

· 述评 ·

# 先天性膈疝产前至手术后全过程管理中的几个焦点问题



全文二维码

何秋明 夏慧敏

广州医科大学附属妇女儿童医疗中心新生儿外科, 广州 510623

通信作者: 夏慧敏, Email: xia-huimin@foxmail.com

**【摘要】** 先天性膈疝是常见的先天性结构畸形, 可导致肺发育不良、肺动脉高压和心脏功能障碍, 是引起新生儿死亡或长期并发症的常见原因。目前先天性膈疝的诊疗模式已经由单纯的外科手术治疗发展为产前-产时-围手术期-手术后全过程管理。本文就先天性膈疝产前产后全过程管理中的几个焦点问题, 如产前评估与干预、分娩时管理、围手术期管理及体外膜肺氧合技术的应用、手术时机与手术方式的选择、手术后及出院后管理等, 结合当前国内外研究现状进行评述。

**【关键词】** 疝, 横膈, 先天性; 围手术期; 诊断; 外科手术; 管理; 进展

**基金项目:** 广东省自然科学基金项目(2020A1515010296)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202410002-001

## Several critical issues in the management of congenital diaphragmatic hernia from prenatal to postoperative period

He Qiuming, Xia Huimin

Department of Neonatal Surgery, Municipal Women & Children's Medical Center, Guangzhou Medical University, Guangzhou 510623, China

Corresponding author: Xia Huimin, Email: xia-huimin@foxmail.com

**【Abstract】** As a common congenital structural anomaly, congenital diaphragmatic hernia (CDH) may cause pulmonary hypoplasia, pulmonary hypertension and cardiac dysfunction. It has been one common cause of neonatal mortality or long-term complications. Current management model of CDH is evolving from merely surgery to prenatal-intrapartum-perioperative-postoperative integrated mode. Based upon the latest global researches, this review summarized the management of CDH, including prenatal assessment & intervention, management of delivery, perioperative management and application of extracorporeal membrane oxygenation, selection of surgical timing and approaches, postoperative care and post-discharge management.

**【Key words】** Hernias, Diaphragmatic, Congenital; Perioperative Period; Diagnosis; Surgical Procedures, Operative; Management; Advance

**Fund program:** Natural Science Foundation of Guangdong Province(2020A1515010296)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202410002-001

先天性膈疝(congenital diaphragmatic hernia, CDH)是指胎儿膈肌先天性发育不全导致腹腔内容物疝入胸腔, 腹腔脏器压迫胎儿肺部, 引起肺发育不良、出生后肺动脉高压及心功能不全的一种结构性畸形, 其病理类型包括胸腹裂孔疝、食管裂孔疝和胸骨后疝, 发病率约 1/5 000<sup>[1]</sup>。因胸腹裂孔疝发生率最高, 病情最严重, 下文所阐述的先天性膈疝特指胸腹裂孔疝。

近十余年来, CDH 的诊治已经由一种单纯的外科疾病变为一种多学科管理疾病, 由一种以前仅出生后治疗的疾病变为产前-产时-围手术期-手术后全过程管理疾病。现就先天性膈疝患儿产前至手术后全过程管理中的几个焦点问题, 结合当前国内外研究现状进行评述, 供临床医师参考。

### 一、产前评估与产前干预

文献报道约 70% 的 CDH 于产前被发现<sup>[2]</sup>。产前评估有助于对胎儿 CDH 进行严重程度分级, 为产前咨

询以及规划出生后诊疗方案提供依据<sup>[3]</sup>。超声检查是发现和诊断胎儿 CDH 的首选检查方法,也是持续性监测胎儿 CDH 变化的主要方式。超声监测 CDH 的主要指标包括:观测/预期的胎儿肺头比(observed/expected lung-to-head ratio, o/e-LHR)、肺胸横截面积比、胃泡位置等。其次,产前磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)也是评估 CDH 的重要方式,具有多平面成像、软组织分辨率高及不受孕妇肥胖、胎儿体位和骨骼声影遮挡影响等优点,对于胎儿异常具有重要的诊断价值;但妊娠早期胎儿小且易动,建议于妊娠中后期进行 MRI 检查。MRI 评估的主要指标包括:观测/预期的总胎肺容积(observed/expected total fetal lung volume, o/e-TFLV)、肝脏入百分比、纵膈移位角(mediastinal shift angle, MSA)等。一项纳入 50 篇文献的 Meta 分析揭示:o/e-LHR < 25%、o/e-TFLV < 25% 和肺胸横截面积比 < 0.08 是单侧 CDH 死亡的重要预测因素<sup>[4]</sup>。欧洲一项纳入 5 个 CDH 治疗中心共 309 例病例的研究指出:左侧 CDH 并肝脏病入的胎儿中, MRI 检查 o/e-TFLV 预测值优于超声检查的 o/e-LHR<sup>[5]</sup>。但 o/e-LHR、o/e-TFLV 和肝脏病入百分比等指标的测量均较繁琐,需要经历学习曲线,最近研究的 MSA 指标具有单一、易测量的特点,且有较高预测疾病死亡的准确度,逐渐被广泛应用<sup>[6-7]</sup>。未来引入机器深度学习等人工智能方法对产前影像进行识别后, CDH 的评估指标将更易获取、更加准确<sup>[8]</sup>。

文献报道 CDH 死亡病例中,多发畸形占 44%、综合征占 82%<sup>[9]</sup>。因此 CDH 的产前评估中须包含对其他系统结构性畸形的排查。微阵列检测和全外显子测序是目前常用的检测方法,推荐确诊胎儿 CDH 后应行遗传学检查,这对于 CDH 的治疗及预后有重要的指导意义。

CDH 的产前干预已由既往的开放性宫内胎儿膈疝修补术,到开放性宫内胎儿气管封闭术,发展到目前的胎儿镜下气管球囊栓塞术(fetoscopic endoluminal tracheal occlusion, FETO)<sup>[10]</sup>。最近一项基于全球病例的多中心前瞻性随机对照研究表明,对于产前评估为重度 CDH (o/e-LHR < 25%) 的胎儿,在妊娠 27<sup>+</sup><sub>0</sub> 周至 29<sup>+</sup><sub>6</sub> 周应用 FETO,在妊娠 34<sup>+</sup><sub>0</sub> 周至 34<sup>+</sup><sub>6</sub> 周取出球囊,患儿存活出院率及 6 月龄存活率显著提高,达 40% 左右<sup>[11]</sup>。国内应用 FETO 治疗 CDH 很少,仅有散在病例报道<sup>[12]</sup>。根据体外生命支持组织(extracorporeal life support organization, ELSO)数据显示,生后需要体外膜肺支持(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)的 CDH 患儿总体存活率为 50%,因此笔者建议,应在具备 ECMO 条件的医疗机构开展 FETO,以进一步提高重度 CDH 患儿的存活率。

## 二、分娩时的管理

CDH 新生儿娩出后采取合适的产时处理至关重要,因此分娩前产科、儿科团队需先沟通协调。产时处理的关键是迅速建立可靠的气道,建议新生儿娩出后立即行气管插管通气,其获益包括:避免加重缺氧,诱发或加重肺动脉高压;避免消化道内进入气体,加重胸腔内腹部脏器对心肺的压迫,可控的通气压力可避免造成肺气漏<sup>[13]</sup>。建立气道后置入胃管充分减压,以最大限度增加心肺空间。待初步复苏稳定后,尽快转入监护室进一步诊治。最近有研究发现,在脐带夹断前进行气管插管复苏 CDH 患儿,生后 1 h 时首次测量的血红蛋白和平均血压值更高,可能对 CDH 的预后有益<sup>[14]</sup>。因此学者们正在开展多中心随机对照研究,以期证实延迟断脐对 CDH 的影响<sup>[15]</sup>。对于 FETO 术后未取出球囊的胎儿,医疗团队需认真交接班,避免分娩时球囊堵塞气道而导致复苏失败。对于出现紧急分娩情况者(如胎膜早破),须及时采取子宫外产时处理(ex-utero intrapartum treatment, EXIT)移除球囊,即在子宫切开、维持胎盘循环下,经内镜寻及气管内球囊,刺破球囊并取出,予气管插管建立通气后再断脐<sup>[12]</sup>。

## 三、围手术期管理

导致 CDH 患儿死亡的三大原因包括肺发育不良、肺动脉高压、心室功能障碍。围手术期管理主要围绕上述特殊病理生理状态展开。

CDH 合并肺发育不良、高氧血症可以导致肺组织损伤。因此 CDH 患儿导管前血氧饱和度  $\geq 85\%$ ,是可以接受的临床指标;当血氧饱和度  $> 95\%$  时,应下调吸氧浓度<sup>[16]</sup>。在通气模式的选择上,建议选择常频通气作为 CDH 患儿的起始通气模式<sup>[17]</sup>。

CDH 新生儿的肺动脉高压是多因素的,且呈动态变化。第一个因素来自正常的生理过渡,胎肺在宫内处于不张状态,此时肺血管压力高。正常新生儿出生后立即建立正常呼吸,肺部通气/血流比值适配可使肺血管阻力下降;CDH 患儿因肺发育不良可能延迟此过程,肺动脉压力较正常足月儿下降缓慢。第二个因素

来自肺血管发育异常,肺小动脉肌层增厚,导致肺动脉高压持续存在。第三个因素来自医源性情况,包括不恰当通气导致肺气漏,未矫正的酸中毒、低体温、镇静不足以及药物影响。围手术期管理的关键在于平稳让 CDH 胎儿向新生儿过渡,同时避免发生诱发肺动脉高压的医源性因素。肺动脉压力过高时,可考虑应用前列腺素 E1 以保持动脉导管开放,减轻右心室压力。一氧化氮 (inhaled nitric oxide, iNO) 是最常用的吸入性血管扩张剂,尽管多个国家、多个医疗中心均有应用在 CDH 患儿,但需注意的是其并不能降低死亡率和 ECMO 使用率<sup>[18]</sup>。部分 CDH 患儿出生后早期存在心室功能障碍、左心房血液回流障碍导致肺静脉及肺毛细血管压力升高,此时应用 iNO 扩张肺动脉,将导致肺水肿,加重缺氧程度,因此使用 iNO 后如无效需及时停用。

CDH 患儿的心室功能障碍常是双侧的,包括右心负荷过度和左心室发育不全<sup>[19]</sup>。早期超声心动图检查有助于评估预后,协助指导治疗。国内学者发现需 ECMO 治疗的患者的左心径线测量值较非 ECMO 治疗患者减少<sup>[20]</sup>。不同于其他新生儿持续肺动脉高压时动脉导管与卵圆孔水平一致性呈右向左分流,CDH 患儿动脉导管水平呈右向左分流,卵圆孔水平呈左向右分流。这种分流现象提示左心室功能障碍导致左心压力升高,应在改善肺动脉高压的同时,将治疗重点放在减轻右心后负荷和左心前负荷上,常用药物包括前列腺素 E1 (可保持动脉导管开放),也可以使用肾上腺素或米力农等正性肌力药物。

尽管 CDH 的治疗技术不断提高,但仍有 25%~30% 的 CDH 患儿需要 ECMO 支持,以度过出生后早期的心肺功能衰竭期,为手术及生存争取机会。目前研究数据显示,在高死亡风险的 CDH 患儿中应用 ECMO 可显著提高生存率,且这一优势与治疗中心收治 CDH 数量和 CDH 诊疗经验有着明显相关性<sup>[21]</sup>。有研究发现,若按年增加 1.75 例的 ECMO 治疗 CDH,则其死亡率可下降 16.7%;ECMO 治疗少于每年 2 例的医疗中心较治疗病例多的中心,死亡率高出 54%<sup>[22]</sup>。ECMO 技术的开展需要多学科密切配合,包括产前诊断科、重症监护组、体外循环组、外科手术组、影像及药学组等,对于预测为高死亡风险的 CDH 胎儿,应在能提供新生儿手术和 ECMO 支持的一体化治疗中心分娩。

#### 四、手术时机与手术方式的选择

既往提倡对于 CDH 患儿于出生后紧急修复缺损、回纳脏器,以减少纵膈占位效应。目前这种观念已转变为出生后通过医疗管理保持血流动力学稳定后再行手术。具体手术时机尚未统一,笔者所在单位自 2013 年 9 月起遵循欧洲 CDH 协作组推荐的手术时机,并在原基础上于 2023 年 1 月提出更宽的手术时机,即同时符合以下 4 点且维持时间超过 2 h: ①平均动脉压正常;②吸入氧浓度 < 70%、导管前动脉血氧饱和度 85%~95%;③血乳酸 < 3 mmol/L;④尿量 > 1 mL · kg<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup><sup>[23]</sup>。

在手术技术方面,以往手术方式是开放下行膈肌缺损修补。目前国内外多数专科医疗机构已应用胸腔镜进行 CDH 治疗,原因是胸腔镜手术中,随着疝出物还纳入腹腔,将有更清晰的视野及更大的操作空间,能更好地显露膈肌缺损,有利于缝合修补<sup>[24]</sup>。手术中修补较大的膈肌缺损时,应用补片是保持修复后膈肌生理形状、预防复发的重要措施。笔者建议补片应稍大于膈肌缺损处,即裁剪补片时,补片较所测量的膈肌缺损面宽 3 mm,以达到合适的张力,且成形后的膈面呈穹隆状;补片应以“U”形缝合方式固定至邻近的肋骨上<sup>[25]</sup>。虽然有研究显示,补片修复与非补片修复治疗 CDH 的复发率明显升高,且补片修复患儿更易出现胸廓畸形,但笔者认为,复发率和并发症发生率高与膈肌本身缺损大、病情严重有关,并不能单纯归咎于补片的使用<sup>[26]</sup>。

#### 五、手术后及出院后管理

在膈疝修补手术后,CDH 的治疗重点转为逐步撤离心肺支持和改善营养支持。研究显示,重症 CDH 存活患儿平均呼吸机使用时间为 15 d,期间应警惕由疼痛与镇静不足诱发的肺动脉高压危象,若 3 月龄时尚未成功拔除气管插管,可能需行气管切开术进行机械通气<sup>[27]</sup>。部分 CDH 患儿术后早期存在不同程度的肺功能异常,肺功能检查提示阻塞性通气功能障碍与混合性通气功能障碍多见,但随着年龄增长,肺功能可得到改善<sup>[28]</sup>。由于长时间禁食及手术干预,CDH 患儿出院时易合并严重营养不良,能量需求高达健康足月新生儿的 140%<sup>[29]</sup>;超过 30% 的患儿出院时需要管饲,超过 10% 的患儿接受了外科饲管手术(如胃造口置管手术),以满足经口喂养不足所致的额外热量需求<sup>[30]</sup>。

目前随着 CDH 患儿存活率提高,疾病管理转为影响多器官系统的慢性疾病的管理,这些疾病可能延续至青少年时期,甚至更晚。因此 CDH 患儿需长期健康监测,可组建多学科团队进行长期随访,学科团队包括

新生儿外科医师、呼吸科医师、消化科医师、心血管科医师及神经康复科医师。除氧疗支持与营养支持以外,肺动脉高压、神经系统发育障碍也是随访关注的重点。CDH 患儿长期肺动脉高压与肺血管的重塑相关,出院时 10%~20% 的患者有肺动脉高压的证据,但大多数存活者往往会随着时间的推移,临床症状和超声心动图征像得到缓解<sup>[31]</sup>。但也有研究表明,约 10% (4.8~19.1 岁) 的长期存活的 CDH 患儿在运动负荷下超声心动图检查时出现中至重度运动诱发的肺动脉高压,表明肺血管异常持续存在<sup>[32]</sup>。CDH 患儿的神经系统发育迟缓主要表现为运动功能异常,而认知和听力受影响较少,可能是由于运动能力下降或氧依赖限制了 CDH 患儿的运动功能和发育<sup>[33]</sup>。智力发育相关研究也表明,智力发育与病情严重程度相关,接受过 ECMO 及其他侵入性治疗的患儿更易产生行为及认知障碍,其因为情绪及心理问题接受特殊教育的可能性较正常儿童高<sup>[34]</sup>。

总之,CDH 已经由一种单纯的外科手术疾病转变为产前-产时-围手术期-手术后多学科全过程管理的疾病。精准的产前评估、合理的围手术期干预、在高死亡风险患儿中应用 ECMO,可以提高 CDH 患儿的存活率。随着 CDH 患儿存活率的提高,对 CDH 患儿进行长期生活质量监测变得愈发重要。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

### 参 考 文 献

- [1] Zani A, Chung WK, Deprest J, et al. Congenital diaphragmatic hernia[J]. Nat Rev Dis Primers, 2022, 8(1): 37. DOI: 10.1038/s41572-022-00362-w.
- [2] Burgos CM, Frenckner B, Luco M, et al. Prenatally versus postnatally diagnosed congenital diaphragmatic hernia-Side, stage, and outcome[J]. J Pediatr Surg, 2019, 54(4): 651-655. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2018.04.008.
- [3] 林士连, 吕俊健, 何秋明, 等. 胎儿膈疝不同程度分级的临床特征及预后[J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20(9): 832-836. DOI: 10.12260/lxewkzz.2021.09.006.  
Lin TL, Lyu JJ, He QM, et al. Association of fetal diaphragmatic hernia severity with prenatal indicators[J]. J Clin Ped Sur, 2021, 20(9): 832-836. DOI: 10.12260/lxewkzz.2021.09.006.
- [4] Masahata K, Yamoto M, Umeda S, et al. Prenatal predictors of mortality in fetuses with congenital diaphragmatic hernia: a systematic review and meta-analysis[J]. Pediatr Surg Int, 2022, 38(12): 1745-1757. DOI: 10.1007/s00383-022-05232-w.
- [5] Düttemeyer V, Schaible T, Badr DA, et al. Observed-to-expected lung-area-to-head-circumference ratio on ultrasound examination vs total fetal lung volume on magnetic resonance imaging in prediction of survival in fetuses with left-sided diaphragmatic hernia[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2024, 64(3): 354-361. DOI: 10.1002/uog.29096.
- [6] Wang XY, Shi Q, Pan WH, et al. Mediastinal shift angle in fetal MRI is associated with prognosis, severity, and cardiac underdevelopment in left congenital diaphragmatic hernia[J]. Front Pediatr, 2022, 10: 907724. DOI: 10.3389/fped.2022.907724.
- [7] Ding W, Gu YY, Wu HY, et al. Mediastinal shift angle (MSA) measurement with MRI: a simple and effective tool for prenatal risk stratification in fetuses with congenital diaphragmatic hernia[J]. Eur Radiol, 2023, 33(3): 1668-1676. DOI: 10.1007/s00330-022-09142-2.
- [8] Amodeo I, De Nunzio G, Raffaelli G, et al. A machine and deep Learning Approach to predict pulmonary hypertension in newborns with congenital diaphragmatic Hernia (CLANNISH): protocol for a retrospective study[J]. PLoS One, 2021, 16(11): e0259724. DOI: 10.1371/journal.pone.0259724.
- [9] Shanmugam H, Brunelli L, Botto LD, et al. Epidemiology and prognosis of congenital diaphragmatic hernia: a population-based cohort study in Utah[J]. Birth Defects Res, 2017, 109(18): 1451-1459. DOI: 10.1002/bdr2.1106.
- [10] Kovler ML, Jelin EB. Fetal intervention for congenital diaphragmatic hernia[J]. Semin Pediatr Surg, 2019, 28(4): 150818. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2019.07.001.
- [11] Deprest JA, Nicolaides KH, Benachi A, et al. Randomized trial of fetal surgery for severe left diaphragmatic hernia[J]. N Engl J Med, 2021, 385(2): 107-118. DOI: 10.1056/NEJMoa2027030.
- [12] 何秋明, 钟微, 冯艳, 等. 胎儿镜下气管栓塞术治疗重度先天性膈疝一例并文献复习[J]. 中华小儿外科杂志, 2020, 41(9): 788-793. DOI: 10.3760/cma.j.cn421158-20190430-00326.  
He QM, Zhong W, Feng Y, et al. Application of fetal endoscopic tracheal occlusion for severe fetal congenital diaphragmatic hernia: one case report with a literature review[J]. Chin J Pediatr Surg, 2020, 41(9): 788-793. DOI: 10.3760/cma.j.cn421158-20190430-00326.
- [13] Puligandla P, Skarsgard E, Baird R, et al. Diagnosis and management of congenital diaphragmatic hernia: a 2023 update from the Canadian Congenital Diaphragmatic Hernia Collaborative[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2024, 109(3): 239-252. DOI: 10.1136/archdischild-2023-325865.
- [14] Foglia EE, Ades A, Hedrick HL, et al. Initiating resuscitation before umbilical cord clamping in infants with congenital diaphragmatic hernia: a pilot feasibility trial[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2020, 105(3): 322-326. DOI: 10.1136/archdischild-2019-317477.
- [15] Horn-Oudshoorn EJJ, Knol R, Vermeulen MJ, et al. Physiological-based cord clamping versus immediate cord clamping for infants born with a congenital diaphragmatic hernia (PinC): study protocol for a multicentre, randomised controlled trial[J]. BMJ Open, 2022, 12(3): e054808. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-054808.
- [16] The Canadian Congenital Diaphragmatic Hernia Collaborative, Puligandla PS, Skarsgard ED, et al. Diagnosis and management of congenital dia-



- phragmatic hernia; a clinical practice guideline[J]. CMAJ, 2018, 190(4): E103-E112. DOI:10.1503/cmaj.170206.
- [17] Snoek KG, Capolupo I, van Rosmalen J, et al. Conventional mechanical ventilation versus high-frequency oscillatory ventilation for congenital diaphragmatic hernia; a randomized clinical trial (the VICI-trial)[J]. Ann Surg, 2016, 263(5): 867-874. DOI:10.1097/SLA.0000000000001533.
- [18] Noh CY, Chock VY, Bhombal S, et al. Early nitric oxide is not associated with improved outcomes in congenital diaphragmatic hernia[J]. Pediatr Res, 2023, 93(7): 1899-1906. DOI:10.1038/s41390-023-02491-8.
- [19] Le LS, Kinsella JP, Gien J, et al. Failure to normalize biventricular function is associated with extracorporeal membrane oxygenation use in neonates with congenital diaphragmatic hernia[J]. J Pediatr, 2023, 260: 113490. DOI:10.1016/j.jpeds.2023.113490.
- [20] 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.
- Lyu JJ, Lin TL, Wu Q, et al. Prediction of extracorporeal membrane oxygenation by echocardiography in children with congenital diaphragmatic hernia[J]. J Clin Ped Sur, 2021, 20(9): 814-818, 824. DOI:10.12260/lxewkzz.2021.09.003.
- [21] Jancelewicz T, Langham MR Jr, Brindle ME, et al. Survival benefit associated with the use of extracorporeal life support for neonates with congenital diaphragmatic hernia[J]. Ann Surg, 2022, 275(1): e256-e263. DOI:10.1097/SLA.0000000000003928.
- [22] Martino AM, Nguyen DV, Delaplaine PT, et al. Center volume and survival relationship for neonates with congenital diaphragmatic hernia treated with extracorporeal life support[J]. Pediatr Crit Care Med, 2023, 24(12): 987-997. DOI:10.1097/PCC.0000000000003313.
- [23] 何秋明, 钟微, 李乐, 等. 标准化指征下胸腔镜手术治疗新生儿先天性膈疝[J]. 中国微创外科杂志, 2015, 15(8): 707-710. DOI:10.3969/j.issn.1009-6604.2015.08.011.
- He QM, Zhong W, Li L, et al. Outcomes of thoroscopic repair of congenital diaphragmatic hernia in neonates under standardized indications[J]. Chin J Min Inv Surg, 2015, 15(8): 707-710. DOI:10.3969/j.issn.1009-6604.2015.08.011.
- [24] 钟微, 何秋明, 夏慧敏. 先天性膈疝术后手术治疗的演变与评价[J]. 中国微创外科杂志, 2015, 15(7): 655-657, 669. DOI:10.3969/j.issn.1009-6604.2015.07.022.
- Zhong W, He QM, Xia HM. Evolutions and evaluations of postnatal surgical repair for congenital diaphragmatic hernia[J]. Chin J Min Inv Surg, 2015, 15(7): 655-657, 669. DOI:10.3969/j.issn.1009-6604.2015.07.022.
- [25] He Q, Zhong W, Wang Z, et al. Simple and safe thoroscopic 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.
- [26] Jancelewicz T, Vu LT, Keller RL, et al. Long-term surgical outcomes in congenital diaphragmatic hernia: observations from a single institution[J]. J Pediatr Surg, 2010, 45(1): 155-160. DOI:10.1016/j.jpedsurg.2009.10.028.
- [27] Porta NFM, Naing K, Keene S, et al. Variability for age at successful extubation in infants with congenital diaphragmatic hernia[J]. J Pediatr, 2023, 253: 129-134. e1. DOI:10.1016/j.jpeds.2022.09.031.
- [28] 王伟鹏, 谢伟, 刘全华, 等. 先天性膈疝术后肺功能转归的临床研究[J]. 中华小儿外科杂志, 2020, 41(1): 29-33. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2020.01.006.
- Wang WP, Xie W, Liu QH, et al. Pulmonary function in infants with congenital diaphragmatic hernia[J]. Chin J Pediatr Surg, 2020, 41(1): 29-33. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2020.01.006.
- [29] Coignard M, Mellul K, Stimmemann J, et al. First-year growth trajectory and early nutritional requirements for optimal growth in infants with congenital diaphragmatic hernia: a retrospective cohort study[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2024, 109(2): 166-172. DOI:10.1136/archdischild-2023-325713.
- [30] Putnam LR, Harting MT, Tsao K, et al. Congenital diaphragmatic hernia defect size and infant morbidity at discharge[J]. Pediatrics, 2016, 138(5): e20162043. DOI:10.1542/peds.2016-2043.
- [31] Pollack JC, Hollinger LE, Buchmiller TL, et al. Long-term follow-up in congenital diaphragmatic hernia[J]. Semin Pediatr Surg, 2024, 33(4): 151443. DOI:10.1016/j.sempedsurg.2024.151443.
- [32] Critser PJ, Buchmiller TL, Gauvreau K, et al. Exercise-induced pulmonary hypertension in long-term survivors of congenital diaphragmatic hernia[J]. J Pediatr, 2024, 271: 114034. DOI:10.1016/j.jpeds.2024.114034.
- [33] Van der Veecken L, Vergote S, Kunpalin Y, et al. Neurodevelopmental outcomes in children with isolated congenital diaphragmatic hernia: a systematic review and meta-analysis[J]. Prenat Diagn, 2022, 42(3): 318-329. DOI:10.1002/pd.5916.
- [34] Bouman NH, Koot HM, Tibboel D, et al. Children with congenital diaphragmatic hernia are at risk for lower levels of cognitive functioning and increased emotional and behavioral problems[J]. Eur J Pediatr Surg, 2000, 10(1): 3-7. DOI:10.1055/s-2008-1072314.

(收稿日期: 2024-10-03)

**本文引用格式:** 何秋明, 夏慧敏. 先天性膈疝产前至手术后全过程管理中的几个焦点问题[J]. 临床小儿外科杂志, 2024, 23(12): 1101-1105. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202410002-001.

**Citing this article as:** He QM, Xia HM. Several critical issues in the management of congenital diaphragmatic hernia from prenatal to postoperative period[J]. J Clin Ped Sur, 2024, 23(12): 1101-1105. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202410002-001.