

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2018.01.014

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2018.01.014>

超声引导下经胸心间隔缺损封堵术与常规开胸 修补手术的对比研究

孔瑞瑞, 郭志祥, 张成鑫, 龚文辉, 葛圣林

(安徽医科大学第一附属医院心脏大血管外科, 合肥 230022)

[摘要] 目的: 比较食管超声引导下经胸心间隔缺损封堵术与常规开胸修补手术的临床结果。方法: 采用前瞻性临床队列研究方法纳入安徽医科大学第一附属医院心脏大血管外科2015年7月至2016年12月通过经胸超声心动图诊断为先天性心间隔缺损(heart septal defects, HSD)的126例先天性心脏病(congenital heart disease, CHD)患者, 排除手术禁忌后, 有心内直视手术修补或封堵适应证者共79例。其中45例HSD患者行食管超声引导下经胸封堵术(封堵组), 另34例行常规开胸修补手术(修补组)。对比两组术中(开胸时间、关胸时间、麻醉时间、手术时间)、术后(术后ICU监护时长、呼吸机支持时长、心纵引流液量、切口长度、术后住院天数、住院总花费围、手术期输血例数)和术后并发症等各项临床指标。结果: 封堵组手术成功率为97.8%, 修补组为100.0% ($P>0.05$)。两组术中、术后等各项指标进行比较, 封堵组均优于修补组 ($P<0.05$), 封堵组患者术后胸腔积液发生率低于修补组(4.5% vs 47.1%, $P<0.001$), 随访期间无死亡病例及严重并发症发生。结论: 与常规开胸修补手术相比, 超声引导下心间隔缺损封堵术有着手术时长短、创伤小、切口美观、术后恢复快、住院时间短、花费相对较低等优点, 是治疗先天性心间隔缺损安全、有效、经济、可行的手术方式。

[关键词] 心间隔缺损; 食管超声; 封堵; 体外循环

Comparative study of the transesophageal echocardiography guided transthoracic device closure and conventional on-pump surgical closure in heart septal defects

KONG Ruirui, GUO Zhixiang, ZHANG Chengxin, GONG Wenhui, GE Shenglin

(Department of Cardiac Surgery, First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China)

Abstract **Objective:** To evaluate advantages between transesophageal echocardiography guided transthoracic device closure

收稿日期 (Date of reception): 2017-11-28

通信作者 (Corresponding author): 葛圣林, Email: aydgs@ sina.com

基金项目 (Foundation item): 安徽省科技厅项目 (1301043025)。This work was supported by the Project of Anhui Provincial Science and Technology Department, China (1301043025).

and conventional correction surgery with cardiopulmonary bypass in heart septal defects. **Methods:** From July 2015 to December 2016, 126 patients with heart septal defects were treated in the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University. A total of 79 patients were enrolled in the cohort after removing surgical contraindication; 45 patients received transesophageal echocardiography guided transthoracic device closure (TEE group) and 34 patients received conventional correction surgery (CPB group), respectively. Perioperative clinical parameters (thoracotomy time, time of sternal closure, anesthesia duration, operation time, length of ICU stay, duration of mechanical ventilation, volume of drainage, operative incision lengths, duration of hospital stay, hospitalization expenses, and number of transfusion cases) and postoperative complications were compared between two groups. **Results:** Success rate of operation was 97.8% in the TEE group and 100% in the CPB group ($P>0.05$). All clinical parameters were compared between two groups which TEE group was better than the CPB group ($P<0.05$). The incidence of postoperative pleural effusion in the TEE group was lower than that in the CPB group (4.5% vs 47.1%, $P<0.05$). No deaths and serious complications occurred during follow-up period. **Conclusion:** Relative to conventional correction surgery with CPB, transesophageal echocardiography guided transthoracic device closure in heart septal defects was better in minimal invasiveness, recovering time, safety, reliability and so on. It should be actively promoted in clinical practice.

Keywords heart septal defects; echocardiography; transesophageal; closure; cardiopulmonary bypass

目前我国先天性心脏病(congenital heart disease, CHD)的发病率约占全部活产婴儿的1.11%,是先天性畸形婴儿死亡的主要原因。其中心间隔缺损(heart septal defects, HSD)约占CHD总数的30%,为CHD各亚型中发病率的第一位^[1]。HSD的治疗主要措施是体外循环下心内直视修补术,虽然近年来外科学技术不断进步、适应证不断拓宽,但其依然存在较多手术相关的并发症,以及创伤大、住院时间长等缺点,因此寻求一种微创、有效的治疗方法成为一项重要的临床课题。

King等^[2]于1976年首先报导了经皮穿刺导管介入ASD封堵,此术式在此后40年间不断发展成熟,但因其受患者年龄、体重和外周血管条件的限制,且会造成一定的放射性损伤等缺点,成为限制其发展的主要障碍。近年来,随着微创外科学技术以及超声医学的发展,克服以上这些障碍的食道超声引导下经胸心间隔封堵技术引起国内外众多学者的关注^[3-8]。安徽医科大学第一附属医院自2008年开展此项手术以来,取得了良好的临床效果。

1 对象与方法

1.1 对象

2015年7月1日至2016年12月30日,安徽医科大学第一附属医院通过经胸超声心动图诊断为HSD的患者共126例,排除手术禁忌证后进入手术流程的患者共98例,同时具有直视

修补或封堵适应证者共79例,其中中央型房间隔缺损30例,室间隔缺损男9例(膜周部缺损47例、肌部缺损2例),具体治疗方案的选择按照随机原则分为两组,并告知家属签署知情同意书。

45例患者在食道超声引导下经胸封堵术(封堵组),男9例,女36例;年龄(20.13 ± 12.52)岁;体重(48.82 ± 19.36)kg;肺动脉压轻度增高者15例,中度增高9例;房间隔缺损中央型21例,室间隔膜周部缺损24例。34例患者体外循环(cardiopulmonary bypass, CPB)下行常规开胸修补术(修补组),男11例,女23例;年龄(16.79 ± 11.41)岁;体重(47.76 ± 21.94)kg;肺动脉压轻度增高者11例,中度增高3例,重度增高1例;房间隔缺损中央型9例,室间隔膜周部缺损38例,肌部缺损2例。两组术前资料比较结果具有同质性($P>0.05$)。本研究经医院医学伦理委员会批准,所有患者术前获知手术计划和并发症,并自愿签署手术知情同意书。

1.2 治疗方法

两组均行静脉吸入复合全麻,单腔气管内插管,右侧颈内静脉和桡动脉穿刺置管测压,封堵组患者插管前放置经食道超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)探头。封堵组使用深圳Lifetech公司生产的相应型号的封堵器,修补组所使用修补材料为自体心包补片。

ASD封堵患者取右前侧卧位, 经第四肋间右侧胸骨旁1~2 cm做2~3 cm长小切口, 依次切开皮肤、皮下组织、胸大肌及肋间肌肉, 推开胸膜, 避免损伤乳内动脉及肋间血管, 200 U/kg肝素化血液, 呈“十”形切开心包, 右心房面缝合插管荷包。在TEE引导下, 经右心房面荷包将输送器穿刺进入右心房再经过房缺到达左心房, 经输送器于左心房内释放左房伞, 回拉左房伞使其与房间隔左心房面紧密相贴, 然后于右心房内打开右房伞, 使左右房伞紧夹于缺损边缘组织。经TEE鉴定封堵器打开形状良好, 推拉试验良好, 周围无明显残余分流, 且不影响各瓣膜功能, 则表明操作成功, 抽出输送器, 右心房荷包打结, 按照1:1的比例以鱼精蛋白中和肝素, 彻底清扫出血点, 膨肺

排气后逐层关闭胸腔, 不予放置引流管(图1)。

VSD封堵术: 患者取平卧位, 经TEE确认缺损位置, 取经胸骨下段剑突处小切口3~5 cm, 逐层切开, 心包作纵形切口, 肝素化, 同时丝线悬吊牵引暴露视野。在TEE引导下确定右室前壁入路位置, 选择穿刺点, 缝合双荷包, 经荷包中央穿刺入右心室, 在TEE引导下将短导丝经VSD送入左心室, 沿导丝送入输送管, 于左心室释放前伞, 回拉封堵器使左室伞紧贴VSD左室面, 于右室内释放右室伞, 推拉试验, TEE下观测到封堵器打开形状满意, 无明显分流(图2), 撤出输送器, 结扎荷包, 探查术野无明显出血, 鱼精蛋白中和肝素, 清扫出血点, 逐层关闭切口, 常规放置引流管。修补组行常规的体外循环下开胸修补手术。

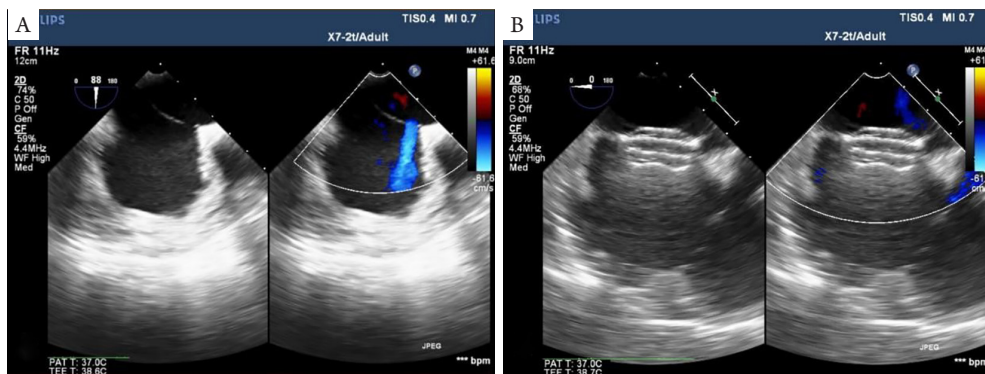


图1 ASD封堵前后TEE对比图像

Figure 1 TEE contrastive images before and after the device closure operation of ASD patients

(A) ASD封堵前经食道超声图像, 可见收缩期心房水平左向右分流; (B) 封堵术后, 封堵器位置良好, 未见残余分流。

(A) TEE images before the device closure operation of ASD patients showing a clearly left-to-right shunt; (B) No residual shunt were detected after the device were implanted.

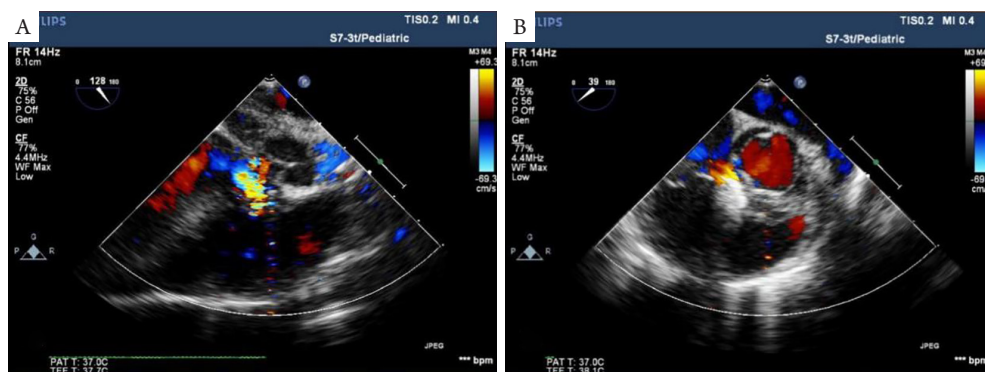


图2 VSD封堵前后TEE对比图像

Figure 2 TEE contrastive images before and after the device closure operation of VSD patients

(A) VSD封堵前经食道超声图像, 可见收缩期心室水平左向右分流; (B) VSD封堵术后, 封堵器位置良好, 未见残余分流。

(A) TEE images before the device closure operation of VSD patients showing a clearly left-to-right shunt; (B) No residual shunt were detected after the device were implanted.

1.3 资料统计及随访

术中统计开胸时长、关胸时长、麻醉时长、手术时长、切口长度、修补组体外循环时长、手术成功率等手术资料, 术后记录ICU停留时长、呼吸机支持时长、心纵引流量、术后住院天数、住院总花费、输血例数等资料。

两组患者在术后(48 h内), 术后1, 3, 6个月时均行经胸超声心动图检查、胸部X线、心电图检查等检查, 并以最后一次随访为准。封堵组平均随访3.5(1~6)个月, 修补组随访1~6(平均3.8)个月。

1.4 统计学处理

采用SPSS 23.0软件进行统计分析, 以Shapiro-Wilk法对统计数据进行正态性检验, 若满足正态分布则数据以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示, 两组间均数比较采用独立样本 t 检验。不满足正态分布者数据使用中位数及四分位数表示, 采用Mann-Whitney U 检验。两样本间率的比较采用 χ^2 检验, 以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术成功率的比较

本研究共纳入79例患者, 封堵组45例患者, 修补组34例, 两组均无一例死亡, 封堵组1例室缺患者因推拉试验封堵器脱落失败, 术中转体外循环下常规开胸直视修补术, 成功率为97.8%。因此术中及术后各项数据的统计工作中实际记录到的

一共有78组数据(封堵组44, 修补组34), 修补组未见失败或二次手术病例, 手术成功率为100.0%。

2.2 术中各项资料对比

比较术中两组患者开胸时长、关胸时长、麻醉时长、手术时长及体外循环时长。上述各指标组间差异均有统计学意义($P<0.05$, 表1)。两组手术成功率对比(97.8% vs 100%), 采用 χ^2 检验, 差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.3 术后各项资料对比

比较术后两组ICU停留时长、呼吸机支持时长、心包纵膈引流液量、切口长度、术后住院天数、住院总费用及围术期输注血液制品病例数, 上述各项指标两组间差异均有统计学意义($P<0.05$, 表2)。

2.4 术后并发症情况

两组围术期及术后随访至6个月均无死亡及严重并发症如主动脉瓣或三尖瓣关闭不全、二次开胸止血、心包积液、严重心律失常等情况发生。封堵组2例(4.5%)患者、修补组16例(47.1%)患者术后存在少量胸腔积液, 组间差异有统计学意义($P<0.05$)。所有病例术后即时/1周/3个月/6个月随访, 术后即时分流率(中到大量)封堵组4例(9.1%), 修补组均未见(0)残余分流, 差异无统计学意义($P>0.05$)。6个月内封堵组所见残余分流先后均消失(表3)。

表1 封堵组与修补组患者术中相关资料比较

Table 1 Comparison of clinical parameters during operation between the TEE and CPB group

组别	<i>n</i>	开胸时长/min	关胸时长/min	麻醉时长/min	手术时长/min	体外循环时长/min
封堵组	44	10.5 (8.8~12.3)	21.27 ± 5.18	108.10 ± 9.89	85.9 (71.2~91.6)	0
修补组	34	23.6 (22.0~27.0)	61.38 ± 8.15	205.59 ± 18.53	158.3 (144.4~164.6)	60.0(50.4~69.4)
<i>P</i>		<0.001	0.006	0.003	<0.001	

开胸时长、手术时长、体外循环时长两组间数据不完全符合正态分布, 采用Mann-Whitney U 检验; 关胸时长、麻醉时长两组间数据均符合正态分布, 采用独立样本 t 检验。

The thoracotomy time, operation time, CPB time of the two groups could not fit the normal distribution, the Mann Whitney U test was used to detect the data; the time of sternal closure and anesthesia duration of the two groups fit the normal distribution and were compared by independent samples t -test.

表2 封堵组与修补组术后资料比较

Table 2 Comparison of clinical parameters after operation between group TEE and group CPB

组别	n	ICU停留时长/h	呼吸机支持时长/h	心纵引流量/mL	切口长度/cm	术后住院/d	住院总花费/万元	输血/[例(%)]
封堵组	44	12.0 (9.0~17.0)	3.0 (2.4~3.7)	28.3 (0~100.1)	2.8 (2.5~3.1)	6.0 (6.0~7.0)	4.0 (3.7~4.1)	1 (2.3)
修补组	34	16.5 (11.0~22.8)	3.9 (3.2~5.7)	310.6 (231.4~360.5)	14.1 (11.6~14.9)	8.0 (7.0~9.0)	4.6 (4.4~5.0)	29 (85.3)
P		0.014	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

两组间各项数据不能同时满足正态分布, 数据统一采用中位数及四分位间距表示, 两组间比较采用Mann-Whitney U检验, 输血例数占比采用 χ^2 检验。

All of the clinical parameters of the two groups could not fit the normal distribution. Measurement data are shown as median (interquartile range), the comparison among groups using the Mann Whitney U test and chi-square test with enumeration data showing by rate or composition.

表3 封堵组与修补组患者术后监测到主要并发症情况比较

Table 3 Comparison of clinical parameters about postoperative complications between group TEE and group CPB

组别	n	胸腔积液/[例(%)]	术后即时分流/[例(%)]	随访期结束残余分流	严重心律失常	死亡病例
封堵组	44	2 (4.5)	4 (9.1)	0	0	0
修补组	34	16 (47.1)	0	0	0	0
P		<0.001	0.128			

3 讨论

1952年Lewis首先采用低温麻醉下阻断心内血流, 经右房切口直视下缝闭房间隔缺损, 开创了手术治疗先天性心间隔缺损的先河。第二年Gibbon在体外循环下进行了世界第1例房间隔缺损直视修补术。此后体外循环下胸骨正中切口心脏直视修补手术成为治疗HSD最主要的治疗方法, 但其需电锯劈开胸骨, 胸撑牵引扩大视野, 对胸骨结构、胸廓的稳定性和周围组织造成较大创伤, 不仅延长了手术、麻醉时长, 而且手术切口不美观, 患者术后恢复较慢, 心包及纵膈引流液较多, 延长了术后住院时长, 增加了输血及感染风险。随着这些缺点的暴露, 国内外心脏外科医师另辟蹊径, 探索出包括经皮导管介入封堵技术和全电视胸腔镜下心内缺损修补术等更为微创的术式^[9-15]。

经过多年探索, 经皮介入导管封堵术成为目前开展最为广泛的导管HSD封堵技术, 但该技术一方面存在造影剂损伤、医患双方的放射暴露^[16]等缺点, 另一方面封堵过程中无法实现连续的实时监测, 对心内结构的显像也不够清晰, 还要受

到年龄、血管条件的限制, 同时对封堵术后即时残余分流及临近瓣膜活动情况的测量也存在较大的误差。较长的导管以及手术路径也增加了手术费用、瓣膜的损伤概率以及手术难度^[17], 所以局限性较大。

TEE引导下经胸心内缺损封堵技术成功克服了经皮介入导管封堵术已显露的缺点, 首先避免了造影剂损伤及医患双方的放射暴露问题, 另一方面与X线造影相比TEE能更清晰地显示封堵器与心内缺损的位置关系, 实现了治疗过程中导丝、输送管和封堵器在房室内的位置与伸展释放状态的实时、连续观察, 在封堵器放置后亦能持续监测其位置并及时作出相应调整, 并可即刻观察闭合后缺损周围情况如残余分流和临近瓣膜的活动等。同时经胸封堵术较短的输送系统和手术路径, 既节省了耗材费用, 也克服了年龄、体重、外周血管直径的制约, 避免了动脉穿刺以及血管内输送所带来的相应血管的损伤, 拓宽了手术对年龄、体重、缺损类型和封堵器等的适用范围, 大大提升了手术的成功率^[18]。且术中如果发现缺损不适合封堵或封堵不成功, 可及时改为传统术式, 在本研究中封堵组一例患者因推拉试验失

败, 及时改用传统术式行直视修补, 避免了患者术中转运可能发生的风险, 保障患者安全。总的来说, TEE的应用将HSD的封堵治疗引入了全新发展阶段。

本研究显示: 封堵组在手术时长、麻醉时长、呼吸机支持时长、术后ICU停留时长、术后住院天数、住院总花费以及切口长度等方面, 较修补组有着明显的优势。TEE引导下经胸微创封堵技术能够减少手术创伤及术后引流, 封堵组患者仅1例室间隔缺损的患儿因术中出血稍多而输注血制品。同时封堵组完全避免了体外循环所产生的多器官损伤, 对患者呼吸、咳嗽的影响小, 缩短了呼吸机支持时间, 术后护理要求相应降低, 术后短时间内即可转入普通病房, 降低了住院总花费, 同时极大地提高了患者对手术切口美观性的满意度。

本研究中封堵组术后即时少量残留分流率为9.1%, 术后6个月随访期结束未见明显残余分流发生, 演变趋势与国内外其他研究结果相似, 被认为与封堵器合金盘状结构的形态记忆时间以及封堵器所诱发的组织修复和内皮细胞的生长时间相关^[19], 修补组术后即时及随访期间均未见明显残余分流的发生, 两组间比较差异无统计学意义。与国内其他机构两种手术方式横向比较, 本研究中两组术后残余分流发生率均较低。国内相关研究^[20]显示TEE引导下室间隔缺损封堵术的成功率约为92%, 房间隔缺损封堵术的成功率约为96%, 本研究中封堵组中仅存在1例VSD封堵失败的案例, 成功率97.8%, 而房间隔缺损封堵成功率为100%, 造成这些差异的原因主要考虑为安徽医科大学第一附属医院开展此项手术时间较早, 技术较为成熟, 不仅提高了封堵的成功率, 也降低了术后大量残余分流、严重心率失常、大量心包积液等严重并发症的总体发生率, 其次本研究中封堵组纳入患者大多为青壮年, 术中操作视野相对开阔, 也更便于手术施行。另外本研究中纳入病例数相对较少, 术后随访时间尚短, 远期效果有待于多中心大样本的研究进一步观察随访。

综上所述, 食管超声引导下经胸微创CHD封堵术的手术技术安全可行, 与体外循环下开胸心脏直视修补术相比, 手术时间短, 麻醉时间短, 带管时间短, 小切口不仅美观易于接受, 同时也能够减少常规开放手术的创伤, 维持胸廓的完整性, 降低了开胸手术中手术时间长、创伤大、胸骨劈开等造成的术后感染的概率, 避免体外循环造成的多器官损害, 有利于患者的早期康复, 近

期随访中疗效满意。此外, 食管超声引导下经胸CHD封堵术还具有引流量少、输血量少、术后并发症少、住院天数少、花费相对较低等优点, 社会及经济效益良好, 是一种较为理想的手术方法。但并不是所有HSD都可采取TEE引导下经胸微创封堵手术, 传统体外循环下开胸修补手术, 作为一直以来治疗HSD的标准术式, 仍然有着不可替代的功能。与微创封堵相比, 一方面开胸手术存在手术适应证更宽, 视野更为良好的优点, 对于缺损边缘过窄、缺损边缘距离各瓣膜及静脉窦距离过短、多房型房室缺或同时合并其他心内畸形等情况的病例, 有着更确切的疗效和更高的成功率; 另一方面体外循环下的直视修补, 针对术中各种突发事件的处置更为安全从容, 同时该术式开展时间早, 是治疗各类先天性心内畸形最为成熟的手术方式, 如封堵失败可立刻中转开胸取出封堵器并行直视修补手术, 也是各单位施行微创封堵术的必备技术后盾。TEE引导下经胸微创封堵术的规范有待于今后进一步总结多中心大样本的研究资料, 必须严格把握其适应证, 不能盲目推广使用。

参考文献

1. Qu Y, Liu X, Zhuang J, et al. Incidence of congenital heart disease: the 9-year experience of the Guangdong Registry of Congenital Heart Disease, China[J]. PLoS One, 2016, 11(7): e0159257.
2. King TD, Thompson SL, Steiner C, et al. Secundum atrial septal defect. Nonoperative closure during cardiac catheterization[J]. JAMA, 1976, 235(23): 2506-2509.
3. Michel-Behnke I, Ewert P, Koch A, et al. Device closure of ventricular septal defects by hybrid procedures: a multicenter retrospective study[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2011, 77(2): 242-251.
4. 孙俊杰, 彭帮田, 范太兵, 等. 食管超声引导下经胸微创外科封堵治疗先天性心脏病研究[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2014, 28(10): 964-965.
SUN Junjie, PENG Bangtian, FAN Taibing, et al. Transesophageal echocardiography guided surgical minimally invasive occlusion operation for congenital heart disease[J]. Journal of Chinese Practical Diagnosis and Therapy, 2014, 28(10): 964-965.
5. Xing Q, Pan S, An Q, et al. Minimally invasive periventricular device closure of perimembranous ventricular septal defect without cardiopulmonary bypass: multicenter experience and mid-term follow-up[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2010, 139(6): 1409-1415.
6. Zhang S, Zhu D, Qi A, et al. Minimally invasive periventricular device

- closure of doubly committed sub-arterial ventricular septal defects: single center long-term follow-up results[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2015, 10: 119.
7. 沈晟, 贾兵, 陈张根, 等. 经胸杂交封堵术治疗小儿肌部室间隔缺损18例[J]. *临床小儿外科杂志*, 2013, 12(2): 132-134.
SHEN Sheng, JIA Bing, CHENG Zhanggen, et al. Treatment experience of hybrid approaches for eighteen children with muscular ventricular septal defects[J]. *Journal of Clinical Pediatric Surgery*, 2013, 12(2): 132-134.
 8. 徐玮泽, 叶菁菁, 李建华, 等. 食管超声引导下经皮儿童房间隔缺损封堵术的疗效评价[J]. *临床小儿外科杂志*, 2018, 17(1): 38-42.
XU Weize, YE Jingjing, LI Jianhua, et al. Percutaneous transcatheter closure of atrial septal defect under the guidance of transesophageal echocardiography in children[J]. *Journal of Clinical Pediatric Surgery*, 2018, 17(1): 38-42.
 9. 张蕾, 周达新, 赵维鹏, 等. 多发性房间隔缺损经导管封堵治疗中封堵器的个体化运用[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2017, 25(3): 138-143.
ZHANG Lei, ZHOU Daxin, ZHAO Weipeng, et al. Individualized application of occluder in transcatheter closure of multi-fenestrated atrial septal defects[J]. *Chinese Journal of Interventional Cardiology*, 2017, 25(3): 138-143.
 10. Rigatelli G, Dell' Avvocata F, Cardaioli P, et al. Five-year follow-up of intracardiac echocardiography-assisted transcatheter closure of complex ostium secundum atrial septal defect[J]. *Congenit Heart Dis*, 2012, 7(2): 103-110.
 11. Praz F, Wahl A, Schmutz M, et al. Safety, feasibility, and long-term results of percutaneous closure of atrial septal defects using the Amplatzer septal occluder without periprocedural echocardiography[J]. *J Invasive Cardiol*, 2015, 27(3): 157-162.
 12. Kijima Y, Akagi T, Nakagawa K, et al. Three-dimensional echocardiography guided closure of complex multiple atrial septal defects[J]. *Echocardiography*, 2014, 31(10): E304-E306.
 13. Gil-Jaurena JM, González-López MT, Pérez-Caballero R, et al. 15 years of minimally invasive paediatric cardiac surgery; development and trends[J]. *An Pediatr (Barc)*, 2016, 84(6): 304-310.
 14. Chu MW, Losenno KL, Fox SA, et al. Clinical outcomes of minimally invasive endoscopic and conventional sternotomy approaches for atrial septal defect repair[J]. *Can J Surg*, 2014, 57(3): E75-E81.
 15. Ma ZS, Dong MF, Yin QY, et al. Totally thoracoscopic repair of atrial septal defect without robotic assistance: A single-center experience[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 141(6): 1380-1383.
 16. Hill KD, Wang C, Einstein AJ, et al. Impact of imaging approach on radiation dose and associated cancer risk in children undergoing cardiac catheterization[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2016, 89(5): 888-897.
 17. 杨学永, 周启宇, 王振国, 等. 不同微创介入治疗在房间隔缺损中的应用[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2012, 27(13): 1044-1045.
YANG Xueyong, ZHOU Qiyu, WANG Zhenguo, et al. Application of minimally invasive interventional treatment for atrial septal defect in children[J]. *Journal of Applied Clinical Pediatrics*, 2012, 27(13): 1044-1045.
 18. 钱松屹, 张总刚, 刘筠, 等. 经胸微创封堵术治疗继发孔房间隔缺损140例分析[J]. *中国医学科学院学报*, 2016, 38(6): 650-653.
QIAN Songyi, ZHANG Zonggang, LIU Jun, et al. Effectiveness of secundum atrial septal defect occlusion with the septal occluder through right-chest small incision: clinical analysis of 140 cases[J]. *Acta Academiae Medicinae Sinicae*, 2016, 38(6): 650-653.
 19. Sharafuddin MJ, Gu X, Titus JL, et al. Transvenous closure of secundum atrial septal defects: preliminary results with a new self-expanding nitinol prosthesis in a swine model[J]. *Circulation*, 1997, 95(8): 2162-2168.
 20. Guo Z, Zhang C, Wang H, et al. Peratrial device closure of atrial septal defect undertransesophageal echocardiographic guidance without fluoroscopy compared to conventional on-pump surgical closure[J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2017, 32(1): 38-42.

本文引用: 孔瑞瑞, 郭志祥, 张成鑫, 龚文辉, 葛圣林. 超声引导下经胸心房间隔缺损封堵术与常规开胸修补手术的对比研究[J]. *临床与病理杂志*, 2018, 38(1): 78-84. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2018.01.014

Cite this article as: KONG Ruirui, GUO Zhixiang, ZHANG Chengxin, GONG Wenhui, GE Shenglin. Comparative study of the transesophageal echocardiography guided transthoracic device closure and conventional on-pump surgical closure in heart septal defects[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2018, 38(1): 78-84. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2018.01.014