临床研究 DOI：10.13406/j.cnki.cyxb.003657

心腔内超声结合全三维技术实施零射线个体化房间隔穿刺

魏　博[1]，李志勇[1]，王　历[1]，苟　文[1]，苏　婷[1]，张海涛[1]，赖　溱[2]，喻荣辉[3]，刘　念[3]
（1.重庆医科大学附属永川医院心血管内科，永川　402160；2.重庆医科大学附属永川医院人事科，永川　402160；
3.国家心血管病临床医学研究中心/首都医科大学附属北京安贞医院心血管内科，北京　100029）

【摘　要】目的：评估经本研究整合及改进后的心腔内超声（intracardiac echocardiography，ICE）结合全三维（total 3-dimensional，T3D）技术实施零射线个体化房间隔穿刺的可行性和安全性。**方法：**入选2021年4月至2024年3月于重庆医科大学附属永川医院行房颤射频消融术的房颤患者112例。根据所采用房间隔穿刺方法按1∶1比例随机分为ICE+T3D组（n=56例）和ICE组（n=56例）。记录2组患者基线资料，统计2组患者的心房重建时间、冠状窦电极到位时间、房间隔穿刺过程中ICE扇面调整次数、房间隔穿刺时间、消融前预处理时间、并发症发生率、X线曝光时间及暴露剂量等参数。**结果：**2组患者基线资料差异无统计学意义。ICE+T3D组的房间隔穿刺过程中ICE扇面调整次数、房间隔穿刺时间少于ICE组[（1.70 ± 0.63）次 vs.（5.34 ± 1.71）次，P<0.001]、[（3.66 ± 1.09）min vs.（4.90 ± 1.92）min，P<0.001]。但ICE+T3D组的心房重建时间、消融前预处理时间长于ICE组[（22.44 ± 3.13）min vs.（12.34 ± 2.12）min，P<0.001]、[（49.41 ± 3.52）min vs.（37.65 ± 4.04）min，P<0.001]。ICE+T3D组有43（76.8%）例患者在消融前预处理阶段实现零射线，有13例患者因推送导管困难而使用X射线，但这些患者的X射线暴露时间及剂量均小于ICE组[（1.68 ± 0.72）min vs.（3.14 ± 1.95）min，P=0.010]、[（6.28 ± 2.78）mGy vs.（23.85±21.32）mGy，P=0.004]。在房间隔穿刺阶段中，ICE+T3D组全部实现零射线，而ICE组有45（80.4%）例实现零射线。并发症方面，2组均无心包填塞、误穿主动脉、栓塞等致命性并发症，均有1（1.8%）例血管穿刺并发症。**结论：**经本研究整合及改进后的ICE结合T3D技术可以安全可靠地实施零射线个体化房间隔穿刺。

【关键词】心房颤动；房间隔穿刺术；心腔内超声；全三维；零射线
【中图分类号】R541.7+5　　**【文献标志码】**A　　**【收稿日期】**2024-05-25

Application of intracardiac echocardiography combined with total three-dimensional technique in zero-fluoroscopy individualized transseptal puncture

Wei Bo[1]，*Li Zhiyong*[1]，*Wang Li*[1]，*Gou Wen*[1]，*Su Ting*[1]，*Zhang Haitao*[1]，*Lai Qin*[2]，*Yu Ronghui*[3]，*Liu Nian*[3]
（*1. Department of Cardiology，Yongchuan Hospital Affiliated to Chongqing Medical University；2. Personnel office，Yongchuan Hospital Affiliated to Chongqing Medical University；3. National Clinical Research Center for Cardiovascular Diseases，Department of Cardiology，Beijing Anzhen Hospital，Capital Medical University*）

【Abstract】*Objective*： To investigate the feasibility and safety of intracardiac echocardiography（ICE）combined with total three-dimensional（T3D）technique in zero-fluoroscopy individualized transseptal puncture. ***Methods*：** A total of 112 patients with atrial fibrillation who underwent radiofrequency ablation in Yongchuan Hospital Affiliated to Chongqing Medical University from April 2021 to March 2024 were enrolled，and according to the method for transseptal puncture，they were randomly divided into ICE+T3D group with 56 patients and ICE group with 56 patients. The two groups were analyzed in terms of baseline data，time to atrial reconstruction，time to coronary sinus electrode placement，frequency of ICE probe adjustment during transseptal puncture，duration of transseptal puncture，pretreatment time before ablation，incidence rate of complications，and the duration and dosage of X-ray exposure.

作者介绍：魏　博，Email：wq220687@163.com，研究方向：心律失常介入治疗。
通信作者：刘　念，Email：liunian1973@hotmail.com。
基金项目：北京市科技计划资助项目（编号：Z181100001718174）；永川区自然科学基金资助项目（编号：2023yc-jckx20020）。
优先出版：https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20241210.1421.028（2024-12-11）

Results: There were no significant differences in baseline data between the two groups. Compared with the ICE group, the ICE+T3D group had a significantly lower frequency of ICE probe adjustment during transseptal puncture (1.70 ± 0.63 vs. 5.34 ± 1.71, P<0.001) and the duration of transseptal puncture (3.66 ± 1.09 min vs. 4.90 ± 1.92 min, P<0.001). Compared with the ICE group, the ICE+T3D group had significantly longer time to atrial reconstruction (22.44 ± 3.13 min vs. 12.34 ± 2.12 min, P<0.001) and pretreatment time before ablation (49.41 ± 3.52 min vs. 37.65 ± 4.04 min, P<0.001). In the ICE+T3D group, 43 (76.8%) patients achieved zero radiation during pretreatment before ablation, and 13 patients received X-ray due to the difficulty in catheter placement; compared with the ICE group, the ICE+T3D group had a significantly shorter duration of X-ray exposure (1.68 ± 0.72 min vs. 3.14 ± 1.95 min, P=0.010) and a significantly lower dosage of X-ray exposure (6.28 ± 2.78 mGy vs. 23.85 ± 21.32 mGy, P=0.004). During the stage of transseptal puncture, all patients in the ICE+T3D group achieved zero radiation, while 45 patients (80.4%) in the ICE patients received X-ray. In terms of complications, there were no life-threatening complications such as cardiac tamponade, perforation of the aorta by mistake, and embolization in either group, while there was one case (1.8%) of vascular complications in each group. ***Conclusions***: ICE combined with T3D after integration and improvement is a safe and reliable procedure for zero-fluoroscopy individualized transseptal puncture.

【Key words】atrial fibrillation; transseptal puncture; intracardiac echocardiography; total three-dimensional; zero-fluoroscopy

房间隔穿刺是实施房颤射频消融术的关键步骤之一。目前大多数电生理中心的房间隔穿刺完全基于X射线，X射线下行房间隔穿刺有良好的针鞘推送、旋转等视野，但其无法直接显示卵圆窝解剖、无法选择个体化穿刺位点，同时由于X射线对患者和术者均有损害，术者需要长时间穿着防护铅衣，增加脊柱或关节疾病的发生率，缺点亦明显[1-4]。近年来，随着心腔内超声（intracardiac echocardiography，ICE）、三维标测系统、压力感知消融导管等技术发展，使得低射线或零射线房间隔穿刺逐渐成为现实[5]。目前实施低射线或零射线房间隔穿刺的流程主要有ICE扇面追踪法[6-7]和全三维（total 3-dimensional，T3D）技术两大类[8-10]。ICE的优势主要是能实时显示房间隔解剖，有良好的“局部”视野，但在针鞘由上腔静脉下拉至卵圆窝过程中，容易丢失针鞘视野，术者需要有熟练的ICE导管操作技巧追踪针鞘视野[11]。而T3D技术主要优势是不需要额外的手术器械辅助，仅依赖三维系统即可实现零射线房间隔穿刺，有良好的“整体”视野，但通过卵圆窝低电压电位或者右房三维模型卵圆窝解剖凸起来定位卵圆窝，在心房纤维化严重时、存在卵圆窝解剖异常或曾有房间隔手术操作史的患者卵圆窝定位难度较大。因此，为兼具良好的“局部”及“整体”穿刺视野，本研究将2种零射线房间隔穿刺技术进行整合、改进，本文旨在评估整合及改进后的ICE结合T3D技术流程实施零射线房间隔穿刺的可行性及安全性。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究为前瞻性随机对照研究。纳入标准：①18岁≤年龄<85岁；②心电图或动态心电图明确记录到心房颤动；③符合指南规定的房颤射频消融术适应证[12]。排除标准：①既往有心腔内器械植入史，如起搏器植入，房间隔缺损封堵术；②左房前后径≥55 mm；③年龄<18岁，或≥85岁；④术前食道彩超或左心耳CT提示左心耳存在血栓；⑤存在严重胸廓畸形或脊柱弯曲；⑥左室射血分数≤35%。连续入选2021年4月至2024年3月于重庆医科大学附属永川医院心血管内科拟行房颤射频消融术，且符合上述纳入及排除标准的患者总计112例，采用随机数字表法以1∶1比例随机分为2组。试验组采用ICE结合T3D技术行房间隔穿刺（ICE+T3D组，n=56）；对照组采用ICE扇面追踪法行房间隔穿刺（ICE组，n=56）。

术前所有患者接受规范口服抗凝治疗，停用抗心律失常药物5个半衰期（除胺碘酮）。术前常规禁食8 h，签署手术知情同意书。所有患者均于Carto3三维系统辅助下行房间隔穿刺。本研究获得重庆医科大学附属永川医院伦理委员会的批准（审批号：2021科伦审151号），并取得患者知情同意。

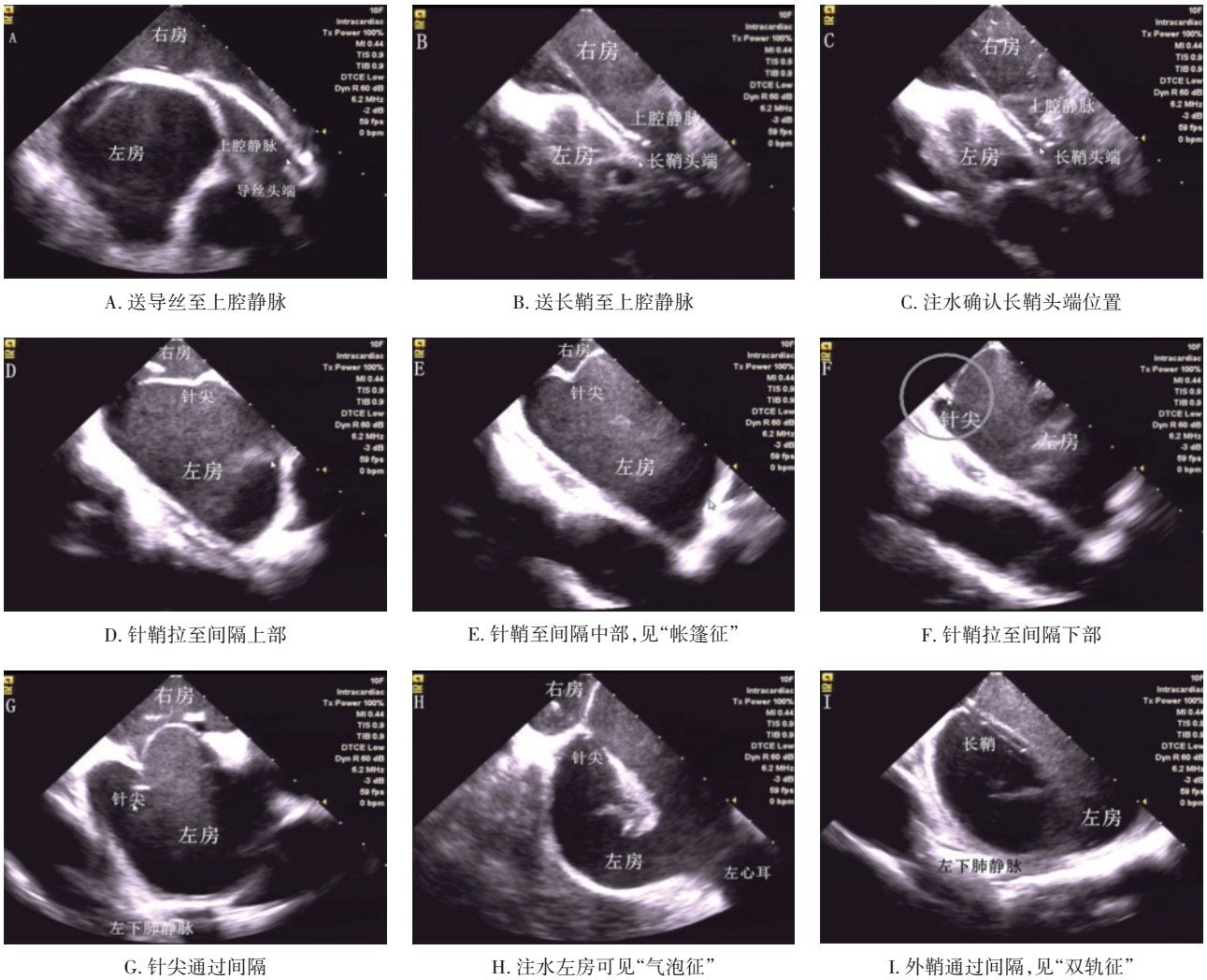
1.2 ICE扇面追踪法房间隔穿刺流程

①建立血管入路后，于X射线透视下放置冠状窦电极；②经右侧10 F或11 F鞘送入ICE导管，重建左房模型；③ICE

扇面调整到上腔静脉，将长导丝及长鞘送入上腔静脉；④长鞘排气后，注射生理盐水确认长鞘位置，送入房间隔穿刺针；⑤在ICE扇面追踪下将针鞘下拉至房间隔，将ICE扇面经卵圆窝最薄处指向左肺静脉中部，调整穿刺针鞘至该扇面，确认“帐篷征”出现后且扇面视野内可见针尖后出针，推送生理盐水左房可见“气泡征”提示穿刺成功，可在ICE直视下送入外鞘，或在ICE直视下或X射线透视下将长导丝送入左上肺静脉，经导丝将外鞘送过间隔。见图1。

1.3 ICE结合T3D技术房间隔穿刺流程

①以Seldinger法行双侧股静脉穿刺，右侧置入8 F、11 F或10 F鞘各1支，左侧置入8 F鞘1支；②经右侧11 F或10 F鞘送入ICE导管，重建左房模型；③将ICE扇面调整至上腔静脉，在ICE指导下将长导丝及长鞘送入上腔静脉；④经长鞘送入压力感知消融导管，重建右房、上腔静脉、冠状窦、下腔静脉矩阵及模型；⑤在三维系统指引下经左侧8 F鞘放置冠状窦电极；⑥将ICE扇面经卵圆窝最薄处指向左肺静脉中部（如果卵圆窝最薄处横径较大，可根据左、右房模型位置关系调整扇面，避免扇面偏前或偏后），选择此扇面卵圆窝中下1/3处作为预设穿刺点；⑦用消融导管将长鞘送至上腔静脉，将长导丝和内鞘头端对齐、固定并整体送入长鞘，导丝尾端采用喻荣辉等T3D技术方法连接到三维系统[8]，送至内鞘距外鞘口约2 cm处送导丝，导丝出鞘后可见头端作为2极电极在三维系统上显示出来，将导丝送出约5 cm后将内鞘送入与外鞘吻合固定；⑧穿刺针选用BRK或心诺普房穿针，采用T3D技术方法将穿刺针连接到三维系统，穿刺针柄距鞘口约2 cm处缓慢退鞘出针，直到针尖在三维系统上显露出来；⑨在确认ICE扇面仍处于预设穿刺点的扇面后，在左前斜45°和左前斜135° 2个体位下，将针尖拉到预设穿刺点；⑩针尖到达预设穿刺点，在ICE扇面上确认“帐篷征”出现后出针，推送生理盐水左房可见“气泡征”提示穿刺成功，确认针尖位置后送针和鞘，ICE可见“双轨征”后提示外鞘通过间隔。见图2。

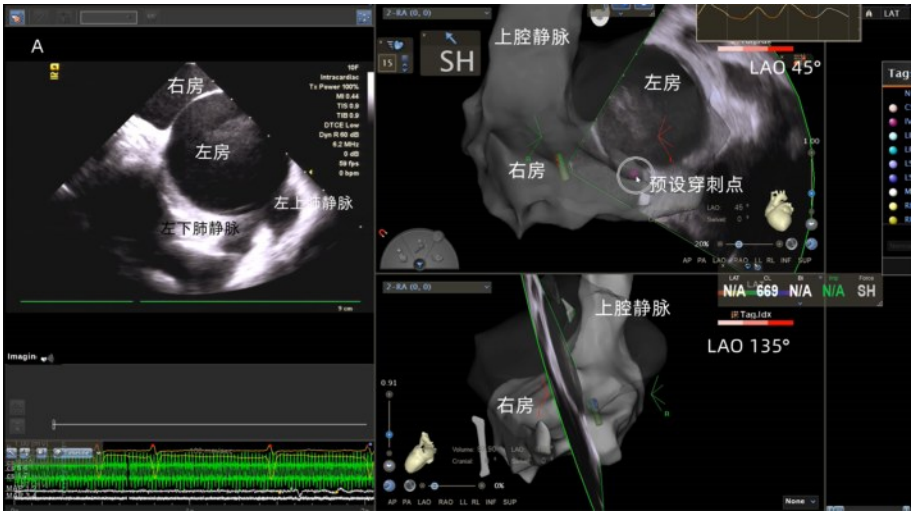


A. 送导丝至上腔静脉　B. 送长鞘至上腔静脉　C. 注水确认长鞘头端位置

D. 针鞘拉至间隔上部　E. 针鞘至间隔中部，见“帐篷征”　F. 针鞘拉至间隔下部

G. 针尖通过间隔　H. 注水左房可见“气泡征”　I. 外鞘通过间隔，见“双轨征”

图1　ICE扇面追踪法穿刺间隔



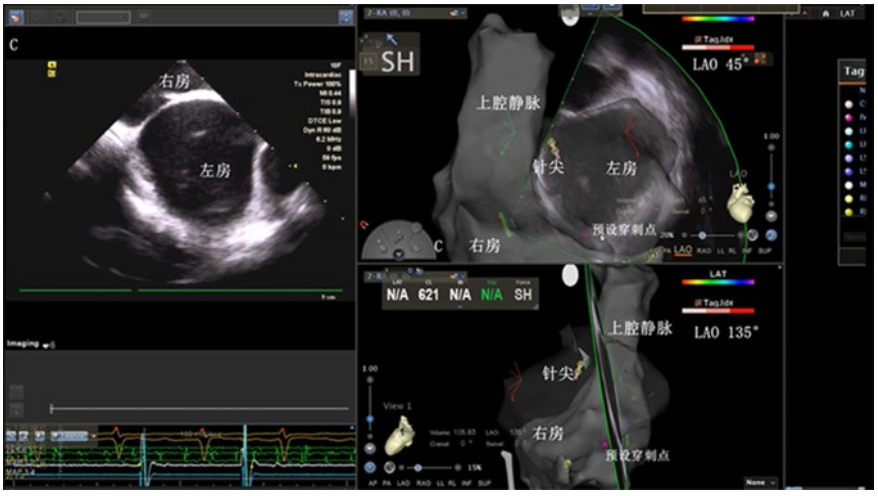
注：图中圆圈中鼠标所指的紫点为预设穿刺点

A. 选择预设穿刺点



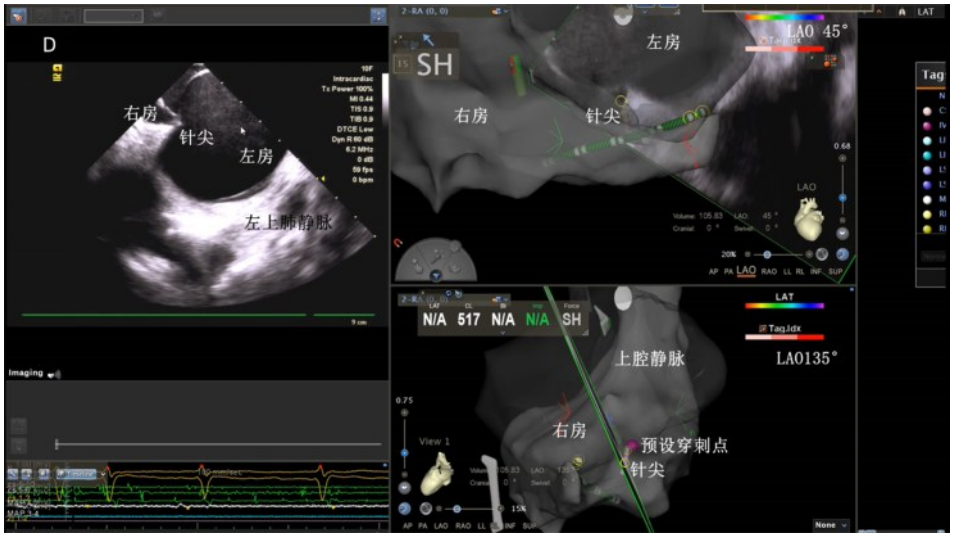
注：图中高亮粉色二极电极为针尖

B. 通过T3D方法将穿刺针连接至三维系统，针尖作为二极电极显示于三维系统



注：因针尖作为二极电极显示于三维系统中，穿刺针由上腔静脉下拉至预设穿刺点的过程不需要操作ICE扇面追踪针尖位置

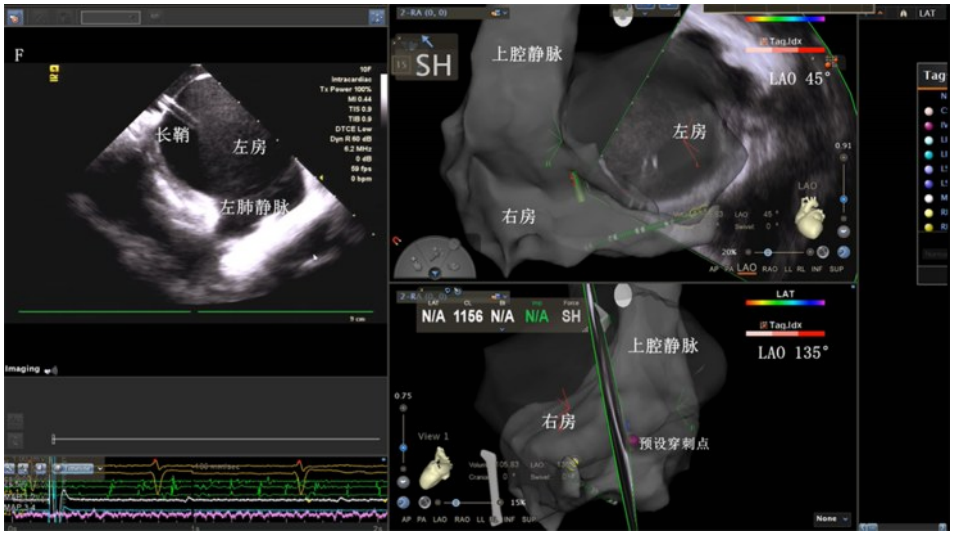
C. 穿刺针下拉至间隔上部



D. 穿刺针已拉至预设穿刺点



E. 在ICE扇面和三维系统中“双重”可视针尖位于左房中央



F. 外鞘通过间隔，可见“双轨征”

图2　ICE结合T3D技术穿刺间隔关键步骤

2 组患者在房间隔穿刺过程中术者认为必要情况下均可使用 X 射线透视，且使用 X 射线均遵循“As Low As Reasonably Achievable，ALARA”原则。

1.4 主要观察手术参数

主要参数包括心房模型重建时间、冠状窦电极到位时间、房间隔穿刺过程中超声扇面调整次数（ICE 组指从送入长导丝至长鞘外鞘通过房间隔时间段内调整 ICE 扇面的次数，ICE+T3D 组指第 2 次送入长导丝开始至长鞘外鞘通过房间隔时间段内调整 ICE 扇面的次数）、房间隔穿刺时间、消融前预处理时间（从股静脉穿刺至消融开始的时间）、X 射线曝光时间及剂量、并发症发生率。

1.5 统计学方法

使用 SPSS 22.0 软件和 MedCalc 22.0 对试验数据进行统计分析。计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，2 组间均数比较采用 t 检验。计数资料以率表示，组间比较采用卡方检验或 Fisher 确切概率法。检验水准 α=0.05。

2 结 果

2.1 患者基线资料

ICE+T3D 组平均年龄（65.16±7.77）岁，男性 38 例（67.9%）。ICE 组平均年龄（66.20 ± 8.73）岁，男性 35 例（62.5%）。2 组患者在性别、阵发性房颤、糖尿病、高血压、充血性心力衰竭、卒中/短暂性脑缺血发作（transient ischemic attack，TIA）、冠心病的比例以及年龄、体质指数、CHA2DS2-VASc 评分、左房前后径、左室射血分数等差异无统计学意义。见表 1。

2.2 手术相关参数

ICE+T3D 组的房间隔穿刺过程中 ICE 扇面调整次数、房间隔穿刺时间均小于 ICE 组[（1.70 ± 0.63）次 vs.（5.34 ± 1.71）次，P<0.001]、[（3.66 ± 1.09）min vs.（4.90 ± 1.92）min，P<0.001]。但 ICE+T3D 组的心房重建时间、消融前预处理时间长于 ICE 组[（22.44 ± 3.13）min vs.（12.34 ± 2.12）min，P<0.001]、[（49.41 ± 3.52）min vs.（37.65 ± 4.04）min，P<0.001]。2 组冠状窦电极到位时间差异无统计学意义。见表 2。

ICE+T3D 组有 43（76.8%）例患者在消融前预处理阶段实现零射线，有 13 例患者因股静脉、髂静脉至下段下腔静脉因血管扭曲、静脉瓣阻挡导致导管推送困难而使用 X 射线，但这些患者的 X 射线暴露时间及剂量均小于 ICE 组[（1.68 ± 0.72）min vs.（3.14 ± 1.95）min，P=0.010]、[（6.28 ± 2.78）mGy vs.（23.85 ± 21.32）mGy，P=0.004]。在房间隔穿刺阶段中，ICE+T3D 组全部实现零射线，而 ICE 组有 45（80.4%）例实现零射线，有 11（19.6%）例使用 X 射线，其中 9 例患者是穿刺过程中针尖视野丢失使用 X 射线，有 2 例是外鞘通过间隔困难，在 X 射线下送入 J 型长导丝辅助通过。

2 组均无心包填塞、栓塞、误穿入主动脉等致命性并发症出现。ICE+T3D 组有 1（1.8%）例血管穿刺并发症，ICE 组亦有 1（1.8%）例血管穿刺并发症，2 组差异亦无统计学意义。

表 1 患者基线资料比较（$\bar{x} \pm s$；n，%）

项目	ICE+T3D 组（n=56）	ICE 组（n=56）	t/χ^2 值	P 值
年龄（岁）	65.16 ± 7.77	66.20 ± 8.73	0.663	0.509
阵发性房颤	34（60.7）	25（44.6）	2.901	0.089
男性	38（67.9）	35（62.5）	0.354	0.552
体质指数（kg/m^2）	24.43 ± 2.19	24.56 ± 2.03	0.318	0.751
糖尿病	15（26.8）	17（30.4）	0.175	0.676
高血压	29（51.8）	28（50）	0.036	0.850
充血性心力衰竭	21（37.5）	24（42.9）	0.334	0.563
卒中/TIA	6（10.7）	9（16.1）	0.693	0.405
冠心病	15（26.8）	22（39.3）	1.978	0.160
CHA2DS2-VASc 评分	2.63 ± 1.80	3.12 ± 1.69	−1.459	0.147
左房前后径（mm）	39.93 ± 3.67	41.12 ± 4.08	1.606	0.111
左室射血分数	58.57 ± 5.68	57.36 ± 5.38	−1.161	0.248

表 2 手术相关参数比较（$\bar{x} \pm s$；n，%）

项目	ICE+T3D 组（n=56）	ICE 组（n=56）	t 值	P 值
心房重建时间（min）	22.44 ± 3.13	12.34 ± 2.12	−19.97	<0.001
冠状窦电极到位时间（min）	4.40 ± 1.86	4.04 ± 1.53	−1.108	0.270
房间隔穿刺过程中 ICE 扇面调整次数（次）	1.70 ± 0.63	5.34 ± 1.71	−14.888	<0.001
房间隔穿刺时间（min）	3.66 ± 1.09	4.90 ± 1.92	4.174	<0.001
消融前预处理时间（min）	49.41 ± 3.52	37.65 ± 4.04	−16.388	<0.001
房间隔穿刺阶段实现零射线	56（100）	45（80.4）		<0.001
消融前预处理实现零射线	43（76.8）	0		<0.001
使用了 X 射线患者的暴露时间（min）	1.68 ± 0.72（n=13）	3.14 ± 1.95	2.655	0.010
使用了 X 射线患者的暴露剂量（mGy）	6.28 ± 2.78（n=13）	23.85 ± 21.32	2.951	0.004
血管穿刺并发症	1（1.8）	1（1.8）		1.000

3 讨 论

通过本次研究显示，整合及改进后的ICE结合T3D房间隔穿刺流程：①绝大部分患者能在包括导管放置、房间隔穿刺、心房模型重建在内的消融前预处理阶段实现完全零射线，其中房间隔穿刺阶段能全部实现零射线；②因针尖有T3D和ICE的“双重”可视，房间隔穿刺阶段不需要调整扇面追踪针尖视野，简化了房间隔穿刺过程中超声操作，降低了零射线房间隔穿刺的ICE导管操作难度；③通过预设穿刺点，可以实现个体化的房间隔穿刺。

T3D零射线房间隔穿刺技术通过将针尖设置成二极电极，仅依赖于三维系统即可实现针尖可视化，能动态连续地显示针鞘的运动轨迹，但卵圆窝定位是间接定位，技术难度较大。基于ICE的房间隔穿刺流程是目前临床最常用的低射线或零射线房间隔穿刺流程[7]。其优点是能实时显示房间隔局部解剖，有良好的“局部观”，但因扇面视野是二维致其缺乏“整体观”，从而引发：①房间隔穿刺过程中无法全程连续地追踪针鞘视野，容易出现针尖视野丢失，需要多次调整扇面才能完成房间隔穿刺，要求术者有较高超声导管操作水平[13]，这是目前导致ICE扇面追踪法零射线房间隔穿刺失败的主要原因；②单纯借助ICE扇面指向左肺静脉不能很好判断穿刺位点偏前还是偏后[14]，ICE扇面追踪法是将穿刺针鞘下拉至卵圆窝区域后再调整扇面确定穿刺点，容易导致穿刺位点不合理；③房间隔穿刺实现零射线仍较困难[11]。

本研究整合及改进的ICE结合T3D房间隔穿刺流程，克服了单一ICE或T3D流程实施零射线房间隔穿刺流程的诸多不足。①能实现零射线房间隔穿刺及消融前预处理。既往有报道完全基于ICE的房间隔穿刺流程仅70%可以实现零射线[11]，在本研究中ICE组即使除外冠状窦电极放置，房间隔穿刺阶段亦只有80.4%的患者实现零射线，而ICE结合T3D流程在房间隔穿刺阶段因针尖有T3D和ICE“双重”可视，针尖视野在三维系统中不容易丢失，均能做到零射线。虽然在消融前预处理阶段，ICE结合T3D流程只有76.8%实现了零射线，有近25%的患者因导管放置困难而使用X射线，但是使用了X射线的这些患者所接受的X射线照射时间及剂量亦明显低于ICE组。ICE结合T3D流程中使用X射线的主要原因是因为导管在股静脉、髂静脉至下段下腔静脉有时因血管扭曲、静脉瓣阻挡导致推送困难，而导管一旦进入到上段下腔静脉后就可以在三维系统中显示，不再需要透视下将导管送至心房，同时不需要X射线放置冠状窦及穿刺间隔，需要透视的时间及照射剂量就明显减少。②简化了房间隔穿刺阶段的ICE导管操作。在整个房间隔穿刺过程中由ICE实时显示和T3D针尖可视化双重显示针尖位置，既能保证针尖视野不易丢失，又能动态连续地显示针尖运动轨迹，在针鞘下拉至卵圆窝过程中不需要调整ICE扇面追踪针尖位置，避免了反复调整ICE扇面追踪针鞘的操作。即使在出针过程中扇面移位而导致针尖位置和ICE扇面视野不重合，因针尖在三维系统中位置可视，术者亦能通过较少次数地调整扇面即可保证ICE扇面与针尖位置重合，降低了对术者ICE导管操作水平的要求以及缩短了房间隔穿刺的时间，ICE结合T3D流程的房间隔穿刺过程中ICE扇面调整次数、房间隔穿刺时间均小于ICE组。③通过预设穿刺点可实现个体化房间隔穿刺，同时可降低房间隔穿刺难度。房间隔穿刺最大难点为穿刺位点选择，合理的穿刺位点既能保证穿刺安全，同时亦有利于术者消融导管操作。在本流程中，术者在房间隔穿刺之前已选好穿刺位点，穿刺位点是“有的放矢”，术者将针尖直接拉到预设穿刺位点，不需要术者将针鞘拉至卵圆窝后再临时调整ICE扇面确定穿刺位点，降低了穿刺难度。同时，术者可根据患者心房解剖和个人导管操作习惯预设穿刺位点，在借助已构建的左、右房整体模型基础上亦能更准确地判定穿刺位点的偏前或偏后，从而实现个体化房间隔穿刺。

既往Zhang GP等[15]提出通过消融导管标测卵圆窝电位以及ICE建模卵圆窝双重确定卵圆窝位置，然后利用ICE结合T3D技术可安全地、可靠地完成零射线房间隔穿刺。通过消融导管标测卵圆窝电位间接定位卵圆窝易受到局部心房肌纤维化、术者经验等因素影响，且在已有ICE实时显示卵圆窝情况下再通过该方法重复定位卵圆窝意义不大，明显增加手术难度和时间，其报道的消融前预处理时间[(118.4 ± 19.7) min]明显长于本研究。在本手术流程中通过预设穿刺点来确定穿刺位置，替代了这种复杂的穿刺位点定位法。

本研究发现经改进后的ICE结合T3D流程行零射线房间隔穿刺是安全的。ICE+T3D组与ICE组均

未见心包填塞、栓塞、误穿入主动脉等致命性并发症。ICE+T3D组及ICE组均有1(1.8%)例血管穿刺并发症，血管穿刺并发症发生率与既往文献报道的2%~4%发生率相近[16]。

本研究中ICE+T3D组的心房重建时间、消融前预处理时间均长于ICE组。原因有：①本流程需要额外重建右房、上腔静脉、冠状窦、下腔静脉模型及矩阵；②需要将导丝和穿刺针设置成二极电极连接到三维系统。以下措施有利于缩短消融前预处理时间：①重建上述模型是为在三维系统中准确显示电极位置以便零射线放置导管及房间隔穿刺，但三维系统显示电极位置是依赖于矩阵而非模型，树立“建矩阵而非建模”的理念，右房系统建模时注重矩阵的完善程度而非模型的美观，可缩短心房重建时间；②本研究中均采用消融导管重建右房、上腔静脉、冠状窦、下腔静脉模型，如果能采用如DECANAV、LASSO、PENTARAY等多极电极重建上述模型及矩阵，可以明显缩短相关模型及矩阵的建立时间；③加强手术工程师或助手将导丝和穿刺针设置成二极电极的熟练度培训。

本研究不足之处为小样本单中心研究，排除了左房前后径≥55 mm、合并先天性心脏病、既往有心腔内器械植入史及左室射血分数≤35%等患者，削弱了本研究结论的可靠性及适用人群。同时，本研究未对预设穿刺点的个体化进行量化评估，亦未评估预设穿刺位点对后续消融导管操作以及房颤消融疗效的影响。

参 考 文 献

[1] Cha MJ, Jo SJ, Cho Y, et al. Patient characteristics and the incidence of radiation-induced dermatitis following radiofrequency catheter ablation[J]. Korean Circ J, 2016, 46(5): 646-653.

[2] Ector J, Dragusin O, Adriaenssens B, et al. Obesity is a major determinant of radiation dose in patients undergoing pulmonary vein isolation for atrial fibrillation[J]. J Am Coll Cardiol, 2007, 50(3): 234-242.

[3] Hang F, Cheng LT, Liang Z, et al. Study on the curative effect and safety of radiofrequency catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation via zero-fluoroscopy transseptal puncture under the dual guidance of electroanatomical mapping and intracardiac echocardiography[J]. Cardiol Res Pract, 2021, 2021: 5561574.

[4] Wasmer K, Zellerhoff S, Köbe J, et al. Incidence and management of inadvertent puncture and sheath placement in the aorta during attempted transseptal puncture[J]. Europace, 2017, 19(3): 447-457.

[5] Jan M, Žižek D, Kuhelj D, et al. Combined use of electro-anatomic mapping system and intracardiac echocardiography to achieve zero-fluoroscopy catheter ablation for treatment of paroxysmal atrial fibrillation: a single centre experience[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2020, 36(3): 415-422.

[6] Bulava A, Hanis J, Eisenberger M. Catheter ablation of atrial fibrillation using zero-fluoroscopy technique: a randomized trial[J]. Pacing Clin Electrophysiol, 2015, 38(7): 797-806.

[7] Zhong JQ, Long DY, Chu HM, et al. Intracardiac echocardiography Chinese expert consensus[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9: 1012731.

[8] Yu RH, Liu N, Lu J, et al. 3-dimensional transseptal puncture based on electrographic characteristics of *Fossa ovalis*: a fluoroscopy-free and echocardiography-free method[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2020, 13(10): 1223-1232.

[9] Bohnen M, Minners J, Eichenlaub M, et al. Feasibility and safety of a three-dimensional anatomic map-guided transseptal puncture for left-sided catheter ablation procedures[J]. Europace, 2023, 25(3): 1126-1134.

[10] Chokesuwattanaskul R, Ananwattanasuk T, Hughey AB, et al. Three-dimensional-guided and ICE-guided transseptal puncture for cardiac ablations: a propensity score match study[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2023, 34(2): 382-388.

[11] Lerman BB, Markowitz SM, Liu CF, et al. Fluoroless catheter ablation of atrial fibrillation[J]. Heart Rhythm, 2017, 14(6): 928-934.

[12] 黄从新，张 澍，黄德嘉，等. 心房颤动：目前的认识和治疗的建议-2018[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志，2018，32(4)：315-368.
Huang CX, Zhang S, Huang DJ, et al. Atrial fibrillation: current understanding and suggestions for treatment-2018[J]. Chin J Card Pacing Electrophysiol, 2018, 32(4): 315-368.

[13] 左 嵩，桑才华，龙德勇，等. 心腔内超声辅助房间隔穿刺术应用于心房颤动患者射频消融治疗的可行性及安全性探讨[J]. 中华心血管病杂志，2021，49(5)：474-478.
Zuo S, Sang CH, Long DY, et al. Feasibility and safety of intracardiac ultrasound-assisted atrial septal puncture during radiofrequency ablation for atrial fibrillation[J]. Chin J Cardiol, 2021, 49(5): 474-478.

[14] 李 鼎，苑翠珍，周 旭，等. 改进的三维心腔内超声指引下零射线房间隔定位穿刺法[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志，2021，35(3)：234-238.
Li D, Yuan CZ, Zhou X, et al. Modified fluorolesstransptal puncture method guided by three-dimensional intracardiac echocardiography[J]. Chin J Card Pacing Electrophysiol, 2021, 35(3): 234-238.

[15] Zhang GP, Cheng LT, Liang Z, et al. Zero-fluoroscopy transseptal puncture guided by right atrial electroanatomical mapping combined with intracardiac echocardiography: a single-center experience[J]. Clin Cardiol, 2020, 43(9): 1009-1016.

[16] Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): the Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC[J]. Eur Heart J, 2021, 42(5): 373-498.

（责任编辑：周一青）

本文引用格式：

魏 博，李志勇，王 历，等. 心腔内超声结合全三维技术实施零射线个体化房间隔穿刺[J]. 重庆医科大学学报，2025，50(3)：359-366.