

·论著·

低体重长管型动脉导管未闭非常规封堵器选择策略及效果分析



全文二维码



开放科学码

左 超 陈 智 肖云彬 杨美玉 王野峰 王 祥 王 丹

【摘要】 目的 总结低体重长管型动脉导管未闭(patent ductus arteriosus,PDA)患儿使用非常规封堵器介入治疗的效果,为此类患儿选择有效介入治疗方法提供参考依据。 **方法** 收集 2017 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日于湖南省儿童医院行介入封堵治疗的低体重长管型(直径 ≥ 3 mm)PDA 患儿临床资料,根据选择的封堵器类型分为肌部室间隔缺损(ventricular septal defect,VSD)封堵器和二代 Amplatzer PDA 封堵器,总结两组患儿的病例特点和并发症发生率。 **结果** 本研究共纳入 15 例低体重长管型(直径 ≥ 3 mm)PDA 患儿,年龄 4.0(2.0~7.5)个月,平均体重(4.85 ± 1.15)kg;采用肌部 VSD 封堵器 9 例,平均体重(5.32 ± 1.17)kg,PDA 长度和直径分别为(9.71 ± 1.50)mm 和(5.03 ± 1.00)mm。术前平均心胸比为(0.65 ± 0.03),术后心胸比为(0.61 ± 0.03),差异有统计学意义($t = 2.3, P = 0.04$)。3 例发生残余瘘,2 例出现降主动脉狭窄,5 例血小板降低。采用二代 Amplatzer PDA 封堵器 6 例,平均体重(4.15 ± 0.75)kg,PDA 长度和直径分别为(8.0 ± 0.50)mm 和(3.67 ± 0.82)mm;术前平均心胸比为(0.61 ± 0.03),术后平均心胸比为(0.58 ± 0.03),差异有统计学意义($t = 2.1, P = 0.04$)。4 例发生残余瘘,1 例出现降主动脉狭窄。无一例发生左肺动脉狭窄或封堵器移位、脱落等情况。 **结论** 低体重长管型动脉导管未闭通过肌部 VSD 封堵及二代 Amplatzer PDA 封堵器,均能获得良好的治疗效果,且能最大限度保护血管;肌部 VSD 封堵器更适用于动脉导管直径 ≥ 5 mm 以上患儿,但术后血小板降低发生率较高;二代 Amplatzer PDA 封堵器适用于动脉导管直径 3~5 mm 的患儿,需警惕残余瘘及左肺动脉狭窄的发生。

【关键词】 婴儿, 出生时低体重; 动脉导管未闭; 治疗结果

【中图分类号】 R726.2 R654.3

Therapeutic strategy and effectiveness of unconventional device application in low-weight children with long patent ductus arteriosus. Zuo Chao, Chen Zhi, Xiao Yunbin, Yang Meiyu, Wang Yefeng, Wang Xiang, Wang Dan. Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China. Corresponding author: Chen Zhi, Email: eychenzhi@163.com

【Abstract】 Objective To summarize the therapeutic strategy and effectiveness of unconventional device application in low-weight children with long patent ductus arteriosus (PDA). **Methods** Methods From January 2017 to December 2019, clinical data of low-weight children with long PDA (diameter > 3 mm) were retrospectively analyzed. They were divided into two groups of muscular ventricular septal defect (MVSD) and second-generation Amplatzer PDA. Clinical manifestations and incidence of complications were summarized. **Results** There were a total of 15 patients with an average age of 4(2.0~7.5) months and an average body weight of (4.85 ± 1.15) kg. PDA closure was successfully achieved by MVSD occluder ($n = 9$) or second-generation Amplatzer PDA occluder ($n = 6$). Body weight was (5.32 ± 1.17) kg in MVSD occluder group and (4.15 ± 0.75) kg in second-generation Amplatzer PDA group respectively. And the length and diameter of PDA were (9.71 ± 1.50) and (5.03 ± 1.00) mm in MVSD occluder group and (8.0 ± 0.5) and (3.67 ± 0.82) mm in second-generation Amplatzer PDA group respectively. There were 3 cases of comorbidity with residual shunt in MVSD occluder group and comorbidities with descending aortic stenosis ($n = 2$) and thrombocytopenia ($n = 5$) in MVSD

DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.10.013

基金项目:湖南省卫生计生委科研计划课题项目(编号:B2019014)

作者单位:湖南省儿童医院心血管内科(湖南省长沙市,410007)

通信作者:陈智,Email: eychenzhi@163.com

occluder group. Cardiothoracic ratio declined markedly ($P < 0.05$) post-operation compared with pre-operation in MVSD occluder group (0.61 ± 0.03 vs. 0.65 ± 0.03) and second-generation Amplatzer PDA occluder group (0.58 ± 0.03 vs. 0.61 ± 0.03). Comorbidity with residual shunt ($n=4$) and descending aortic stenosis ($n=1$) occurred in second-generation Amplatzer PDA occluder group. Dislocation and shift of device or stenosis of left pulmonary was not detected. **Conclusion** Low-weight children with long PDA (diameter >3 mm) may be effectively treated by MVSD occluder and second-generation Amplatzer PDA occluder. The former is suitable for PDA with a diameter of >5 mm while the latter is ideal for PDA with a diameter of between 3–5 mm.

【Key words】 Infant, Low Birth Weight; Ductus Arteriosus, Patent; Treatment Outcome

动脉导管未闭(patent ductus arteriosus, PDA)是小婴儿常见的需要限期处理的先天性心脏病。PDA患儿因反复发生肺炎,且内科治疗效果欠佳等原因,需行限期手术才能改善预后^[1,2]。动脉导管形态多样,常见为漏斗型,其次为长管型,直径较大的长管型动脉导管是动脉导管封堵治疗中的难点,常规蘑菇伞型封堵器置入后缺乏良好的着力点,封堵器固定难度大,移位风险高。因此不适宜将蘑菇伞型封堵器常规应用于长管型(直径 ≥ 3 mm) PDA患儿,尤其对血管条件不好的低体重患儿,常规蘑菇伞封堵器需要更大的输送鞘管,介入治疗过程中可能导致血管损伤。心脏介入治疗专家致力于探索更有效的低体重长管型(直径 ≥ 3 mm)动脉导管封堵介入治疗手段,二代 Amplatzer PDA 封堵器已被广泛应用于临床,是目前已知的对长管型 PDA 封堵效果较好的装置^[3,4];同时,室间隔肌部缺损(ventricular septal defect, VSD)封堵器应用于更粗长的管状动脉导管封堵,也取得了良好的效果,但关于采用介入治疗低体重长管型(直径 ≥ 3 mm)动脉导管患儿的报道较少^[5]。本研究总结了低体重粗长管型(直径 ≥ 3 mm) PDA 患儿封堵治疗过程中的处理策略,以为此类患儿介入治疗选择提供参考。

材料与方法

一、研究对象

回顾性收集 2017 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日经湖南省儿童医院心血管内科确诊为长管型、直径 ≥ 3 mm,且低体重(<8 kg)的 15 例 PDA 患儿作为研究对象,根据直径大小选择肌部 VSD 封堵器或二代 Amplatzer 封堵器进行介入治疗。病例纳入标准:①体重 <8 kg;②动脉导管直径 ≥ 3.0 mm 且长度 ≥ 8.0 mm;③经常规封堵器封堵失败或评估为不能耐受常规封堵器鞘管。排除标准:①病史记录不详细者;②实验室检查不完善者;③介入手术失败转开胸手术者。本研究共纳入 15 例 PDA 患儿,

其中男童 5 例(33.3%),女童 10 例(66.7%),年龄中位数为 4.0(2.0~7.5)个月,体重平均为(4.85 ± 1.15) kg,4 例患儿术前为呼吸机通气状态,术前患儿心脏彩超均提示左室或右室增大,肺动脉高压。

二、手术方法和过程

采用静脉吸入复合全身麻醉,常规穿刺右侧股动脉及股静脉,自右股动脉置入猪尾导管至降主动脉行造影检查,测量动脉导管长度与直径、肺动脉压力等参数,建立右股静脉-肺动脉-动脉导管-降主动脉轨道,首选常规蘑菇伞动脉导管封堵器进行封堵治疗,如遇到封堵器腰征不明显、降主动脉显著狭窄或估计患儿血管条件不能耐受蘑菇伞输送鞘等,则根据病情实际选择肌部 VSD 封堵器或二代 Amplatzer PDA 封堵器,再次置入封堵器后行造影检查评估封堵器位置、形态、降主动脉狭窄等情况,综合评估后释放封堵器。

三、相关检查与数据采集

①由本中心专科医师完成动脉导管造影参数采集,包括动脉导管长度、直径、各大血管压力等,术中封堵器型号选择、置入后形态及上下端压力差等情况;②由本院副主任医师以上人员完成心脏彩超各项参数的测量,包括肺动脉压力、心脏形态、左肺动脉流速、封堵器残余漏情况、降主动脉狭窄情况;③术后 3 d 内血常规检查结果。

四、统计学处理

采用 SPSS 20.0 统计学软件进行数据分析。对于 PDA 长度、直径、心胸比等服从正态分布的计量资料采用均数加减标准差($\bar{x} \pm s$)表示,手术前后比较采用配对 t 检验。对于年龄等不服从正态分布的资料采用中位数和四分位间距 $P_{50}(P_{25} \sim P_{75})$ 表示。计数资料用率或构成比描述。

结 果

一、采用肌部 VSD 封堵器行封堵术患儿的临床特征及预后

9 例 PDA 患儿采用肌部 VSD 封堵器行封堵术, 其年龄中位数为 7.0 (4.5 ~ 11.5) 个月, 平均体重为 (5.32 ± 1.17) kg; PDA 长度和直径分别为 (9.71 ± 1.50) mm 和 (5.03 ± 1.00) mm; 患儿术前彩超均提示心室增大, 均反复发生肺炎, 4 例术前为机械通气状态。术前平均心胸比 (0.65 ± 0.03) , 术后平均心胸比 (0.61 ± 0.03) , 差异有统计学意义 ($t = 2.3, P = 0.04$)。术后 3 例发生残余瘘, 2 例出现降主动脉狭窄, 5 例血小板降低, 无左肺动脉狭窄情况发生 (表 1)。无一例发生封堵器移位与脱落, 封堵器置入后的形态如图 1A。

二、采用二代 Amplatzer PDA 封堵器行封堵术患儿的临床特征及预后

6 例 PDA 患儿采用二代 Amplatzer PDA 封堵器行封堵术, 年龄中位数为 1.5 (1.0 ~ 2.0) 个月, 平均体重为 (4.15 ± 0.75) kg。PDA 长度和直径分别为

(8.0 ± 0.50) mm 和 (3.67 ± 0.82) mm。术前平均心胸比为 (0.61 ± 0.03) , 术后平均心胸比 (0.58 ± 0.03) , 差异有统计学意义 ($t = 2.1, P = 0.04$)。术后 4 例发生残余瘘, 1 例出现降主动脉狭窄 (表 2)。无一例发生封堵器移位与脱落, 封堵器置入后的形态如图 1B。

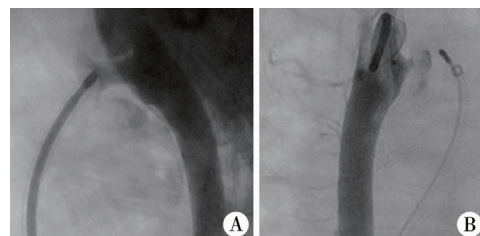


图 1 两种类型封堵器置入 PDA 患儿后的形态 注 A: 肌部 VSD 封堵器置入后形态 B: 二代 Amplatzer PDA 封堵器置入后形态

Fig. 1 General morphology of two occluder types after implanting

表 1 肌部 VSD 封堵器治疗患儿临床资料及预后情况

Table 1 Clinical data and prognostic profiles of MVSD occluder group

病例	动脉导管直径 (mm)	封堵器型号 (mm)	年龄 (月)	体重 (kg)	术前心胸比值	术后心胸比值	有无残余瘘	降主动脉狭窄	左肺动脉狭窄	血小板降低情况
1	6.0	10	31	7.0	0.69	0.66	无	无	无	有
2	5.3	8	2	5.0	0.66	0.64	无	有	无	无
3	4.0	8	1	6.5	0.64	0.61	有	无	无	无
4	7.0	8	7	6.0	0.63	0.61	有	无	无	有
5	5.0	8	5	3.4	0.62	0.61	无	无	无	有
6	5.0	8	11	6.0	0.62	0.59	无	无	无	有
7	5.0	8	6	5.0	0.68	0.60	有	无	无	无
8	4.0	8	4	4.0	0.68	0.65	无	有	无	有
9	4.0	6	8	5.0	0.63	0.61	无	无	无	无

表 2 二代 Amplatzer PDA 封堵器治疗患儿临床资料及预后情况

Table 2 Clinical data and prognostic profiles of second-generation Amplatzer PDA device group

病例	动脉导管直径 (mm)	封堵器型号 (mm)	年龄 (月)	体重 (kg)	术前心胸比值	术后心胸比值	有无残余瘘	降主动脉狭窄	左肺动脉狭窄	血小板降低情况
1	5.0	6-6	3	4.3	0.64	0.62	有	无	无	无
2	3.0	6-4	2	3.0	0.58	0.57	无	无	无	无
3	3.0	5-4	2	5.0	0.60	0.58	有	无	无	无
4	4.0	5-4	1	3.8	0.65	0.60	有	有	无	无
5	4.0	4-4	1	4.9	0.58	0.55	有	无	无	无
6	3.0	4-4	1	3.9	0.61	0.55	无	无	无	无

讨论

PDA 是临床常见的先天性心脏病, 婴幼儿期存在的 PDA 往往可以导致肺动脉高压, 心脏形态改变, 影响血流动力学, 易引起肺炎反复发生导致预

后不良^[6]。早期干预对减少 PDA 所致体重不增、肺炎反复发生等造成的影响具有积极意义, 并可改善远期预后^[7,8]。绝大部分患儿动脉导管为漏斗型, 可通过常规蘑菇伞型封堵器行封堵术获得有效治疗, 但在临床实践中发现, 长管型、低体重 (< 8 kg)、直径较大的 PDA 患儿, 采用常规蘑菇伞型封堵器进

行封堵,一方面存在血管条件受限不适用较粗的输送鞘管,另一方面封堵器植入后可导致腰征不明显,固定不牢靠。与体重 $>10\text{ kg}$ 的PDA患儿相比,介入治疗过程中需更加注重封堵器输送鞘管对血管的损伤以及封堵器对周围血管的影响,常规蘑菇伞型封堵器肺动脉端的形态特点增加了封堵器移位甚至脱落的风险。以往此类患儿如考虑常规蘑菇伞型封堵器不适用或术中尝试使用蘑菇伞型封堵器失败,则只能选择二次开胸手术,不仅增加了经济负担,而且增加了患儿的救治难度。探索争取通过选择不同类型封堵器来解决以往不能通过介入手段治疗的PDA,对减少经济负担,降低治疗风险有着积极意义。

一、二代Amplatzer PDA封堵器的优点及注意事项

二代Amplatzer PDA封堵器的形态特点为两端均有较腰部增大的盘面,腰部具有一定的固定作用,但与普通蘑菇伞型封堵器需要全部以腰部着力受压固定的方式不同,两侧盘面的封堵器可以通过两端的固定作用,减少对腰部固定的依赖,从而很好地解决长管型且直径 $\geq 3\text{ mm}$ 的动脉导管封堵器固定的难题。此类封堵器配套的输送鞘管管径较常规蘑菇伞型封堵器输送系统管径显著缩小,可减少血管损伤和不良事件的发生^[9]。二代Amplatzer PDA封堵器型号受限,其腰部直径最大为 6 mm ,动脉导管直径 $>5\text{ mm}$ 的情况下,其腰部将无受压改变,腰部固定欠牢固,本研究病例中使用该类封堵器的患儿其动脉导管直径最大值为 5 mm ,因此二代Amplatzer PDA封堵器适用于年龄更小、体重更低,且直径 $\leq 5\text{ mm}$ 的长管型PDA患儿^[10]。二代Amplatzer PDA封堵器无阻隔膜的设计可能导致植入后在封堵器内皮化之前发生一定程度的残余瘘,但追踪病例后发现并不影响最终效果,可在完成内皮化后消失。需要指出的是,两侧盘面增大的设计可能增加对两侧血管内径的影响,造成周围血管的血流速度增快,从而导致降主动脉狭窄与左肺动脉狭窄的发生^[11]。本研究未发现左肺动脉显著狭窄患儿,但有1例发生降主动脉轻度狭窄。虽然本组病例无左肺动脉狭窄发生,但在介入治疗过程中仍需高度警惕左肺动脉狭窄可能^[12]。如在封堵过程中发生左肺动脉显著狭窄或者降主动脉中重度狭窄情况,则应考虑是否放弃封堵。

二、肌部VSD封堵器的优点及注意事项

肌部VSD与二代Amplatzer PDA具有相似的双

盘面,可以起到良好的固定作用,与常规蘑菇伞型封堵器相比,在同样的腰部受压固定基础上,有两侧盘面的固定,消除了常规蘑菇伞型封堵器因固定不牢由肺动脉脱落至主动脉的风险,且该封堵器具有常规蘑菇伞型封堵器即时封堵效果好的优点。对较粗大的动脉导管使用常规蘑菇伞型封堵器后出现腰部形态不佳,释放后存在较大脱落风险的情况下,可以尝试使用腰部直径相同的肌部VSD封堵器。动脉导管未闭封堵治疗中存在血小板降低风险,且肌部VSD缺损封堵器阻隔膜面积大,对血小板的消耗作用更强,血小板降低的发生风险可能增加,故使用肌部VSD封堵器的患儿需密切监测血小板数量,尤其是对封堵器直径 $>8\text{ mm}$ 的患儿^[13]。本研究中5例(55.56%)发生血小板降低的患儿均在7d左右恢复至正常,提示尽管使用肌部VSD封堵器患儿存在血小板降低的风险,但总体预后良好,与既往研究结论一致^[14]。其他如血管狭窄、残余瘘等并发症有一定的发生比例,术中释放封堵器的要求为封堵器上下端压差 $<10\text{ mmHg}$,追踪后期变化狭窄可消失,在严密掌握封堵器释放指征的前提下安全性良好。总体而言,对动脉导管直径 $\geq 5\text{ mm}$ 以上的PDA患儿,遇到常规蘑菇伞型封堵器效果不佳或无法封堵的情况,可以选择肌部VSD封堵器,术后需监测血小板数目。

介入封堵治疗技术能有效提高动脉导管未闭治愈成功率,对提高先天性心脏病介入治疗成功率有重要意义,直径较大的长管型动脉导管未闭是介入治疗的难点,本研究证实,在蘑菇伞型封堵器不适用的情况下可以通过合适的封堵器达到有效治疗,为PDA介入治疗补齐了短板。

参考文献

- 1 石磊,翟波,杨房,等.婴幼儿危重先天性心脏病急诊根治手术时机的初步探讨[J].临床小儿外科杂志,2018,17(12):931-934. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2018.12.012.
Shi L, Zhai B, Yang F, et al. Emergency primary repair of critical congenital heart disease in infants and toddlers[J]. J Clin Ped Sur, 2018, 12(17):931-934. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2018.12.012.
- 2 丁珊珊,尚小珂,董念国,等.低龄低体重婴幼儿动脉导管未闭经皮介入封堵研究[J].中国心血管病研究,2018,16(5):464-467. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5301.2018.05.022.

- Ding SS, Shang XK, Dong NG, et al. Preutaneous occlusion of patent ductus arteriosus in low-age/weight infants and toddlers[J]. Chinese Journal of Cardiovascular Research, 2018, 16(5):464-467. DOI:10.3969/j.issn.1672-5301.2018.05.022.
- 3 陈芃蠓,周超然,李刚.第二代 Cera 动脉导管未闭封堵器介入治疗小儿先天性心脏病的疗效分析[J].临床小儿外科杂志,2019,18(7):573-578. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2019.07.011.
Chen PY, Zhou CR, Li G. Interventional treatment of children with congenital heart disease with a second-generation Cera occluder of patent ductus arteriosus[J]. J Clin Ped Sur, 2019, 18(7):573-578. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2019.07.011.
 - 4 王祥,陈智,肖云彬,等.第二代 Amplatzer 动脉导管未闭封堵器介入治疗小儿先天性心脏病[J].中国介入心脏病学杂志,2017,25(9):498-501. DOI:10.3969/j.issn.1004-8812.2017.09.005.
Wang X, Chen Z, Xiao YB, et al. Interventional therapy for pediatric congenital heart disease with second-generation Amplatzer duct occluder[J]. Chin J Intervent Cardiol, 2017, 25(9):498-501. DOI:10.3969/j.issn.1004-8812.2017.09.005.
 - 5 谢育梅,张智伟,李渝芬,等.室间隔缺损封堵器关闭婴儿大管型动脉导管未闭的初步评价[J].临床儿科杂志,2009,27(6):589-591. DOI:10.3969/j.issn.1000-3606.2009.06.025.
Xie YM, Zhang ZW, Li YF, et al. Initial experience in transcatheter closure of large patent ductus arteriosus in infants using a locally-made symmetrical occluder[J]. J Clin Pediatr, 2009, 27(6):589-591. DOI:10.3969/j.issn.1000-3606.2009.06.025.
 - 6 夏树亮,张丽,黄萍,等.婴幼儿动脉导管未闭的急诊/亚急诊介入治疗[J].中华实用儿科临床杂志,2015,30(23):1781-1784. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2015.23.006.
Xia SL, Zhang L, Huang P, et al. Emergency and sub-emergency transcatheter closure of patent ductus arteriosus in infants[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2015, 30(23):1781-1784. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2015.23.006.
 - 7 Adams PE, Chersich MF, Cilliers A. Transcatheter closure of the patent ductus arteriosus at a public sector hospital in Soweto, South Africa; a review of patient outcomes over 15 years[J]. Cardiovasc J Afr, 2018, 29(4):246-251. DOI:10.5830/CVJA-2018-028.
 - 8 Shah JH, Bhalodiya DK, Rawal AP, et al. Long-term results of transcatheter closure of large patent ductus arteriosus with severe pulmonary arterial hypertension in pediatric patients[J]. Int J Appl Basic Med Res, 2020, 10(1):3-7. DOI:10.4103/ijabmr.IJABMR19219.
 - 9 Pepeta L, Greyling A, Nxele MF, et al. Ductal closure in infants under 6 kg including premature infants using Amplatzer (TM) duct occluder type two additional sizes: a single-centre experience in South Africa[J]. Cardiovasc J Afr, 2020, 31(1):33-39. DOI:10.5830/CVJA-2019-044.
 - 10 Van Loozen D, Sandoval JP, Delaney JW, et al. Use of Amplatzer vascular plugs and Amplatzer duct occluder II additional sizes for occlusion of patent ductus arteriosus: A multi-institutional study[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2018, 92(7):1323-1328. DOI:10.1002/ccd.27824.
 - 11 Lucas VS. Percutaneous PDA closure with Amplatzer AVP II and ADO II AS devices[J]. Catheter Cardio Interv, 2019, 93(3):E197. DOI:10.1002/ccd.28002.
 - 12 Chien YH, Wang HH, Lin MT, et al. Device deformation and left pulmonary artery obstruction after transcatheter patent ductus arteriosus closure in preterm infants[J]. Int J Cardiol, 2020;6. DOI:10.1016/j.ijcard.2020.02.065.
 - 13 纪志娟,刘娜,罗刚,等.儿童经皮动脉导管介入封堵术后血小板快速减少的临床分析[J].中华实用儿科临床杂志,2020,35(1):54-56. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2020.01.014.
Ji ZX, Liu N, Li G, et al. Clinical analysis of rapid thrombocytopenia after percutaneous transcatheter closure of arteries in children[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2020, 35(1):54-56. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2020.01.014.
 - 14 张坡,朱鲜阳,张端珍,等.动脉导管未闭介入封堵术后严重血小板减少的治疗效果分析[J].中华心血管病杂志,2016,44(10):868-872. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2016.10.008.
Zhang P, Zhu XY, Zhen DZ, et al. Therapeutic efficacy of severe thrombocytopenia after transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus[J]. Chin J Cardiol, 2016, 44(10):868-872. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2016.10.008.

(收稿日期:2020-02-06)

本文引用格式:左超,陈智,肖云彬,等.低体重长管型动脉导管未闭非常规封堵器选择策略及效果分析[J].临床小儿外科杂志,2020,19(10):930-934. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.10.013.

Citing this article as: Zuo C, Chen Z, Xiao YB, et al. Therapeutic strategy and effectiveness of unconventional device application in low-weight children with long patent ductus arteriosus[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(10):930-934. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.10.013.