

·专题·先天性膈疝诊疗新进展·

超声心动图对先天性膈疝患者接受体外膜肺氧合治疗的预测作用研究



全文二维码



开放科学码

吕俊健¹ 林土连¹ 吴强¹ 李珊²
郑海清³ 夏波¹ 何秋明¹ 钟微¹

【摘要】目的 探讨超声心动图对预测先天性膈疝(congenital diaphragmatic hernia, CDH)患者接受体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)治疗的临床价值。**方法** 回顾性分析2017年1月至2020年12月广州市妇女儿童医疗中心新生儿外科收治的77例CDH患者资料。根据是否达到需要接受ECMO治疗的指征,分为非ECMO组58例,ECMO组19例。对比患者的胎龄、出生体重、性别、膈疝侧别等一般资料,并分析出生后24 h内的超声心动图对CDH患者接受ECMO治疗的预测作用。**结果** 两组患者的性别、出生体重、胎龄、膈疝侧别、是否产前诊断,以及超声心动图测量值中经房水平分流流束宽径(atrial horizontal shunt, AHS)、右心室内径(right ventricular diameter, RVD)、主肺动脉内径(main pulmonary artery diameter, MPAD)、左心室缩短分数(left ventricular fractional shortening, LVFS)、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);两组是否肝脏疝入、有无PPHN,以及超声心动图测量值中经未闭动脉导管(patent ductus arteriosus, PDA)血流宽径、主动脉内径(aortic diameter, AOD)、左心房内径(left atrial diameter, LAD)、左心室收缩末期内径(left ventricular end-systolic diameter, LVESD)、左心室舒张末期内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。通过逐步回归分析发现,肝脏疝入($OR = 25.83, 95\% CI: 1.46 \sim 456.26$)、PDA增宽($OR = 3.33, 95\% CI: 1.03 \sim 10.81$)、LAD缩小($OR = 0.18, 95\% CI: 0.05 \sim 0.67$)是需要接受ECMO治疗的独立危险因素($P < 0.05$)。PDA值的ROC曲线下面积为0.890($95\% CI: 0.815 \sim 0.964, P < 0.01$),PDA = 3.1 mm时预测CDH患者接受ECMO治疗的敏感度为100%,特异度为61.02%;LAD值的ROC曲线下面积为0.830($95\% CI: 0.722 \sim 0.937, P < 0.01$),LAD = 7.5 mm时预测CDH患者接受ECMO治疗的敏感度为61.11%,特异度为93.22%。**结论** 出生后超声心动图对CDH患者是否需要接受ECMO辅助治疗有预测作用,可协助临床决策。

【关键词】 疝, 横膈, 先天性/诊断; 超声检查, 产前; 体外膜氧合作用; 预后

【中图分类号】 R655.6 R540.45

Prediction of extracorporeal membrane oxygenation in children with congenital diaphragmatic hernia by echocardiography.

Lü Junjian¹, Lin Tulián¹, Wu Qiang¹, Li Shan², Zheng Haiqing³, Xia Bo¹, He Qiuming¹, Zhong Wei¹. 1. Department of Neonatal Surgery; 2. Heart Center; 3. Data Center, Guangzhou Women & Children Medical Center, Guangzhou 510623, China. Corresponding author: Zhong Wei, Email: zhongwei@gwmc.org

【Abstract】Objective To explore the predictive value of echocardiography in the treatment of congenital diaphragmatic hernia (CDH) with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). **Methods** From January 2017 to December 2020, clinical data were retrospectively reviewed for 77 CDH children. According to whether or not fulfilling the indications for adjuvant treatment with ECMO, they were divided into two groups of non-ECMO ($n = 58$) and ECMO ($n = 19$). The relationship between the need to receive ECMO adjuvant therapy and such general profiles as gestational age, birth weight, gender and affected side, etc. And the postnatal predictive effect of echocardiography within 24 hours on the acceptance of ECMO therapy in CDH

DOI: 10.12260/lcxewkzz.2021.09.003

基金项目: 广东省自然科学基金-面上项目(编号:2020A1515010296)

作者单位: 广州市妇女儿童医疗中心(广东省广州市, 510623) 1. 新生儿外科; 2. 心脏中心; 3. 数据中心

通信作者: 钟微, Email: zhongwei@gwmc.org

children. **Results** No significant inter-group differences existed in gender, birth weight, gestational age, affected side, prenatal diagnosis, atrial horizontal shunt (AHS), right ventricular diameter (RVD), main pulmonary artery diameter (MPAD), left ventricular fractional shortening (LVFS) or left ventricular ejection fraction (LVEF) ($P > 0.05$). The inter-group differences of hepatic hernia, persistent pulmonary hypertension of newborn (PPHN), patent ductus arteriosus (PDA), aortic diameter (AOD), left atrial diameter (LAD), left ventricular end-systolic diameter (LVESD) and left ventricular end-diastolic diameter (LVEDD) on echocardiography were statistically significant ($P < 0.05$). Stepwise regression analysis indicated that hepatic hernia ($OR = 25.83, 95\% CI: 1.46 - 456.26$), higher PDA ($OR = 3.33, 95\% CI: 1.03 - 10.81$) and lower LAD ($OR = 0.18, 95\% CI: 0.05 - 0.67$) were independent risk factors for ECMO ($P < 0.05$). The area under ROC curve of PDA value for requiring ECMO treatment was 0.890 ($95\% CI: 0.815 - 0.964, P < 0.01$) and the sensitivity and specificity were 100% and 61.02% with a PDA of 3.1 mm; The area under receiver operating characteristic (ROC) curve of LAD value for requiring ECMO treatment was 0.830 ($95\% CI: 0.722 - 0.937, P < 0.01$) and the sensitivity and specificity of ECMO treatment were 61.11% and 93.22% with a LAD of 7.5 mm. **Conclusion** Postnatal echocardiography may predict the need for ECMO in CDH children and assist in clinical decision-making.

【Key words】 Hernias, Diaphragmatic, Congenital/DI; Ultrasonography, Prenatal; Extracorporeal Membrane Oxygenation; Prognosis

先天性膈疝 (congenital diaphragmatic hernia, CDH) 是膈肌发育不良导致腹腔脏器经膈肌缺损疝入胸腔的先天性疾病, 是较常见的新生儿危重症, 重症 CDH 患者病死率达 50%~60%^[1]。对常规治疗无效的 CDH 患者, 需通过 ECMO 辅助治疗度过呼吸衰竭及肺动脉高压的危险期。既往人们认为, 肺发育不良和肺动脉高压是 CDH 的典型特征, 也是决定患者预后的主要因素, 但过去十年中, CDH 患者对体外生命支持的需求并没有显著降低^[2,3]。近年研究发现, CDH 患者的心功能不全与其不良预后有关, 更有学者提出 CDH 的病理生理为肺发育不良、肺血管病变以及左心功能障碍三联征^[4,5]。CDH 胎儿肺部评估已被普遍应用, 但 CDH 胎儿心功能的产前评估结果并不能反映出生后情况。超声心动图利用超声的特殊物理学特性, 是检查心脏和大血管解剖及功能的首选无创技术^[6]。本研究旨在探讨超声心动图对 CDH 患者接受 ECMO 治疗的预测作用。

材料与方法

一、一般资料

以 2017 年 1 月至 2020 年 12 月广州市妇女儿童医疗中心新生儿外科收治的 CDH 患者为研究对象, 回顾性分析其临床资料及超声心动图资料。纳入标准: ①经本院产前评估或出生后确诊为 CDH 的患者, 并在本院积极救治者; ②出生后 24 h 内在本院行超声心动图检查者。排除标准: 合并严重心

脏结构畸形或染色体异常者。本研究共纳入 77 例 CDH 患者, 根据是否达到需要接受 ECMO 辅助治疗的指征, 分为非 ECMO 组 (58 例) 和 ECMO 组 (19 例)。本研究经医院伦理委员会批准, 患者家属均签署知情同意书。

二、超声心动图检查

收集患者一般临床资料及出生后 24 h 内床旁超声心动图资料。检查仪器为飞利浦 CX50 超声机, S8-3 心脏探头, 探头频率 1~8 MHz。患者安静状态下取平卧位, 对心脏进行全面扫查, 重点扫查部位为胸骨旁左室长轴、胸骨上窝主动脉弓长轴、剑突下四腔心以及剑突下双心房切面, 心脏超声数据测量方法参照欧美新生儿重症监护室超声心动图实践指南^[7]。常规记录的测量值包括: 经房水平分流流束宽径 (atrial horizontal shunt, AHS)、右心室内径 (right ventricular diameter, RVD)、主肺动脉内径 (main pulmonary artery diameter, MPAD)、左心室缩短分数 (left ventricular fractional shortening, LVFS)、左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF)、经未闭动脉导管流束宽径 (patent ductus arteriosus, PDA)、主动脉内径 (aortic diameter, AOD)、左心房内径 (left atrial diameter, LAD)、左心室收缩末期内径 (left ventricular end-systolic diameter, LVESD)、左心室舒张末期内径 (left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)。

新生儿持续性肺动脉高压 (persistent pulmonary hypertension of newborn, PPHN) 的诊断需同时满足以下两点: ①临床依据: 动脉导管开口前后的动脉

血氧分压差达 10~20 mmHg 或右上肢 SpO_2 高于下肢 5% 或以上。②超声心动图:肺动脉收缩压大于 35 mmHg 或超过体循环收缩压的 2/3;存在心房或动脉导管水平的右向左分流^[8]。

三、CDH 患者应用 ECMO 指征

根据 2016 年欧洲 CDH 专家共识,符合其中一项即认为需要接受 ECMO 辅助治疗:①无法维持动脉导管前 SpO_2 85% 以上或导管后 SpO_2 70% 以上;②有效通气下 $\text{pH} < 7.15$,动脉血 PaCO_2 持续上升;③需吸气峰压 $> 28 \text{ cmH}_2\text{O}$ 或平均气道压 $> 17 \text{ cmH}_2\text{O}$ 才能维持 $\text{SpO}_2 > 85\%$;④持续 $\text{pH} < 7.15$,乳酸 $\geq 5 \text{ mmol/L}$;⑤无法改善的低血压,12~24 h 内尿量 $< 0.5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$;⑥氧合指数 ≥ 40 持续 3 h 以上^[6]。

四、统计学方法

应用 SPSS 19.0 进行数据分析。对符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用秩和检验;计数资料以频数和百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。采用逐步回归分析 CDH 患者需要接受 ECMO 治疗的独立危险因素,并计算比值比 (odds ratio, OR) 与 95% 置信区间 (confidence interval, CI)。采用 Prism 6.01 绘制 77 例患者 PDA 值及 LAD 值的受试者工作特性 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、非 ECMO 组与 ECMO 组的临床资料比较

非 ECMO 组 58 例均存活;ECMO 组 19 例中,接

受 ECMO 治疗 12 例,存活 7 例,拒绝 ECMO 治疗的 7 例均死亡。非 ECMO 组与 ECMO 组患者的性别构成、出生胎龄、出生体重、膈疝侧别以及是否产前诊断比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$);非 ECMO 组患者合并肝脏疝入、PPHN 的比例低于 ECMO 组 ($P < 0.05$),见表 1。

二、非 ECMO 组与 ECMO 组的超声心动图测量值比较

两组超声心动图测量值中,AHS、RVD、MPAD、LVFS、LVEF 差异无统计学意义 ($P > 0.05$);非 ECMO 组 PDA 值小于 ECMO 组,而 AOD、LAD、LVESD、LVEDD 值大于 ECMO 组,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),见表 2。

三、影响患者接受 ECMO 治疗的多因素分析

将非 ECMO 组与 ECMO 组中差异有统计学意义的变量作为自变量,采用逐步回归分析发现,肝脏疝入、PDA、LAD 是 CDH 患者接受 ECMO 治疗的预测因子 ($P < 0.05$)。PDA 每增加 1 mm 则需要接受 ECMO 辅助治疗的风险上升 3.33 倍,LAD 每增加 1 mm 则需要接受 ECMO 辅助治疗的风险下降 82%。见表 3。

四、PDA 值与 LAD 值对 CDH 患者需要接受 ECMO 治疗的预测效果

PDA 值的 ROC 曲线下面积为 0.890 (95% CI: 0.815~0.964, $P < 0.05$),约登指数最大值时对应数值为 3.1mm,预测接受 ECMO 治疗的敏感度为 100%,特异度为 61.02%,见图 1A。LAD 值的 ROC 曲线下面积为 0.830 (95% CI: 0.722~0.937, $P < 0.05$),约登指数取最大值时对应数值为 7.5 mm,预测接受 ECMO 治疗的敏感度为 61.11%,特异度为 93.22%,见图 1B。

表 1 非 ECMO 组与 ECMO 组的临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical data between non-ECMO and ECMO groups

分组	例数	性别[n(%)]		出生胎龄 [$M(P_{25}, P_{75})$,周]	出生体重 ($\bar{x} \pm s$, kg)	膈疝侧[n(%)]	
		男	女			左	右
非 ECMO 组	58	34(57.6)	25(42.2)	38.86(37.71, 39.43)	2.98 \pm 0.40	47(79.7)	12(20.3)
ECMO 组	19	13(72.2)	5(27.8)	38.86(37.89, 39.53)	2.95 \pm 0.45	14(77.8)	4(22.2)
统计值	-	1.24		-0.48	0.37	0.03	
P 值	-	0.266		0.630	0.716	1.000	
分组	例数	肝脏疝入[n(%)]		PPHN[n(%)]		产前诊断 CDH[n(%)]	
		无	有	无	有	无	有
非 ECMO 组	58	46(78.0)	13(22.0)	47(79.7)	12(20.3)	19(32.2)	40(67.8)
ECMO 组	19	5(27.8)	13(72.2)	2(11.1)	16(88.9)	2(11.1)	16(88.9)
统计值	-	15.53		28.01		3.53	
P 值	-	<0.001		<0.001		0.060	

表 2 非 ECMO 组与 ECMO 组的超声心动图测量值比较

Table 2 Comparison of echocardiographic measurements between non-ECMO and ECMO groups

分组	例数	AHS [$M(P_{25}, P_{75})$, mm]	PDA ($\bar{x} \pm s$, mm)	AOD [$M(P_{25}, P_{75})$, mm]	RVD [$M(P_{25}, P_{75})$, mm]	MPAD [$M(P_{25}, P_{75})$, mm]
非 ECMO 组	58	3.00(2.20,4.00)	2.59 ± 1.64	8.00(7.00,8.00)	8.00(7.00,9.00)	9.00(8.00,10.00)
ECMO 组	19	3.40(2.95,3.73)	5.31 ± 1.52	7.00(6.00,8.00)	8.00(7.00,9.25)	9.00(8.00,10.00)
统计值	-	-1.04	-6.23	2.58	-0.22	-0.42
P 值	-	0.297	<0.001	0.010	0.829	0.677
分组	例数	LAD [$M(P_{25}, P_{75})$, mm]	LVEDD ($\bar{x} \pm s$, mm)	LVESD [$M(P_{25}, P_{75})$, mm]	LVFS ($\bar{x} \pm s$, mm)	LVEF [$M(P_{25}, P_{75})$, mm]
非 ECMO 组	58	9.00(8.00,10.00)	16.63 ± 1.97	10.00(9.00,11.00)	34.03 ± 5.25	66.00(62.00,71.00)
ECMO 组	19	7.00(7.00,10.00)	12.83 ± 2.31	9.00(6.75,10.25)	33.11 ± 9.36	68.00(58.00,73.25)
统计值	-	4.35	5.05	2.95	0.53	-0.32
P 值	-	<0.001	<0.001	0.003	0.595	0.749

表 3 影响患者接受 ECMO 辅助治疗的多因素分析

Table 3 Multivariate analysis of risk factors in ECMO group

变量	B 值	SE 值	OR(95% CI) 值	Wald χ^2 值	P 值
肝脏疝入	3.25	1.46	25.83(1.46 ~ 456.26)	4.917	0.026
PDA(mm)	1.20	0.60	3.33(1.03 ~ 10.81)	4.230	0.045
LAD(mm)	-1.73	0.68	0.18(0.05 ~ 0.67)	6.534	0.011

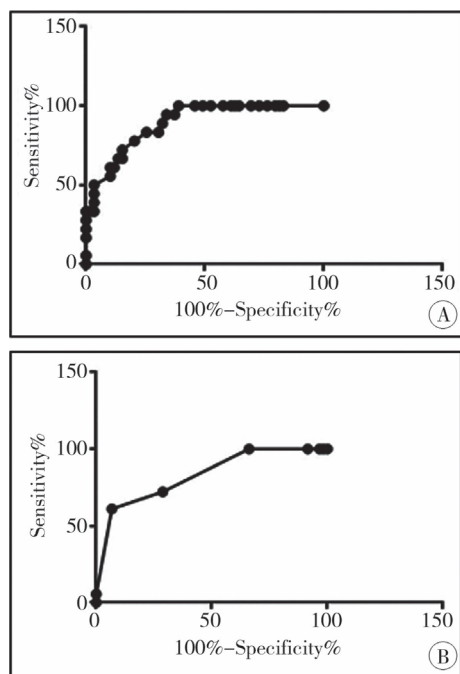


图 1 出生后超声心动图预测接受 ECMO 治疗的 ROC 曲线
注 A:PDA 预测 CDH 患者接受 ECMO 治疗的 ROC 曲线; B:LAD 预测 CDH 患者接受 ECMO 治疗的 ROC 曲线
Fig. 1 ROC curve of postnatal echocardiography predicting ECMO treatment

讨论

本研究显示,肝脏疝入是 CDH 患者需要接受

ECMO 治疗的影响因素,与既往研究结果相符^[9]。Gaffar 等^[10]提出心功能障碍是 CDH 患者需要接受 ECMO 辅助治疗的重要指征之一。既往有学者报道 CDH 患者左心质量低、心输出量低与 ECMO 应用后存活率降低相关^[11];但左心质量数据只能通过尸检获取,且心输出量的监测在新生儿重症监护室应用较少。故本研究从已被广泛应用的超声心动图中提取基础数据,对 CDH 患者接受 ECMO 治疗的概率进行预测。

一、CDH 患者 PDA 增大与 ECMO 使用相关

在足月儿中,因肺血流增加可引起前列腺素的灭活,同时流经动脉导管血流氧分压的增加可导致动脉导管收缩,动脉导管多于出生后 24 h 内闭合^[12]。CDH 患者肺发育不良导致肺血流减少,同时 CDH 患者较高的肺动脉压力可造成未闭的动脉导管中主动脉和肺动脉之间的右向左分流,加重缺氧,导致胎儿循环向出生后循环的正常转变过程失败。大型的 PDA 会降低舒张压,减少冠状动脉的灌注,导致心肌缺血;在 CDH 患者中,大型 PDA 可导致左心的前负荷增大,进一步导致心功能的恶化。也有学者发现大型 PDA 会影响患者膈肌修补术后的恢复^[13]。本研究显示,PDA 增宽是导致患者接受 ECMO 治疗的独立危险因素,PDA 每增加 1 mm,患者需要接受 ECMO 辅助治疗的风险上升 3.33 倍,符合 CDH 患者的病理生理过程。但 PDA 不能简单

结扎关闭,此时关闭可导致右心压力不能释放、右心衰竭以及体循环灌注不足,需通过机械通气、ECMO 等治疗措施改善氧合,使 PDA 缩小甚至关闭。

二、CDH 患者左心形态小与 ECMO 使用相关

本研究单因素分析结果显示,非 ECMO 组的与左心相关径线 AOD、LAD、LVESD、LVEDD 值较 ECMO 组的值大,提示 CDH 患者左心形态较小与需要接受 ECMO 治疗相关,LAD 缩小是需要接受 ECMO 治疗的影响因素,可能与以下因素有关:①腹腔脏器移位至胸腔内导致的物理性压迫,长期压迫导致左心舒张功能受限,血流减少,阻碍左心的充分发育。②肺发育不良、肺血管减少导致肺动脉压力高,右心压力高,也可致左心舒张受限。③CDH 胎儿肺发育不良导致的肺血流减少使得左心容量负荷低,影响左心发育。需注意的是,LVEF 和 LVFS 并不等同心输出量,有研究显示心输出量下降与需要接受 ECMO 治疗相关。当 CDH 患者病情稳定时,早期外科手术修补膈肌可缓解腹腔脏器对心脏的压迫,但当 CDH 患者病情不稳定时,延期手术已成为大多数治疗中心的共识,随着腔镜技术的成熟,胸腔镜手术修补避免了开胸、开腹手术的并发症,且不影响 CDH 患者的存活率^[14,15]。

三、CDH 患者吸入一氧化氮(inhaled nitric oxide, iNO)效果不佳

CDH 患者合并肺动脉高压应用 iNO 需谨慎,其病死率和需要接受 ECMO 治疗的概率仍然较高^[8]。动脉导管水平的分流方向取决于肺和全身血管阻力,心房分流取决于心室顺应性和由此产生的心房压力,非 CDH 的 PPHN 患者在心房水平和动脉导管水平上均以右向左分流为特征。而 Wehrmann 等^[16]通过超声心动图发现 84.3% 的 CDH 患者肺动脉压力高于体循环压力,但 82.4% 的患者均为从左到右的心房分流,提示 CDH 患者左心房压力明显升高。CDH 独特的病理生理导致了 iNO 应用效果不佳,CDH 患者左心房小且压力高,肺静脉回流阻力大,行 iNO 治疗时,肺动脉扩张,加剧了肺静脉高压及左心房高压,甚至可导致肺出血。

综上,CDH 患者的围手术期需重视心血管系统的管理,通过超声心动图的基础数据对 CDH 患者接受 ECMO 治疗概率进行预测,操作方便,实用性强,有助于临床决策。

参考文献

- 1 Lally KP. Congenital diaphragmatic hernia: the past 25 (or so) years [J]. J Pediatr Surg, 2016, 51 (5) : 695 - 698. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2016.02.005.
- 2 Pierro M, Thébaud B. Understanding and treating pulmonary hypertension in congenital diaphragmatic hernia [J]. Semin Fetal Neonatal Med, 2014, 19 (6) : 357 - 363. DOI: 10.1016/j.siny.2014.09.008.
- 3 Kinsella JP, Steinhorn RH, Mullen MP, et al. The left ventricle in congenital diaphragmatic hernia: implications for the management of pulmonary hypertension [J]. J Pediatr, 2018, 197: 17 - 22. DOI: 10.1016/j.jpeds.2018.02.040.
- 4 Dao DT, Patel N, Harting MT, et al. Early left ventricular dysfunction and severe pulmonary hypertension predict adverse outcomes in "low-risk" congenital diaphragmatic hernia [J]. Pediatr Crit Care Med, 2020, 21 (7) : 637 - 646. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002318.
- 5 Tingay DG, Kinsella JP. Heart of the matter? Early ventricular dysfunction in congenital diaphragmatic hernia [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2019, 200 (12) : 1462 - 1464. DOI: 10.1164/rccm.201909-1737ED.
- 6 Snoek KG, Reiss IK, Greenough A, et al. Standardized postnatal management of infants with congenital diaphragmatic hernia in Europe; the CDH EURO Consortium Consensus-2015 Update [J]. Neonatology, 2016, 110 (1) : 66 - 74. DOI: 10.1159/000444210.
- 7 Mertens L, Seri I, Marek J, et al. Targeted Neonatal Echocardiography in the Neonatal Intensive Care Unit: practice guidelines and recommendations for training. Writing Group of the American Society of Echocardiography (ASE) in collaboration with the European Association of Echocardiography (EAE) and the Association for European Pediatric Cardiologists (AEPC) [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2011, 24 (10) : 1057 - 1078. DOI: 10.1016/j.echo.2011.07.014.
- 8 杜立中,薛辛东,母得志,等.新生儿肺动脉高压诊治专家共识 [J]. 中华儿科杂志, 2017, 55 (3) : 163 - 168. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2017.03.002.
- 9 于斯淼,马立霜,王莹,等.新生儿膈疝胸腔镜治疗后存活率的影响因素分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19 (5) : 441 - 446. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.05.013.
- 10 Yu SM, Ma LS, Wang Y, et al. Prenatal evaluations and postnatal diagnosis and treatment of congenital diaphragmatic hernia [J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19 (5) : 441 - 446. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.05.013.

(下转第 824 页)

- currence[J]. J Clin Ped Sur, 2021, 20(2): 153-160. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 02. 009.
- 12 Okazaki T, Okawada M, Koga H, et al. Congenital diaphragmatic hernia in neonates; factors related to failure of thoracoscopic repair[J]. Pediatr Surg Int, 2016, 32(10): 933-937. DOI: 10.1007/s00383-016-3947-5.
 - 13 Kamran A, Zendejas B, Demehri FR, et al. Risk factors for recurrence after thoracoscopic repair of congenital diaphragmatic hernia (CDH) [J]. J Pediatr Surg, 2018, 53(11): 2087-2091. DOI: 10.1016/j.jpedsurg. 2018. 04. 007.
 - 14 Li B, Li ST, Chen WB, et al. Thoracoscopic repair by simplified mattress sutures for diaphragmatic hernia in the neonate when no posterolateral diaphragmatic rim exists[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2019, 29(5): 710-713. DOI: 10.1089/lap. 2018. 0370.
 - 15 He Q, Zhong W, Wang Z, et al. Simple and safe thoracoscopic repair of neonatal congenital diaphragmatic hernia by a new modified knot-tying technique[J]. Hernia, 2019, 23(6): 1275-1278. DOI: 10.1007/s10029-019-02003-w.
 - 16 夏波, 俞钢, 陈月清, 等. 产前诊断与生后治疗一体化管理模式诊治胎儿先天性膈疝的研究[J]. 中华小儿外科杂志, 2020, 41(5): 421-425. DOI: 10.3760/cma. j. cn421158-20190130-00171.
 - Xia B, Yu G, Chen YQ, et al. Integrated mode of prenatal diagnosis and postnatal treatment for fetal congenital diaphragmatic hernia at a single center[J]. Chin J Pediatr Surg, 2020, 41(5): 421-425. DOI: 10.3760/cma. j. cn421158-20190130-00171.
 - 17 Choudhry M, Rusu S, Brooks P, et al. Thoracoscopic repair of congenital diaphragmatic hernia in preterm neonate at 1 kilogram[J]. European J Pediatr Surg Rep, 2021, 9(1): e13-e16. DOI: 10.1055/s-0040-1721473.
- (收稿日期: 2021-07-03)

本文引用格式: 魏延栋, 马立霜, 王莹, 等. 胸腔镜手术治疗先天性膈疝的技术经验及要点分析[J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20(9): 819-824. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 09. 004.

Citing this article as: Wei YD, Ma LS, Wang Y, et al. Key technical essentials and experiences during thoracoscopy for congenital diaphragmatic hernia[J]. J Clin Ped Sur, 2021, 20(9): 819-824. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 09. 004.

(上接第 818 页)

- 10 Gaffar S, Ellini AR, Ahmad I, et al. Left ventricular cardiac output is a reliable predictor of extracorporeal life support in neonates with congenital diaphragmatic hernia[J]. J Perinatol, 2019, 39(5): 648-653. DOI: 10.1038/s41372-019-0348-3.
 - 11 Baumgart S, Paul JJ, Huhta JC, et al. Cardiac malposition, redistribution of fetal cardiac output, and left heart hypoplasia reduce survival in neonates with congenital diaphragmatic hernia requiring extracorporeal membrane oxygenation[J]. J Pediatr, 1998, 133(1): 57-62. DOI: 10.1016/S0022-3476(98)70178-7.
 - 12 郑珊. 实用新生儿外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013, 326-328.
 - Zheng S. Practical Neonatal Surgery[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2013, 326-328.
 - 13 赵萍, 刘翔, 左伟, 等. 胸腔镜手术治疗新生儿先天性膈疝复发的影响因素分析及其对复发膈疝的治疗效果[J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20(2): 153-160. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 02. 009.
 - Zhao P, Liu X, Zuo W, et al. Analysis of influencing factors for recurrence after thoracoscopic repair of congenital diaphragmatic hernia in neonates and its treatment effect on recurrence[J]. J Clin Ped Sur, 2021, 20(2): 153-160. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 02. 009.
 - 14 Altıt G, Bhombal S, Van Meurs K, et al. Ventricular performance is associated with need for extracorporeal membrane oxygenation in newborns with congenital diaphragmatic hernia[J]. J Pediatr, 2017, 191: 28-34. DOI: 10.1016/j.jpeds. 2017. 08. 060.
 - 15 Chatterjee D, Ing RJ, Gien J. Update on Congenital Diaphragmatic Hernia[J]. Anesth Analg, 2019, 131(3): 1. DOI: 10.1213/ANE.0000000000004324.
 - 16 Wehrmann M, Patel SS, Haxel C, et al. Implications of atrial-level shunting by echocardiography in newborns with congenital diaphragmatic hernia[J]. J Pediatr, 2020, 219: 43-47. DOI: 10.1016/j.jpeds. 2019. 12. 037.
- (收稿日期: 2020-05-18)

本文引用格式: 吕俊健, 林士连, 吴强, 等. 超声心动图对先天性膈疝患者接受体外膜肺氧合治疗的预测作用研究[J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20(9): 814-818, 824. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 09. 003.

Citing this article as: Lü JJ, Lin TL, Wu Q, et al. Prediction of extracorporeal membrane oxygenation in children with congenital diaphragmatic hernia by echocardiography[J]. J Clin Ped Sur, 2021, 20(9): 814-818, 824. DOI: 10.12260/lxewkzz. 2021. 09. 003.