

左室 Summit 起源室性心律失常导管消融进展

吴峰 冯金忠

【摘要】 部分特发性室性心律失常起源于左室 Summit。左室 Summit 结构复杂,毗邻冠状动脉,导管消融有较高的风险。常用的消融途径有经冠状静脉系统、左冠窦(LCC)和 LCC 瓣下、心内膜的主动脉窦-二尖瓣连接处、右室流出道后部以及心包腔心外膜途径。

【关键词】 左室 Summit;室性心律失常;导管消融

doi:10.3969/j.issn.1673-6583.2017.05.006

左室 Summit(left ventricular summit, LVS)是左室流出道(LVOT)心外膜最高的部分,9%~12%的特发性室性心律失常起源于此^[1-2]。LVS 结构复杂,毗邻重要血管,此处起源的室性心律失常导管消融具有较高的风险。

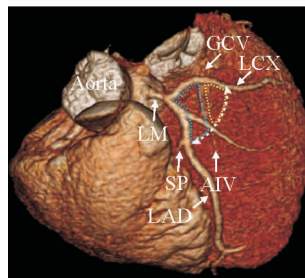
1 LVS 解剖

LVS 是 LVOT 心外膜三角形区域,左冠状动脉前降支(LAD)和回旋支(LCX)形成的夹角为其顶角,三角形底部是前降支穿间隔支部位与 LCX 的连线。大静脉(great cardiac vein, GCV)或前室间静脉(anterior interventricular vein, AIV)又将 LVS 区域分为可到达区域和不可到达区域(见图 1)^[2-3]。LVS 接近流出道结构,包括左冠窦(left coronary cusp, LCC)、右冠窦(right coronary cusp, RCC)、LCC-RCC 交界、右室流出道(RVOT)间隔、主动脉窦-二尖瓣连接处(aortomitral continuity, AMC)、GCV、AIV 或心外膜血管^[4]。掌握 LVS 解剖结构和毗邻关系非常重要,有助于术前制定标测消融策略,尽最大可能性提高消融成功率,降低并发症^[4-6]。

2 LVS 起源室性心律失常的心电图特点

LVS 位于心室的左上方,此处起源的室性心律失常在心电图上表现为右束支传导阻滞及电轴偏向右下方,下壁导联均为高大的 R 波,且Ⅲ导联的 R 波高于Ⅱ导联^[3]。当患者有明显顺钟向转位时可表现为左束支传导阻滞图形^[7],但胸前导联移行应

早于窦性心律。最大转折指数(maximum deviation index, MDI)指每个胸前导联中最短的 QRS 波群至最大转折时间除以 QRS 波的时限,反映心外膜表面起源的室性心律失常通过 His-Purkinje 网传导至整个心室的时间延迟,可用于预测心外膜起源室性心律失常,MDI>0.54 为存在心外膜起源室性心律失常^[1]。



注:GCV 为大静脉;LCX 为左回旋支;AIV 为前室间静脉;LM 为左主干;LAD 为左前降支;SP 为间隔支

图 1 CT 成像显示 LVS

LVS 不同区域起源的室性心律失常在心电图上有细微的差异。Santangeli 等^[8]研究显示,可到达区域与不可到达区域起源的室性心律失常在心电图上的区别有以下 3 点:(1)可到达区域的 QaVL/QaVR 比值明显升高,多数>1.85;(2)V1 导联 R/S 振幅比值大多>2;(3)成功消融者 V1 导联为 q 波,而不成功消融者出现 q 波占 1/3。在不可到达区域无法消融的原因是:有损伤冠状动脉的风险;脂肪层较厚,消融能量不能有效传递至起源点。另一项研究发现,QaVL/QaVR<1.45 与 LCC 成功消融有关,其敏感性为 89%,特异性为 75%,这个参数反映的是 GCV/AIV 与 LCC 的解剖学接近程度^[4]。Lin 等^[9]报道,QaVL/QaVR 比值对预测成

功消融靶点非常重要,成功消融靶点在主动脉窦内、主动脉瓣下、GCV/AIV 内和经皮心外膜途径的截值分别为 ≤ 1.425 、 $1.416 \sim 1.535$ 、 $1.536 \sim 1.740$ 和 > 1.740 。QaVL/QaVR 比值越大,提示室性心律失常起源点离主动脉窦越远,越偏向 LVS 的侧壁。

另外,要关注 I 导联 R 波,如果 R 波缺失,意味着室性心律失常时激动矢量完全从左向右,提示室性心律失常起源于 LVS 的偏侧壁。V5、V6 导联出现 S 波是起源于 AMC 室性心律失常的特点^[10]。室性早搏(PVCs)联律间期的变异性 > 60 ms 可能是主动脉窦和 GCV 起源室性心律失常不同于其他部位起源的特点之一^[10],提示这些部位局灶心肌与周围心肌之间缺乏相互干扰,因此联律间期呈随机性^[11]。

3 LVS 起源室性心律失常的导管消融

LVS 起源室性心律失常在标测前应进行详细的左、右室流出道解剖学三维建模,明确各个毗邻部位的解剖学关系和距离。常用的标测方法有激动标测和起搏标测:在 GCV 或 AIV 内进行激动标测和起搏标测,将起搏的图形与自发室性心律失常图形进行比较,推测可能的起源部位;进一步在毗邻部位激动标测和起搏标测,确定更早的激动点和最好的起搏匹配位置作为消融靶点。然而,有些病例激动标测与起搏标测并不一致,这种现象可能是因为存在绝缘的心肌束或优先传导而产生了优先暴发点^[12]。当理想的消融靶点在 GCV 或 AIV 区域时,消融前必须进行冠状动脉造影,以确定 GCV、AIV 和主要冠状动脉之间的距离。如果理想靶点在 RVOT 的最左侧部位,也应该在消融前行冠状动脉造影,特别是所选择的消融靶点低于肺动脉瓣水平 $2 \sim 3$ cm 时,以免消融时损伤 LAD^[13]。至少进行两个投照位造影,只有当距离 > 5 mm 时才能安全消融。如果靶点接近主要冠状动脉、导管无法到达室性心律失常起源部位或在 GCV、AIV 内不能释放足够的消融能量,应考虑毗邻部位消融。Jauregui 等^[4]研究认为,室性心律失常最早激动在 AIV 内,当 AIV 与 LCC 的距离 < 13.5 mm 时,可以在 LCC 内成功消融室性心律失常,这与动物实验结果相符。灌注消融导管在高度接触、高输出能量或长时间消融时,能量损伤范围可达 15 mm。I 导联起始 r 波、非 GCV 和 GCV 部位激动时间相差 10 ms 以内,可以判断 GCV 内起源室性心律失常能在邻近的非 GCV 部位成功消融^[14-15]。如果在毗邻

部位消融也失败,可考虑经心包穿刺途径再行标测和消融,但成功率通常不高。

3.1 在 GCV、AIV 内消融

Stellbrink 等^[16]于 1997 年首先报道经心脏静脉系统消融外膜起源室性心律失常。冠状窦静脉系统起源室性心律失常消融的成功率为 $27\% \sim 74\%$ ^[1,17-19]。部分患者消融不成功的原因有:(1)消融导管于 GCV、AIV 内难以操作,消融导管不能到达最理想部位。于冠状窦内插入鞘以加强消融导管的支撑,或选用较细的 $4F$ 标测导管进行标测消融,可以提高消融的成功率。(2)所确定的靶点距离主要冠状动脉 < 5 mm。(3)GCV、AIV 内阻抗或温度过高而不能有效释放消融能量。当出现上述情况时,可以尝试在毗邻部位消融^[3]。

3.2 在 LCC 内消融

Jauregui 等^[4]研究 16 例 LVS 起源的室性心律失常病例,9 例在 GCV、AIV 内激动较早,直接选择在邻近的 LCC 内消融,长期成功率达 $8/9(89\%)$ 。Mountantonakis 等^[20]报道 47 例于 GCV 内激动最早而且起搏标测最理想,2 例直接于 LCC 内成功消融,13 例因靶点接近冠状动脉未在 GCV 内消融,遂于 LCC 内成功消融 1 例,联合在 LCC 内和左室心内膜面成功消融 4 例。

3.3 在左室心内膜面消融

Yamada 等^[21]研究发现,一些室性心律失常起源点可能在 LVOT 的壁内,需要与 GCV 靶点相对应的左室心内膜部位消融,甚至需要心外膜、心内膜两根消融导管同时消融才能取得成功。以心内膜、心外膜消融靶点之间距离 > 8 mm、拟消融部位 V-QRS < 30 ms 来预测需要心内膜、心外膜同时消融的敏感性为 100% 和 80% ,特异性为 88.9% 和 100% ,阳性预测值为 83.3% 和 100% ,阴性预测值为 100% 和 90% 。心内膜、心外膜同时消融可通过增加壁内局部电流密度和组织的热负荷,增强消融的损伤程度。Wo 等^[22]报道,类似患者于 GCV 内标测到提前至少 31 ms 的尖锐长时程碎裂电位,推测室性心律失常是从左室壁内或心外膜起源点缓慢传导至周围心肌。Mountantonakis 等^[20]认为,心内膜与心外膜解剖学距离 < 13.5 mm 可以预测在 LCC 或邻近左室心内膜 LVOT 起源室性心律失常的成功消融。

3.4 在右室流出道间隔最左侧消融

当室性心律失常起源于 GCV 远端和 AIV 近端

时,通常可以在 LCC 内成功消融;但起源于 AIV 远端时,因距 LCC 较远,LCC 内消融常难以成功,此时需要在左室心内膜或 RVOT 的最前左侧进行消融。Mountantonakis 等^[20]报道 47 例在 GCV 内激动最早的室性心律失常,仅 1 例需要在右室流出道最左侧消融,说明此种情况较少见。

3.5 经皮心外膜途径标测与消融

如果毗邻结构消融失败,就要考虑经皮心外膜途径标测和消融,但通常成功率较低。约 2/3 的病例会因为靶点接近心外膜主要冠状动脉而放弃消融。心外膜较厚的脂肪层以及增大的左心耳均会妨碍标测和消融^[8]。经皮心外膜途径标测与消融的并发症风险较高,Killu 等^[23]发现并发症包括心包出血(12.7%)、心包填塞(6.6%)、慢性复发性心包炎(7.2%)、胸膜损伤(1.7%)和膈神经损伤(0.7%)。

3.6 其他途径消融

其他途径包括经胸廓切开、经胸腔镜下标测消融以及经冠状动脉分支或逆行冠状静脉分支酒精消融等。2012 年 Mulpuru 等^[24]报道 1 例 LVS 起源室性心动过速,经标测起源点接近 LAD,经胸廓微切口途径心外膜标测并冷冻消融成功。Aziz 等^[25]报道 1 例 LVS 起源的 PVCs 经抗心律失常药物治疗、心内膜联合经皮心外膜途径消融均失败,最后经腔镜标测和消融成功。经冠状动脉注射酒精可以通过滋养血管引起靶组织心肌发生细胞毒作用。Brugada 等^[26]采用该方法治疗 3 例心肌梗死后无休止室性心动过速,即刻均成功,但 1 例在随访中因侧支血管的形成而复发,1 例发生短暂的完全性房室传导阻滞而置入心脏起搏器。Kay 等^[27]报告 10 例经冠状动脉酒精注射消融,即刻成功 9 例,复发 5 例,发生完全性房室传导阻滞 4 例,心包炎 1 例。另外,经冠状动脉注射酒精消融受到许多限制,如原有冠状动脉狭窄,易受冠状动脉分支血管大小、血流的影响等。Kreidieh 等^[28]报道冠状静脉内逆行灌注酒精消融 7 例难治性 LVS 起源的室性心律失常,即刻均成功,随访期间 4 例复发,仅 1 例发生心包、胸腔积液。另外还有经冠状动脉分支热盐水注射、直接酒精注射等途径,技术均未成熟。

总之,因 LVS 结构、毗邻关系十分复杂,该处起源的室性心律失常导管消融仍有较大的风险。

参 考 文 献

[1] Daniels DV, Lu YY, Morton JB, et al. Idiopathic epicardial left ventricular tachycardia originating remote from the sinus

of Valsalva: electrophysiological characteristics, catheter ablation, and identification from the 12-lead electrocardiogram [J]. *Circulation*, 2006, 113 (13): 1659-1666.

[2] Yamada T, Mcelderry HT, Doppalapudi HA, et al. Idiopathic ventricular arrhythmias originating from the left ventricular summit: anatomic concepts relevant to ablation[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2010, 3(6):616-623.

[3] Santangeli P, Lin D, Marchlinski FE. Catheter ablation of ventricular arrhythmias arising from the left ventricular summit[J]. *Card Electrophysiol Clin*, 2016, 8(1):99-107.

[4] Jauregui Abularach ME, Campos B, Park KM, et al. Ablation of ventricular arrhythmias arising near the anterior epicardial veins from the left sinus of Valsalva region: ECG features, anatomic distance, and outcome [J]. *Heart Rhythm*, 2012, 9(6):865-873.

[5] Obel OA, D'Avila A, Neuzil P, et al. Ablation of left ventricular epicardial outflow tract tachycardia from the distal great cardiac vein[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 48(9):1813-1817.

[6] Frankel DS, Mountantonakis SE, Dahu MI, et al. Elimination of ventricular arrhythmias originating from the anterior interventricular vein with ablation in the right ventricular outflow tract[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2014, 7(5):984-985.

[7] Betensky BP, Park RE, Marchlinski FE, et al. The V(2) transition ratio: a new electrocardiographic criterion for distinguishing left from right ventricular outflow tract tachycardia origin[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 57(22): 2255-2262.

[8] Santangeli P, Marchlinski FE, Zado ES, et al. Percutaneous epicardial ablation of ventricular arrhythmias arising from the left ventricular summit: outcomes and electrocardiogram correlates of success [J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2015, 8(2):337-343.

[9] Lin CY, Chung FP, Lin YJ, et al. Radiofrequency catheter ablation of ventricular arrhythmias originating from the continuum between the aortic sinus of Valsalva and the left ventricular summit: electrocardiographic characteristics and correlative anatomy [J]. *Heart Rhythm*, 2016, 13 (1): 111-121.

[10] Hachiya H, Aonuma K, Yamauchi Y, et al. Electrocardiographic characteristics of left ventricular outflow tract tachycardia[J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2000, 23 (11 Pt 2):1930-1934.

[11] Bradfield JS, Homsy M, Shivkumar K, et al. Coupling interval variability differentiates ventricular ectopic complexes arising in the aortic sinus of Valsalva and great cardiac vein from other sources: mechanistic and arrhythmic risk implications [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63 (20): 2151-2158.

[12] Yamada T, Murakami Y, Yoshida N, et al. Preferential

- conduction across the ventricular outflow septum in ventricular arrhythmias originating from the aortic sinus cusp [J]. J Am Coll Cardiol, 2007, 50(9):884-891.
- [13] Vaseghi M, Cesario DA, Mahajan A, et al. Catheter ablation of right ventricular outflow tract tachycardia; value of defining coronary anatomy [J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2006, 17(6):632-637.
- [14] Nagashima K, Choi EK, Lin KY, et al. Ventricular arrhythmias near the distal great cardiac vein; challenging arrhythmia for ablation [J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2014, 7(5):906-912.
- [15] Ito S, Tada H, Naito S, et al. Simultaneous mapping in the left sinus of valsalva and coronary venous system predicts successful catheter ablation from the left sinus of valsalva [J]. Pacing Clin Electrophysiol, 2005, 28(Suppl 1):S150-S154.
- [16] Stellbrink C, Diem B, Schauerte P, et al. Transcatheter radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia [J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2010, 8(8):916-921.
- [17] Ouyang F, Mathew S, Wu S, et al. Ventricular arrhythmias arising from the left ventricular outflow tract below the aortic sinus cusps; mapping and catheter ablation via transseptal approach and electrocardiographic characteristics [J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2014, 7(3):445-455.
- [18] Baman TS, Ilg KJ, Gupta SK, et al. Mapping and ablation of epicardial idiopathic ventricular arrhythmias from within the coronary venous system [J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2010, 3(3):274-279.
- [19] Yamada T, Litovsky SH, Kay GN. The left ventricular ostium; an anatomic concept relevant to idiopathic ventricular arrhythmias [J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2008, 1(5):396-404.
- [20] Mountantonakis SE, Frankel DS, Tschabrunn CM, et al. Ventricular arrhythmias from the coronary venous system; prevalence, mapping, and ablation [J]. Heart Rhythm, 2015, 12(6):1145-1153.
- [21] Yamada T, Maddox WR, McElderry HT, et al. Radiofrequency catheter ablation of idiopathic ventricular arrhythmias originating from intramural foci in the left ventricular outflow tract: efficacy of sequential versus simultaneous unipolar catheter ablation [J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2015, 8(2):344-352.
- [22] Wo HT, Yeh JK, Chang PC, et al. Conjunction of endocardial and coronary venous system mapping to ablate ventricular arrhythmias [J]. Acta Cardiol Sin, 2016, 32(3):351-358.
- [23] Killu AM, Sugrue AM, Mulpuru SK, et al. Trends in percutaneous pericardial access during catheter ablation of ventricular arrhythmias: a single-center experience [J]. J Interv Card Electrophysiol, 2016, 47(1):109-115.
- [24] Mulpuru SK, Feld GK, Madani M, et al. A novel, minimally-invasive surgical approach for ablation of ventricular tachycardia originating near the proximal left anterior descending coronary artery [J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2012, 5(5):e95-e97.
- [25] Aziz Z, Moss JD, Jabbarzadeh M, et al. Totally endoscopic robotic epicardial ablation of refractory left ventricular summit arrhythmia; first-in-man [J]. Heart Rhythm, 2017, 14(1):135-138.
- [26] Brugada P, de Swart H, Smeets JL, et al. Transcatheter chemical ablation of ventricular tachycardia [J]. Circulation, 1989, 79(3):475-482.
- [27] Kay GN, Epstein AE, Bubien RS, et al. Intracoronary ethanol ablation for the treatment of recurrent sustained ventricular tachycardia [J]. J Am Coll Cardiol, 1992, 19(1):159-168.
- [28] Kreidieh B, Rodríguez-Mañero M, Schurmann P, et al. Retrograde coronary venous ethanol infusion for ablation of refractory ventricular tachycardia [J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2016, 9(7):1238-1245.

(收稿:2017-04-18 修回:2017-06-17)

(本文编辑:丁媛媛)