

• 临床研究 •

先天性膈疝新生儿脑损伤高危因素分析

马颖君, 王惠萍, 席朝霞, 苟维娜, 王梅

西安交通大学第二附属医院儿童病院新生儿病区, 陕西 西安 710004

摘要: **目的** 分析先天性膈疝(CDH)患儿脑损伤的高危因素及预后,为临床对 CDH 患儿脑损伤的预测与干预提供依据。**方法** 采用回顾性分析方法,选取 2019 年 10 月—2023 年 8 月于西安交通大学第二附属医院入院并接受手术治疗的 83 例足月 CDH 患儿为研究对象。根据脑损伤综合征诊断标准分为脑损伤组($n=36$)和对照组($n=47$)。对两组新生儿一般资料、围生期资料、病程合并症及检查结果等资料进行比较;采用 logistic 回归分析探讨脑损伤高危因素。**结果** 脑损伤组与对照组的肺头比($t=4.335$)、是否进行开放手术($\chi^2=4.196$)以及是否合并肺动脉高压($\chi^2=5.397$)比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。Logistic 回归分析显示,肺头比 <1.5 ($OR=8.171$, 95% CI : 2.893~23.079, $P<0.001$)、合并肺动脉高压($OR=4.069$, 95% CI : 1.129~14.674, $P=0.032$)、采用开放手术($OR=3.517$, 95% CI : 0.952~12.987, $P=0.059$, 排除默认值为 0.1)是 CDH 患儿发生脑损伤的独立危险因素。36 例脑损伤组患儿中 1 例死亡,2 例失访,24 例预后良好,9 例预后较差。**结论** 肺头比 <1.5 、合并肺动脉高压及采用开放手术会显著增加 CDH 患儿脑损伤风险,对具有此类高危因素的患儿应强化监测与针对性干预,以优化预后。

关键词: 先天性膈疝; 脑损伤; 肺头比; 手术方式; 新生儿

中图分类号: R179 文献标识码: A 文章编号: 1008-6579(2025)12-1376-05 doi:10.11852/zgetbjzz2024-1197

High-risk factors for brain injury in neonates with congenital diaphragmatic hernia

MA Yingjun, WANG Huiping, XI Zhaoxia, GOU Weina, WANG Mei

Children's Hospital of the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710004, China

Corresponding author: WANG Huiping, E-mail: xbyynicu@163.com

Abstract: **Objective** To analyze the risk factors and prognosis of brain injury in neonates with congenital diaphragmatic hernia (CDH), in order to provide evidence for clinical prediction and intervention. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 83 full-term CDH neonates who underwent surgical treatment at the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University from October 2019 to August 2023. Based on diagnostic criteria for brain injury syndrome, patients were divided into a brain injury group ($n=36$) and a control group ($n=47$). General neonatal data, perinatal records, comorbidities, and examination results were compared between the two groups. Logistic regression analysis was used to identify high-risk factors for brain injury. **Results** Significant differences were observed between the brain injury and control groups in lung-to-head ratio (LHR) ($t=4.335$), open surgery ($\chi^2=4.196$), and pulmonary hypertension ($\chi^2=5.397$) ($P<0.05$). Logistic regression identified the following independent risk factors for brain injury: lung-to-head ratio <1.5 ($OR=8.171$, 95% CI : 2.893 - 23.079, $P<0.001$), pulmonary hypertension ($OR=4.069$, 95% CI : 1.129 - 14.674, $P=0.032$), and open surgery ($OR=3.517$, 95% CI : 0.952 - 12.987, $P=0.059$). Among the 36 brain injury cases, 1 died, 2 were lost to follow-up, 24 had favorable outcomes, and 9 had poor prognosis. **Conclusions** Lung-to-head ratio <1.5 , pulmonary hypertension, and open surgery significantly increase the risk of brain injury in CDH neonates. Intensive monitoring and targeted interventions should be implemented for high-risk patients to improve prognosis.

Keywords: congenital diaphragmatic hernia; brain injury; lung-to-head ratio; surgical approach; neonates

先天性膈疝(congenital diaphragmatic hernia, CDH)是一种危及生命的先天性疾病,发病率约为 1/5 000~1/3 000 活产儿^[1],右侧膈疝发病率高于

左侧。随着术中和围手术期重症监护水平的改善,CDH 患儿存活率逐渐升高。但幸存的新生儿常接受血管活性药物、高级通气支持或体外膜肺治疗,在

基金项目:陕西省科技攻关项目(2023-YBSF-547)

作者简介:马颖君(1993—),女,主治医师,硕士研究生,主要研究方向为新生儿疾病。

通信作者:王惠萍, E-mail: xbyynicu@163.com

此期间长时间的脑氧合减少易致脑损伤。很多新生儿术后有各种呼吸、肌肉、骨骼、营养和脑损害^[2-4],其中脑损害是影响幸存新生儿生存质量的重要因素之一。因此,早发现、早干预尤为重要。虽然影响 CDH 患儿脑损伤的因素很多,但目前尚无定论,而对于 CDH 近远期预后的资料同样较少。本研究拟通过回顾性收集 CDH 患儿住院期间资料,分析其发生脑损伤的高危因素及预后情况,以期对 CDH 患儿脑损伤进行早期干预提供参考依据。

1 对象和方法

1.1 对象 本研究选取 2019 年 10 月—2023 年 8 月于西安交通大学第二附属医院入院并接受手术治疗的 83 例足月 CDH 新生儿作为研究对象。患儿均足月行产时子宫外处理技术(exutero intrapartum treatment, EXIT)。本研究已获得本院伦理委员会批准[(2022)伦审-研第(005)号]。

1.1.1 纳入与排除标准 纳入标准:1)产前经超声诊断为 CDH 的新生儿,且生后经 X 线及床旁 B 超再次确诊;2)循环系统及肺动脉压力等基础情况相对稳定可耐受手术者;3)经床旁 B 超检查排除其他先天发育畸形;4)分娩时由同一组医务人员实施 EXIT 技术,严格遵循本院制定的标准化操作流程。设有产科、小儿外科和新生儿科专家组成的质量控制小组,确保流程执行的规范性;5)根据脑损伤综合征(brain damage syndrome, BDS)诊断^[5]标准:患儿存在高危病史,并具有下列条件之一:36 项 1~12 个月神经系统检查项中出现 3 项以上或癫痫发作、眼不追光、对“咯咯”声无定向反应 3 项中有 1 项明确存在;总发育商 $\leq 85\%$ 或 1 个单项 $\leq 70\%$;36 项中存在 1 项加总发育商 $\leq 90\%$ 或 1 个单项 $\leq 80\%$;生后 28 天新生儿神经行为测定评分法(neonatal behavioral neurological assessment, NBNA) ≤ 35 分。纳入患儿符合以上诊断标准者归入脑损伤组,存在高危病史,但不符合上述脑损伤组任何一种条件的患儿,则归入对照组。排除标准:1)其他类型膈疝,如食管裂孔疝等;2)生后血流动力学不稳定,表现为吸入氧浓度 $>50\%$ 时血氧饱和度持续 $<85\%$ 、平均动脉压 $<30\text{mmHg}$ 且伴有皮肤苍白、发凉、毛细血管再充盈时间 $>3\text{s}$ 、尿量 $<1\text{mL}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 、乳酸 $>3\text{mmol/L}$ 或出现肺动脉高压;3)存在神经发育迟缓相关的遗传或染色体异常;4)患有需其他重大手术先天性异常;5)死亡的患儿。88 例患儿中,其中 5 例因血流动力学不稳定或死亡等原因未能纳入研究。最终脑损伤组纳入 36 例,对照组 47 例。

1.1.2 资料收集 1)一般资料:性别、入院日龄、分娩胎龄、出生体重、生后 Apgar 评分、肺头比、机械通气时间、是否血管活性药物应用;2)围生期资料:有无宫内窘迫、母亲有无妊娠合并症(妊娠期高血压、妊娠期糖尿病、胎盘早剥、妊娠期胆汁淤积);病程中合并症(低血糖、是否开放手术、高碳酸血症、贫血、肺出血、肺动脉高压、败血症、高胆红素血症);生后 28 天新生儿 NBNA、脑损伤患儿生后 6 个月及 1 岁时的 Gesell 发育量表结果。其中,需注意 NBNA 和 Gesell 评分因评分者差异可能存在主观性并影响结果。

1.2 检查方法

1.2.1 NBNA 评分量表 在所有新生儿出院前或满 28 天时,采用 NBNA 评分量表^[6]评估其神经发育,包括行为能力、被动能力、主动能力、原始反射、一般评估。总分 40 分,分数越高说明神经系统发育越好。此量表信效度良好,在信度方面,重测信度高,短时间内对同一批新生儿两次评分相关系数在 0.85 以上,且评分者间信度在 0.80 左右。效度上能区分发育水平且低评分者后期神经系统异常风险高。

1.2.2 Gesell 发育量表 采用 Gesell 发育量表评价患儿智力、运动和行为,其包括适应性、大运动、精细运动、语言及社交 5 个能区。各项发育商(Development Quotients, DQ)=发育年龄/实际年龄 $\times 100$;5 个能区 $\text{DQ}>85$ 分为正常;85~75 分为边缘性; <75 分有神经系统异常。 $\text{DQ}>85$ 分表示预后良好, $\text{DQ}<85$ 分或死亡为预后不良。Gesell 发育量表信效度可靠,信度上,重测信度佳,间隔 3~6 个月重测各能区得分相关系数在 0.75 以上,评分者间信度在 0.80~0.90 之间。效度上与实际发育紧密相关且能预测学习和社交能力发展。

1.3 统计学方法 运用 SPSS 20.0 软件对数据进行分析。计量资料呈正态分布时,使用 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;不符合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。计数资料以例数(%)表示,组间比较使用 χ^2 检验。相关危险因素采用非条件 logistic 回归分析。检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 脑损伤组与对照组患儿资料比较 本研究共纳入 83 例足月 CDH 新生儿为研究对象,两组新生儿一般资料除肺头比外,性别、入院日龄、分娩胎龄、出生体重、机械通气时间、是否血管活性药物应用差异均无统计学意义($P>0.05$)。两组患儿围生期母

亲各项合并症、宫内窘迫情况、1min Apgar 评分相比较,均无统计学意义($P>0.05$)。两组患儿手术方式、合并肺动脉高压比例比较,差异有统计学意义($P<0.05$),患低血糖、高碳酸血症、贫血、肺出血、高胆红素血症、败血症比例比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。两组患儿生后 28 天时 NBNA 对比,脑损伤组分数显著低于对照组,NBNA 5 项内容分别比较,脑损伤组行为能力、被动能力、主动能力得分均低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 1 脑损伤组与对照组患儿资料对比(例,%)

Tab. 1 Comparison of general data between children in the brain injury group and the control group($n, \%$)

项目	脑损伤组($n=36$)	对照组($n=47$)	$\chi^2/t/Z$ 值	P 值
性别				
男	19(45.2)	23(54.7)	0.120 ^a	0.729
女	17(41.4)	24(58.5)		
入院日龄($d, \bar{x} \pm s$)	1.6 $\pm$ 0.6	1.5 $\pm$ 0.5	0.740 ^b	0.603
分娩胎龄($周, \bar{x} \pm s$)	38.3 $\pm$ 0.9	38.7 $\pm$ 0.9	1.822 ^b	0.072
出生体重($g, \bar{x} \pm s$)	3 145.0 $\pm$ 445.9	3 208.0 $\pm$ 468.8	0.614 ^b	0.541
肺头比($\bar{x} \pm s$)	1.4 $\pm$ 0.1	1.6 $\pm$ 0.2	4.335 ^b	0.040
机械通气时间($h, \bar{x} \pm s$)	204.3 $\pm$ 21.1	206.5 $\pm$ 20.9	4.720 ^b	0.849
应用血管活性药物	35(97.2)	43(93.4)	0.652 ^a	0.419
妊高症(例,%)	17(47.2)	14(30.4)	2.648 ^a	0.104
妊娠期糖尿病	21(58.3)	29(61.7)	0.338 ^a	0.561
胎盘早剥	3(8.3)	4(8.5)	0.009 ^a	0.924
宫内窘迫	5(13.8)	8(17.0)	0.233 ^a	0.629
妊娠胆汁淤积	2(5.5)	3(6.3)	0.450 ^a	0.832
1min Apgar 评分[$M(P_{25}, P_{75})$]	8(8.9)	9(8.9)	0.819 ^c	0.176
低血糖	10(27.7)	13(27.6)	0.000 ^a	0.990
是否开放手术	9(25.0)	4(8.5)	4.196 ^a	0.041
高碳酸血症	7(19.4)	13(27.6)	0.978 ^a	0.323
贫血	11(30.6)	16(34.0)	0.239 ^a	0.625
肺出血	10(27.7)	5(10.6)	3.616 ^a	0.057
高胆红素血症	29(80.5)	39(82.9)	0.568 ^a	0.451
肺动脉高压	10(27.7)	4(8.5)	5.397 ^a	0.020
败血症	4(11.1)	4(8.5)	0.105 ^a	0.746

注:^a χ^2 值,^b t 值,^c Z 值。

表 2 脑损伤组与对照组患儿 NBNA 评分对比[$M(P_{25}, P_{75})$]

Tab. 2 Comparison of NBNA scores between children in the brain injury group and the control group[$M(P_{25}, P_{75})$]

分组	行为能力	被动能力	主动能力	原始反射	一般评估	总分
脑损伤组($n=36$)	11(10,11)	7(7,7)	7(6,8)	6(5,6)	5(5,6)	35(33,37)
对照组($n=47$)	12(12,12)	7(7,7)	7(7,8)	6(5,6)	5(5,6)	38(37,39)
Z 值	7.157	2.510	2.522	0.318	0.965	5.534
P 值	<0.001	0.012	0.012	0.750	0.334	<0.001

2.2 CDH 患儿发生脑损伤的高危因素分析 以是否发生脑损伤为因变量(是=1,否=0),将临床实践中对 CDH 患儿的治疗和预后具有重要临床意义的因素:性别、是否应用血管活性药物、妊娠期高血压、妊娠期糖尿病、妊娠期胆汁淤积、是否胎盘早剥、是否宫内窘迫、是否合并低血糖、是否进行开放手术、高碳酸血症、贫血、肺出血、肺动脉高压、败血症、高胆红素血症、肺头比是否小于 1.5、机械通气时间、1min Apgar 评分等纳入 logistic 回归模型。分析显示肺头比 <1.5 ($OR=8.171, 95\% CI: 2.893 \sim 23.079$)、合并肺动脉高压($OR=4.069, 95\% CI:$

$1.129 \sim 14.674$)使脑损伤风险增加($P<0.05$)。采用开放手术也在一定程度上增加了脑损伤风险($OR=3.517, 95\% CI: 0.952 \sim 12.987$),尽管其 P 值为 0.059 接近临界值,但考虑到排除默认值为 0.1,仍可将其作为脑损伤的高危因素纳入考量。见表 3。

2.3 CDH 脑损伤患儿神经系统随访情况 1 岁时脑损伤组 36 例患儿中,有 1 例患儿在 1 岁内因膈疝复发死亡,2 例患儿在 1 岁内失访,剩余 33 例患儿至少随访至 1 岁,随访率为 91.6%。6 个月时 Gesell 发育量表得分 5 个能区 $DQ>85$ 分 17 例,占 51.5%;1 岁时 5 个能区 $DQ>85$ 分 24 例,占 72.7%。

表 3 CDH 患儿脑损伤高危因素 Logistic 回归分析

Tab. 3 Logistic regression analysis of high-risk factors for brain injury in children with CDH

因素	参照	β 值	S_e 值	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
肺头比<1.5	肺头比 $\geq$ 1.5	2.101	0.530	15.725	<0.001	8.171	2.893~23.079
肺动脉高压	无肺动脉高压	1.403	0.654	4.600	0.032	4.069	1.129~14.674
行开放手术	行非开放手术	1.258	0.667	3.560	0.059	3.517	0.952~12.987

3 讨 论

3.1 先天性膈疝患儿的神经系统预后 CDH 患儿因胎儿期肺发育异常致气体交换障碍,肺生长受损,这些因素可能共同导致患儿脑损伤^[7]。本研究中 NBNA 评分脑损伤组患儿行为能力得分 11(10, 11)、被动能力得分 7(7, 7),主动能力得分 7(6, 8)均显著低于对照组,且随访至 6 个月、1 岁时, Gesell 量表评分均存在不同程度的发育落后(51.5%, 72.7%),结果表明肺发育不良对患儿脑发育存在影响。

CDH 患儿成年后最常见的神经功能障碍有肌张力降低、听力损失、视觉-运动功能受损、口腔-运动不协调、行为注意力和注意力不集中等,其中肌张力降低更为常见。研究表明,CDH 幸存患儿出现学习障碍风险增高,且接受微创手术患儿的神经发育情况优于开放手术患儿^[8]。CDH 患儿病情的严重程度可以预测学龄期学业成绩^[9];Church 等^[10]的研究也显示治疗期间出现并发症的患儿,更可能出现远期并发症;Friedman 等^[11]报道,气管插管时长是 CDH 患儿 1 岁时神经系统预后的独立预测因素。有研究对 3~7 岁的 CDH 患儿进行随访发现,其执行能力得分和注意力得分低于其他人群^[12]。荟萃分析显示,CDH 患儿远期运动缺陷留存率为 13%,认知功能异常留存率为 5%,听力异常留存率为 3%,脑损伤发生率(15%)以及心理问题发生率(20%)远高于普通人群^[13-14]。但本研究样本量有限,且仅随访至生后 1 岁,今后需开展多中心、大样本、长时间的观察研究,以明确 CDH 患儿的预后。

3.2 先天性膈疝患儿脑损伤的高危因素 当前国内外对于 CDH 患儿脑损伤高危因素的研究较少,本研究发现肺头比<1.5、合并肺动脉高压以及行开放手术是 CDH 患儿脑损伤的高危因素。

CDH 患儿预后的影像学评估中,肺头比备受关注^[15]。孕期超声测量患儿肺头比可预测围生期 CDH 患儿死亡率,其敏感性达 80%,特异性 73.5%,阳性预测值 47.1%,阴性预测值 92.6%^[16],且有研究表明 CDH 患儿生存率与肺头比呈正相关($r=0.56, P<0.001$)^[17]。如拉丁美洲 380 例 CDH 患儿中,存活患儿的肺头比明显较高

(56.5% vs. 34.9%, $P<0.001$)。显示了肺头比预测患儿发生严重预后的价值。

肺动脉高压是 CDH 患儿严重并发症之一,CDH 预后情况与新生儿的初始酸中毒严重程度相关,且肺动脉高压通常在 5 岁以后减轻^[18],但不同中心肺动脉高压的发病率差异很大(4.5%~38%)。肺动脉高压越严重,健康相关生活质量也下降^[19]。约有 2/3 的 CDH 幸存患儿存在肺功能异常^[14],因其运动和肺功能受损与出生后肺部疾病严重程度相关。

近年来,本中心在患儿手术方式选择上更倾向于内镜治疗。一项荟萃分析显示,与开放性手术组相比,内镜治疗组的死亡率也较低($RR=0.18, 95\%CI:0.09\sim0.38, P<0.001$),但复发率也较高($RR=3.10, 95\%CI:1.95\sim4.88, P<0.001$)^[20]。一项纳入 2011—2019 年的 41 例 CDH 手术患者的回顾性分析显示,胸腔镜修复术可缩短机械通气时间与住院时间,利于肠内营养恢复,是安全有效的治疗方法^[21]。

本研究仍存在一定的局限性。首先,研究样本量有限,可能无法完全代表所有 CDH 患儿的情况,这可能会对研究结果的普遍性产生一定影响。其次,随访时间仅至生后 1 岁,对于 CDH 患儿脑损伤的长期预后评估不够全面,难以确定其在更长期的生长发育过程中的变化趋势。此外,研究中部分评估量表如 NBNA 和 Gesell 评分可能存在一定主观性,尽管量表本身信效度良好,但不同评分者对评分标准的理解和操作差异仍可能对结果产生细微影响。未来研究需要进一步扩大样本量,进行多中心、长时间的随访观察,并采用更客观、准确的评估方法,以更深入地探究 CDH 患儿脑损伤的高危因素及预后情况,为临床治疗和干预提供更有力的依据。

综上所述,CDH 患儿脑损伤可能造成不良预后,影响 CDH 患儿脑损伤的高危因素较为复杂,涉及到先天发育情况、围生期高危事件以及治疗中合并症的发生,故脑损害的预防需于孕期至新生儿期全程预防。新生儿外科的医疗团队应该有责任在整个治疗周期对患儿进行随访,发现异常尽早干预治疗。

参考文献

- [1] Ersöz Köse E, Yalçınkaya İ[J]. Turk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg, 2024, 32(Suppl 1):89-97.
- [2] Chandrasekharan PK, Rawat M, Madappa R, et al. Congenital diaphragmatic hernia - A review[J]. Matern Health Neonatol Perinatol, 2017, 3(1):6.
- [3] Power B, Shibuya S, Lane B, et al. Long-term feeding issue and its impact on the daily life of congenital diaphragmatic hernia survivors: Results of the first patient-led survey[J]. Pediatric Surgery International, 2020, 36(1):63-68.
- [4] Takayasu H, Masumoto K, Jimbo T, et al. Analysis of risk factors of long-term complications in congenital diaphragmatic hernia: A single institution's experience[J]. Asian J Surg, 2017, 40(1):1-5.
- [5] 刘振寰, 钱旭光. 脑损伤综合征的诊断与治疗[J]. 中国保健, 2006, 14(6X):6.
- Liu ZH, Qian XG. Diagnosis and treatment of brain injury syndrome[J]. China Health Care, 2006, 14(6X):6. (in Chinese)
- [6] 鲍秀兰, 虞人杰, 李着算, 等. 新生儿 20 项行为神经测定在窒息儿的临床应用[J]. 中国生育健康杂志, 1992(3):116-119.
- Bao XL, Yu RJ, Li ZS, et al. Clinical application of the 20-item neonatal behavioral neurological assessment in asphyxiated infants[J]. Chinese Journal of Reproductive Health, 1992(3): 116-119. (in Chinese)
- [7] Kuchnowska D, Luterek K, Wgrzyn P, et al. Review of the evaluation of pulmonary hypoplasia as an important determinant of clinical outcomes in infants with congenital diaphragmatic hernia[J]. Med Sci Monit, 2024, 30:e943259.
- [8] De Munck S, Cochiu-Den Otter SCM, Schnater JM, et al. Neuropsychological outcome in survivors of congenital diaphragmatic hernia at 5 years of age, what does it tell? [J]. European Journal of Pediatrics, 2023. DOI:10. 1007/s00431-022-04696-1.
- [9] Walden AR, Nembhard WN, Akmyradov C, et al. School age educational outcomes of infants born with congenital diaphragmatic her [J]. Birth Defects Res, 2023, 115(1): 96-109.
- [10] Church JT, Mon R, Wright T, et al. Neurodevelopmental outcomes in CDH survivors: A single institution's experience[J]. J Pediatr Surg, 2018, 53(6):1087-1091.
- [11] Friedman S, Chen C, Chapman JS, et al. Neurodevelopmental outcomes of congenital diaphragmatic hernia survivors followed in a multidisciplinary clinic at ages 1 and 3[J]. J Pediatr Surg, 2008, 43(6):1035-1043.
- [12] Danzer E, Schreiber JE, Hoffman C, et al. Prevalence and patterns of executive function, adaptive function, and behavioral outcomes in preschool and school age children with congenital diaphragmatic hernia[J]. Early Hum Dev, 2024, 188. DOI:10. 1016/j. earlhumdev. 2023. 105914.
- [13] McManus BM, Robinson CC, Rosenberg SA. Identifying infants and toddlers at high risk for persistent delays[J]. Matern Child Health J, 2016, 20(3): 639-645.
- [14] Miles KG, Powell AW, Critser PJ, et al. Long-term exercise and pulmonary function outcomes in a contemporary cohort of children with congenital diaphragmatic hernia[J]. Pediatr Pulmonol, 2023, 58(5): 1471-1480.
- [15] Da-Costa-Santos J, Bennini JR. Imaging assessment of prognostic parameters in cases of isolated congenital diaphragmatic hernia: Integrative review[J]. Rev Bras Ginecol Obstet, 2022, 44(4):435-441.
- [16] Huntley ES, Hernandez-Andrade E, Fishel Bartal M, et al. Does prediction of neonatal mortality by the observed/expected lung - to - head ratio change during pregnancy in fetuses with left congenital diaphragmatic hernia? [J]. Fetal Diagn Ther, 2023, 50(6): 438-445.
- [17] Cruz-Martinez R, Molina-Giraldo S, Etchegaray A, et al. Prediction of neonatal survival according to lung - to - head ratio in fetuses with right congenital diaphragmatic hernia (CDH): A multicentre study from the Latin American CDH Study Group registry[J]. Prenat Diagn, 2022, 42(3): 357-363.
- [18] Wong M, Reyes J, Lapidus-Krol E, et al. Pulmonary hypertension in congenital diaphragmatic hernia patients: Prognostic markers and long-term outcomes[J]. J Pediatr Surg, 2018, 53(5):918-924.
- [19] Lewis L, Sinha I, Kang SL, et al. Long term outcomes in CDH: Cardiopulmonary outcomes and health related quality of life[J]. J Pediatr Surg, 2022, 57(11): 501-509.
- [20] Terui K, Nagata K, Ito M, et al. Surgical approaches for neonatal congenital diaphragmatic hernia: A systematic review and Meta-analysis[J]. Pediatric Surgery International, 2015, 31(10):891-897.
- [21] Bawazir OA, Bawazir A. Congenital diaphragmatic hernia in neonates: Open versus thoracoscopic repair[J]. Afr J Paediatr Surg, 2021, 18(1):18-23.

收稿日期:2024-10-09 修回日期:2025-04-11 本文编辑:李少闻