

心脏疾病

DOI:10.13406/j.cnki.cyx.002013

239例小儿室间隔缺损修补术后残余分流的近中期随访

普金海,安永,栾果,白辉科,吴春,潘征夏

(重庆医科大学附属儿童医院胸心外科、儿童发育疾病研究教育部重点实验室、
儿童发育重大疾病国家国际科技合作基地、儿科学重庆市重点实验室,重庆 400014)

【摘要】目的:探讨小儿室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)修补术后残余分流的发生原因、常见部位、预后、影响预后的因素及干预时机。**方法:**回顾性分析 2013 年 1 月至 2017 年 1 月重庆医科大学附属儿童医院行 VSD 修补术后 239 例残余分流患者的临床资料,包括患者性别、手术年龄、体质量、术前左右心室压差、术前 VSD 分流方向、补片材料、体外循环时间、残余分流的大小及部位、残余分流的血流速度,运用单因素及多因素 Cox 回归分析患者预后的影响因素。**结果:**239 例残余分流患者均未再次干预,155 例(64.85%)残余分流自行愈合;84 例(35.15%)未愈合。小于 4 mm 残余分流 219 例,153 例(69.86%)自愈;大于 4 mm 残余分流 20 例,2 例(10%)自愈($P<0.005$)。单因素 Cox 分析结果表明,术前左右心室压差($P=0.028$)、体外循环时间($P=0.006$)、残余分流大小($P=0.003$)、残余分流血流速度($P=0.00$)是影响患者预后的因素($P<0.05$);而多因素 Cox 回归分析显示体外循环时间($P=0.017$)、残余分流血流速度($P=0.019$)是影响患者预后的主要因素。**结论:**残余分流常见于补片上下缘及肌部。残余分流小于 4 mm 大多可自行愈合,残余分流血流速度、体外循环时间是影响预后的主要因素。残余分流大于 4 mm 且随访 1 年以上未见减小,或合并临床症状者,需积极干预。

【关键词】室间隔缺损;残余分流;预后;Cox 回归分析**【中图分类号】**R726.1**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2018-10-12

Early- to mid-term follow-up of residual shunt after ventricular septal defect repair in children: an analysis of 239 cases

Pu Jinhai, An Yong, Luan Guo, Bai Huikuo, Wu Chun, Pan Zhengxia

(Department of Cardiothoracic Surgery, Children's Hospital of Chongqing Medical University; Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders; China International Science and Technology Cooperation Base of Development and Critical Disorders; Chongqing Key Laboratory of Pediatrics)

【Abstract】Objective: To investigate the causes, common locations, prognosis, prognostic factors, and intervention timing of residual shunt after ventricular septal defect (VSD) repair in children. **Methods:** A retrospective analysis was performed for the clinical data of 239 patients with residual shunt who underwent VSD repair in The Affiliated Children's Hospital of Chongqing Medical University from January 2013 to January 2017, including sex, age at the time of surgery, body weight, preoperative pressure difference between the left and right ventricles, preoperative VSD shunt direction, patch material, cardiopulmonary bypass time, size and location of residual shunt, and blood flow velocity of residual shunt. Univariate and multivariate Cox regression analyses were used to identify the influencing factors for prognosis. **Results:** No intervention was performed for 239 patients with residual shunt; among these patients, 155 (64.85%) achieved spontaneous healing of residual shunt and 84 (35.15%) did not achieve healing. Of all patients, 219 had a residual shunt of <4 mm, among whom 153 (69.86%) achieved spontaneous healing, and 20 had a residual shunt of >4 mm, among whom

only 2 (10%) achieved spontaneous healing. The univariate Cox regression analysis showed that preoperative pressure difference between the left and right ventricles ($P=0.028$), cardiopulmonary bypass time ($P=0.006$), size of residual shunt ($P=0.003$), and blood flow velocity of residual shunt ($P=0.00$) were influencing factors for prognosis ($P<0.05$), and the multivariate Cox regression analysis showed that cardiopulmonary bypass time ($P=0.017$) and blood flow velocity of residual shunt ($P=0.019$) were the main influencing factors for prognosis. **Conclusion:** Residual shunt is commonly observed in the upper and lower edges of the patch and the interventricular septum. Most patients with a residual

作者介绍: 普金海, Email: 1028819206@qq.com,

研究方向: 心胸外科。

通信作者: 安永, Email: 3168538416@qq.com。**基金项目:** 国家自然科学基金面上资助项目(编号: NSFC 81370432);
国家临床重点专科建设资助项目(编号: 国卫办医函[2013] 544); 重庆市自然科学基金资助项目(编号: cstc2011jjA10096);
重庆市教委科学技术研究资助项目(编号: KJ1500238); 重庆市科卫联合医学科研发资助项目(中青年高端医学人才项目)(编号: 2018GDRC005)。**优先出版:** <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20190312.1004.016.html>
(2019-03-13)

shunt of <4 mm can achieve spontaneous healing, and blood flow velocity of residual shunt and cardiopulmonary bypass time are the main influencing factors for prognosis. Active intervention should be performed for patients with a residual shunt of >4 mm which does not decrease during follow-up for more than 1 year or those with clinical symptoms.

[Key words] ventricular septal defect; residual shunt; prognosis; Cox regression analysis

室间隔缺损 (ventricular septal defect, VSD) 修补术后残余分流 (residual shunt, RS) 又称残余漏, 是 VSD 修补术最常见的并发症, 国内外报道发生率不一。严重的残余分流可造成血液破坏、心功能异常、心内感染、反复发生肺炎等。关于残余分流预后的相关报道较少, 对其预后及干预时机尚不明确。本研究分析 239 例简单先天性心脏病 VSD 修补术后残余分流患者的临床资料, 探讨残余分流发生原因、常见部位、预后、影响预后的因素及干预时机, 现总结报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取重庆医科大学附属儿童医院 2013 年 1 月至 2017 年 1 月行简单先心 VSD 修补术后残余分流患者 239 例。纳入标准为胸骨切开体外循环下行手术治疗的单纯 VSD 及合并动脉导管未闭、房间隔缺损、二尖瓣轻-中度反流、三尖瓣轻-中度反流、主动脉瓣轻-中度脱垂的患者。排除标准为 VSD 合并大血管畸形、严重瓣膜病变及其他复杂型先天性心脏病患者。术后早期复查心脏彩超提示室间隔平面存在过隔血流束, 且过隔血流束 ≥ 1 mm 诊断为残余分流。

239 例患者中, 男 131 例, 女 108 例; 手术年龄 2~136 个月, 平均 (15.87 ± 21.44) 个月; 体质量 3~34 kg, 平均 (7.79 ± 4.55) kg; 术前左右心室压差 3~115 mmHg, 平均 (30.28 ± 24.04) mmHg; 体外循环时间 47~228 min, 平均 (83.33 ± 22.34) min; 术后早期复查超声心动图示过隔血流速度 1.1~4.43 m/s, 平均 (2.75 ± 0.72) m/s; 出院后随访 1~148 个月, 平均 (10.36 ± 8.50) 个月。膜周型 VSD 185 例, 干下型 29 例, 膜周合并肌部缺损 23 例, 单纯肌部 VSD 2 例; 术前 VSD 左向右分流 53 例, 双向分流 186 例, 术后残余分流均为左向右分流。GORE-TEX 补片修补 VSD 103 例, 自体心包补片修补 136 例。残余分流位于补片上缘 45 例, 补片下缘 156 例, 肌部 23 例, 上缘合并下缘 15 例。

1.2 方法

1.2.1 VSD 修补方法 所有患者均采用胸部正中切口, 常规建立体外循环后, 经右心房或肺动脉入路, 采用 GORE-TEX 人造补片或 0.6% 戊二醛固定 10~15 min 的自体心包补片, 适当裁剪, 连续缝合修补 VSD。

1.2.2 随访方法 患者术后 1 周左右复查心脏超声心动图,

出院后 1 个月、3 个月、6 个月、1 年及 1 年后每年一次定期门诊复查心脏彩超、心脏三位片及心电图。复查心脏彩超未见室间隔平面有过隔血流束, 则视 RS 自愈 (图 1)。

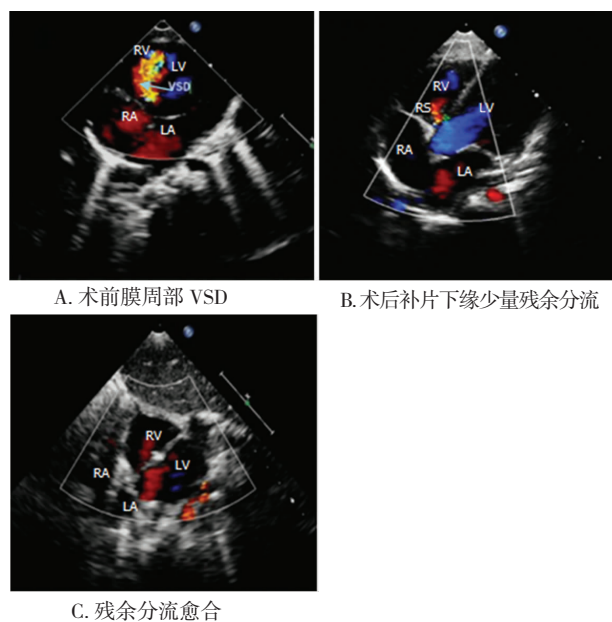


图 1 自愈患者心脏彩超资料

1.2.3 研究分组及内容 根据随访结果, 将患者分为自愈和未愈。计数资料依据不同分类, 计量资料依据其平均值大小, 对可能影响预后的相关因素赋值 (表 1), 对赋值后不同性别、手术年龄、体质量、术后早期心脏彩超测得残余分流大小及过隔血流速度、残余分流部位、补片材料、术前左右心室压差、VSD 分流方向、体外循环时间等资料进行分析 (表 2)。以 RS 愈合为终结事件, 以愈合时间为时间变量, 进行单因素和多因素 Cox 回归分析。

表 1 变量赋值

序号	指标	赋值
1	性别	1: 男; 2: 女
2	年龄 (月)	1: <12 ; 2: ≥ 12
3	体质量 (kg)	1: <8 ; 2: ≥ 8
4	术前分流方向	1: 左向右; 2: 双向
5	术前左右心室压差 (mmHg)	1: <30 ; 2: ≥ 30
6	体外循环时间 (min)	1: <80 ; 2: ≥ 80
7	残余分流部位 ^a	1: 上缘; 2: 下缘; 3: 肌部; 4: 上缘+下缘
8	残余分流大小 (mm)	1: <4 ; 2: ≥ 4
9	残余分流血流速度 (m/s)	1: <3 ; 2: ≥ 3
10	补片材料	1: 自体心包; 2: GORE-TEX 片

注: a, 设为亚变量

表 2 患者一般资料 (n, %)

指标	愈合例数	未愈合例数	χ^2 值	P 值
性别 (n=239)			0.080	0.777
男	86 (36.0)	45 (18.8)		
女	69 (28.9)	39 (16.3)		
年龄 (月, n=239)			0.014	0.905
< 12	99 (41.4)	53 (22.2)		
≥ 12	56 (23.4)	31 (13.0)		
体质量 (kg, n=239)			0.769	0.381
< 8	110 (46.0)	55 (23.0)		
≥ 8	45 (18.8)	29 (12.2)		
术前分流方向 (n=239)			0.282	0.596
左向右	119 (49.8)	67 (28.0)		
双向	36 (15.1)	17 (7.1)		
心室压差 (mmHg, n=199)			0.100	0.752
< 30	80 (40.2)	45 (22.6)		
≥ 30	49 (24.6)	25 (12.6)		
体循环时间 (min, n=238)			1.290	0.256
< 80	76 (31.9)	35 (14.7)		
≥ 80	78 (32.8)	49 (20.6)		
残余分流部位 (n=239)			4.517	0.211
补片上缘	29 (12.1)	16 (6.7)		
补片下缘	104 (43.5)	52 (21.7)		
肌部	16 (6.7)	7 (2.9)		
上缘+下缘	6 (2.5)	9 (3.9)		
残余分流大小 (mm, n=239)			28.812	0.000
< 4	153 (64.0)	66 (27.6)		
≥ 4	2 (0.8)	18 (7.5)		
残余分流血流速度 (m/s, n=227)			0.369	0.534
< 3	96 (43.3)	49 (21.6)		
≥ 3	51 (22.5)	31 (13.6)		

1.3 统计学处理

使用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析, 计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 计数资料采用卡方检验。将自行愈合或未愈合作为应变量 (自愈=1, 未愈=2), 采用 Backward LR 法, 依据选入标准 $\alpha=0.05$, 剔除标准 $\beta=0.10$, 筛选出对 RS 预后有意义的影响因素。对可能影响愈合的因素进行单因素及多因素 Cox 回归分析, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

239 例中, 单发残余分流 215 例, 多发 (2 处或 2 处以上) 残余分流 24 例, 其中多个残余分流以超声心动图测得各个残余分流直径之和表示其大小。所有患者均未再次干预, 239 例患者中, 155 例 (64.85%) 残余分流自行愈合; 84 例 (35.15%) 未愈合, 其中 55 例 (23.01%) 随访中残余分流减小, 22 例 (9.21%) 残余分流无明显变化, 其余 7 例 (2.93%) 残余分流有增大。大于等于 4 mm 有 20 例 (5 例为单发残余分流, 15 例为多发残余分流), 2 例 (10%) 自愈, 16 例在 1 年内减小至 4 mm 以内, 其余 2 例因随访时间较短, 未见明显变化。小于 4 mm 残余分流 219 例, 153 例 (69.86%) 自愈。

在单因素 Cox 分析中, 术前左右心室压差、体外循环时间、残余分流大小、残余分流血流速度是 RS 预后的单变量影

响因素 (表 3), 将年龄、术前左右心室压差、体外循环时间、残余分流大小、残余分流血流速度纳入多因素 Cox 分析, 可见体循环时间、残余分流血流速度是影响 RS 预后的主要因素 (表 4)。

3 讨 论

VSD 是最常见的心脏畸形, 占有先天性心脏病的 20%~30%, 根据 VSD 的部位分为膜周型、肌部型和干下型, 膜周型是最常见的类型^[1-2]。目前绝大多数 VSD 需行外科手术治疗, 外科手术被认为是治疗 VSD 的金标准^[3]。随着医疗技术水平的提高, 简单先心 VSD 修补术死亡率几乎为零^[4], 但术后残余分流始终是常见的并发症, 所有接受 VSD 手术的修复者残余分流发生率为 5%~25%^[5]。

3.1 残余分流的原因

残余分流发生与手术技术密切相关, 现结合文献及本中心经验, 总结如下: ①术中 VSD 边缘暴露不清, 缝合时盲目进针。进针过浅容易在心脏复跳后撕脱, 或针距过宽留有间隙。②转移针缝线不正确, 易于流出道处或 VSD 后下角发生残余漏^[6]。③补片裁剪不当, 补片太小, 张力较大, 补片太大, 形成“猫耳朵”皱褶而出现残余漏。④在处理流出道肥厚心肌或异常肌束时减除过多, 缺乏完整心内膜垫, 易导致缝线顺肌纤维方向撕脱。⑤直接缝合较大的 VSD^[7]。⑥多发 VSD, 尤其是合并肌部小 VSD 时, 心脏停跳后不易暴露, 容易遗漏而形成残余漏^[8-9]。本组 23 例肌部 RS 中, 单纯肌部 VSD 1 例, 其余 22 例均合并有膜周部 VSD, 其中 6 例术前漏诊肌部 VSD。

3.2 残余分流的常见部位

残余分流通常见于 VSD 下缘或上缘^[10], 缺损下缘是缝合危险区, 也是转移针处, 进针部位及深浅不易把握, 缝合过浅易出现残余分流; 缺损上缘靠近流出道, 下缘靠近三尖瓣瓣环处, 均不易暴露, 缝合时盲目进针而易发生残余分流。本组 45 例位于补片上缘, 补片下缘 156 例, 上缘及下缘 15 例。此外, 肌部是残余分流另一常见部位, 本组肌部 23 例, 膜周型 VSD 合并肌部小 VSD 时, 肌部 VSD 容易被漏诊, 且膜周 VSD 经修补闭合且心脏复跳后, 肌部 VSD 会更加明显。

3.3 残余分流的预后及影响预后的因素

RS<4 mm 大多可自行愈合, 本组 RS<4 mm 有 219 例, 153 例 (69.86%) 自愈, 40 例有明显减小, 19 例无明显变化, 7 例较前有增大。RS 增大可能是因

表 3 单因素 Cox 回归分析结果

变量	<i>B</i>	<i>SE</i>	Wald χ^2	<i>df</i>	<i>P</i>	Exp(<i>B</i>)	95%CI	
							下限	上限
性别	-0.410	0.161	0.063	1	0.801	0.960	0.701	1.316
年龄	-0.107	0.169	0.010	1	0.921	0.983	0.706	1.370
体质量	-0.060	0.177	0.114	1	0.735	0.942	0.666	1.333
术前分流方向	-0.270	0.203	1.763	1	0.184	0.764	0.513	1.137
术前左右心室压差	-0.421	0.191	4.842	1	0.028	0.656	0.451	0.955
体循环时间	-0.447	0.163	7.543	1	0.006	0.640	0.465	0.880
残余分流部位	-0.079	0.108	0.535	1	0.465	0.924	0.747	1.142
残余分流大小	-1.368	0.455	9.025	1	0.003	0.255	0.104	0.622
残余分流血流速度	-0.692	0.180	14.713	1	0.000	0.501	0.325	0.713
补片材料	-0.096	0.163	0.345	1	0.557	0.909	0.661	1.250

表 4 多因素 Cox 回归分析结果

变量	<i>B</i>	<i>SE</i>	Wald χ^2	<i>df</i>	<i>P</i>	Exp(<i>B</i>)	95%CI	
							下限	上限
年龄	0.360	0.205	3.065	1	0.080	1.433	0.958	2.143
术前左右心室压差	-0.363	0.209	3.011	1	0.083	0.695	0.461	1.048
体循环时间	-0.442	0.186	5.665	1	0.017	0.643	0.447	0.925
残余分流大小	-1.944	1.024	3.606	1	0.058	0.143	0.019	1.065
残余分流血流速度	-0.477	0.203	5.512	1	0.019	1.433	0.958	2.143

为补片张力较高而缝线撕脱所致。RS ≥ 4 mm 有 20 例,只有 2 例(10%)自愈,但有 15 例减小至 4 mm 以下。RS 自愈机制可能与 VSD 自愈机制相仿,目前尚不明确,且不同部位 VSD 自愈机制不尽相同。Roberts 等^[11]提出射流病变是膜周型 VSD 自愈的重要机制,该机制是指过隔血流喷射导致心内膜反应性增生,从而逐渐覆盖缺损。Anderson 等^[12]认为三尖瓣叶的黏附及主动脉瓣脱垂是膜周型 VSD 自愈的机制。Moe 等^[13]提出内皮粗化的机制,认为血流从左心室射向右心室时产生粗糙的心内膜,血小板缓慢集聚于缺损边缘粗糙内膜形成血栓,血栓机化逐渐闭合缺损。Takaki 等^[14]认为喷射血流从左到右分流射向三尖瓣,纤维沉聚于缺损边缘,并将三尖瓣隔瓣叶片黏附到 VSD 周围。Cheng 等^[15]发现自愈患儿基质金属蛋白酶-9 水平高于未愈组,该蛋白酶可能导致结缔组织重塑,从而促进 RS 愈合。肌部缺损闭合的原因可能是心肌向缺损中央生长或心肌物理性肥大加上纤维组织叠加从而闭合 VSD^[16]。

本研究对 RS 预后影响因素的分析中,单因素 Cox 分析共筛选出 4 项指标,并纳入多因素 Cox 分析,临床上认为年龄是影响愈合的重要因素,故同时将年龄纳入多因素分析。结果显示 RS 血流速度、体外循环时间是影响预后的主要因素。较大的血流速度更利于心内膜反应性增生,从而促进 RS 愈合。而较长的体外循环时间不利于 RS 愈合。此外,本组

RS 大小虽然不是影响预后的主要因素($P=0.058$),但 RS 大小在临床中有重要参考价值,不可忽略。Li 等^[17]研究表明缺损大小可影响缺损的自愈。

性别、RS 部位、年龄、术前两室压差、补片材料、术前过隔血流方向对预后无显著影响。不同部位对 RS 预后的影响尚存在争议。有研究表明,肌部 RS 较上缘或下缘缺损更易愈合^[18],且补片下缘较补片上缘更易愈合,但本组并未得到证实。虽然研究表明年龄是 VSD 自愈的一个重要影响因素,通常认为年龄越小,自愈的可能性就越大^[19],但本研究表明年龄并非影响预后的独立危险因素,而性别可能不太能影响 RS 自愈。本课题组猜想不同补片材料可引起不同程度的炎症反应,从而影响 RS 愈合,但本研究显示不同补片材料 RS 预后无显著性差异。

3.4 残余分流的干预时机及干预措施

目前对于残余分流的再次干预时机有较大争议。张向力等^[6]、高波涛^[20]等认为小于 4 mm 的残余分流无明显血流动力学意义,故可长期随访;而大于 5 mm 的残余分流应早期手术。笔者认为对残余分流干预应对 RS 大小、过隔血流速度、患者临床症状、RS 变化趋势进行综合评估。小于 4 mm 残余分流无明显血流动力学意义,因此该类患者可长期随访;大于 4 mm 的残余分流,若随访时间超过 1 年无减小,或合并临床症状(反复肺部感染、心内感染、血尿等)时,应积极干预。若 RS 大于 4 mm 在随访

中有明显减小且无明显临床症状者,可继续随访。随着术中经食道超声的广泛使用^[21],可在关胸前及时探查到残余分流。若术中发现膜周部大于 4 mm 单发残余分流,可重建体外循环修补;而肌部 RS 及多发小 RS 大多修补难度大,可予以随访或后期行介入治疗。本组 20 例大于 4 mm 残余分流,15 例为多发小 RS,手术探查难度大,有自愈可能,且无明显临床症状,故未早期手术干预,随访中 1 例愈合,12 例减小至 4 mm 以下,其余 2 例随访时间较短,无明显改变。另外 4 例肌部单发 RS,考虑后期可行介入治疗,故也未早期手术干预,随访中 1 例自愈,3 例减小至 3 mm 以下。其余 1 例为膜周 RS,停循环后经食道超声探查时小于 4 mm,自愈可能性大,故未再次重建体外循环修补,随访中减小至 3 mm 以下。

过去认为胸骨切开及体外循环下行 RS 修补为首选措施,但二次手术由于心肌瘢痕、心脏粘连等原因,手术难度大,出血风险高,对患者伤害巨大。鉴于 RS 的发生率及再次外科手术随之而来的风险,介入法治疗残余分流逐渐被重视^[1,5]。Gu 等^[22]用介入法治疗 26 例 VSD 术后 RS 患者,效果良好。近年,莫绪明等^[23-24]率先在国内开展经皮胸前穿刺封堵 VSD 修补术后残余分流,效果良好。

综上所述,外科医生应努力提高操作水平,仔细操作,减少或避免残余分流的发生。残余分流患者应定期随访,严格把握再次干预指征,对于有干预指征的患者,应根据具体情况选择外科手术、介入治疗或经皮胸前穿刺封堵等治疗措施,将二次损伤降至最小。

参 考 文 献

- [1] Yin S, Zhu D, Lin K, et al. Periventricular device closure of congenital ventricular septal defects[J]. J Card Surg, 2014, 29(3):390-400.
- [2] Mo X, Qi J, Zuo W. Percutaneous punctured transcatheter device closure of residual shunt after ventricular septal defect repair[J]. Case Rep Cardiol, 2016, 2016:1-3.
- [3] Sun J, Sun K, Chen S, et al. A new scoring system for spontaneous closure prediction of perimembranous ventricular septal defects in children[J]. PLoS One, 2014, 9(12):e113822.
- [4] Rex CE, Eckerström F, Heiberg J, et al. Surgical closure of a ventricular septal defect in early childhood leads to altered pulmonary function in adulthood: a long-term follow-up[J]. Int J Cardiol, 2019, 274:100-105.
- [5] Dua JS, Mario C, Mariella L, et al. Transcatheter closure of postsurgical residual ventricular septal defects: early and mid-term results[J]. Cathet Cardiovasc Diagn, 2010, 75(2):246-255.
- [6] 张向立, 王立成, 边涛, 等. 76 例室间隔缺损修补术后残余分流分析[J]. 中国医学创新, 2012, 9(12):104-105.
- [7] Dodge-Khatami A, Knirsch W, Tomaske M, et al. Spontaneous closure of small residual ventricular septal defects after surgical repair[J]. Ann Thorac Surg, 2007, 83(3):902-905.
- [8] Hofmeyr L, Pohlner P, Radford DJ. Long-term complications following surgical patch closure of multiple muscular ventricular septal defects[J]. Congenit Heart Dis, 2013, 8(6):541-549.
- [9] Hu YB, Zou JQ, Wang L, et al. Therapeutic strategy for multiple VSD combined with MVSD in infants and young children[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2017, 21(4):85-89.
- [10] Bacha EA, Cao QL, Starr JP, et al. Periventricular device closure of muscular ventricular septal defects on the beating heart: technique and results[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2003, 126(6):1718-1723.
- [11] Roberts WC, Morrow AG. Spontaneous closure of ventricular septal defect, anatomic proof in an adult with tricuspid atresia[J]. Circulation, 1963, 27:90-94.
- [12] Anderson RH, Lenox CC, Zuberbuhler JR. Mechanisms of closure of perimembranous ventricular septal defect[J]. Am J Cardiol, 1983, 52(3):341-345.
- [13] Moe DG, Guntheroth WG. Spontaneous closure of uncomplicated ventricular septal defect[J]. Am J Cardiol, 1987, 60(8):674-678.
- [14] Takaki A, Ogawa H, Wakeyama T, et al. Tricuspid pouch can cause systemic embolization in adulthood[J]. Circ J, 2006, 70(5):631-633.
- [15] Cheng KS, Liao YC, Chen MY, et al. Circulating matrix metalloproteinase-2 and -9 enzyme activities in the children with ventricular septal defect[J]. Int J Biol Sci, 2013, 9(6):557-563.
- [16] Zhang J, Ko JM, Guileyardo JM, et al. A review of spontaneous closure of ventricular septal defect[J]. Proc(Bayl Univ Med Cent), 2015, 28(4):516-520.
- [17] Li X, Song GX, Wu LJ, et al. Prediction of spontaneous closure of isolated ventricular septal defects in utero and postnatal life[J]. BMC Pediatr, 2016, 16(1):207.
- [18] Eroglu AG, Atik SU, Sengenc E, et al. Evaluation of ventricular septal defect with special reference to the spontaneous closure rate, subaortic ridge, and aortic valve prolapse II[J]. Pediatr Cardiol, 2017, 38(5):915-921.
- [19] Xu Y, Liu J, Wang J, et al. Factors influencing the spontaneous closure of ventricular septal defect in infants[J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 8(5):5614-5623.
- [20] 高波涛, 郑景浩, 陈会文, 等. 婴幼儿室间隔缺损修补术后残余分流的自发愈合[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2011, 18(6):507-509.
- [21] Kurokawa S, Honma T, Taneoka M, et al. Can intraoperative TEE correctly measure residual shunt after surgical repair of ventricular septal defects? [J]. J Anesth, 2010, 24(3):343-350.
- [22] Gu MB, Bai Y, Zhao XX, et al. Transcatheter closure of postoperative residual perimembranous ventricular septal defects[J]. Ann Thorac Surg, 2009, 88(5):1551-1555.
- [23] 莫绪明, 戚继荣, 彭卫, 等. 经皮胸前穿刺封堵室间隔缺损残余漏[J]. 中国胸心血管外科杂志, 2017, 33(9):539-541.
- [24] 莫绪明, 戚继荣, 彭卫, 等. 经皮胸前穿刺封堵室间隔缺损的近期效果[J]. 中国胸心血管外科杂志, 2017, 33(10):577-579.

(责任编辑:唐秋姗)