

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.08.027
网络首发 https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250609.1421.012(2025-06-09)

超早产儿初次有创机械通气撤机失败的影响因素及预后分析

苏 娜¹,胡向文¹,周文俊¹,刘开珍²,唐文燕^{1△}
(1.江西省妇幼保健院新生儿科,南昌 330000;2.重庆医科大学附属儿童医院江西医院新生儿科,南昌 330038)

[摘要] **目的** 分析超早产儿初次有创机械通气撤机失败的影响因素及预后。**方法** 回顾性分析 2021 年 7 月至 2024 年 6 月在江西省妇幼保健院分娩且于新生儿重症监护室(NICU)治疗的出生后 72 h 内接受有创机械通气的 143 例超早产儿临床资料,根据初次撤机后 72 h 内是否需要再次插管分为撤机成功组($n=110$)和撤机失败组($n=33$),逐步 logistic 回归分析初次有创机械通气撤机失败的影响因素及预后。**结果** 两组不同出生胎龄、出生体重、产房或手术室气管插管、入院时 C 反应蛋白异常、入院时吸入气中的氧浓度分数(FiO_2)、撤机前胎龄、撤机前体重、动脉导管未闭($\text{PDA}, \geq 2.5\text{ mm}$)、 ≥ 3 次气管插管比例、有创机械通气时间、给氧时间、住院费用比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。多因素 logistic 回归分析结果显示,出生胎龄、入院时 C 反应蛋白异常、入院时 FiO_2 、撤机前胎龄、 $\text{PDA}(\geq 2.5\text{ mm})$ 、有创机械通气时间、肺出血、喂养不耐受、达全肠内喂养时间、休克、住院时间是机械通气撤机失败的独立影响因素($P<0.05$)。**结论** 早预防、早治疗危险因素是超早产儿撤机成功的关键。

[关键词] 超早产儿;有创机械通气;撤机;影响因素;预后
[中图法分类号] R722.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)08-1918-06

Analysis of influencing factors and prognosis of failed initial invasive mechanical ventilation weaning in extremely premature infants

SU Na¹,HU Xiangwen¹,ZHOU Wenjun¹,LIU Kaizhen²,TANG Wenyan^{1△}
(1. Department of Neonatology, Jiangxi Maternal and Child Health Hospital, Nanchang, Jiangxi 330000, China; 2. Department of Neonatology, Jiangxi Hospital Affiliated to Children's Hospital of Chongqing Medical University, Nanchang, Jiangxi 330038, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the influencing factors and prognosis of failed initial invasive mechanical ventilation weaning in extremely premature infants. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 143 extremely premature infants who were delivered at Jiangxi Maternal and Child Health Hospital and treated in the neonatal intensive care unit (NICU) from July 2021 to June 2024 and received invasive mechanical ventilation within 72 hours after birth. According to whether re-intubation was required within 72 hours after the initial weaning, they were divided into the successful weaning group ($n=110$) and the failed weaning group ($n=33$). Stepwise logistic regression was used to analyze the influencing factors and prognosis of failed initial invasive mechanical ventilation weaning. **Results** There were statistically significant differences between the two groups with different gestational ages at birth, birth weights, tracheal intubation in the delivery room or operating room, abnormal C reactive protein at admission, fraction of inspiration O_2 (FiO_2) at admission, gestational age before weaning from the ventilator, weight before weaning from the ventilator, patent ductus arteriosus ($\text{PDA}, \geq 2.5\text{ mm}$), proportion of ≥ 3 tracheal intubation times, invasive mechanical ventilation time, oxygen supply time, and hospitalization expenses ($P<0.05$). The results of multivariate logistic regression analysis showed that gestational age at birth, abnormal C reactive protein at admission, FiO_2 at admission, gestational age before weaning from the ventilator, $\text{PDA}(\geq 2.5\text{ mm})$, duration of invasive mechanical ventilation, pulmonary hemorrhage, feeding intolerance, time to total enteral feeding, shock, and length of hospital stay were independent influencing factors for failed initial invasive mechanical ventila-

△ 通信作者, E-mail: 13576968837@139.com。

tion weaning ($P<0.05$). **Conclusion** Early prevention and early treatment of risk factors are the keys to the successful weaning of extremely premature infants.

[Key words] extremely preterm infants; invasive mechanical ventilation; weaning; influencing factor; prognosis

有创机械通气是新生儿重症监护病房(neonatal intensive care unit, NICU)常用的抢救治疗手段^[1]。虽然有创机械通气可以维持生命,但长时间使用会导致新生儿并发症,如呼吸机相关性肺炎、支气管肺发育不良(bronchopulmonary dysplasia, BPD)、早产儿视网膜病变(retinopathy of prematurity, ROP)等^[2-3]。尽管临床医生在撤机前会进行撤机试验,并在符合拔管标准时进行撤机,但早产儿撤机失败发生率仍为 16%~40%^[4],甚至有些患儿可能需要多次气管插管,导致住院费用增加,住院时间及机械通气时间延长^[2,5]。

超早产儿是指胎龄<28 周的早产儿,出生后由于不能维持氧合或通气常需要机械通气支持治疗^[3]。因此,尽早脱离有创机械通气是超早产儿治疗的核心要点。目前国内外对于早产儿撤机失败已有相关研究,但探究超早产儿撤机失败相关因素研究较少^[6-8]。因此,本研究旨在探讨超早产儿有创机械通气初次撤机失败的影响因素,以期预防撤机失败并提高呼吸机治疗成功率提供参考,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2021 年 7 月至 2024 年 6 月在江西省妇幼保健院分娩且于 NICU 治疗的出生后 72 h 内初次接受有创机械通气的 143 例超早产儿临床资料。纳入标准:(1)临床资料完整;(2)符合新生儿机械通气指征^[2,9]。排除标准:(1)撤机前死亡或监护人要求出院;(2)先天性发育异常;(3)监护人要求转院治疗;(4)外院分娩;(5)临床资料缺失。根据撤机成功与否分为撤机成功组($n=110$)和撤机失败组($n=33$)。本研究通过江西省妇幼保健院医学伦理委员会批准(审批号:EC-KY-2024093)。

1.2 方法

1.2.1 诊断标准

(1)新生儿合并症诊断标准参考第五版《实用新生儿学》^[10],包括呼吸窘迫综合征(respiratory distress syndrome, RDS)、败血症、颅内出血、坏死性小肠结肠炎(necrotizing enterocolitis, NEC)、BPD、喂养不耐受、ROP 等。(2)撤机失败定义为新生儿撤机后 72 h 内需要再次插管行机械通气治疗^[11],再次插管与初次插管行机械通气的指征相同。

1.2.2 资料收集

(1)患儿基本资料:性别、出生胎龄、出生体重、产房或手术室气管插管情况、Apgar 评分、入院时吸入气中的氧浓度分数(fraction of inspiration O_2 , FiO_2)、入院时 C 反应蛋白水平等;(2)母亲情况:年龄、妊娠合并糖尿病、产前使用地塞米松、宫颈环扎术等;(3)患儿撤机前资料:撤机前胎龄、撤机前体重、撤机前血气分析[pH、动脉血二氧化碳分压(partial pressure of carbon dioxide in arterial blood, $PaCO_2$)、动脉血氧分压(partial pressure of oxygen in arterial blood, PaO_2)]等;(4)撤机前后呼吸机模式;(5)预后结局指标。

1.3 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,比较采用 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,比较采用 Wilcoxon 秩和检验;计数资料以例数或百分比表示,比较采用 χ^2 检验;采用逐步 logistic 回归分析影响因素,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较

两组不同出生胎龄、出生体重、产房或手术室气管插管、入院时 C 反应蛋白异常、入院时 FiO_2 、撤机前胎龄、撤机前体重、动脉导管未闭(patent ductus arteriosus, PDA, ≥ 2.5 mm)、 ≥ 3 次气管插管比例、有创机械通气时间、给氧时间、住院费用比较,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。两组孕母一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

2.2 两组超早产儿预后比较

与撤机成功组比较,撤机失败组重度 BPD、肺出血、喂养不耐受、新生儿败血症、休克发生率更高,达全肠内喂养时间、住院时间更长,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3。

2.3 撤机失败的多因素 logistic 回归分析

将单因素分析中差异有统计学意义的变量纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示,出生胎龄、入院时 C 反应蛋白异常、入院时 FiO_2 、撤机前胎龄、PDA (≥ 2.5 mm)、有创机械通气时间、肺出血、喂养不耐受、达全肠内喂养时间、休克、住院时间是机械通气撤机失败的独立影响因素($P<0.05$),见表 4。

表 1 两组超早产儿一般资料比较

项目	撤机成功组($n=110$)	撤机失败组($n=33$)	$\chi^2/Z/t$	P
男/女(n/n)	61/49	21/12	0.695	0.405
出生胎龄[$M(Q_1,Q_3)$,周]	26.9(26.1,27.6)	26.0(25.6,26.9)	3.078	0.002
出生体重($\bar{x}\pm s$,g)	947.5 $\pm$ 147.9	866.8 $\pm$ 205.3	2.099	0.042
剖宫产[$n(\%)$]	44(40.0)	14(42.4)	0.062	0.804
单胎[$n(\%)$]	60(54.5)	16(48.5)	0.374	0.541
1 min Apgar[$M(Q_1,Q_3)$,分]	6(5,8)	6(5,8)	0.061	0.951
5 min Apgar[$M(Q_1,Q_3)$,分]	8(8,9)	8(8,9)	0.092	0.927
产房或手术室气管插管[$n(\%)$]	61(55.5)	25(75.8)	4.365	0.037
产房或手术室使用肾上腺[$n(\%)$]	7(6.4)	3(9.1)	0.022	0.881
入院时 4 级 RDS[$n(\%)$]	5(4.5)	5(15.2)	2.911	0.088
入室 pH[$M(Q_1,Q_3)$]	7.28(7.22,7.35)	7.29(7.22,7.35)	0.355	0.723
入室 PaCO ₂ [$M(Q_1,Q_3)$,mmHg]	43.10(38.00,52.00)	45.50(32.60,53.50)	0.036	0.971
入室 PaO ₂ [$M(Q_1,Q_3)$,mmHg]	98.15(79.20,127.50)	97.90(75.00,138.50)	0.091	0.927
入院时 WBC 异常[$n(\%)$]	28(25.5)	11(33.3)	0.794	0.373
入院时 C 反应蛋白异常[$n(\%)$]	6(5.5)	7(21.2)	5.839	0.016
解脲脲原体阳性[$n(\%)$]	46(41.8)	10(30.3)	1.413	0.235
入院时 SIMV 模式[$n(\%)$]	48(43.6)	16(48.5)	0.241	0.623
入院时 FiO ₂ [$M(Q_1,Q_3)$,%]	40(30,45)	40(38,55)	2.102	0.036
撤机前 SIMV 模式[$n(\%)$]	81(73.6)	25(75.8)	0.060	0.807
无创通气时间($\bar{x}\pm s$,d)	47.1 $\pm$ 11.6	45.6 $\pm$ 12.8	0.622	0.535
撤机后使用无创高频[$n(\%)$]	67(60.9)	19(57.6)	0.118	0.732
撤机前 pH($\bar{x}\pm s$)	7.35 $\pm$ 0.08	7.37 $\pm$ 0.07	1.126	0.262
撤机前 PaO ₂ [$M(Q_1,Q_3)$,mmHg]	73.2(56.4,98.0)	65.0(49.8,80.5)	1.924	0.054
撤机前 PaCO ₂ [$M(Q_1,Q_3)$,mmHg]	40.5(33.3,47.5)	43.0(36.4,51.0)	1.346	0.178
撤机前胎龄($\bar{x}\pm s$,周)	28.0 $\pm$ 1.2	27.0 $\pm$ 1.1	3.978	<0.001
撤机前体重($\bar{x}\pm s$,g)	965.9 $\pm$ 177.9	843.7 $\pm$ 187.1	3.419	0.001
PDA(≥ 2.5 mm)[$n(\%)$]	21(19.1)	14(42.4)	7.477	0.006
撤机前 WBC 异常[$n(\%)$]	27(24.5)	10(30.3)	0.439	0.508
撤机前 C 反应蛋白异常[$n(\%)$]	6(5.5)	5(15.2)	3.362	0.067
撤机前使用地塞米松[$n(\%)$]	17(15.5)	8(24.2)	1.359	0.244
≥ 3 次气管插管[$n(\%)$]	7(6.4)	9(27.3)	9.163	0.002
有创机械通气时间[$M(Q_1,Q_3)$,d]	7.0(3.0,13.0)	19.0(9.5,24.5)	4.337	<0.001
给氧时间[$M(Q_1,Q_3)$,d]	62.0(54.0,71.3)	70.0(63.5,84.5)	2.847	0.004
住院费用[$M(Q_1,Q_3)$,元]	119 217.1(102 247.3,142 942.5)	142 086.4(122 280.4,168 251.8)	3.543	<0.001

SIMV;同步间歇指令通气。

表 2 两组孕母一般资料比较

项目	撤机成功组($n=110$)	撤机失败组($n=33$)	Z/χ^2	P
年龄[$M(Q_1,Q_3)$,岁]	31.0(27.0,35.0)	32.0(28.0,35.0)	1.165	0.244
产前使用地塞米松[$n(\%)$]	98(89.1)	28(84.8)	0.125	0.723
产妇绒毛膜羊膜炎[$n(\%)$]	23(20.9)	6(18.2)	0.117	0.733
妊娠期高血压[$n(\%)$]	9(8.2)	5(15.2)	0.719	0.397
妊娠期糖尿病[$n(\%)$]	16(14.5)	9(27.3)	2.850	0.091
胎儿宫内窘迫[$n(\%)$]	9(8.2)	6(18.2)	1.743	0.187
宫颈环扎术[$n(\%)$]	29(26.4)	7(21.2)	0.358	0.550

表 3 两组超早产儿预后比较

项目	撤机成功组(<i>n</i> = 110)	撤机失败组(<i>n</i> = 33)	χ^2/Z	<i>P</i>
重度 BPD[<i>n</i> (%)]	6(5.5)	9(27.3)	10.651	0.001
肺出血[<i>n</i> (%)]	15(13.6)	11(33.3)	6.620	0.010
肺动脉高压[<i>n</i> (%)]	22(20.0)	4(12.1)	1.059	0.303
NEC[<i>n</i> (%)]	8(7.3)	4(12.1)	0.274	0.601
喂养不耐受[<i>n</i> (%)]	58(52.7)	26(78.8)	7.113	0.008
达全肠内喂养时间[<i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃),d]	28.0(20.0,37.3)	33.0(25.0,48.5)	2.919	0.004
胆汁淤积症[<i>n</i> (%)]	46(41.8)	11(33.3)	0.762	0.383
新生儿败血症[<i>n</i> (%)]	35(31.8)	17(51.5)	4.256	0.039
3 级颅内出血[<i>n</i> (%)]	9(8.2)	4(12.1)	0.119	0.730
休克[<i>n</i> (%)]	15(13.6)	10(30.3)	4.888	0.027
ROP[<i>n</i> (%)]	40(36.4)	15(45.5)	0.886	0.346
ROP 手术[<i>n</i> (%)]	13(11.8)	7(21.2)	1.163	0.281
住院时间[<i>M</i> (<i>Q</i> ₁ , <i>Q</i> ₃),d]	75(67,87)	86(80,96)	3.592	<0.001

表 4 撤机失败的多因素 logistic 回归分析

项目	β	<i>Wald</i>	<i>P</i>	<i>OR</i> (95% <i>CI</i>)
出生体重	−0.005	0.298	0.585	0.995(0.977~1.013)
出生胎龄	−0.781	7.969	0.005	0.458(0.266~0.778)
产房或手术室气管插管	−1.274	1.796	0.180	0.280(0.043~1.803)
入院时 C 反应蛋白异常	−6.122	8.227	0.004	0.002(<0.001~0.144)
入院时 FiO ₂	−7.941	7.136	0.008	<0.001(<0.001~0.121)
撤机前胎龄	0.902	9.714	0.002	2.463(1.397~4.343)
撤机前体重	−0.004	0.146	0.702	0.996(0.976~1.016)
PDA(≥2.5 mm)	−4.977	9.737	0.002	0.007(<0.001~0.157)
≥3 次气管插管	1.561	1.262	0.261	4.764(0.313~72.570)
有创机械通气时间	−0.400	13.153	<0.001	0.671(0.540~0.832)
给氧时间	<0.001	<0.001	0.996	1.000(0.900~1.112)
住院费用	<0.001	3.246	0.072	1.000(1.000~1.000)
重度 BPD	−0.391	0.048	0.826	0.676(0.021~22.301)
肺出血	−3.926	7.657	0.006	0.020(0.001~0.318)
喂养不耐受	−5.629	9.094	0.003	0.004(<0.001~0.139)
达全肠内喂养时间	0.132	5.037	0.025	1.141(1.017~1.280)
新生儿败血症	0.191	0.042	0.838	1.211(0.193~7.587)
休克	−2.202	3.866	0.049	0.111(0.012~0.993)
住院时间	−0.177	4.256	0.039	0.838(0.709~0.991)

3 讨 论

超早产儿由于呼吸道等多器官发育不完善,约 75%出生后需要有创机械通气治疗,及时成功撤离机械通气是超早产儿重要的治疗目标之一^[12]。因此,探讨影响超早产儿撤机失败的相关因素具有重要意义。

目前关于新生儿撤机失败的理想时间窗仍有争议。有研究发现,极低出生体重儿撤机后 7 d 内撤机

失败率高,其中撤机后 3 d 内再次插管率达 82.7%^[13],故本研究把撤机失败定义在撤机后 72 h 内需要再次机械通气治疗。有研究显示,超早产儿撤机失败率为 23.1%,高于既往研究^[11]报道,这可能与医生对患儿临床评估和文献中对撤机失败定义的不同有关。因此,为降低超早产儿撤机失败率,临床医生及 NICU 需深入探索影响因素及预防措施,是亟待

推进的重点目标。

本研究发现,超早产儿出生胎龄越小、撤机前胎龄越小是超早产儿撤机失败的独立危险因素($P < 0.05$),这与其他研究^[8]结果一致。超早产儿胎龄越小,呼吸功能、消化功能、免疫功能等多系统发育不成熟,撤机后极易出现呼吸困难加重、频繁呼吸暂停、肺出血、新生儿败血症、NEC 等风险,导致撤机失败风险增加。因此,加强母孕期并发症的防治及围生期综合管理,尽可能延长宫内妊娠时间,对减少超早产儿的出生具有重要意义。

本研究结果显示,两组有创机械通气时间、住院时间比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。多因素 logistic 回归分析显示,有创机械通气时间长、住院时间长是撤机失败的独立危险因素($P < 0.05$),与其他研究^[14-15]结果类似。超早产儿呼吸道发育不成熟,长时间机械通气容易发生喉头水肿、肺损伤等呼吸道修复困难,进一步加重 BPD、肺出血、ROP、休克等呼吸机相关并发症,增加撤机失败发生率^[13,16]。此外,长时间的呼吸支持会延长住院时间,增加住院费用,加重家庭经济负担^[17-18]。因此,需进一步优化呼吸管理,临床严格把握机械通气指征,合理选择通气策略,缩短用氧时间,强化肺保护,减少住院时间,提高患儿远期生存质量,降低远期呼吸疾病发生。

本研究发现,喂养不耐受、入院时 C 反应蛋白异常、达全肠内喂养时间延长也是撤机失败的独立危险因素($P < 0.05$)。本研究超早产儿喂养不耐受发生率高于既往报道^[19]。患儿胎龄、体重越小,胃肠道发育不完善,胃排空时间延迟,肠道动力减弱,易出现消化道症状,延长全肠内喂养时间,使肠道通透性增加,致病微生物易侵袭肠道诱发感染,增加撤机难度^[20-22]。此外,长期肠外营养物质相互作用产生过氧化物,阻碍肺泡正常发育,延长通气时间,提高撤机失败率^[23]。早产儿免疫功能低下,入院时 C 反应蛋白异常,病原微生物易侵入体内,刺激炎症介质释放,造成呼吸中枢受抑制、循环障碍、胃肠道损伤等,使各器官血运灌注和氧合障碍,机体缺血缺氧,加重呼吸困难、喂养不耐受等症状,不可避免地再次插管,这与其他研究^[19,24]一致。因此,超早产儿入院时 C 反应蛋白异常,需警惕感染,并做到早期预防、尽早控制,避免再次插管,降低远期并发症。同时,高浓度吸氧会造成氧自由基骤增和脂质过氧化物增高,使肺细胞损伤,增加机械通气时间,导致撤机失败风险增加^[25-26]。

本研究结果显示,PDA(≥ 2.5 mm)也是撤机失败的独立危险因素($P < 0.05$),这与刘笑艺等^[27]研究结果一致。PDA 的开放使肺血流重新分配,影响了肺血流灌注,增加了 BPD、NEC、颅内出血等疾病的发生

风险,可能导致再次插管^[28-30]。因此,撤机前需评估有无 PDA,早发现、早治疗,减少超早产儿撤机失败。

综上所述,影响超早产儿撤机失败的因素很多,应仔细分析,早预防、早治疗这些危险因素,提高撤机成功率。未来可扩大样本量,联合多中心进行深入分析,为超早产儿精细化管理提供可靠的临床依据。

参考文献

- [1] WISSE J J, GOOS T G, GOMMERS D, et al. Electrical impedance tomography during the extubation phase in very preterm born infants[J]. *Neonatology*, 2025, 122(3): 366-375.
- [2] 谭超. 早产儿有创机械通气初次撤机失败的列线图预测模型构建[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2024.
- [3] CHEN F F, CHEN Y R, WU Y M, et al. A nomogram for predicting extubation failure in preterm infants with gestational age less than 29 weeks[J]. *Neonatology*, 2023, 120(4): 424-433.
- [4] KOVACS K, NAGY R, ANDREKA L, et al. The effect of an additional pre-extubational loading dose of caffeine citrate on mechanically ventilated preterm infants (NEOKOFF trial): study protocol for a multicenter randomized clinical trial[J]. *PLoS One*, 2025, 20(1): e0315856.
- [5] HE F, WU D, SUN Y, et al. Predictors of extubation outcomes among extremely and very preterm infants: a retrospective cohort study[J]. *J Pediatr*, 2022, 98(6): 648-654.
- [6] CHEN Y H, LIN H L, SUNG Y H, et al. Analysis of predictive parameters for extubation in very low birth weight preterm infants[J]. *Pediatr Neonatol*, 2023, 64(3): 274-279.
- [7] NATARAJAN A, LAM G, LIU J, et al. Prediction of extubation failure among low birth-weight neonates using machine learning[J]. *J Perinatol*, 2023, 43(2): 209-214.
- [8] PARK S J, BAE M H, JEONG M H, et al. Risk factors and clinical outcomes of extubation failure in very early preterm infants: a single-center cohort study[J]. *BMC Pediatr*, 2023, 23(1): 36-44.
- [9] 芦惠, 帅向华, 李晓霞. 机械通气超早产儿的撤机和拔管[J]. *中国小儿急救医学*, 2022, 29(12):

- 1007-1010.
- [10] 邵肖梅,叶鸿瑁,丘小汕. 实用新生儿学[M]. 5 版. 北京:人民卫生出版社,2019.
- [11] KANBAR L J,SHALISH W,ONU C C,et al. Automated prediction of extubation success in extremely preterm infants: the APEX multicenter study[J]. *Pediatr Res*,2023,93(4):1041-1049.
- [12] ELGIN T G,BERGER J N,THOMAS B A,et al. Ventilator management in extremely preterm infants [J]. *Neoreviews*, 2022, 23 (10): e661-676.
- [13] 王越,陈信,张阵,等. 胎龄小于 32 周呼吸窘迫综合征早产儿有创机械通气拔管失败的危险因素分析[J]. *中华全科医学*,2024,22(12):2080-2083.
- [14] TEIXEIRA R F,COSTA C M,ABREU C M D, et al. Factors associated with extubation failure in very low birth weight infants: a cohort study in the northeast Brazil[J]. *J Perinat Med*,2020,49(4):506-513.
- [15] 虞竹梅,刘安诺,肖娟,等. 早产儿支气管肺发育不良危险因素的 meta 分析[J]. *中国全科医学*, 2023,26(3):356-366.
- [16] ROJAS B S,PROCIANOY R S,DE SOUZA A C M,et al. Predicting extubation failure in neonates:The role of lung ultrasound and corrected gestational age in safe weaning in the NICU [J]. *Eur J Pediatr*,2025,184(2):144-152.
- [17] BASTOS DE SOUZA JUNIOR N W,ROSA T R,CERANTOLA J C K, et al. Predictive factors for extubation success in very low and extremely low birth weight preterm infants[J]. *Can J Respir Ther*,2023,59:204-213.
- [18] GUPTA D,GREENBERG R G,NATARAJAN G,et al. Association of patent ductus arteriosus with extubation failure among preterm infants [J]. *Pediatr Pulmonol*,2022,58(7):1977-1981.
- [19] 王雪峰,张成强,钱蓓倩,等. 双胎妊娠新生儿喂养不耐受高危因素分析[J]. *中国妇幼保健*, 2023,38(18):3526-3529.
- [20] THOENE M,ANDERSON-BERRY A. Early enteral feeding in preterm infants:a narrative review of the nutritional, metabolic, and developmental benefits[J]. *Nutrients*,2021,13(7):2289-2203.
- [21] 王昭力,贺晓日,陈平洋,等. 危重先天性心脏病新生儿喂养不耐受的影响因素分析[J]. *中华新生儿科杂志*,2025,40(1):14-18.
- [22] 于晗澍,孙瑞珍,杨燕玲,等. 深度水解蛋白配方奶治疗早产儿喂养不耐受的效果分析[J]. *中国儿童保健杂志*,2024,32(4):456-460.
- [23] 徐儒政,孙斌,赵乃琤. 早期肠外营养与早产儿支气管肺发育不良发生的关系[J]. *中国当代儿科杂志*,2023,25(4):362-367.
- [24] 乐燕. 新生儿败血症预后不良的危险因素分析 [J]. *河南医学研究*,2023,32(7):1264-1266.
- [25] BAIK A H,HARIBOWO A G,CHEN X W,et al. Oxygen toxicity causes cyclic damage by destabilizing specific Fe-S cluster-containing protein complexes[J]. *Mol Cell*,2023,83(6):942-960.
- [26] 陈丹丹,陈晓. 无创呼吸支持在早产儿呼吸系统疾病中的临床应用[J]. *中国药物经济学*,2023, 18(6):102-107.
- [27] 刘笑艺,童笑梅. 早产儿有创机械通气初次撤机失败相关危险因素分析[J]. *中国当代儿科杂志*, 2021,23(6):569-574.
- [28] SURAK A,SIDHU A,TING J Y. Should we “eliminate” PDA shunt in preterm infants? A narrative review[J]. *Front Pediatr*, 2024, 12: 1257694.
- [29] CHEN Y X,XIAO T T,CHEN H Y, et al. Risk stratification of hemodynamically significant patent ductus arteriosus by clinical and genetic factors[J]. *World J Pediatr*,2023,19(12): 1192-1202.
- [30] REMY A,VINCENT M,PASTOR-DIEZ B,et al. Late postnatal steroid treatment using oral betamethasone can help to close ductus arteriosus in extremely preterm infants who cannot be weaned from ventilation [J]. *Eur J Pediatr*, 2024,184(1):50-58.

(收稿日期:2025-01-22 修回日期:2025-05-17)

(编辑:袁皓伟)