

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.12.014

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2022.12.014>

改良室间隔缺损修补术治疗膜周室间隔缺损患儿的疗效及安全性

吴鹏鹏, 张峰, 胡根源, 朱文庆

(安徽省儿童医院心血管外科, 合肥 230022)

[摘要] 目的: 比较改良室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)修补术与传统外科手术治疗膜周VSD的疗效及安全性。方法: 选取2019年9月至2021年2月安徽省儿童医院接诊的100例膜周VSD患儿, 随机分为改良组与对照组, 各50例。其中改良组行改良VSD修补术治疗, 对照组行传统外科手术治疗, 于术后3、6、12个月进行随访。比较两组手术的一般情况, 手术前后血清C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、白细胞计数(white blood cell count, WBC)、心肌肌钙蛋白I(cardiac troponin I, cTnI)、肌酸激酶同工酶(creatine kinase isoenzyme, CK-MB)、左心室功能、肺动脉及主动脉瓣口血流速度水平, 以及并发症发生率。结果: 两组性别、年龄、体重、VSD缺损直径、美国麻醉师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级、美国纽约心脏病协会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级等一般资料差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。改良组主动脉阻断时间、体外循环时间、术中输血量、手术时间及术后住院时间均明显少于对照组(均 $P<0.05$)。术后24 h, 改良组CRP、WBC、cTnI及CK-MB水平均显著低于对照组(均 $P<0.05$)。术后3、6、12个月, 改良组LVEF及主动脉瓣口血流速度均显著优于对照组(均 $P<0.05$), LVEDD、LVSV及肺动脉瓣口血流速度均显著低于对照组(均 $P<0.05$)。改良组术后残余分流、心脏瓣膜关闭不全、心律失常、房室传导阻滞发生率均明显低于对照组(均 $P<0.05$)。结论: 改良VSD修补术治疗膜周VSD患儿的疗效和安全性更好, 可以减轻机体炎症反应和心肌损伤, 改善患儿预后。

[关键词] 室间隔缺损; 改良室间隔缺损修补术; 心肌损伤; 心功能; 并发症; 安全性

Efficacy and safety of modified ventricular septal defect repair in children with perimembranous ventricular septal defect

WU Pengpeng, ZHANG Feng, HU Genyuan, ZHU Wenqing

(Department of Cardiovascular Surgery, Anhui Children's Hospital, Hefei 230022, China)

Abstract **Objective:** To compare the efficacy and safety of modified ventricular septal defect (VSD) repair and traditional surgery for treatment of perimembranous VSD. **Methods:** A total of 100 children with perimembranous VSD admitted to Anhui Children's Hospital from September 2019 to February 2021 were randomly divided into a modified group and a control group, with 50 cases in each group. The modified group received modified VSD repair treatment, and the control group received traditional surgical treatment. The patients were followed up

收稿日期 (Date of reception): 2022-04-26

通信作者 (Corresponding author): 吴鹏鹏, Email: wpp.2004@163.com

at 3, 6 and 12 months after the operation. The general condition, serum C-reactive protein (CRP), white blood cell count (WBC), cardiac troponin I (cTnI), creatine kinase isoenzyme (CK-MB), left ventricular function, pulmonary artery, and aortic valve blood flow velocity before and after the operation, and the incidence of complications were compared between the 2 groups. **Results:** There was no significant difference in gender, age, body weight, VSD defect diameter, American Society of Anesthesiologists (ASA) classification, and New York Heart Association (NYHA) cardiac function classification between the 2 groups (all $P>0.05$). The aortic clamping time, cardiopulmonary bypass time, intraoperative blood transfusion, operation time, and postoperative hospital stay were significantly less than those in the control group (all $P<0.05$). After 24 h, the serum CRP, WBC, cTnI, and CK-MB levels in the modified group were significantly lower than those in the control group (all $P<0.05$). At 3, 6, and 12 months after the operation, LVEF and aortic valve flow velocity in the modified group were significantly higher than those in the control group (both $P<0.05$), while LVEDD, LVSV, and pulmonary valve flow velocity in the modified group were significantly lower than those in the control group (all $P<0.05$). The incidences of postoperative residual shunt, cardiac valve insufficiency, arrhythmia, and atrioventricular block in the modified group were significantly lower than those in the control group (all $P<0.05$). **Conclusion:** Modified VSD repair has better efficacy and safety in the treatment of perimembranous VSD in children, which can reduce the inflammatory response and myocardial injury, improve the prognosis of children.

Keywords ventricular septal defect; modified ventricular septal defect repair; myocardial injury; cardiac function; complications; safety

室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)是小儿先天性心脏病常见类型, 占比20%~57%, 其中70%为膜周VSD^[1]。浦雪等^[2]研究显示: 单纯膜周VSD自然闭合率为6.7%, 较其他类型明显较低。随着病情进展, 膜周VSD可导致心室水平左向右分流, 肺血流量增加, 肺动脉压增高, 肺静脉回流增加, 左心房增大, 左心室舒张期负荷增高, 容积增大, 严重威胁患儿生命^[3]。对于膜周VSD, 传统的治疗手段为外科开胸直视下VSD修补术, 可以有效降低术后并发症及病死率, 但手术创伤大, 不利于患儿康复^[4]。有研究^[5]显示: VSD修补过程中采用连续缝合可以精准修剪补片, 简化手术步骤, 降低异物残留风险。目前, 改良VSD修补术正处于发展阶段, 尚缺乏临床实践经验及数据。因此, 本研究探讨改良VSD修补术治疗膜周VSD患儿的疗效及安全性, 为改良VSD修补术的推广应用提供支撑。

1 对象与方法

1.1 对象

选取2019年9月至2021年2月安徽省儿童医院接诊的100例膜周VSD患儿, 采用随机数字表法分为改良组与对照组, 各50例。本研究已通过安徽省儿童医院医学伦理委员会审批, 患儿家属对研究内容知情, 且签署知情同意书。

纳入标准: 1)经超声心动图诊断为膜周VSD; 2)具备手术指征, 且采取传统VSD修补术或改良VSD修补术治疗; 4)家长知情同意。排除标准: 1)合并肝、肾功能严重不全; 2)复杂先天性心脏畸形; 3)患有重度肺动脉高压; 4)患有感染性疾病。

1.2 手术方法

对照组行传统VSD修补手术: 气管插管全身麻醉下, 患儿取平卧位, 常规消毒铺巾, 体表作标记, 从胸骨正中作一切口, 逐层切开皮肤、皮下组织、肌层, 打开胸骨, 取合适心包补片, 建立体外循环。阻断主动脉, 从其根部灌注冷晶体停跳液, 打开右心房, 显露三尖瓣, 进行隔瓣牵拉, 显露膜部和VSD部位, 同时测量缺损部位直径, 采用间断缝合或自体心包补片进行修补, 之后鼓肺, 查看VSD是否修补完整, 确认修补成功后对心脏切口进行缝合处理。对主动脉根部进行排气, 开放主动脉, 恢复心脏跳动, 撤除体外循环机, 止血, 对心包切口进行缝合处理, 放置引流管, 关闭胸骨, 结束手术。

改良组行改良VSD修补术: 麻醉、体外循环建立方式、心脏停跳方法同对照组, 患儿取左侧卧位, 于右侧腋下行小直切口, 挡肺, 悬吊心包, 取合适心包补片。通过右心房暴露三尖瓣, 打开隔瓣, 显露膜部和VSD部位, 进行自体心包补片修

补时, 使用5-0 Prolene线沿12点钟方向进第1针, 首先从逆时针方向连续缝补, 之后转向顺时针继续缝补。靠近主动脉瓣缝合位置应位于瓣环上, 分辨清楚主动脉瓣环位置后开始进针, 出针位置位于三尖瓣隔瓣处, 之后顺隔瓣根部褥式加垫片缝合, 与另一根顺时针方向缝合线汇合打结, 后续处理方法同对照组。

1.3 观察指标

一般资料包括性别、年龄、体重、缺损直径等。手术情况包括主动脉阻断时间、体外循环时间、术中出血量、手术时间及术后住院时间。采用酶联免疫吸附法(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)检测血清中C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)表达水平, 使用全自动血液细胞分析仪检测白细胞计数(white blood cell count, WBC)。采用双抗体夹心光化学反应试剂盒(武汉佰奥达生物科技股份有限公司)检测血清心肌肌钙蛋白I(cardiac troponin I, cTnI)水平, 采用免疫抑制酶动力学法试剂盒(武汉纽康生物科技股份有限公司)检测肌酸激酶同工酶(creatine kinase isoenzyme, CK-MB)活性水平。于术后3、6、12个月采用超声心动图及心电图评估患儿左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心室舒张末期直径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD), 监测患儿肺动脉瓣口血流速度、主动脉瓣口血流速度。随访至术后

12个月, 记录两组术后残余分流、心脏瓣膜关闭不全、心律失常、新发瓣膜反流、房室传导阻滞等发生情况。

1.4 统计学处理

采用SPSS 22.0统计学软件分析数据。计量资料均经Shapiro-Wilk法进行正态性检验符合正态分布, 用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示, 组内比较采用配对 t 检验, 两组间比较采用独立 t 检验; 计数资料用例(%)表示, 采用 χ^2 /Fisher确切概率法进行检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病例完成情况

研究过程中, 改良组2例失访而脱落, 最终完成48例; 对照组1例失访, 最终完成49例。

2.2 一般资料比较

两组性别、年龄、体重、缺损直径等一般资料比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$, 表1)。

2.3 手术情况比较

两组均获得成功修补。改良组主动脉阻断时间、体外循环时间、术中输血量、手术时间及术后住院时间均明显少于对照组(均 $P<0.05$, 表2)。

表1 两组一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the 2 groups

组别	<i>n</i>	性别 (男/女)/例	年龄/月	体重/kg	缺损直径/ mm	ASA分级 (II/III)/例	NYHA心功能 分级(II/III)/例	LVEF/%
改良组	48	21/27	28.54 \pm 9.11	15.42 \pm 5.56	6.36 \pm 1.43	12/36	18/30	37.58 \pm 4.13
对照组	49	28/21	28.69 \pm 9.72	15.33 \pm 5.72	6.32 \pm 1.25	13/36	18/31	37.39 \pm 3.74
χ^2/t		1.740	0.078	0.079	0.147	0.030	0.006	0.238
<i>P</i>		0.187	0.938	0.938	0.884	0.863	0.938	0.813

表2 两组手术情况比较

Table 2 Comparison of surgical conditions between the 2 groups

组别	<i>n</i>	主动脉阻断时间/min	体外循环时间/min	术中输血量/mL	手术时间/h	术后住院时间/d
改良组	48	26.24 \pm 7.36	36.36 \pm 10.15	143.98 \pm 44.36	2.82 \pm 0.41	7.49 \pm 1.35
对照组	49	34.15 \pm 9.12	51.25 \pm 12.56	244.58 \pm 69.84	3.25 \pm 0.53	9.35 \pm 2.47
χ^2/t		4.695	6.414	8.448	4.463	4.589
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 两组术前术后 CRP 及 WBC 水平比较

术前, 两组 CRP 及 WBC 水平差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$); 术后 24 h, 改良组 CRP、WBC 水平均显著低于对照组(均 $P < 0.05$, 表3)。

2.5 两组术前术后 CK-MB、cTnI 水平比较

术前, 两组血清 CK-MB、cTnI 差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。术后 24 h, 两组血清 CK-MB、cTnI 均增高(均 $P < 0.05$); 与对照组相比, 改良组 CK-MB、cTnI 均降低(均 $P < 0.05$, 表4)。

2.6 两组术前术后左心室功能比较

术前, 两组 LVEF、LVEDD 比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。术后 3、6、12 个月, 两组 LVEF 均较术前明显升高(均 $P < 0.05$), LVEDD 均较术前明显降低(均 $P < 0.05$), 且术后 3、6、12 个月组

间比较, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$, 表5)。

2.7 两组术前术后肺动脉瓣及主动脉瓣血流速度

术前两组肺动脉瓣口血流速度及主动脉瓣口血流速度差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$); 术后 3、6、12 个月, 两组肺动脉瓣口血流速度均较术前明显降低(均 $P < 0.05$), 主动脉瓣口血流速度均较术前明显升高(均 $P < 0.05$), 且术后 3、6、12 个月组间比较, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$, 表6)。

2.8 并发症发生率

改良组术后残余分流、心脏瓣膜关闭不全、心律失常、房室传导阻滞发生率均显著低于对照组(均 $P < 0.05$); 与对照组相比, 新发瓣膜反流发生率差异无统计学意义($P > 0.05$, 表7)。

表3 两组术前术后 CRP、WBC 水平比较

Table 3 Comparison of CRP and WBC levels before and after the operation between the 2 groups

组别	n	CRP/(mg·L ⁻¹)		WBC/(×10 ⁹ ·L ⁻¹)	
		术前	术后24 h	术前	术后24 h
改良组	48	2.41 ± 1.01	6.27 ± 1.66*	7.64 ± 1.51	9.15 ± 1.92*
对照组	49	2.49 ± 1.10	8.95 ± 1.67*	7.40 ± 1.38	10.59 ± 2.12*
t		0.373	7.926	0.817	3.504
P		0.710	<0.001	0.416	0.001

与同组术前相比, * $P < 0.05$ 。

Compared with the same group before the operation, * $P < 0.05$.

表4 两组术前术后 CK-MB、cTNI 水平比较

Table 4 Comparison of CK-MB and cTNI levels before and after the operation between the 2 groups

组别	n	CK-MB/(U·L ⁻¹)		cTnI/(μg·L ⁻¹)	
		术前	术后24 h	术前	术后24 h
改良组	48	14.25 ± 4.52	46.23 ± 12.65*	0.14 ± 0.04	0.39 ± 0.11*
对照组	49	13.89 ± 3.76	55.78 ± 13.67*	0.13 ± 0.03	0.45 ± 0.12*
t		0.427	3.569	1.395	2.566
P		0.671	0.001	0.166	0.012

与同组术前相比, * $P < 0.05$ 。

Compared with the same group before the operation, * $P < 0.05$.

表5 两组术前术后左心室功能比较

Table 5 Comparison of left ventricular function before and after the operation between the 2 groups

组别	n	LVEF/%	LVEDD/mm
改良组	48		
术前		37.62 ± 4.16	47.62 ± 5.19
术后3个月		43.88 ± 3.68 ^{*#}	41.69 ± 3.22 ^{*#}
术后6个月		45.31 ± 4.09 ^{*#}	40.71 ± 3.68 ^{*#}
术后12个月		47.28 ± 3.91 ^{*#}	37.06 ± 3.44 ^{*#}
对照组	49		
术前		37.42 ± 3.83	48.03 ± 5.46
术后3个月		41.12 ± 3.82 [*]	43.11 ± 3.75 [*]
术后6个月		43.14 ± 3.62 [*]	42.39 ± 3.17 [*]
术后12个月		45.25 ± 4.13 [*]	38.60 ± 3.33 [*]

与同组术前相比, * $P < 0.05$; 与相同时间对照组相比, [#] $P < 0.05$ 。

Compared with the same group before the operation, * $P < 0.05$; compared with the control group at the same time, [#] $P < 0.05$.

表6 两组术前术后肺动脉及主动脉瓣口血流速度比较

Table 6 Comparison of pulmonary artery and aortic valve flow velocity before and after the operation between the 2 groups

组别	n	肺动脉瓣口血流速度/($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)	主动脉瓣口血流速度/($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)
改良组	48		
术前		142.36 ± 20.41	130.74 ± 16.41
术后3个月		108.59 ± 15.01 ^{*#}	146.09 ± 15.16 ^{*#}
术后6个月		106.41 ± 12.16 ^{*#}	147.31 ± 17.68 ^{*#}
术后12个月		103.18 ± 10.00 ^{*#}	146.11 ± 16.77 ^{*#}
对照组	49		
术前		142.11 ± 20.79	130.14 ± 15.36
术后3个月		115.29 ± 12.41 [*]	137.36 ± 12.19 [*]
术后6个月		113.87 ± 11.47 [*]	138.28 ± 13.79 [*]
术后12个月		110.65 ± 10.39 [*]	139.48 ± 14.34 [*]

与同组术前相比, * $P < 0.05$; 与相同时间对照组相比, [#] $P < 0.05$ 。

Compared with the same group before the operation, * $P < 0.05$; compared with the control group at the same time, [#] $P < 0.05$.

表7 两组并发症发生率比较

Table 7 Comparison of complication rate between the 2 groups

组别	n	术后残余分流/ [例(%)]	新发瓣膜反流/ [例(%)]	心律失常/ [例(%)]	心脏瓣膜关闭不全/ [例(%)]	房室传导阻滞/ [例(%)]
改良组	48	2 (4.17)	3 (6.25)	1 (2.08)	3 (6.25)	2 (4.17)
对照组	49	8 (16.33)	5 (10.20)	8 (16.33)	12 (24.49)	9 (18.37)
χ^2		3.877	—	—	6.171	4.863
P		0.049	0.715 [*]	0.031 [*]	0.013	0.027

*Fisher确切概率法。

*Fisher exact probability method.

3 讨论

据数据统计^[6]显示:2020年我国围生儿先天性心脏病患病率为2.9%,占围生儿出生缺陷的首位,而VSD是先天性心脏病最常见的类型。由于先天性心脏病的存在,患儿左心室血液可经缺损部位进入右心室,导致左心室灌注主动脉的血流量及体循环血量减少,同时,右心室血量增加,肺动脉压增高,长期可延迟患儿生长发育,严重者还会引起心力衰竭,造成患儿死亡^[7-8]。

传统外科手术是临床治疗膜周VSD的首选方案,具有适应证广、手术成功率高的优点,缺点是手术创伤大、术后并发症发生率相对较高^[9]。传统VSD修补术是在体外循环下停跳心脏并维持机体灌注的条件下进行,一般从右心房或右心室切口,修补时先于三角区带垫片间断浅行缝合三针固定补片,再连续或间断缝合补片^[10]。传统外科手术中无论是间断缝合补片还是连续缝合补片,室缺左上角均存在视野盲区,导致进针困难,无法精准缝合补片,因此手术时间长,术后并发症多。本研究还发现:改良组主动脉阻断时间、体外循环时间、术中输血量、手术时间及术后住院时间均明显少于对照组,提示改良VSD可以简化手术操作,节省手术时间,促进患儿术后恢复。与传统VSD手术不同的是,改良VSD修补术在切口位置做了改变,为右侧腋下小切口,切口更美观、隐蔽,不需要劈开胸骨,术后出血少,胸骨畸形发生率低^[11]。该改良术式能够清楚显现缺损部位上缘和主动脉瓣结构关系,因此进针速度快,手术时间短,术后恢复快。

既往研究^[12]显示:体外循环术后会引起机体炎症反应,导致炎症因子大量释放。CRP是一种急性时相反应蛋白,当组织受到创伤时,其表达水平急剧升高,是临床评估组织损伤及炎症反应的常用标志物^[13]。WBC可直接反映手术应激反应。有研究^[14]显示:WBC在预测先天性心脏病VSD直视修补术患者围手术期肺动脉高压危象方面有较高的应用价值。本研究结果显示:术后24 h,改良组CRP、WBC水平显著低于对照组,说明改良VSD修补术所致的炎症反应较轻,对患儿术后恢复有利。体外循环、手术操作刺激等因素可导致围手术期心肌损伤,对患者术后恢复极为不利^[15]。在正常状态下,外周血CK-MB、cTnI水平都极低,当遭到伤害性刺激时,以上心肌损伤标志物会出现增高,故血CK-MB、cTnI水平能够反映心肌损伤严重程度^[16]。目前关于不同手术方式对VSD患儿围手术期心肌损伤的报道尚缺乏。本研究结果

显示:术后24 h,两组血清CK-MB、cTnI水平均增高,但改良组低于对照组。这提示改良VSD手术能够减轻患儿围手术期心肌损伤,可能与其体外循环时间、手术时间较短有关。

本研究还发现:术后3、6及12个月,改良组心功能指标及肺动脉瓣口血流速度、主动脉瓣口血流速度均优于对照组。这表明改良VSD修补术的近远期疗效更好。VSD对患儿心肺功能影响较大,可导致左心室心功能下降,主动脉血流减少,肺动脉血流增加^[17]。修补手术的目的为堵住缺口,恢复左心室功能,而膜周VSD的解剖结构与主动脉瓣、三尖瓣靠近,改良VSD修补术能清楚显露缺损上缘与主动脉瓣的位置关系,对主动脉瓣损伤小,故患儿心功能、主动脉瓣及肺主动脉瓣功能恢复更快更好。本研究对比两组术后并发症发生率发现:改良组术后残余分流、心脏瓣膜关闭不全、心律失常、房室传导阻滞发生率显著低于对照组。这表明改良VSD修补术能够减少手术并发症,与刘建国等^[18]的研究结果一致,原因可能是改良VSD修补术手术操作时间短,无主动脉瓣视野盲区,可避免缝合对主动脉瓣造成的损伤。

综上所述,改良VSD修补术治疗膜周VSD患儿的疗效优于传统VSD修补术,而且手术时间短,心肌损伤减轻,术后并发症少,值得临床推广。本研究作为单中心研究,样本量较小,难免存在选择偏倚,关于改良VSD修补术的优势仍有待大样本量研究进一步验证。

参考文献

1. Cho YS, Park SE, Hong SK, et al. The natural history of fetal diagnosed isolated ventricular septal defect[J]. *Prenat Diagn*, 2017, 37(9): 889-893.
2. 浦雪,熊毅,李仁丽,等.新生儿室间隔缺损超声心动图随访研究[J]. *临床军医杂志*, 2021, 49(10):1110-1112.
PU Xue, XIONG Yi, LI Renli, et al. Follow-up study of neonatal ventricular septal defect with transthoracic echocardiography[J]. *Clinical Journal of Medical Officers*, 2021, 49(10): 1110-1112.
3. 邓丽萍. 超声心动图及心电图在小儿室间隔缺损修补术前后的对比研究[J]. *中国妇幼保健*, 2006, 21(22): 3168-3169.
DENG Liping. The study of changes in UCG and ECG before and after repairing operation of the ventricular septal defect (VSD) in children[J]. *Maternal & Child Health Care of China*, 2006, 21(22): 3168-3169.
4. 李俊红,木拉提,阿布都乃比,等.全胸腔镜与传统开胸手术治

- 疗膜周部室间隔缺损的对比研究[J]. 中国微创外科杂志, 2018, 18(6): 505-508.
- LI Junhong, MU Lati, Abudunaibi, et al. A comparative study between total thoracoscopic and conventional thoracotomy in the treatment of perimembranous ventricular septal defect[J]. Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery, 2018, 18(6): 505-508.
- Ranocchi F, Lio A, Fiorani B, et al. A modified transatrial approach for repair of postinfarction ventricular septal defect[J/OL]. Ann Thorac Surg, 2018, 107(2): e147-e149 (2022-10-15) [2018-10-22]. <http://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.08.077>.
 - 许文婧, 魏莉莉, 王莹, 等. 我国围生儿先天性心脏病发病率的Meta分析[J]. 国际生殖健康/计划生育杂志, 2020, 39(4): 269-275. XU Wenjing, WEI Lili, WANG Yingying, et al. Incidence of perinatal congenital heart disease in China: a Meta-analysis[J]. Journal of International Reproductive Health/Family Planning, 2020, 39(4): 269-275.
 - Bai Y, Xu XD, Li CY, et al. Complete atrioventricular block after percutaneous device closure of perimembranous ventricular septal defect: a single-center experience on 1046 cases[J]. Heart Rhythm, 2015, 12(10): 2132-2140.
 - Li Y, Hua Y, Fang J, et al. Identification of risk factors for arrhythmia post transcatheter closure of perimembranous ventricular septal defect[J/OL]. J Invasive Cardiol, 2015, 27(8): E158-E166 (2022-10-15) [2015-08-01].
 - 梁飞. 经胸微创封堵术在婴儿膜周部室间隔缺损患者中的治疗经验: 中期随访结果[J]. 中国循环杂志, 2015, 30(z1): 105. LIANG Fei. Experience of minimally invasive transthoracic occlusion in the treatment of perimembranous ventricular septal defect in infants: mid-term follow-up results[J]. Chinese Circulation Journal, 2015, 30(z1): 105.
 - 陈定柱, 张奕, 刘进平, 等. 介入治疗和外科开胸手术治疗小儿室间隔缺损的临床效果对比[J]. 实用心脑血管病杂志, 2015, 23(8): 54-56. CHEN Dingzhu, ZHANG Yi, LIU Jinping, et al. Comparative study for clinical effect on ventricular septal defect in children between interventional treatment and surgical open thoracic operation[J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2015, 23(8): 54-56.
 - 蒋辉. 改良室间隔缺损修补术与外科手术治疗小儿室间隔缺损的临床疗效及术后并发症的比较[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2018, 15(6): 50-53. JIANG Hui. Comparison of the clinical efficacy and complications of modified ventricular septal defect repair and surgical treatment for ventricular septal defect in children[J]. Journal of Hunan Normal University. Medical Science, 2018, 15(6): 50-53.
 - 邓恢伟, 潘道波, 周爱国, 等. 远隔缺血时处理对体外循环瓣膜置换术患者炎症反应和氧化应激的影响[J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(21): 5234-5236. DENG Huiwei, PAN Daobo, ZHOU Aiguo, et al. Effect of remote ischemic treatment on inflammatory response and oxidative stress in patients undergoing cardiopulmonary bypass valve replacement[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2018, 38(21): 5234-5236.
 - Tayefi M, Tajfard M, Saffar S, et al. hs-CRP is strongly associated with coronary heart disease (CHD): a data mining approach using decision tree algorithm[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2017, 141: 105-109.
 - 张红. 白细胞在先心病合并重度肺高压围术期肺损伤的作用机理的研究[D]. 北京: 首都医科大学, 2003. ZHANG Hong. Study on the mechanism of white blood cells in perioperative lung injury of congenital heart disease complicated with severe pulmonary hypertension[D]. Beijing: Capital Medical University, 2003.
 - Mcguinness SP, Parke RL, Drummond K, et al. A multicenter, randomized, controlled phase IIb trial of avoidance of hyperoxemia during cardiopulmonary bypass[J]. Anesthesiology, 2016, 125(3): 465-473.
 - 郎志斌, 葛振伟, 邱林, 等. 肢体远隔缺血预处理对CPB下心脏瓣膜置换术后老年病人心肌损伤的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 2020, 40(9): 1066-1070. LANG Zhibin, GE Zhenwei, QIU Lin, et al. Effect of remote limb ischemic preconditioning on myocardial injury after cardiac valve replacement under cardiopulmonary bypass in elderly patients[J]. Chinese Journal of Anesthesiology, 2020, 40(9): 1066-1070.
 - Pamukcu O, Narin N, Baykan A, et al. Mid-term results of percutaneous ventricular septal defect closure with Amplatzer Duct Occluder-II in children[J]. Cardiol Young, 2017, 27(9): 1726-1731.
 - 刘建国, 李迎, 郭士勇, 等. 改良室间隔缺损修补术治疗儿童膜周室间隔缺损的临床研究[J]. 局解手术学杂志, 2020, 29(11): 900-904. LIU Jianguo, LI Ying, GUO Shiyong, et al. Clinical study of modified ventricular septal defect repair for perimembranous ventricular septal defect in children[J]. Journal of Regional Anatomy and Operative Surgery, 2020, 29(11): 900-904.
- 本文引用:** 吴鹏鹏, 张峰, 胡根源, 朱文庆. 改良室间隔缺损修补术治疗膜周室间隔缺损患儿的疗效及安全性[J]. 临床与病理杂志, 2022, 42(12): 2952-2958. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.12.014
- Cite this article as:** WU Pengpeng, ZHANG Feng, HU Genyuan, ZHU Wenqing. Efficacy and safety of modified ventricular septal defect repair in children with perimembranous ventricular septal defect[J]. Journal of Clinical and Pathological Research, 2022, 42(12): 2952-2958. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.12.014