

## • 综 述 General review •

## 房间隔穿刺术在心血管病介入治疗中的应用进展

陈科宇, 秦永文, 白 元

**【摘要】** 房间隔穿刺(transseptal puncture, TSP)技术起源于20世纪50年代后期,最早应用于测量左心房压力。随着心血管介入治疗的不断拓展,TSP技术已成为二尖瓣介入手术、房颤导管消融术、左心耳封堵术(left atrium appendage closure, LAAC)等手术的常规操作,并且为主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)、室早消融术、室缺封堵术等技术提供了非常规通路。尤其是经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)技术的普及和心腔内超声心动图(intracardiac echocardiography, ICE)的应用,提高了TSP位置的精准度。而且各类新型房间隔穿刺针的出现使得TSP的操作更容易,降低了TSP并发症的发生率。该文结合国内外对TSP技术的相关研究,对TSP的历史沿革及最新研究进展等方面作出综述。

**【关键词】** 房间隔穿刺术;房颤导管消融术;左心耳封堵术;二尖瓣介入治疗

中图分类号:R654 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2025)-003-0329-06

**The application of transseptal puncture in interventional therapy of cardiovascular diseases** CHEN Keyu, QIN Yongwen, BAI Yuan. *The First Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200433, China*

Corresponding author:BAI Yuan, E-mail: yuanbai@smmu.edu.com

**【Abstract】** The application of transseptal puncture (TSP) technology in measuring left atrial pressure began in the late 1950s. With continuous development of cardiac interventional technology, TSP has become a routine procedure for mitral valve intervention, atrial fibrillation catheter ablation, and left atrial appendage closure (LAAC), and it also provides an unconventional pathway for transcatheter aortic valve replacement (TAVR), radiofrequency ablation of premature ventricular contraction, and ventricular septal defect occlusion. The popularity of transesophageal echocardiography (TEE) technology and the application of intracardiac echocardiography (ICE) have improved the accuracy of TSP location. Besides, the emergence of various novel transseptal puncture needles makes the operation of TSP easier and reduces the incidence of TSP complications. Combined with the related research on TSP technology at home and abroad, this paper aims to make a detailed review about the historic evolution and the latest research progress of TSP technology.

**【Key words】** transseptal puncture; catheter ablation of atrial fibrillation; left atrial appendage occlusion; interventional treatment of mitral valve

房间隔穿刺(transseptal puncture, TSP)技术是指通过穿刺房间隔(interatrial septum, IAS),建立自右房至左房的通路以进行各类操作,最早应用于测量左心房压力<sup>[1]</sup>。20世纪80年代和90年代,由于经皮球囊二尖瓣成形术(percutaneous balloon

mitral valvuloplasty, PBMV)和房颤导管消融术的出现,TSP技术的应用更加广泛<sup>[2]</sup>。近年来,经导管心脏瓣膜病治疗技术的发展使得TSP技术应用场景进一步拓展,穿刺技术也有了更多的要求<sup>[3]</sup>。现对TSP的历史沿革、器械更新及研究进展等方面

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2025.03.020

基金项目:长海医院基础研究专项面上培育项目(2021JCMS20)

作者单位:200433 上海 海军军医大学第一附属医院(陈科宇、秦永文、白 元);南部战区空军医院(陈科宇)

通信作者:白 元 E-mail:yuanbai@smmu.edu.com

做一综述。

## 1 TSP 技术的起源与发展

在 20 世纪 50 年代早期,医学上已经可以通过胸骨上途径、经胸途径、经支气管途径和直接穿刺左心室途径来测量左房压,但由于其术式复杂,对术者的技术水平要求较高<sup>[4]</sup>。直到 1959 年, Ross 等<sup>[1]</sup>开发了 TSP,他们通过静脉系统采用导管和穿刺针穿刺 IAS 到达左心房,大大降低了测量左房压的难度。然而,随着 Swan-Ganz 导管技术的出现以及超声心动图技术的不断发展, TSP 在测量左房压方面的优势被逐步取代,逐渐消失在人们的视线中<sup>[4]</sup>。

直到 20 世纪 80 年代,随着心血管病介入技术的不断发展, TSP 重新被重视起来<sup>[4]</sup>。最早应用 TSP 的介入手术是 PBMV, 1985 年 Babic 等<sup>[5]</sup>通过 TSP 建立股静脉-右心房-左心房-左心室-股动脉轨道,球囊沿该轨道至二尖瓣位置行球囊扩张。这是有关 TSP 应用于介入手术最早的病例报道。

目前, TSP 已经是一种比较成熟的技术,成为很多介入手术的基础操作。除了前面提到的 PBMV,还包括经导管二尖瓣修复(transcatheter mitral valve repair, TMVr)、经导管二尖瓣瓣中瓣治疗、经导管二尖瓣植入术及二尖瓣瓣周漏封堵术等<sup>[6]</sup>。肺静脉隔离术(pulmonary vein isolation, PVI)作为房颤导管消融术的主要手术方式,其有效性已经得到临床研究的证实,在过去的 20 年里,该技术成为 TSP 使用增长的主要原因<sup>[6]</sup>。对于某些起源于左室特殊部位的室性心律失常,通过动脉通路消融导管无法正常贴靠,也可通过房间隔穿刺的途径经二尖瓣进行射频消融<sup>[7]</sup>。经 IAS 体外膜氧合技术通过 TSP 将体外膜肺氧合装置(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)的静脉插管放置到左心室中,并使用 Y 形连接将左心插管连接到 ECMO 的静脉回路中,该技术适用于在传统 ECMO 装置下仍存在持续性肺水肿的患者<sup>[8]</sup>。左心耳封堵术(left atrium appendage closure, LAAC)则通过 TSP 轨道将左心耳(left atrium appendage, LAA)封堵器安置于 LAA 内,用于预防非瓣膜性房颤患者的卒中事件,并降低出血风险<sup>[3]</sup>。房间隔分流术通过 TPS 并植入分流器,将左心负荷分流至右心,从而改善终末期心衰患者的症状、生活质量及活动能力<sup>[9]</sup>。最早的经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)也是通过经 IAS 通路进行的,尽管后期被股动脉通路所取代,但对于一些动脉通路不畅的患者仍可通过

经 IAS 途径来进行。对于 TAVR 术后的室间隔穿孔,经动脉通路可能会毁损生物瓣,可采用经 IAS 通路进行封堵,医源性左室假性动脉瘤的介入治疗也可通过经 IAS 通路进行<sup>[6]</sup>。

## 2 IAS 的解剖

IAS 即为左心房与右心房之间的间隔,又被称为“解剖 IAS”。IAS 的大部分区域由右心房壁内折组成,心外间隙内陷,其内由脂肪组织填充。这部分的房间隔由两层心房壁加上其外部的脂肪组织构成,通常被称为 IAS 的“厚部”。通过 IAS 厚部进行的穿刺需要穿过心外间隙,然后从右心房进入左心房。解剖 IAS 与水平面的夹角大约  $65^\circ$ ,其前上部分位于心包横窦及主动脉根部的后方,右心房和左心房分别位于 IAS 的前方和后方。如果左房内压力升高引起左房重构, IAS 与水平的夹角会随之变大,并且 IAS 会被拉伸<sup>[10]</sup>。

卵圆窝(fossa ovalis, FO)及环绕其前部和下部的肌束构成“真性 IAS”,即原发隔,其面积仅占解剖 IAS 的 20%左右<sup>[11]</sup>。FO 为 IAS 最薄处,其周围环绕较粗肌束<sup>[12]</sup>。FO 的上界为上腔静脉口,后下部分为下腔静脉延续,前方为三尖瓣隔叶,前下部分与欧式嵴相连,后方为内折的右房壁,冠状窦与 Valsalva 窦分别位于其前下方和前上方<sup>[11]</sup>。FO 的厚度大概只有 1 mm,通过 FO 进行 TSP 可以不必穿透心外膜,且穿刺导管通过 FO 后阻力较小,进入左房位置适中,易于各类手术操作<sup>[13]</sup>。

## 3 TSP 的相关器械

### 3.1 房间隔穿刺针

最早的房间隔穿刺针由 Ross 设计,其远端是带有一定弧度的空心尖端,用于穿刺 IAS,近端设计成剑柄的形状,剑柄的朝向于针尖的朝向保持一致,旋转角度保持 1:1 的关系,方便术者操控<sup>[1]</sup>。Brockenbrough 对原有的穿刺针进行了改进,将针尖部分由原来的 18 号减小到 22 号,并一直沿用至今<sup>[1,4]</sup>。针的尾端可以连接测压装置以获得压力波形。顺时针旋转可使针尖向后,逆时针则向前<sup>[14]</sup>。

射频房间隔穿刺针(radiofrequency transseptal needle, NRG<sup>®</sup>)是由 Baylis Medical 开发。与传统的 Brockenbrough 房间隔穿刺针不同, NRG<sup>®</sup>的针尖为实心,并且更为圆钝,针尖近端设计有具备冲洗功能的小侧孔。确定穿刺位点后, NRG<sup>®</sup>尖端释放射频能量,可以在更小的机械力下穿过 IAS,穿刺过

程中房间隔发生了更小的形变,提高了穿刺的安全性和有效性<sup>[15]</sup>。

Acutus Medical 公司还开发了一种与扩张器一体的房间隔穿刺针,扩张器与穿刺鞘一起沿导丝到达指定穿刺位点后,回撤导丝至扩张器内部,利于预设的弹簧装置将扩张期预载的穿刺针展开并穿过 IAS,之后推送导丝并回缩穿刺针至扩张器内部,省略了房间隔穿刺针与导丝交换的过程,缩短了房间隔穿刺的时间<sup>[15]</sup>。

### 3.2 房间隔穿刺鞘管

早期应用的房间隔穿刺鞘已经过预塑形,具有固定弯曲,并有配套的扩张管。早期应用比较多的是 Mullins 鞘管及 Schwartz(SL)系列鞘管,其腔内直径为 8~12 F,并且有多种曲率可选择<sup>[4,15]</sup>。可调弯房间隔穿刺鞘管为术者在左心房内的介入操作提供了更多便利,目前在房颤导管消融、LAAC 和二尖瓣介入治疗中广泛应用<sup>[16-19]</sup>。

### 3.3 辅助导丝

辅助导丝的主要作用是在完成 TSP 后进行器械交换,增加了手术的安全性。传统的辅助导丝包括 J 型导丝、泥鳅导丝以及左心房预塑形导丝<sup>[6]</sup>。SafeSept 房间隔导丝将导丝与穿刺针融为一体,把导丝的末端设计成锋利的针尖。当导丝在穿刺鞘及扩张器内推进时,其远端处于展开位,针尖位于导丝的前缘。一旦导丝穿过 IAS,其远端不再有扩张器支撑,呈现 J 型。随后可将导丝放置于肺静脉已支持穿刺鞘及扩张管推进<sup>[15]</sup>。

## 4 TSP 的操作方式

### 4.1 X 线辅助下 TSP

由于超声技术的限制,早期的 TSP 完全在透视下进行。透视是一种二维平面成像模式,其将心脏复杂的解剖结构投影于同一平面,因此,透视会受到视差的影响,需要多个不同角度成像来准确识别心脏特定的解剖结构<sup>[20]</sup>。可在主动脉根部的无冠窦放置猪尾导管以识别主动脉,右心房造影或经肺动脉延迟左心房造影也可以帮助识别 IAS 的位置。在部分病例中,还通过对 IAS 注射造影剂来确定 TSP 的位置<sup>[21]</sup>。

### 4.2 经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)辅助下 TSP

随着 TEE 技术的出现,TEE 与 X 线透视相结合,使 TSP 更加安全<sup>[22]</sup>。TEE 可以清楚辨别 FO 的解剖结构、形状及毗邻关系,主要在食管中段双房静脉切面、食管中段主动脉瓣短轴切面及食管中

段四腔心切面对 IAS 进行识别。食管中段双房静脉切面可用于识别 IAS 的上极和下缘,食管中段主动脉短轴切面可以识别 FO 的前缘,以此来确定穿刺点与主动脉根部的关系<sup>[23]</sup>。TEE 的三维重建技术可进一步提供复杂解剖结构中的毗邻关系信息。然而,TEE 也有其局限性,主要包括:①与多层计算机断层扫描相比,TEE 缺乏空间分辨率;②TEE 需要患者在深度镇静或全麻下来进行手术;③对于心房重度扩张的患者,TEE 不能在单个位置和视角中将 IAS 完整成像;④食管探头与食管是否充分接触会直接影响 TEE 的图像质量<sup>[4]</sup>。

### 4.3 心腔内超声心动图(intracardiac echocardiography, ICE)辅助下 TSP

ICE 作为 TEE 的替代方案,其可由术者操作,并且无需全身麻醉,将手术由原本的术者-麻醉医师-超声医师参与模式转变为仅由术者自主操作,大大减少了手术的术前准备工作。ICE 对于 IAS 增厚、IAS 膨出瘤等解剖结构异常的患者进行 TSP 更有价值<sup>[24]</sup>。然而,ICE 也存在着一些局限,主要包括:①除了房间隔穿刺鞘管的静脉入路,ICE 需要另外的血管入路进入左心房;②房间隔穿刺鞘管与 ICE 探头的位置关系可能会影响穿刺的效果;③ICE 探头在右房内,可能对二尖瓣解剖结构及毗邻关系的成像有一定影响,需要第二次房间隔穿刺将探头定位于左心房内<sup>[4]</sup>。

## 5 各类心血管病介入治疗中对 TSP 位置的需求

### 5.1 二尖瓣的介入治疗

经导管缘对缘修复术(transcatheter edge-to-edge repair, TEER)中,TSP 位置的选择要求与二尖瓣环水平有足够的工作距离,以确保鞘管或递送系统穿过 IAS 后有足够的操作空间。在退行性二尖瓣反流的患者中工作距离至少为 4 cm,而在功能性二尖瓣反流中可接受的最小距离为 3 cm。二尖瓣两瓣叶交界分别位于左心房底部的后内侧和前外侧,TEER 系统需顺应二尖瓣的开口方向,以确保瓣叶以正确的方向插入成行夹中,因此,穿刺点往往选在 FO 后上方的位置<sup>[14]</sup>。

二尖瓣瓣周漏的介入治疗中,TSP 的位置也稍有不同。对于离 IAS 较远位置的瓣周漏,穿刺点的可选择性较大;而距离 IAS 较近的瓣周漏,选择 FO 后上方的位置穿刺可以为鞘管在左心房内提供适当的工作高度。在 PBMV 和二尖瓣植入术中,需要为输送鞘在左心房内提供适当的工作高度,并且能与二尖瓣伴环同轴,选择 FO 中后方部位穿刺较为

合适<sup>[6]</sup>。

## 5.2 LAAC

在 LAAC 中, TSP 位置选择的关键是实现穿刺鞘和输送系统穿过 IAS 后, 其朝向与 LAA 近端同轴。由于 LAA 大多数是朝向前外侧的, 所以穿刺点常选在 FO 的后下方。对于一些特殊的 LAA, 如果 LAA 以前向为主, 则穿刺点选在 FO 更靠后的位置, 而对于侧向或者后向的 LAA, 穿刺点选择 FO 的前下方更为合适<sup>[3]</sup>。

## 5.3 PVI

房颤射频消融术需要两次经 TSP: 一次用于通过消融导管, 另一次则用于放置环形标测电极, 以确认 PVI<sup>[13]</sup>。由于 TSP 是由右房穿刺进入左房, 穿刺后鞘管方向一般指向左后方, 因此, 是否方便消融导管和标测电极进入右侧肺静脉, 尤其是右下肺静脉, 成为 TSP 位置选择的关键。一般认为, 穿刺 FO 的前部可以为鞘管和导管预留更多的操作空间<sup>[25]</sup>。但也有另一部分专家认为, 通过 FO 后极进行 TSP 可以使消融导管与肺静脉形成更好的角度<sup>[6]</sup>。

## 6 特殊情况下的 TSP

### 6.1 静脉通路不畅

TSP 通常选择右侧股静脉通路, 当此通路不畅时, 左侧股静脉通路或颈静脉通路已成功应用于房颤导管消融术及 PBMV。在静脉迂曲的情况下, 房间隔穿刺针在鞘管中行进可能会引起患者不适, 甚至会导致静脉穿孔, 此时更换更大直径的鞘管可以提供更好的支撑力, 在经皮冠状动脉腔内成形术导丝辅助下同时推进房间隔穿刺鞘及针也可有效通过静脉迂曲段<sup>[6]</sup>。下腔静脉滤器可能会增加血栓形成率, 因此, 当下腔静脉部分或完全闭塞时, 应避免经此通路<sup>[26]</sup>。当股静脉或下腔静脉存在严重狭窄时, 可先行经导管球囊扩张术以保证穿刺鞘的通过<sup>[26]</sup>。

### 6.2 卵圆窝移位

在重度脊柱后凸、心室肥大、心脏异常转位、左房或右房增大、升主动脉扩张以及呼吸时心脏动度过大的患者中, 房间隔穿刺针鞘往往难以顺利到达 FO, 此时, 增加房间隔穿刺针的弯度以及利用 TEE 或 ICE 可引导穿刺针顺利通过 IAS<sup>[27]</sup>。

### 6.3 房间隔增厚

对于既往行 TSP 的患者, 由于瘢痕组织的形成, 其 IAS 往往会增厚, 再次行 TSP 时难度更大, 且存在更高的并发症发生率。对于此类患者, 可以使用更大弯曲度的房间隔穿刺针以提供更好的支撑力, 或者使用 NRG<sup>®</sup> 进行 TSP。ICE 辅助成像也有

利于此类患者的 TSP<sup>[14]</sup>。

## 6.4 房间隔膨出瘤形成

部分患者存在 IAS 膨出瘤, 在行 TSP 时, 被穿刺鞘顶起的 FO 顶点与左房壁间的距离减小, 出针时很容易将其刺破一起心包填塞。对于此类患者, 穿刺时不可施加过大的力, 使用 NRG<sup>®</sup> 可以有效避免此类情况发生<sup>[14]</sup>。

## 6.5 经导管房间隔缺损封堵术或卵圆孔未闭封堵术后患者

对于既往行房间隔缺损 (atrial septal defects, ASD) 或卵圆孔未闭 (patent foramen ovale, PFO) 封堵术的患者, 大多数情况下可以通过患者本身的 IAS 部分进行穿刺, 也有关于直接经封堵器穿刺的报道<sup>[27-28]</sup>。而有过心包或涤纶布片修补术的患者, 可通过补片进行穿刺, 但是使用 Gore-Tex 补片的患者不能直接穿刺, 因为 Gore-Tex 补片韧性大可能导致穿刺失败<sup>[6]</sup>。

## 7 TSP 的并发症

随着介入手术经验的增加和成像技术的进步, TSP 的并发症的总体发生率明显降低 (1%~2%)。IAS 血栓形成是 TSP 的绝对禁忌证, 相对禁忌证主要包括左房或右房的腔内血栓、抗凝治疗及明显的心脏胸廓畸形<sup>[6]</sup>。

### 7.1 心包积液与填塞

心包积液与填塞是 TSP 常见的并发症及死亡原因, 其发生率为 0.2%~1.5%, 然而在房颤导管消融术及 LAAC 中, 其发生率上升至 2%~3%, 这与大多数患者术前正在接受长期的抗凝治疗有关<sup>[6]</sup>。

引起心包积液与填塞的主要机制是房间隔穿刺针的方向错误, 导致穿刺针直接穿过右房游离壁进入心包, 或经过心外间隙进入左房, 后者由于鞘管的封堵作用, 在手术过程中可能不会发生心包填塞, 然而在手术结束撤回房间隔穿刺鞘管后, 血液会通过心外间隙进入心包腔内而导致迟发性心包填塞<sup>[14]</sup>。

术中发现穿刺针进入心包腔, 可及时撤回并逆转抗凝; 如果扩张管及穿刺鞘管也通过了穿刺部位, 此时撤回鞘管可能会导致更严重的出血及快速心包填塞, 应保留穿刺鞘以用于下一步的封堵过程<sup>[29]</sup>。手术完成后, 可保留穿隔导丝并观察患者血压、心电监测及超声心动图的变化, 有助于心包积液的早期诊断<sup>[14]</sup>。对于手术结束后发现的心包积液, 如患者无血流动力学障碍, 可继续观察, 少量的心包积液可逐渐吸收; 如果患者出现心包填塞的症状, 需立即行心包穿刺引流术, 并保留引流管连接引流袋, 当引流

液不再增加时再行拔出引流管<sup>[30]</sup>。

## 7.2 主动脉穿孔

主动脉位于 IAS 的前上方,被穿孔的发生率较低(约 0.05%),主要出现在有严重的心脏转位、心外解剖变异、脊柱后凸及漏斗胸的患者中<sup>[29]</sup>。主动脉穿孔根据解剖部位可分为 3 种类型:无冠窦内穿孔、无冠窦与升主动脉交界水平穿孔及升主动脉水平穿孔。无冠窦内的穿孔避开了心外间隙,很少导致心包积液,通常可以自行闭合;而较高水平的穿孔有心包填塞的风险,一经发现需积极处理<sup>[31]</sup>。具体的处理方式与“7.1”项心包积液相同。

## 7.3 医源性房间隔缺损(iatrogenic atrial septal defects, iASD)

iASD 是 TSP 的常见并发症,其发生率主要与房间隔穿刺鞘的直径有关。8 F 的穿刺鞘引起 iASD 的发生率大约 2.2%,而 22 F 的穿刺鞘可将发生率提升至 22%<sup>[32]</sup>。在房颤导管消融术中,无论是冷冻消融所使用的 12.5 F 的鞘管,或是射频消融使用的 2 根 8.5 F 的鞘管,iASD 的发生率都在 18%左右<sup>[4]</sup>。而在 TMVR 中使用的 24 F 的鞘管,在术后 6 个月的随访中,iASD 的发生率接近 50%,其预后也较其他手术引起的 iASD 要差<sup>[4]</sup>。导致 iASD 的其他危险因素主要包括:左房压力升高、重度二尖瓣或三尖瓣反流及右室收缩压升高<sup>[32]</sup>。

目前的研究对持续性 iASD 的临床意义尚无定论,但一些患者的低氧血症、心力衰竭和系统性栓塞可能与之有关<sup>[32]</sup>。针对 iASD 的治疗,有研究将 80 例持续性 iASD 的患者随机分为 2 组,一组接受经导管封堵治疗,一组采取保守治疗,结果显示两组患者在 6 min 步行试验、再住院率、死亡率、氨基末端脑钠肽前体及纽约心功能分级(NYHA)差异无统计学意义<sup>[4]</sup>。先天性 ASD 需要进行封堵的适应证包括:大于 8 mm 的 ASD、有明显的右向左分流、肺动脉压明显升高。而对于 iASD 是否需要封堵治疗,还需要多学科综合评估<sup>[27]</sup>。

## 7.4 血栓栓塞

在术中发生急性卒中或体循环栓塞的病例并不多见,但在接受房颤导管消融术的患者中,7%~13%的患者在颅脑磁共振检查中证实存在缺血灶<sup>[6]</sup>。研究显示,在 PVI 期间,在房间隔鞘管和左心房中检测到的术中血栓发生率为 8%~11%,也有一些关于 PBMV 和 TMVr 中左心房血栓形成的报告。在一项对在脑保护装置下行 TMVr 的研究中发现,所有患者的脑保护装置中均发现了可能导致脑卒中的血栓碎片。因此,术中抗凝至关重要。

在需要进行 TSP 的术前,通常给予患者 2 000~5 000 U 的普通肝素抗凝,术中在进入左房后,给予 200 U/kg 的肝素抗凝,以保证活化凝血时间>300 s。对卒中风险较高的患者进行 TSP 时,可使用双侧颈动脉滤器进行脑保护<sup>[33]</sup>。如果在术中 TEE 或 ICE 观察到心内血栓,可以通过血栓抽吸的方式进行清除<sup>[6]</sup>。

## 7.5 空气栓塞

术中空气栓塞通常是由于鞘管排气不足或意外注入空气引起,进入右心系统的空气栓子一般不会引起特殊症状,而进入左心系统的空气栓子可能会引起冠状动脉缺血、卒中、低血压和心脏骤停等事件。通过对导管进行系统排气、术中静脉输注生理盐水以提高左房压力可以有效地降低空气栓塞的可能性。大多数空气栓塞患者可自行恢复,对于大面积空气栓塞及有明显症状的患者,可采取增加容量负荷、加强氧合、应用利多卡因、手动清除栓塞等措施改善患者症状<sup>[6]</sup>。

## 7.6 心电图 ST-T 段改变

IAS 中存在高密度的副交感神经纤维,当 TSP 时可能会引起迷走-血管反射,引起冠脉痉挛及 ST-T 段抬高,同时出现低血压、心率下降及出冷汗等迷走神经反射症状,术中静脉输注阿托品或多巴胺可缓解症状,如果 ST-T 段持续抬高,可能是空气栓塞或血栓栓塞堵塞冠脉引起,应采取相应的治疗抢救措施<sup>[14,34]</sup>。

综上所述,在医疗技术逐步趋向于微创化的时代背景下,TSP 逐渐成为心血管医生不可或缺的一项基本操作,尤其是对于结构性心脏病和心脏电生理方向的医生,必须熟知 IAS 及其毗邻组织的解剖结构,以提高 TSP 的安全性。在过去的数十年里,TSP 的步骤未发生太大的变化,但超声等辅助成像技术及穿刺器械的不断发展,使得 TSP 的安全性大幅提高。但经验欠缺的医生仍应注意操作规范,减少 TSP 相关的并发症发生。

## [参考文献]

- [1] Ross J Jr, Braunwald E, Morrow AG. Transseptal left atrial puncture; new technique for the measurement of left atrial pressure in man[J]. Am J Cardiol, 1959, 3: 653-655.
- [2] Jais P, Haissaguerre M, Shah DC, et al. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation[J]. Circulation, 1997, 95: 572-576.
- [3] Glikson M, Wolff R, Hindricks G, et al. EHRA/EAPCI expert consensus statement on catheter-based left atrial appendage

- occlusion; an update[J]. *Euro Intervention*, 2020, 15: 1133-1180.
- [4] Almendarez M, Alvarez-Velasco R, Pascual I, et al. Transseptal puncture: review of anatomy, techniques, complications and challenges, a critical view[J]. *Int J Cardiol*, 2022, 351:32-38.
- [5] Babic UU, Vucinic M, Grujicic SM. Percutaneous transarterial balloon valvuloplasty for end-stage mitral valve stenosis[J]. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg*, 1986, 20:189-191.
- [6] Alkhouli M, Rihal CS, Holmes DR. Transseptal techniques for emerging structural heart interventions[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9:2465-2480.
- [7] Sultan A, Futyma P, Metzner A, et al. Management of ventricular tachycardias: insights on centre settings, procedural workflow, endpoints, and implementation of guidelines-results from an EHRA survey[J]. *Europace*, 2024, 26: euae030.
- [8] Alkhouli M, Narins CR, Lehoux J, et al. Percutaneous decompression of the left ventricle in cardiogenic shock patients on venoarterial extracorporeal membrane oxygenation [J]. *J Card Surg*, 2016, 31:177-182.
- [9] Rodés-Cabau J, Lindenfeld JA, Abraham WT, et al. Interatrial shunt therapy in advanced heart failure: Outcomes from the open-label cohort of the RELIEVE-HF trial[J]. *Eur J Heart Fail*, 2024, 26:1078-1089.
- [10] Naqvi N, McCarthy KP, Ho SY. Anatomy of the atrial septum and interatrial communications [J]. *J Thorac Dis*, 2018, 10: S2837-S2847.
- [11] Klimek-Piotrowska W, Holda MK, Koziej M, et al. Anatomy of the true interatrial septum for transseptal access to the left atrium[J]. *Ann Anat*, 2016, 205:60-64.
- [12] 谭明, 商丽华, 孙晓燕, 等. 左心房 CT 指导下房间隔穿刺研究[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2022, 14:606-610.
- [13] Radinovic A, Mazzone P, Landoni G, et al. Different transseptal puncture for different procedures: optimization of left atrial catheterization guided by transesophageal echocardiography[J]. *Ann Card Anaesth*, 2016, 19:589-593.
- [14] Russo G, Taramasso M, Maisano F. Transseptal puncture: procedural guidance, challenging situations and management of complications[J]. *EuroIntervention*, 2021, 17:720-727.
- [15] Kaplan RM, Wasserlauf J, Knight BP. Transseptal access: a review of contemporary tools[J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2022, 33:1927-1931.
- [16] Muinos PJ, Tejero SL, Collado JR, et al. Complex left atrial appendage occlusion using the novel Amplatzer steerable delivery sheath[J]. *J Invasive Cardiol*, 2023, 35: E158-E159.
- [17] Ningyan W, Keong Y. Percutaneous edge-to-edge mitral valve repair for functional mitral regurgitation[J]. *Int J Heart Fail*, 2022, 4:55-74.
- [18] Alkhouli M, Guerrero M, Rihal CS. Transseptal TMVR: an intrepid journey[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2022, 15:90-92.
- [19] 王远龙, 韩继明, 李京波, 等. 左心耳封堵器临床研究进展[J]. *介入放射学杂志*, 2022, 31:857-860.
- [20] Pighi M, Theriault-Lauzier P, Alosaimi H, et al. Fluoroscopic anatomy of right-sided heart structures for transcatheter interventions [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2018, 11: 1614-1625.
- [21] O'Brien B, Zafar H, De Freitas S, et al. Transseptal puncture: review of anatomy, techniques, complications and challenges [J]. *Int J Cardiol*, 2017, 233:12-22.
- [22] Mufarrih SH, Yunus RA, Rehman TA, et al. Overview of the interatrial septum: review of cardiac nomenclature for transseptal puncture[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2023, 37:988-999.
- [23] Nyman CB, Mackensen GB, Jelacic S, et al. Transcatheter mitral valve repair using the edge-to-edge clip[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2018, 31:434-453.
- [24] Guo Q, Sang C, Bai R, et al. Transseptal puncture in patients with septal occluder devices during catheter ablation of atrial fibrillation[J]. *Euro Intervention*, 2022, 17:1112-1119.
- [25] Faletra FF, Biasco L, Pedrazzini G, et al. Echocardiographic-Fluoroscopic fusion imaging in transseptal puncture: a new technology for an old procedure[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2017, 30:886-895.
- [26] Alkhouli M, Morad M, Narins C, et al. Inferior vena cava thrombosis[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9:629-643.
- [27] Simard T, El Sabbagh A, Lane C, et al. Anatomic approach to transseptal puncture for structural heart interventions [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021, 14:1509-1522.
- [28] 柳芳美, 王健, 邓敏, 等. 房间隔缺损封堵术后成功植入 LAmbre 左心耳封堵器 1 例[J]. *介入放射学杂志*, 2022, 31: 252-253.
- [29] Wasmer K, Zellerhoff S, Kobe J, et al. Incidence and management of inadvertent puncture and sheath placement in the aorta during attempted transseptal puncture[J]. *Europace*, 2017, 19:447-457.
- [30] Salghetti F, Sieira J, Chierchia GB, et al. Recognizing and reacting to complications of trans-septal puncture[J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2017, 15:905-912.
- [31] Chen H, Fink T, Zhan X, et al. Inadvertent transseptal puncture into the aortic root: the narrow edge between luck and catastrophe in interventional cardiology [J]. *Europace*, 2019, 21:1106-1115.
- [32] Alkhouli M, Sarraf M, Zack CJ, et al. Iatrogenic atrial septal defect following transseptal cardiac interventions [J]. *Int J Cardiol*, 2016, 209:142-148.
- [33] Frerker C, Schlüter M, Sanchez OD, et al. Cerebral protection during MitraClip implantation: initial experience at 2 centers [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9:171-179.
- [34] Vale PD, Silva LTM, de Oliveira EMM, et al. Incidence and characteristics of transient ST-segment elevation during transseptal puncture[J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2022, 63:425-430.

(收稿日期: 2024-03-22)

(本文编辑: 茹实)