患者附加房颤外科消融,明显提高术后 1 年无房颤生存率^[80]。理论上,由于主动脉瓣手术和/或冠状动脉旁路移植术患者的左心房扩大比较轻,所以外科房颤手术效果比二尖瓣病变同期行外科消融房颤要好。左心房大小、房颤持续时间,房颤类型(阵发性或持续性)仍是主动脉瓣置换行外科房颤消融手术是否成功的影响因素。

3. 孤立性房颤的外科手术疗效

(1) 正中切口房颤外科消融手术

由于该手术需要复杂的培训和较高水平的手术技巧,因此只有经验丰富的外科医师才能开展。其手术适应证是其他治疗失败、想要明确的治疗效果,或合并左心耳血栓。随着新的能量替代技术的应用(双极射频和冷冻消融),经胸进行双心房迷宫消融的迷宫 IV 型手术得到广泛开展。迷宫 IV 手术疗效与迷宫 III 手术的结果相似,重要的是,迷宫 IV 手术的主动脉阻断时间更短^[74]。

(2) 微创房颤消融手术

微创房颤外科消融经肋间小切口进行,不需要打开胸腔、不需使用体外循环和心脏停搏。但仅能从心外膜进行消融,限制了消融线的范围,因为二尖瓣环被心外膜脂肪垫覆盖,这使该区域的组织消融不可靠。

Dallas 线消融可以在非体外循环心脏搏动下进行^[87,90-91]。这一消融策略与迷宫 III 型手术左心房的消融线路大体一致,但改变了肺静脉与主动脉瓣环-二尖瓣连接的连续性。一项研究中,100 例阵发性房颤患者中被随机分为 Dallas 线消融组和非 Dallas 线消融组,两组患者均进行肺静脉隔离,研究结果发现增加的 Dallas 消融线不会影响术后 16 个月成功率^[92]。

与导管消融相比,房颤外科消融手术患者除了置入起搏器风险增加外,并发症发生率无显著差异,且房颤外科消融手术组无房颤生存率明显较高^[3]。

房颤外科消融手术成功率高的原因在于:①消融线的质量高,连续性和透壁性较好;②消融径线全面;③能同时处理左心耳,消除了左心耳起源的房颤。

(3) 内、外科杂交房颤消融手术

利用三维标测系统,介入医师能够对二尖瓣峡部、三尖瓣峡部进行消融,将内、外科结合起来的杂交手术,对于持续性房颤,在外科肺静脉隔离基础上,同期由介入医师行二、三尖瓣峡部消融及碎裂电位消融,将有助于提高房颤外科治疗的成功率,降低术后心房扑动的发生。

推荐:

1. 在心脏手术过程中附加房颤外科治疗可提高术后生存率(Class II a)。

(1) 提高术后 30 天内生存率(Level A)。

(2) 改善超过 1 年的远期生存率(Level B-NR)。

2. 建议心脏手术过程中附加房颤外科治疗预防房颤相关并发症(Class II a)。

(1) 显著降低房颤相关的远期卒中及血管栓塞风险(Level B-NR)。

(2) 显著提高生活质量(Level B-R)。

房颤外科治疗的适应证

1. 二尖瓣等需要心房切开的手术合并房颤

(1) 阵发性房颤

早期的荟萃分析(阵发性房颤 23 例)发现,平均随访 13.8 个月,房颤免除率为 76.3%^[79]。美国 STS 注册数据库中二尖瓣手术合并阵发性房颤也得出类似的结果^[68]。较早的研究发现外科切缝迷宫 III 型手术治疗阵发性房颤可使左心室功能改善、左心房减小^[94];行迷宫 III 型手术的患者较未行迷宫 III 型手术的患者,可获得更好的卒中远期免除率^[95]。

(2) 持续性房颤/长程持续性房颤

二尖瓣手术合并外科消融减少了超过 50% 的术后房颤的发生率^[4,82-84,96]。持续性房颤/长程持续性房颤行外科消融术可明显改善窦性心律维持率和生存率^[85,97-98]。对既往随机对照研究或回顾性研究进行荟萃分析同样得到相同的结果^[79-81]。

2. 主动脉瓣和/或冠状动脉旁路移植等不需要心房切开的手术合并房颤

与二尖瓣手术不同的是,主动脉瓣或冠状动脉

旁路移植手术不需要切开心房。当合并房颤时,很多医师更倾向于不切开心房,通过心外膜消融来完成外科消融手术。这种方式无法完成经典的迷宫手术。研究表明,主动脉瓣手术或冠状动脉旁路移植手术同期行迷宫手术获得了较好的远期结果^[47,99-101]。

(1) 阵发性房颤

一项纳入 35 例阵发性房颤患者的前瞻性随机对照研究,对比冠状动脉旁路移植手术同期行外科消融术和单独行冠状动脉旁路移植手术的获益情况,随访 18 个月后结果表明,肺静脉隔离外科消融窦性心律维持率为 89%,而未行外科消融窦性心律维持率为 47%^[102]。一项单中心配对队列对照研究比较了 124 例主动脉瓣置换同期改良迷宫 III 手术与单纯主动脉置换术的房颤患者,同期行迷宫手术的患者 4 年窦性心律维持率明显优于未行迷宫手术的患者^[100]。

(2) 持续性房颤/长程持续性房颤

无论阵发性房颤或持续性房颤/长程持续性房颤,最佳的消融线路和消融方式(心外膜消融、切开心房的心内膜心外膜消融、左心房消融、双心房消融)目前尚无前瞻性随机对照研究支持。主动脉瓣手术或冠状动脉旁路移植手术同期行房颤外科消融手术是安全的,虽然房颤外科消融增加手术时间,但研究表明总住院时间相似。左心房大小、房颤持续时间、房颤类型(阵发性房颤或持续性房颤)仍是影响外科消融术成功的影响因素^[90]。

3. 先天性心脏病矫治术合并房颤

先天性心脏病患者生存到成年后期,房性心律失常是最常见的长期合并症。房颤往往是 50 岁以上的成年先心病患者中最常见的心律失常形式^[103]。先心病合并房颤治疗策略的相关证据仅限于有限的小样本回顾性研究,缺乏右心房消融手术与双心房迷宫手术的对比研究。

4. 孤立性房颤

流行病学资料显示临床中大部分房颤患者为孤立性房颤。多个研究报道传统迷宫手术治疗孤立性房颤可获得良好的远期结果^[67,69,104]。介入治疗因为创伤小,目前是孤立性房颤的一线治疗。但其治疗持续性房颤的远期窦性心律维持率低于 50%^[105-107]。随着房颤外科消融微创技术和内外科

联合技术的成熟,外科消融将在孤立性房颤的治疗中承担更重要的角色。孤立性房颤外科消融的指征主要为,应用至少一种 I 类或 III 类抗心律失常药物治疗无效,或不能耐受药物治疗的房颤或介入消融后复发房颤^[108]。

(1) 阵发性房颤

2012 年一项纳入 124 例房颤患者(阵发性房颤 82 例)的多中心前瞻性随机对照研究(FAST)发现,对于孤立性房颤患者,外科消融较导管消融有更好的窦性心律维持率,但在不良反应事件上,导管消融优于外科消融;在亚组分析中,阵发性房颤患者的窦性心律维持率,外科消融优于导管消融^[3]。近期发表的 FAST 研究,7 年随访结果的亚组分析同样得到相同的结果^[109]。

(2) 持续性房颤/长程持续性房颤

Ad 等^[66]报道了采用右侧小切口体外循环下行射频消融迷宫 IV 型手术治疗 133 例持续性或长程持续性房颤,5 年免除抗心律失常药物窦性心律维持率 73%,持续性房颤患者行胸腔镜辅助外科消融成功率为 56.3%;长程持续性房颤成功率为 50%;均较阵发性房颤的成功率(86.7%)低^[110]。持续性房颤患者行胸腔镜外科消融与导管消融相比,房颤免除率无差异^[111]。FAST 研究的 7 年随访结果的亚组分析发现,持续性房颤患者(42 例)行胸腔镜外科

消融与导管消融相比,窦性心律维持率无差异,但对于有导管消融史的患者,胸腔镜外科消融优于导管消融^[109]。近年来,胸腔镜外科消融和导管消融工具和技术都取得了一些进步。由 Tom Wong 团队发起的一项前瞻性随机对照研究正在进行,目的是探索长程持续性房颤患者行导管消融术对比胸腔镜外科消融术的安全性和有效性,这一研究结果的发表将提供更可靠的证据^[112]。

5. 内、外科杂交消融手术

为了进一步提高胸腔镜外科消融的疗效,在外科消融中融合介入标测和消融技术,形成了内、外科杂交消融技术。一些中心已经探索内外科杂交消融技术治疗房颤的有效性和安全性^[113-122]。

该房颤外科消融适应证推荐仅由房颤伴随其他心脏疾病、房颤类型、是否应用 I 类或 III 类抗心律失常药物治疗来进行,但仍有许多其他基于临床和影像学的变量可用于进一步评估患者外科消融疗效和风险(表 1)。相关临床研究发现,左心房增大的房颤患者,外科消融更优于内科导管消融^[3],并且左心房大小是房颤或房性快速心律失常复发的独立危险因素,但目前尚未明确左心房大小作为危险因素的临界值(研究中提到的临界值有 40 mm、45 mm、60 mm、70 mm 等)^[90,123-127]。

表 1 外科房颤治疗的适应证推荐

心脏手术类型	房颤类型	适应证	外科消融推荐	最新参考文献
二尖瓣成形/置换等需切开心房的心脏外科手术	阵发性	尚未应用 I/III 类抗心律失常药物治疗;应用至少一种 I/III 类抗心律失常药物治疗无效或不能耐受	I ; B-NR	[68,77-81,94-95,128-130]
	持续性	药物治疗	I ; B-R	[4,57,78-85,96-98,128-129]
	长程持续性		I ;B-R	[4,57,78-85,96-98,128-129]
冠状动脉旁路移植或主动脉瓣等无需切开心房的心脏外科手术	各种类型	尚未应用 I/III 类抗心律失常药物治疗(II a);应用至少一种 I/III 类抗心律失常药物治疗无效或不能耐受药物治疗	I ;B-R	[47,80,87-88,100-102,131-133]
先天性心脏病	各种类型	尚未应用 I 类或 III 类抗心律失常药物治疗应用至少一种 I 类或 III 类抗心律失常药物治疗无效或不能耐受的房颤	II a ;C-LD	[103,134-142]
孤立性房颤外科消融或内外科杂交消融	阵发性	至少 1 次导管消融后复发,或对抗心律失常药物无效或不能耐受,且已经衡量导管和外科消融效果和安全以后,倾向外科治疗的患者	II a ;B-R	[3,46,69,76,87-89,91,109-111] [143-150]
	持续性	至少 1 次导管消融后复发,或已经衡量导管和外科消融效果和安全以后倾向外科治疗的患者,采用迷宫线而非单纯肺静脉隔离	II a ;B-R	[46,69,76,87-89,91] [109-111,143-150]
	长程持续性	至少 1 次导管消融后复发,且已经衡量导管和外科消融安全 and 效果以后,倾向外科治疗的患者,采用迷宫线而非单纯肺静脉隔离	II a ;B-NR	[3,46,69,76,88-89,91] [110-111,143-149]
	各种类型	未进行内科导管消融,对抗心律失常药物无效或不能耐受,且已经衡量导管和外科消融效果和安全以后,倾向外科治疗的患者	II a ;B-NR	[3],46,69,76,87-89,91] [109-111,143-149]
		以上推荐同样适用于内外科杂交消融手术	II b ;C-LD	[113-122,151]

房颤外科消融透壁技术

1. 切缝技术

1987 年, 华盛顿大学 Cox 发明的迷宫 I 手术被应用于临床, 此后经过两次改良形成了原始迷宫 III 手术, 又被称为“切缝”迷宫手术。人们常误将“切缝”迷宫手术等同于“迷宫 III 手术”, 1997 年后所施行的迷宫 III 手术中除了左心房切开外, 加用部分冷冻^[152-153]。因迷宫 III 手术解决了 I、II 型迷宫手术的弊端, 且较其他改良迷宫手术而言, 通过对心房组织的切开和缝合保证了透壁性, 确保了电信号的完全隔离, 故在消除房颤方面效果良好(治愈率超过 90%), 被视为外科手术治疗房颤的金标准^[154]。

这一术式阻断了左、右心房内的大型折返回路和隔离原位触发灶, 且通过切除心耳来预防血栓形成, 手术效果良好^[155]。

2. 射频消融

在过去的 15 年里, 各种消融设备的引入改变了房颤的外科切缝式手术治疗, 迷宫 III 手术中的大多数切口已被能量消融产生的透壁性损伤所替代^[156-157]。在心脏电生理学领域, 射频消融技术已应用多年, 这也是被应用到手术室中的第一种能量来源, 目前已为外科消融手术最常用的消融能量来源, 通过电极导管将频率为 350 kHz 至 1 MHz 的高频交流电流传递到心肌组织, 从而产生热损伤。心脏组织被加热到 50℃~100℃ 之间的温度, 引起凝血坏死, 造成永久性的组织损伤和电传导的阻滞。射频消融电极有单极或双极两种, 同时又分为干电极和灌流电极。

(1) 单极

单极射频消融技术的代表主要是单极射频消融笔, 其能量集中于射频笔尖端, 可以集中快速地向心房组织散发射频热能。其优势在于操作方便易掌握, 尤其能够达到任何需要消融的心房解剖及电生理位点, 即消融线的连续性好, 不容易形成消融裂隙。但单极射频消融技术的关键在于能否稳定形成透壁性消融灶。二尖瓣手术中通过干型单电极进行 2 min 的心内膜消融, 透壁性消融灶大约占 20%。在心外膜消融中这一比例更低^[158]。这可能是由于循环血流的热降效应(heat-sink effect)导致的^[159]。也因此促生了灌流技术和抽吸技术。尽管这些技术增加了消融的深度, 但目前所有的单电极均无法在非停搏心脏上形成稳定的透壁消融灶, 加之其消融

时间长, 可能产生间接损伤(如食管贯穿烧灼伤)^[160], 且无消融透壁性的客观检测功能, 这也限制了单极射频消融技术的临床应用。

(2) 双极

不同于单极射频消融笔, 双极射频消融钳的钳夹内分别嵌有正负电极来传输能量, 使用时将目标心房组织钳夹于电极间发放能量, 将电极与循环血流相隔离, 缩短了消融时长, 对周围组织无明显影响, 能避免诸如冠状动脉损伤、食管穿孔等单极射频消融可能引起的并发症^[160-161], 并且能根据心房组织阻抗的变化来反馈透壁性。最重要的是, 双极射频消融能于不停搏心脏上形成透壁性消融灶, 达到消融线的透壁和阻断电传导的要求以取代外科切口。需要注意的是, 使用非灌流型双极射频消融钳时, 应在使用 2~3 次钳夹消融后清洁电极, 因为组织消融产生的炭痂会降低电导性, 使得消融能量不足。在临床实践中, 由于心脏解剖结构的复杂, 双极射频消融钳夹难以到达全部的消融电生理位点, 需要结合单极射频消融笔或冷冻消融以形成完整的消融线。

3. 冷冻消融

冷冻消融在心律失常的外科治疗中应用历史悠久, 早期在迷宫 III 手术中用于对三尖瓣、二尖瓣环以及冠状窦处行点状消融。冷冻消融是唯一通过制冷破坏心肌组织的方法, 其优点在于不破坏细胞的纤维骨架和胶原结构, 被认为是最安全的能量来源之一。迷宫 III 手术的路径确切, 其他能量消融都可能会有漏点存在, 有条件时做简单标测可以减少或消除漏点^[160-161]。

房颤外科消融线路及附加术式

1. 房颤外科消融线路

房颤的触发机制来源于异位激动病灶, 维持机制来源于心房内折返环路的形成^[162]。针对房颤的形成机制, Cox 等于 1987 年设计了迷宫手术, 并在 1991 年发表了迷宫 I 手术的经验总结^[163], 开启了房颤外科治疗的新纪元。在迷宫 I 手术的线路设计下, 左、右心耳均切除, 肺静脉亦完全环状切断, 术后心房不参与任何电或机械活动; 同时, 迷宫 I 手术在右心耳的底部到左心耳的底部设置了 1 条横切口, 这条顶部切口阻断了从右心房到左心房的窦性冲动, 因此, 迷宫 I 手术的缺点在于: 窦性心律在最大运动量时无法相应的增快, 因而大运动量时易导致

晕厥,且偶有左心房功能不全。迷宫Ⅱ手术在迷宫Ⅰ手术的基础上,取消了右心耳底部到左心耳底部的横切口,保留了窦房结功能及左右心房之间的传导。迷宫Ⅲ手术^[164]在迷宫Ⅱ手术的基础上,优化了经线设置,使手术操作更为简单易行。至此,迷宫Ⅲ手术的经线确立,被广泛应用于临床实践中^[165]。尽管目前各种线路设置层出不穷,但基础的消融线路应包含一个完整的肺静脉隔离,一条向二尖瓣瓣环的连线,一条右心房侧向三尖瓣瓣环的连线及左心耳切除/夹闭^[8]。

(1) 采用切缝技术的迷宫Ⅲ型手术路线

基本手术方式是正中开胸建立体外循环后分为右心房切缝路线和左心房切缝路线。右心房切缝路线包括:①切除右心耳;②作一右心房外侧切口,自右心耳断端基底部走向右心房中部;③从上腔静脉至下腔静脉做一心房后部的纵行切口,自切口下 1/3 处开始,垂直此切口至右侧房室沟最上方,并从心房内将此切口延长至三尖瓣环;④再在右心耳基底另作一内侧斜切口至三尖瓣环。左心房切缝路线包括:①切除左心耳;②在上腔静脉下方 2~3 cm 处做房间沟切口,斜向冠状静脉窦;③在左心房后壁做一圆形切口(绕左、右肺静脉开口切开);④再在左心房峡部作一纵切口,自肺静脉隔离切口至二尖瓣环。切口与二、三尖瓣瓣环止点处需附加冷冻(图 1^[166])。

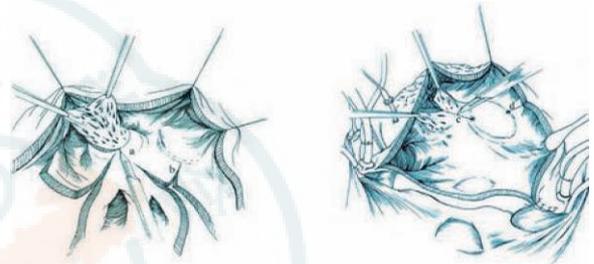
(2) 采用能量替代技术的迷宫Ⅳ型手术路线

随着新能源的开发,心房消融的方法随之发生改变, Damiano 及其同事使用射频和冷冻消融能量相结合的方法取代了迷宫Ⅲ切割缝合损伤,并将这种简化的手术称为迷宫Ⅳ型手术^[70]。该手术通过开放左、右心房进行直接消融,主要消融线路应用双极射频消融钳完成,另加冷冻消融或射频消融笔作为辅助使用;也可单独使用冷冻消融方法完成所有消融线路,但肺静脉口相应改为盒状消融。目前一致强调的观念是在实施二尖瓣峡部消融线时,必须应用冷冻或射频消融笔完成二尖瓣瓣环处完全消融,以免二尖瓣瓣环处留下间隙造成术后难治性房扑发生。采用双极射频消融手段的迷宫Ⅳ型手术线路见图 2^[8]。

对于主动脉瓣手术和冠状动脉旁路移植术合并阵发性房颤患者,以及对于孤立性房颤患者在胸腔镜非体外循环下行射频消融手术,可采用单纯左右肺静脉隔离加左心耳闭合处理。大多数情况下,完全双心房消融线路比单纯左心房消融线路的房颤疗

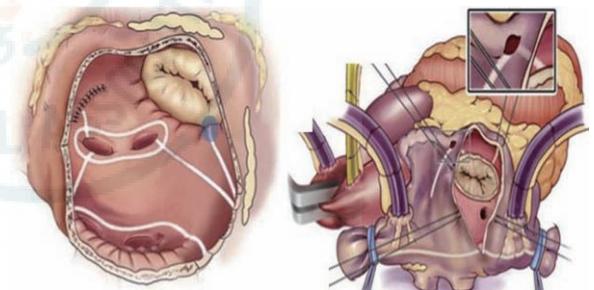
效更佳,具有更好的长期稳定性。

在不损失电生理效力的情况下,对右心房消融线路进行简化,可进一步缩短手术时间并促进完全双心房迷宫线路的普及实施。该方法省略了右心耳内侧至三尖瓣环 10 点处的消融线,保留右心耳外侧至右心房体部消融线并直接连于右心房切口,取消了原本与右心房切口间 2 cm 空隙,三尖瓣环 2 点处采用附加冷冻消融(或消融笔)完成,也可通过游离牵开右冠状动脉,采用双极射频消融钳跨越三尖瓣环完成(图 3^[167]),具体效果有待于进一步证实。



左图:左心房线路(a:左心房切口会师点处冷冻消融点 b:二尖瓣环止点及冠状静脉窦部的冷冻消融点) 右图:右心房线路(c和d表示三尖瓣环止点的冷冻消融点)

图 1 迷宫Ⅲ手术^[166]



左图:左心房消融线路应用双极射频消融钳完成,蓝色阴影为二尖瓣峡部消融线与二尖瓣环止点的附加冷冻消融部位 右图:右心房消融线路应用双极射频消融钳完成,消融线在三尖瓣环止点的 10 点及 2 点处需附加冷冻消融

图 2 射频消融迷宫Ⅳ型手术线路^[8]

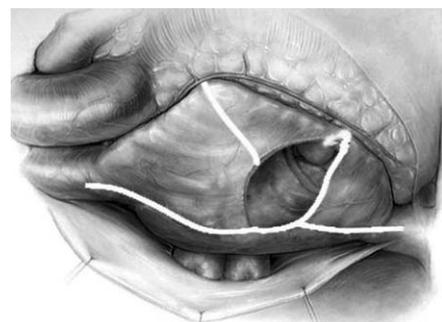


图 3 改良右心房线路 白色线表示冷冻或射频消融线路^[167]

我们建议射频或冷冻迷宫消融手术只适用于 Cox-Maze 手术中的全双心房消融,需要消融左心房峡部和右心房峡部。而其他消融手术不应称为迷宫消融手术。一般来说,房颤外科消融可分为 3 组:(1)全双心房迷宫消融;(2)单纯肺静脉隔离消融;(3)单纯肺静脉隔离联合左心房消融。

2. 房颤外科消融附加术式

(1) 左心耳干预

左心耳是房颤患者血栓形成的主要部位。回顾性评估表明,在房颤和非风湿性心脏病患者中,左心耳可引起高达 90% 的卒中^[168]。因此,在最初的迷宫手术以及其大多数改进中,左心耳一直是消除的目标。消除左心耳减少卒中的最有力证据来自用于房颤患者的 Watchman 左心耳关闭装置与长期华法林治疗试验,该试验将患者随机分为抗凝组或在左心耳置入 Watchman 装置组。该试验的 4 年结果表明,对于心血管死亡、所有卒中和全身栓塞的复合终点,消除左心耳优于抗凝^[169-170]。2019 一项欧洲多中心回顾性队列研究报道房颤患者术中闭合左心耳可有效减少术后血栓栓塞类事件的发生率^[171]。

手术切除的一个重要问题是出血并发症。这一并发症在老年患者和心房增大的患者中尤其重要,在这些患者中,心耳组织较脆、较薄,可能更易碎,以及左心耳产生心律失常的可能性。隔离或手术切除左心耳可影响手术疗效,降低血栓栓塞事件的风险。较新的技术包括 FDA 于 2011 年批准的外部左心耳夹(Atriclip),用于在接受其他心脏直视手术的患者可直接可视化下闭塞左心耳^[172]。

(2) 去自主神经化

通过胸腔镜房颤消融手术和自主神经节(GP)消融研究,采用 GP 消融术的患者风险较高,而房颤控制没有明显改善^[143]。

附加房颤的外科治疗

附加房颤外科手术是指心脏原发疾病合并房颤,在心脏手术的同时施行房颤消融治疗的一种手术方式。影响该类手术房颤消融效果的因素多而复杂:(1)不同器质性心脏病合并房颤的电生理基础不同,例如二尖瓣病变多伴有左心房高压与容积扩张,心房壁的组织重构多为房颤的始发因素。而冠心病合并的房颤,通常不伴有心房压力、容积变化,多因素引起的心房电重构才是房颤的始发因素;(2)外科手术时机不同合并的房颤类型不同,即使

是同一种器质性心脏病,也可能处于阵发性、持续性、长程持续性等不同阶段,加之心功能状态不同,房颤的治疗效果也不同;(3)不同外科手术的方式、路径不同,例如是否需要体外循环、是否心脏停搏、是否切开心房、正中切口开胸还是微创手术等,具体采用的消融方式也不同;(4)心外科医师对手术创伤的重视程度,经验水平及偏好不同,选择的方法也不同。上述因素导致附加房颤消融在手术径路、消融线路、消融工具的选择上难以统一,前瞻性大样本多组随机对照试验设计、实施困难,多数关于术后疗效对比的临床报道循证医学证据级别不高,仍有待于心外科医师进一步补充、完善。

1. 二尖瓣手术同期附加房颤外科治疗

二尖瓣置换或成形(伴或不伴三尖瓣手术)、房间隔缺损或卵圆孔未闭修补等在体外循环、心脏停搏、切开心房直视下完成的房颤消融手术统称为切开心房的附加外科消融手术。因二尖瓣病变合并房颤的高发生率,目前附加房颤外科消融的随机临床试验、系统评价等研究主要来自于此^[6]。

(1) 二尖瓣手术同期附加房颤外科治疗的安全性

二尖瓣手术同期附加房颤外科消融治疗不增加手术病死率和包括起搏器置入在内的相关并发症的发生率^[77]。永久起搏器置入风险是单纯二尖瓣手术的 2~3 倍^[57]。与窦性心律相比,合并房颤的二尖瓣病变患者,具有年龄较大、病史时间长、心脏损害大、基础情况差等特点,高手术风险和再手术是附加房颤外科消融治疗的重要考虑因素^[80]。

(2) 二尖瓣手术同期附加房颤外科治疗的有效性

二尖瓣患者同期行房颤外科消融手术的有效性报道差异较大,多数报道术后 6 个月至 1 年的窦性转复率 75%~85%^[77]。附加房颤外科消融在风湿性二尖瓣病变中的效果好于其他病因的二尖瓣病变,左心房大小、房颤持续时间和患者年龄是影响房颤消融疗效的主要因素^[86,173],巨大左心房与左心房高压直接相关,代表原发病、心房壁电重构与组织重构的严重程度,是房颤消融效果的首要预测指标^[174]。

(3) 二尖瓣手术同期行房颤外科治疗的长期生存率

合并持续性和长程持续性房颤的二尖瓣手术中附加房颤消融治疗可显著提高远期生存率和窦性转

复率^[98];也有一些研究提示附加房颤外科消融有助于左心室功能改善、左心房容积恢复,长期卒中免除率进一步下降^[85,94,97,175-177]。

附加房颤外科消融有助于维持窦性心律,改善房颤症状,提高生活质量,而对于二尖瓣成形及生物瓣置换的患者,可以有效避免抗凝药物的长期应用,意义更大。

(4) 二尖瓣手术同期附加房颤外科治疗的消融线路选择

二尖瓣处理过程中需要切开左心房,为直接完成双心房消融线路和二尖瓣峡部及左心耳的处理均提供了良好的术野。多数国际注册研究显示,不论基础手术如何,双心房消融线路的效果均优于单纯左心房消融,肺静脉盒状消融优于左、右肺静脉单独环状消融后再连接^[178-185]。然而,也有少数研究显示左心房盒状消融联合二尖瓣峡部消融和双心房消融的效果相似,二尖瓣手术中双心房和单纯左心房线路的消融效果并无差异^[57,186]。外科消融手术线路及电隔离效果是影响房颤转复率的决定因素,针对持续性或长程持续性房颤,采用迷宫Ⅲ/Ⅳ的双心房消融线路联合冠状静脉窦冷冻消融和彻底的左心耳处理是关键,建议只有完整双心房线路才能称为迷宫手术,而其他的简化线路,例如单纯肺静脉隔离以及附加部分左心房消融线的手术,不应再以迷宫手术命名^[167,187]。

(5) 附加外科治疗的消融透壁工具

切缝技术是迄今为止电隔离的最佳手段,采用该技术的迷宫Ⅲ型手术始终是房颤外科治疗的金标准。二尖瓣手术同期附加迷宫Ⅲ型手术不额外增加手术风险^[188]。但该技术需心房内多条线状切割及缝合,吻合口一旦出血补救困难,制约了其广泛应用。

为简化手术操作,应用能量替代手段通过在心房壁产生线性坏死来实现标准迷宫Ⅲ线路的电隔离手段,统称为迷宫Ⅳ型手术。目前在附加外科房颤消融治疗中能量替代使用率已高达 98%^[148,188],其中双极射频消融钳以及可重复使用的冷冻探头是应用最广泛的能量替代工具。无论应用何种手段,消融线的连续性以及电隔离的透壁性必须得到重视。肺静脉袖部不但是房颤触发及维持机制中的核心组织结构,也是消融术后房颤复发的主要部位,有倾向性评分研究报道针对长程持续性房颤,应用切缝技术进行肺静脉隔离,其他部位用能量手段替代的方

法完成全迷宫线路,取得了在有效性上接近迷宫Ⅲ型,在安全性上不亚于迷宫Ⅳ型手术的良好疗效^[188]。

(6) 左心耳处理

左心耳是房颤触发及维持的电生理机制中重要组织结构基础,房颤触发灶的 29%、导管消融后复发的 8.9%皆来源于此^[189-192],房颤患者发生的血栓栓塞也有 90%来自左心耳^[168]。闭合左心耳可以使血栓栓塞的发生率降低 50%,显著提高远期生存率^[169-170,189]。因此建议在合并房颤的心脏外科手术过程中常规闭合左心耳以预防远期血栓栓塞^[171]。

2. 主动脉瓣置换和/或冠状动脉旁路移植的附加房颤外科治疗

主动脉瓣置换和/或冠状动脉旁路移植手术不常规切开心房,称为不切开心房的附加外科消融手术^[60,62]。房颤可显著增加该类手术的早期或晚期病死率以及并发症发生率,因此附加房颤消融治疗具有重要意义^[60,62,193]。附加外科房颤消融虽稍延长手术时间,但总住院时间相似,且不增加病死率和并发症发生率^[80,100,102,133]。2014 年的随机对照研究显示在冠状动脉旁路移植手术同期,无论是行双心房线路的全迷宫手术还是单纯肺静脉隔离,均无院内死亡^[132]。可见同期附加外科房颤消融是安全的。

由于原发病手术是在心房闭合状态下完成,特别是冠状动脉旁路移植手术常在心脏搏动、甚至非体外循环下进行,如果像二尖瓣手术那样切开心房实施双心房消融,无疑会增加手术创伤。因此尽管切开心房完成全迷宫手术依然安全有效,很多外科医师在不考虑房颤发生机制及类型的前提下,更愿意在心外膜完成肺静脉隔离或 Dallas 线等简化消融线路,但这无疑会影响房颤的治疗效果^[87-89]。应用双极射频消融进行肺静脉隔离,术后 1 年窦性心律维持率为 50%~89%,其中持续性房颤的窦性心律维持率仅 59%^[91,194-196]。

推荐:

1. 附加房颤外科治疗安全有效,建议在二尖瓣手术过程中进行房颤治疗(Class I, Level A)。

2. 附加房颤外科治疗安全有效,建议在主动脉瓣和/或冠状动脉旁路移植手术中进行房颤治疗(Class I, Level B-R)。

3. 建议在合并房颤的心脏外科手术过程中常规

闭合左心耳以预防远期血栓栓塞 (Class II a, Level B-NR)。

4. 切开心房的外科手术,合并持续性或长程持续性房颤,应优先选择双心房径路的迷宫Ⅲ/Ⅳ手术方案;如果是阵发性房颤,在不切开心房的手术情况下,可以选择包括肺静脉隔离在内的简化消融方案 (Class II a, Level B-NR)。

孤立性房颤的外科治疗

传统的正中开胸直视下完成的双心房线路消融 (迷宫Ⅲ/Ⅳ型手术)效果良好,但由于切口大,创伤大,患者难以接受,开展例数较少。近年来随着替代能源的发展,模拟了迷宫手术“切缝”操作,但又不切断心脏组织,在减少手术创伤同时又获得了令人满意的疗效^[72,197-198]。电视胸腔镜和微创技术在心脏手术的应用,突破了传统手术的局限,可以无需正中开胸,无需使用体外循环,保证疗效的同时进一步降低手术创伤^[148,179-180]。胸腔镜下微创房颤外科消融术经过近十余年的发展已成为治疗孤立性房颤的主要外科术式,治疗效果优于药物或心内膜导管消融,同期切除或夹闭左心耳,有效预防卒中的发生^[168,189]。

1. 房颤微创外科手术的创立和发展

2005 年 Wolf 教授首次报道胸腔镜下双极射频消融外科手术^[149]。2007 年 Edgerton 等进一步将该术式发展成全胸腔镜下完成^[146]。随着对房颤发病和维持机制认识的深入,只做肺静脉隔离对于持续性房颤或长程持续性房颤的治疗效果不理想。微创外科房颤消融术的消融方式也不局限在肺静脉隔离,术中加入了更多的消融线路,模拟迷宫手术的线路隔离左心房后壁和阻断二尖瓣峡部来增加成功率^[184,199]。Dallas 线是具有代表性的线路,消融线从环肺静脉隔离连接到主动脉瓣环,从而避开心外膜路径解剖上无法完成二尖瓣峡部消融线的限制,相关报道显示随访 6 个月持续性房颤的窦性维持率是 90%,长程持续性房颤达到 75%^[88-89]。全胸腔镜下左胸径路治疗房颤的超微创术式,可完成双侧肺静脉隔离、左心耳切除、Marshall 韧带离断、心外膜部分去神经化治疗,还可以用消融钳增加左心房的消融线路,使消融线路基本等同于完整的左心房迷宫手术,同时保证消融线的透壁性和连续性^[200-201]。

2. 房颤微创外科手术的安全性和有效性

2013 年 Krul 等用系统评估汇总了 23 项观察性

研究共计 752 例微创外科房颤患者的结果,手术病死率为 0.4%,并发症发生率仅为 3.2%^[91]。美国 STS 国家数据库中的数据显示在 2005 年至 2010 年期间,共 91 801 例患者行外科房颤消融术,孤立性房颤 4 893 例 (5.3%),其中 80% 接受心脏不停搏的微创外科房颤消融术。总体手术病死率为 0.74% (体外循环组为 1.7%,微创组为 0.5%),并发症发生率为 16% (体外循环组为 28%,微创组为 13%)。主要的并发症为卒中 (0.72%),肾衰竭 (2.45%) 和出血 (0.99%),起搏器置入率为 1.03%^[76]。在有效性方面,一项系统评价表明双极射频的疗效在治疗孤立性房颤时基本等同于迷宫Ⅲ型手术^[101]。另一项随机试验荟萃分析显示迷宫Ⅲ型手术在窦性心律转复和预防卒中方面效果略好,但增加围手术期风险^[80]。7 项研究 (包括 2 项随机对照研究)的荟萃分析表明,微创手术的治疗成功率高于导管消融治疗,并发症发生率也相似,除了微创手术组的起搏器置入率略高^[111]。

微创外科消融常见出血的部位如下:(1)胸壁切口肋间动脉出血;(2)胸腔粘连分离后出血;(3)心包出血,以切开右侧心包靠近膈肌处比较常见,主要是心包外脂肪多,出血点不容易发现;(4)纵隔出血,切开右侧心包上缘时首先切开胸腺,常由于切开速度过快,以静脉出血为主;(5)最为凶险的出血部位为肺静脉或左心房后壁以及左心耳根部。其中以右侧肺静脉分离最容易出血,因为上、下肺静脉解剖形态多变,和左心房汇入点距离、角度差异较大,与心包返折处距离较短,空间较小;而左侧肺静脉解剖相对变异较少,分离较为容易。左心耳出血常见原因包括非一次性完全切除、切割缝合器钉仓成形不好、动作粗暴牵拉出血等。由于做环肺静脉的消融,术后消融线形成瘢痕后可引起肺静脉狭窄。肺静脉消融后狭窄严重者可导致肺血液回流受阻而引起肺淤血,导致一系列症状。在消融时尽量靠近左心房做肺静脉前庭消融,可避免产生此并发症。一旦术后有严重肺静脉狭窄产生,可用球囊扩张减轻或消除狭窄。

3. 房颤微创外科手术的左心耳处理

左心耳来源的血栓是孤立性房颤患者导致卒中的主要原因^[168]。术中同期处理左心耳会明显提高房颤患者的远期效果。微创外科房颤消融术中通常是通过切割闭合器切除或心耳夹夹闭左心耳。两种方法效果相当,但心耳夹更容易使用,安全性更高。

去除左心耳使术后近期和远期卒中的发生率降低超过 50%^[189]。观察性研究结果提示,消融成功的房颤患者卒中风险明显降低。同时外科左心耳切除后也大大降低卒中的风险,并且不用担心置入器械导致血栓的风险。学者认为只要左心耳完整切除,不管是否可以维持窦性心律,均可停止抗凝治疗^[202]。

4. 房颤微创外科手术的禁忌证

对于以下类型的患者不推荐行微创外科房颤消融:(1)合并需要介入或外科治疗的严重瓣膜病;(2)合并需要介入或外科治疗的严重冠心病;(3)合并需要介入或外科治疗的先天性心脏病;(4)既往有胸部手术史;(5)心包或胸腔有严重粘连;(6)左心房直径 > 6.0 cm;左心室射血分数 < 0.30;(7)左心耳有血栓形成;(8)尚未控制好的甲亢;(9)严重慢性阻塞性肺部疾病,无法耐受麻醉;(10)多脏器功能不全,无法耐受手术者。

推荐:

1. 对于药物治疗无效,有过失败的导管消融史的孤立性房颤患者,可考虑微创外科手术治疗(Class II a, Level B-R)。

2. 对于孤立性的持续性或长程持续性房颤,全迷宫线路优于单纯肺静脉隔离(Class II a, Level B-NR)。

房颤杂交手术

该手术可通过微创消融手术彻底隔离包括肺静脉在内的左心房后壁,消融心外膜脂肪垫和 Marshall 韧带,并切除左心耳,继而通过经导管途径评估外科消融的损伤效果^[93]。房颤的心内外科杂交手术优点:(1)心内膜、心外膜联合消融可获得最佳的心房电隔离透壁性和连续性,有助于提升治疗效果。(2)杂交手术中的切除或夹闭左心耳,可显著降低房颤患者血栓形成和卒中的风险。

1. 房颤杂交手术的适应证

一项 Meta 分析^[203]共纳入 16 项杂交消融相关文献,除 3 项研究未报道适应证是否包括导管消融失败患者外,其余 13 项中的 8 项纳入了既往导管消融失败的患者,其中 2 项研究^[151,204]只纳入经历过至少 1 次失败导管消融的患者,其他研究中经历过导管消融患者的比例为 30%~60%^[205-207]。

此外,房颤杂交消融的另一适应证是血栓栓塞高危者,比如既往有缺血性卒中病史者。房颤杂交手术中切除或者夹闭左心耳可以显著减少血栓栓塞

风险,未来也可能成为杂交手术推广的原因之一。

2. 房颤杂交手术的安全性

房颤的心外膜和心内膜消融在同一次手术中完成称为一站式杂交手术,分为 2 次完成则称为分期杂交手术。现有研究采用一站式手术方式居多,采用分期手术的医疗中心约占 1/3。分期手术中,外科消融与导管消融的间隔时间在 3~4 天至 3 个月不等。

房颤杂交手术围手术期严重并发症主要包括:术中因出血转为开胸手术、心包压塞、永久性膈神经损伤、卒中、心肌梗死、血胸等。左心房-食管瘘较少见,但诊断难度大,病死率高。理论上,在外科消融术中,胸腔镜可协助手术医师保护食管及膈神经,但高温的消融笔可将心房外膜的局部温度迅速升至 90℃,而在其未完全冷却时撤出手术器械,左心房后壁心外膜的热量可传导至食管造成食管壁损伤。现有房颤杂交手术的研究报道严重并发症发生率约为 4%^[21,118-119,205,208-210],似较单纯外科消融低,但目前缺乏二者头对头比较的研究。由于房颤的杂交手术流程相对复杂,需要多个亚专业的心脏科医师参与,故潜在的并发症风险升高。所以,整合式的房颤专业团队(MDT)模式对于降低围手术期并发症发生率至关重要。

3. 房颤杂交手术的有效性

2016 年一篇系统评价^[211]总结了目前已报道的杂交手术结果,术后在不服用抗心律失常药物(antiarrhythmic drugs, AADs)条件下,至随访终点时的窦性心律维持率平均为 66%。而在服用 AADs 条件下窦律维持率升至 78%。另有研究提示杂交手术效果可能优于重复行导管消融术^[151]。

4. 房颤杂交手术的消融靶点与终点

房颤心外膜消融时,除行肺静脉隔离外,左心房顶部和底部线性消融也是最常用的消融径线^[211]。此外,心外膜消融部位还包括连接顶部线和左纤维三角(主动脉瓣环与二尖瓣环之间)的消融线、心房外膜的脂肪垫、Marshall 韧带、左上肺静脉与左心耳之间的连接线、上腔静脉电隔离等^[212]。

目前,虽然房颤杂交手术外科部分的手术入路在各医疗中心有所不同,但实现的目标多数类似,即最终实现:包括肺静脉在内的左心房后壁隔离;切除或者夹闭左心耳。但在心内膜消融部分,不同医疗中心则有较大差异,多数医疗中心仅封闭外科消融后的残存传导缝隙。其余心内膜消融靶点的选择各

异,最常见的为二尖瓣峡部线、三尖瓣峡部线消融和冠状窦线性消融(冠状窦远端到窦口),之所以选择消融这些部位常基于术中出现心房扑动或为术者的消融。另有约 1/3 研究将心房碎裂电位(complex fractionated atrial electrograms, CFAE)做为消融靶点^[116,151,209,213-214]。

术中房颤终止意味着消除了维持房颤的关键机制,是一项有指示意义的客观终点^[215]。相较于房颤其他消融方式,杂交消融手术有 2 个突出的优点。其一是对心内膜和心外膜的房颤基质进行了联合干预,初步结果显示其成功率较高;其二是在手术中会对左心耳进行切除或夹闭,术后血栓栓塞的风险显著降低。目前将房颤杂交手术与单纯外科消融或导管消融进行比较的数据较少,虽然无法得出确定的结论,但从现有研究结果来看,房颤杂交手术的有效性令人满意,安全性在可接受范围。

推荐:

对于内科导管消融后复发,或者虽未经过内科导管消融,但预期导管消融成功率低或卒中风险高的持续性房颤患者,经衡量导管和外科消融效果和安全以后,可以选择内外科杂交手术(Class II b; Level C-LD)。

外科医师培训

任何外科手术都存在学习曲线,虽然房颤的外科治疗已经有 30 年的历史,但房颤消融的线路仍有很多选择,消融设备也在不断更新,这些因素无疑增加了房颤消融手术的复杂性。目前没有完整固定且统一的房颤消融课程供外科医师学习,需要外科医师对房颤形成的机制,房颤的风险,房颤消融治疗的原理及围手术期管理有系统深刻的认识。有研究明确指出,外科医师的培训与手术经验直接影响外科医师是否决定在心脏手术的同时处理房颤^[130],也与提高外科消融手术的窦性心律维持率相关^[216]。因此,外科医师的培训尤为重要。2017 年欧洲心脏病学会关于导管消融及外科消融的专家共识^[217]中建议,无房颤消融经验的外科医师在独立完成外科房颤消融术之前,需在有经验的医师指导下完成 3~5 例的培训,且每年保持一定的手术量。

1. 遗留房颤的风险

有研究证实^[218-221],房颤与死亡、心衰、梗塞、认知功能障碍及生活质量有关。心脏手术的同时行房颤消融治疗,能够提高患者术后短期及长期的窦性心律维持率,提高左心室射血功能及运动耐力,另

外可以减少栓塞事件的发生。遗留房颤不予处理将降低心脏手术患者的远期生存率^[222],而成功地治疗房颤将提高患者的长期生存率^[98]。对于合并慢性心功能不全(左心室射血分数 < 0.45)的房颤患者,如果外科手术的同时遗留房颤未予处理,将降低患者的远期生存率^[223]。

2. 消融本身的风险

外科房颤消融本身可能引起出血、膈神经损伤、肺静脉狭窄、肺部感染和心动过缓等各种并发症。在心脏手术的同时行房颤治疗确实会增加体外循环时间及主动脉阻断时间^[130,216,224],但并不增加患者的病死率及并发症发生率。对于合并慢性心衰的房颤患者,心脏手术的同时行房颤消融,有更多的患者术后需要循环支持(如球囊反搏(IABP)),需要更长的重症监护室住院时间^[223]。

3. 消融结果的判定

消融的结果常常与患者的症状主诉不相符,许多患者会将房性早搏或室性早搏认为是房颤复发,反之许多复发的房颤患者并无明显症状,因此术后严密的随访非常重要,也是判断消融结果的重要依据。目前常用的随访监测手段有标准 12 导联心电图,24 h 或 7 天的动态心电图检查,体外心电记录仪等。由于房颤消融术后 1~3 个月内,房颤早期复发非常常见^[225],因此建议术后设置 3 个月的空白期,自术后 3 个月开始随访,以后每 6 个月至少随访 1 次,持续时间至少 2 年。由于消融术后使用抗心律失常药物对消融结果的判断存在一定的干扰,因此建议如下的判定标准:(1)治疗成功:消融 3 个月,不使用抗心律失常药物的情况下无房颤、心房扑动、持续性房速的发作;如果术后使用抗心律失常药物,判定时间应是停用抗心律失常药物 5 个半衰期以后或停用可达龙 3 个月。(2)治疗有效:消融 3 个月,使用抗心律失常药物的情况下无房颤、房扑、持续性房速的发作。(3)房颤复发:消融 3 个月,发生持续时间 ≥ 30 s 的房颤、房扑、持续性房速。

4. 围手术期的管理

(1) 术前准备

房颤患者入院后需完善术前检查:(1)血、尿、便常规,生化及凝血功能检查,甲状腺功能检查;(2)房颤发作时的 12 导联常规心电图或 24 h 动态心电图,以 24 h 动态心电图为佳,评估患者伴随的其他心律失常及窦房结、房室结功能;(3)超声心动图:评估心内结构,手术可同时处理心内结构异常与房颤,同时评估患者左心房大小及心功能,对手术策

略有提示意义;(4)胸部 CT 平扫:可发现可能存在的心包钙化或缩窄性心包炎;(5)带有心电门控的左心房平扫+增强 CT:用于评估左心耳内是否有血栓形成,经三维重建后可以清楚观察左心耳的形态;(6)冠状动脉造影:对于冠状动脉粥样硬化型心肌病高危患者建议常规行冠状动脉造影检查,以便术中同时处理冠心病。

(2) 围手术期抗凝

对于 CHA₂DS₂-VASc 评分 ≥ 2 分的阵发性房颤和所有的持续性房颤患者,均需服用华法林抗凝(维持国际标准化比值,INR:2.0~3.0)。对于近期需行外科手术的患者,建议停用华法林,经皮下注射低分子肝素桥接过渡至少 3 天,术前 1 天停用低分子肝素。其他新型口服抗凝药物(NOAC)同样在术前需停用,采用低分子肝素桥接过渡。术后早期是血栓形成的高危期,应在术后无明显外科情况下(引流量少)尽早开始抗凝,可采用低分子肝素桥接至华法林的方式,在 INR 达到 2.0 之前,低分子肝素与华法林需重叠使用。如心脏手术未置入需要抗凝的装置(或微创房颤消融),建议抗凝治疗至术后 2 个月。尽管有回顾性研究提示左心耳切除术后即使不予以长期抗凝,也能够取得良好的预防心源性卒中效果,但无随机对照试验证实左心耳切除与长

期服用口服抗凝药物效果相当。因此术后 2 个月以后的抗凝策略应依据患者的血栓栓塞风险,出血风险等具体情况而定。建议卒中高危患者在房颤术后仍然采用长期抗凝策略^[226]。

(3) 围手术期抗心律失常药物使用

术前使用 β -受体阻滞剂(索他洛尔、美托洛尔)能够减少心脏术后房颤及其他快速心室率心律失常的发生,建议围手术期在监测心室率的前提下使用 β -受体阻滞剂^[227]。可达龙、决奈达隆是外科消融术后重要的抗心律失常药物,有研究表明,术后使用静脉可达龙持续推注序贯口服可达龙治疗,能够有效减少房颤术后早期复发的发生^[228]。建议房颤外科治疗术后服用可达龙或决奈达隆 3 个月,有利于维持窦性心律。

推荐:

对于房颤的外科治疗,多学科心脏团队评估、制定治疗计划和长期随访对于优化手术治疗结果是有用和有益的;对于尚无经验的外科医师在独立开展房颤外科手术之前,需在有经验的医师指导下完成培训(Class I, Level C-EO)。

(参考文献略)

(收稿日期:2020-11-29)

(本文编辑:贾晓兰)

共识专家组名单

(以汉语拼音为序)

董念国(华中科技大学同济医学院附属协和医院心脏大血管外科) 郭惠明(广东省人民医院心外科) 姜胜利(解放军总医院心脏学部成人心脏外科) 来永强(首都医科大学附属北京安贞医院心外科) 刘立明(中南大学湘雅二医院心血管外科) 刘兴鹏(首都医科大学附属北京朝阳医院心内科) 梅举(上海交通大学医学院附属新华医院心胸外科) 邵永丰(南京医科大学第一附属医院心脏大血管外科) 王辉山(北部战区总医院心胸外科) 肖颖彬(陆军军医大学第二附属医院心外科) 尹宗涛(北部战区总医院心胸外科) 张海波(首都医科大学附属北京安贞医院心外科) 郑哲(中国医学科学院阜外医院心外科)