

• 论 著 •

NRDS 并发支气管肺发育不良影响因素的 Logistic 回归分析及判别模型建立^{*}

林德美, 韩 旻, 李 莹

安徽省蚌埠市第三人民医院儿科, 安徽蚌埠 233000

摘 要:目的 分析新生儿呼吸窘迫综合征(NRDS)并发支气管肺发育不良(BPD)的影响因素,建立模型,以期指导临床治疗。方法 选取 2017 年 1 月至 2020 年 12 月该院 84 例 NRDS 并发 BPD 患儿作为研究组,同期纳入 80 例单纯 NRDS 患儿作为对照组。采用单因素、多因素方式分析 NRDS 并发 BPD 的影响因素,并建立判别模型,采用似然比 χ^2 、Wald χ^2 、拟合优度检验、受试者工作特征(ROC)曲线评价模型及其预测 NRDS 并发 BPD 的价值。结果 两组胎龄、出生体质量、5 min Apgar 评分,以及应用机械通气、机械通气时间、新生儿感染、住院时间、肺出血、肺炎、母亲先兆子痫、母亲产前感染情况比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,应用机械通气、机械通气时间 ≥ 90 d、肺出血、胎龄 < 29.71 周、出生体质量 $< 1\,202.28$ g、母亲产前感染是 NRDS 并发 BPD 的危险因素($P < 0.05$)。Logit(P) = $10.311 + 1.128 \times X_{\text{胎龄} < 29.71 \text{ 周}} + 1.193 \times X_{\text{出生体质量} < 1\,202.28 \text{ g}} + 1.140 \times X_{\text{应用机械通气}} + 1.153 \times X_{\text{机械通气时间} \geq 90 \text{ d}} + 1.262 \times X_{\text{肺出血}} + 1.579 \times X_{\text{母亲产前感染}}$ 。似然比 χ^2 检验模型建立具有统计学意义($P < 0.001$);Wald χ^2 检验模型构建有效;Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验模型拟合效果较好。ROC 曲线分析结果显示,Logistic 回归模型预测 NRDS 并发 BPD 的曲线下面积为 0.864(95%CI:0.808~0.919),灵敏度为 82.41%,特异度为 76.25%。结论 NRDS 并发 BPD 的危险因素为应用机械通气、肺出血、母亲产前感染等,根据危险因素构建的 Logistic 回归预测模型对 NRDS 并发 BPD 具有良好预测价值,可为临床诊治提供新思路。

关键词:新生儿呼吸窘迫综合征; 早产儿; 支气管肺发育不良; 影响因素; 模型

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2022.21.016

中图法分类号:R722.6

文章编号:1673-4130(2022)21-2635-05

文献标志码:A

Logistic regression analysis and model establishment of influencing factors of NRDS combined with bronchopulmonary dysplasia^{*}

LIN Demei, HAN Min, LI Ying

Department of Pediatrics, Bengbu Third People's Hospital, Bengbu, Anhui 233000, China

Abstract: **Objective** To analyze the influencing factors of newborn respiratory distress syndrome (NRDS) with bronchopulmonary dysplasia (BPD) and establish a model to guide clinical treatment. **Methods** A total of 84 children with NRDS combined with BPD in Bengbu Third People's Hospital from January 2017 to December 2020 were selected as the study group, and 80 children with NRDS were included as the control group during the same period. Single and multi-factor methods were used to analyze the influencing factors of NRDS combined with BPD, and to establish a model. The likelihood ratio χ^2 , Wald χ^2 , goodness-of-fit test, receiver operating characteristic (ROC) curve were used to evaluate the model and its predictive value. **Results** The differences on gestational age, birth weight, 5 min Apgar score, status of application of mechanical ventilation, mechanical ventilation time, neonatal infection, hospitalization time, pulmonary hemorrhage, pneumonia, maternal preeclampsia, maternal prenatal infection in the two groups were statistically significant ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis found that the use of mechanical ventilation, mechanical ventilation time was 90 d or more than 90 d, pulmonary hemorrhage, gestational age was less than 29.71 weeks, birth weight was less than 1 202.28 g and maternal prenatal infection were risk factors for BPD in NRDS premature infants ($P < 0.05$). Logit(P) = $10.311 + 1.128 \times X_{\text{gestational age} < 29.71 \text{ weeks}} + 1.193 \times X_{\text{birth mass} < 1\,202.28 \text{ g}} + 1.140 \times X_{\text{application of mechanical ventilation}} + 1.153 \times X_{\text{duration of mechanical ventilation} \geq 90 \text{ d}} + 1.262 \times X_{\text{pulmonary haemorrhage}} + 1.579 \times X_{\text{maternal prenatal infection}}$. The likelihood ratio χ^2 test model was statistically significant ($P < 0.001$). The Wald χ^2 test was effective. The Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test model had a better fitting effect. ROC curve analy-

^{*} 基金项目:安徽省卫生厅医药科研计划项目(12925KJ2017B22)。

作者简介:林德美,男,主治医师,主要从事 NICU 方面疾病的研究。

sis showed that Logistic regression prediction model predicted the area under the ROC curve of NRDS combined with BPD was 0.864 (95%CI:0.808—0.919), the sensitivity was 82.41%, the specificity was 76.25%.

Conclusion The risk factors for NRDS combined with BPD include mechanical ventilation, pulmonary hemorrhage, maternal prenatal infection and so on. The Logistic regression prediction model based on the risk factors has a good predictive value for the occurrence of NRDS combined with BPD and could provide new ideas for clinical diagnosis and treatment.

Key words: newborn respiratory distress syndrome; premature infants; bronchopulmonary dysplasia; influencing factors; model

新生儿呼吸窘迫综合征(NRDS)是指新生儿娩出后 4~12 h 内出现的以进行性呼吸困难、呻吟、紫绀、吸气性三凹征等为主要症状的临床综合征,多见于早产儿。关于 NRDS 的发病机制至今尚未完全明确,有研究结果显示,NRDS 的发生与肺部发育不成熟、肺泡表面活性物质缺乏等有一定关系^[1]。除了呼吸系统症状外,支气管肺发育不良(BPD)也是 NRDS 病情转归过程中较为常见的合并症,近年来,NRDS 患儿 BPD 的患病率呈现出逐年上升趋势^[2]。NRDS 并发 BPD 患儿通常脱氧困难,机械通气时间增加,容易出现多种并发症,严重者甚至可能死亡,存活者也可能遗留感染、肺功能异常等问题,生存质量降低,给家庭、社会经济带来负担^[3-4]。有研究结果显示,NRDS 患儿 BPD 的患病率为 14%~29%^[5]。目前临床尚无治疗 NRDS 并发 BPD 的特效方案,临床预防也以经验性治疗及护理为主,效果较为局限,因此,明确其影响因素,确定合理防治措施是该领域关注的热点问题。本研究针对 NRDS 并发 BPD 的影响因素进行探究,并创新性构建判别模型,旨在为临床预防工作提供有效参考,降低 BPD 发病率,现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2017 年 1 月至 2020 年 12 月本院 84 例 NRDS 并发 BPD 患儿作为研究组。纳入同期 80 例单纯 NRDS 患儿作为对照组。NRDS 诊断标准^[6]:出生后伴有呼气性呻吟、呼吸急促、吸气性三凹征,且呈进行性加重;胸部 X 线片显示两肺透亮度降低、充气不良,或见均匀散在的细颗粒和网状阴影,支气管充气征。BPD 诊断标准^[7]:早产儿(低出生体重儿)出生后 28 d(校正胎龄 36 周)仍无法脱氧(机械通气);患慢性呼吸功能不全,血气分析显示低氧血症、高碳酸血症;肺部 CT 显示双肺不同程度纹理增

多、毛玻璃影形成,有线状或网格状影。(1)纳入标准:①符合相应的诊断标准;②胎龄<32 周;③出生体质量<1 500 g;④单胎;⑤存活时间>校正胎龄至校正胎龄 36 周;⑥病历资料完整。(2)排除标准:①患先天性遗传病;②患先天性恶性肿瘤;③患严重缺血、缺氧性脑病;④存在颅内出血性脑发育异常。患儿家属对本研究知情并签署知情同意书。本研究经本院医学伦理委员会审核批准[(2017)伦审第(49)号]。

1.2 方法 收集两组患儿性别、胎龄、出生体质量、5 min Apgar 评分、应用机械通气、应用肺表面活性物质、新生儿感染、住院时间、肺出血、肺炎、剖宫产及母亲年龄、先兆子痫、产前感染、妊娠期糖尿病情况等资料。Apgar 评分标准^[8]:含皮肤颜色、心率、呼吸、肌张力及运动、反射等维度,总分 10 分,7~10 分为正常,<7 分为存在窒息。

1.3 统计学处理 采用 SPSS22.0 统计软件进行数据处理及统计学分析。呈正态分布、方差齐的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 *t* 检验;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归对 NRDS 并发 BPD 的危险因素进行分析,采用似然比 χ^2 、Wald χ^2 、拟合优度检验评价 Logistic 回归模型;采用受试者工作特征(ROC)曲线进行预测价值分析,获取曲线下面积(AUC)、置信区间、灵敏度、特异度。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 NRDS 并发 BPD 的单因素分析 两组胎龄、出生体质量、5 min Apgar 评分,以及应用机械通气、机械通气时间、新生儿感染、住院时间、肺出血、肺炎、母亲先兆子痫、母亲产前感染情况比较,差异有统计学意义(*P*<0.05)。见表 1。

表 1 NRDS 并发 BPD 的单因素分析[$\bar{x} \pm s$ 或 *n*(%)]

组别	<i>n</i>	性别		胎龄(周)	出生体质量(g)	5 min Apgar 评分(分)	
		男	女			>7	7~10
研究组	84	50(59.52)	34(40.48)	29.71±0.24	1 202.28±105.56	38(45.24)	46(54.76)
对照组	80	48(60.00)	32(40.00)	30.62±0.39	1 385.33±111.33	16(20.00)	64(80.00)
χ^2/t		0.004		18.091	10.808	11.820	
<i>P</i>		0.950		<0.001	<0.001	0.001	

续表 1 NRDS 并发 BPD 的单因素分析[$\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$]

组别	<i>n</i>	应用机械通气		机械通气时间(d)		应用肺表面活性物质		新生儿感染	
		是	否	≥7	<7	是	否	是	否
研究组	84	52(61.90)	32(38.10)	22(42.31)	30(57.69)	42(50.00)	42(50.00)	21(25.00)	63(75.00)
对照组	80	24(30.00)	56(70.00)	3(12.50)	21(87.50)	45(56.25)	35(43.75)	4(5.00)	76(95.00)
χ^2/t		16.774		6.610		0.643		12.686	
<i>P</i>		<0.001		0.010		0.423		<0.001	

组别	<i>n</i>	住院时间(周)		肺出血		肺炎		剖宫产	
		≥2	<2	是	否	是	否	是	否
研究组	84	50(59.52)	34(40.48)	35(41.67)	49(58.33)	65(77.38)	19(22.62)	58(69.05)	26(30.95)
对照组	80	18(22.50)	62(77.50)	5(6.25)	75(93.75)	14(17.50)	66(82.50)	52(65.00)	28(35.00)
χ^2/t		23.142		27.871		58.850		0.304	
<i>P</i>		<0.001		<0.001		<0.001		0.581	

组别	<i>n</i>	母亲年龄 (岁)	母亲先兆子痫		母亲产前感染		母亲妊娠期糖尿病	
			是	否	是	否	是	否
研究组	84	30.33±2.26	25(29.76)	59(70.24)	29(34.52)	55(65.48)	17(20.24)	67(79.76)
对照组	80	29.86±2.81	7(8.75)	73(91.25)	10(1.25)	70(87.50)	19(23.75)	61(76.25)
χ^2/t		1.183	11.520		10.965		0.295	
<i>P</i>		0.238	0.001		0.001		0.587	

注:机械通气时间计算时的总人数=应用机械通气人数。

2.2 NRDS 并发 BPD 的多因素 Logistic 回归分析
以 NRDS 是否并发 BPD 作为因变量,将单因素中差异有统计学意义的指标作为自变量纳入多因素 Logistic 回归分析,结果显示应用机械通气、机械通气时间≥90 d、肺出血、胎龄<29.71 周(平均值)、出生体质量<1 202.28 g(平均值)、母亲产前感染是 NRDS 并发 BPD 的危险因素($P<0.05$)。见表 2。

2.3 Logistic 回归模型评价 建立 NRDS 并发 BPD 的回归模型为 $\text{Logit}(P) = 10.311 + 1.128 \times X_{\text{胎龄}<29.71\text{周}} + 1.193 \times X_{\text{出生体质量}<1\,202.28\text{g}} + 1.140 \times X_{\text{应用机械通气}} + 1.153 \times X_{\text{机械通气时间}\geq 90\text{d}} + 1.262 \times X_{\text{肺出血}} + 1.579 \times X_{\text{母亲产前感染}}$ 。似然比 $\chi^2 = 181.33$, $df = 5$, $P < 0.001$,提示模型建立具有统计学意义。 $\text{Wald}\chi^2 = 104.49$, $df = 7$, $P < 0.001$,提示模型构建有效。采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验显示, $\chi^2 = 9.112$, $df = 7$, $P = 0.871$,提示模型拟合效果较好。

2.4 Logistic 回归模型对 NRDS 并发 BPD 的预测价

值 采用 Logistic 回归模型统计分析数据集,得到 NRDS 并发 BPD 的预测概率 P 。根据预测值和真实值绘制 ROC 曲线,AUC 为 0.864(95%CI:0.808~0.919),灵敏度为 82.41%,特异度为 76.25%。见图 1。

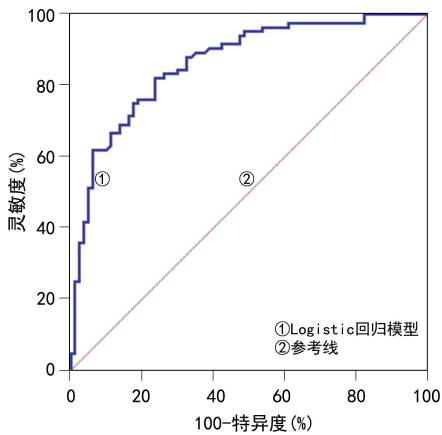


图 1 Logistic 回归模型对 NRDS 并发 BPD 的预测价值

表 2 NRDS 并发 BPD 的多因素 Logistic 回归分析

因素	β	<i>SE</i>	<i>Wald</i> χ^2	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>	
						上限	下限
胎龄<29.71 周	1.128	0.329	11.752	<0.001	3.089	1.021	9.346
出生体质量<1 202.28 g	1.193	0.341	12.241	<0.001	3.297	1.338	8.125
应用机械通气	1.140	0.356	10.253	<0.001	3.126	1.105	8.846
机械通气时间≥90 d	1.153	0.362	10.138	<0.001	3.167	1.003	9.997

续表 2 NRDS 并发 BPD 的多因素 Logistic 回归分析

因素	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI	
						上限	下限
肺出血	1.262	0.298	17.946	<0.001	3.534	1.001	12.489
母亲产前感染	1.579	0.412	14.689	<0.001	4.850	2.468	9.532
常量	10.311	1.562	20.213	<0.001	—	—	—

注：—为无数据。

3 讨 论

目前,已有很多研究分析 NRDS 并发 BPD 的危险因素,但各研究观点并不一致,有学者认为该病发生仅与患儿病情、治疗手段有关^[9-10],另有学者持反对意见,认为该病发生除与患儿自身有关外,还与母亲年龄、产前感染等有关^[11]。鉴于此,本研究采用单因素、多因素方式分析 NRDS 并发 BPD 的影响因素,发现应用机械通气、机械通气时间 ≥ 90 d、肺出血、胎龄 <29.71 周、出生体质量 $<1\,202.28$ g、母亲产前感染是 NRDS 并发 BPD 的危险因素($P<0.05$)。相关研究表明,低胎龄和低出生体质量是 BPD 发生的高危因素^[12],符合本研究观点。考虑原因为早产儿肺部发育处于微管期,尚未进入肺泡期,肺表面活性物质分泌不足,因此出生后存在呼吸窘迫,或暴露于感染时,极易损伤肺泡、肺血管及肺间质,影响肺发育,增加 BPD 发生风险^[13-14]。本研究结果显示,机械通气拯救 NRDS 患儿生命的同时极易诱发 BPD,可能原因:机械通气时高压可损伤肺泡上皮细胞、肺毛细血管内皮细胞,致使肺泡萎陷、血管发育障碍、肺间质受损,随着机械通气时间延长,可引起气压伤、容量伤,加重肺损伤,诱发 BPD。同时,部分早产儿病情相对严重,机械通气治疗同时需接受高浓度氧疗,可生成大量毒性物质(过氧化氢、氧自由基),引起严重氧化应激反应,增加 BPD 发生风险^[15-16]。现阶段,临床针对低胎龄和低出生体质量患儿尚无特效干预手段,多从积极预防早产,降低机械通气应用频率,缩短机械通气时间等方面着手,以期降低 BPD 发生风险。肺出血是导致 NRDS 并发 BPD 另一危险因素,与晁玉瑾^[17]的研究观点相符。肺出血发病机制复杂,治疗困难,若未应用机械通气治疗,病死率高达 96%。应用机械通气虽能降低病死率,但长期应用可降低患儿氧合功能,引起肺发育迟缓、肺损伤,还可触发炎症因子瀑布反应,加剧支气管、肺部血管内皮细胞、肺泡上皮细胞损伤,增加 BPD 发生风险^[18-19]。研究表明,母亲产前感染巨细胞病毒及解脲支原体或患绒毛膜炎均可诱发机体炎症反应,致使胎儿暴露于炎症环境中,引起胎肺发育障碍,导致 BPD^[20]。本研究结果显示,母亲产前感染 NRDS 患儿并发 BPD 的概率是母亲无产前感染 NRDS 患儿的 4.850 倍,进一步证实母亲产前感染在 BPD 发生、发展中具有重要作用。既往研究指出,BPD 发生还与早产儿性别、应用肺表面活性物质有关^[21-22],其中性别差异可能与肺泡上皮细胞钠-钾-ATP 酶表达和活性不同有关,肺表面活

性物质可引起肺组织二次损伤,诱发氧化应激和炎症反应,损伤早产儿呼吸功能,诱发 BPD。然而本研究结果显示,两组患儿性别、应用肺表面活性物质情况比较,差异无统计学意义($P>0.05$),考虑原因与样本选取、样本量及地区差异有关。此外,本研究针对上述 6 个危险因素建立判别模型,发现其预测 NRDS 并发 BPD 的灵敏度为 82.41%,特异度为 76.25%,可为 BPD 早期预测及防治措施制订提供有利依据。

针对研究结果,笔者提出 3 点建议:(1)做好产前筛查工作,采取积极有效措施预防早产,减少 NRDS 并发 BPD;(2)积极处理母亲妊娠并发症,如先兆子痫、产前感染及妊娠期高血压,建议以饮食控制、运动管理为主,病情严重者给予针对性药物治疗;(3)严格把握机械通气指征,尽量采取肺保护性通气措施(小潮气量、低气压、无创通气),以改善早产儿通气功能,减轻肺损伤,降低 BPD 发生。

综上所述,NRDS 并发 BPD 的危险因素众多,涉及应用机械通气、肺出血、母亲产前感染等方面,可为 BPD 的临床鉴别诊断、防治提供新思路。本研究创新点在于根据危险因素构建了 Logistic 回归预测模型,并证实其对 NRDS 并发 BPD 具有良好预测价值,可为 BPD 早期预测及制订防治措施提供有利依据。

参考文献

[1] ZHONG Y Y, LI J C, LIU Y L, et al. Early intratracheal administration of corticosteroid and pulmonary surfactant for preventing bronchopulmonary dysplasia in preterm infants with neonatal respiratory distress syndrome: a Meta-analysis[J]. Curr Med Sci, 2019, 39(3): 493-499.

[2] 冯晓霞, 宋红, 周川, 等. 微创肺表面活性物质治疗及无创高频辅助通气在极低及超低出生体质量儿呼吸窘迫综合征治疗中的应用[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2020, 35(18): 1388-1393.

[3] 刘慧强, 刘芳, 暴丽莎, 等. 微创应用肺表面活性物质治疗早产儿呼吸窘迫综合征的多中心临床研究[J]. 中华儿科杂志, 2020, 58(5): 374-380.

[4] RUTKOWSKA M, HOZEJOWSKI R, HELWICH E, et al. Severe bronchopulmonary dysplasia-incidence and predictive factors in a prospective, multicenter study in very preterm infants with respiratory distress syndrome[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2019, 32(12): 1958-1964.

[5] 胥焕, 许平. 不同制剂肺表面活性物质对早产儿呼吸窘迫综合征的疗效分析[J]. 中华危重病急救医学, 2021, 33(2): 174-179.

(下转第 2644 页)

- [12] WEISENBURGER-LILE D, DONG Y, YGER M, et al. Harmful neutrophil subsets in patients with ischemic stroke: association with disease severity[J]. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm*, 2019, 6(4): e571-e584.
- [13] FURLAN J C, VERGOUWEN M D, FANG J, et al. White blood cell count is an Independent predictor of outcomes after acute ischaemic stroke[J]. *Eur J Neurol*, 2014, 21(2): 215-222.
- [14] ZHENG X, ZENG N, WANG A, et al. Prognostic value of white blood cell in acute ischemic stroke patients[J]. *Curr Neurovasc Res*, 2018, 15(2): 151-157.
- [15] FRANCO A T, CORKEN A, WARE J. Platelets at the interface of thrombosis, inflammation, and cancer [J]. *Blood*, 2015, 126(5): 582-588.
- [16] ESTEVEZ B, DU X. New concepts and mechanisms of platelet activation signaling[J]. *Physiology (Bethesda)*, 2017, 32(2): 162-177.
- [17] LI J, KIM K, BARAZIA A, et al. Platelet-neutrophil interactions under thromboinflammatory conditions [J]. *Cell Mol Life Sci*, 2015, 72(14): 2627-2643.
- [18] LISMAN T. Platelet-neutrophil interactions as drivers of inflammatory and thrombotic disease [J]. *Cell Tissue Res*, 2018, 371(3): 567-576.
- [19] SU G, ZHANG Y, XIAO R, et al. Systemic immune-in-
- flammation index as a promising predictor of mortality in patients with acute coronary syndrome: a real-world study [J]. *J Int Med Res*, 2021, 49(5): 3000605211016274.
- [20] HU B, YANG X R, XU Y, et al. Systemic Immune-Inflammation index predicts prognosis of patients after curative resection for hepatocellular carcinoma [J]. *Clin Cancer Res*, 2014, 20(23): 6212-6222.
- [21] HOU D, WANG C, LUO Y, et al. Systemic immune-inflammation index (SII) but not platelet-albumin-bilirubin (PALBI) grade is associated with severity of acute ischemic stroke (AIS) [J]. *Int J Neurosci*, 2021, 131(12): 1203-1208.
- [22] GUCLU H, OZAL S A, PELITLI G V, et al. Increased fibrinogen to albumin ratio in ischemic retinal vein occlusions[J]. *Eur J Ophthalmol*, 2017, 27(6): 735-739.
- [23] SØNDERBY P, BUKRINSKI J T, HEBDITCH M, et al. Self-Interaction of human serum albumin: a formulation perspective[J]. *ACS Omega*, 2018, 3(11): 16105-16117.
- [24] OZCAN C H, KÖNTE H C, TEMIZHAN A. blood viscosity should not be overlooked when evaluating the fibrinogen to albumin ratio[J]. *Angiology*, 2019, 70(5): 465-466.

(收稿日期: 2021-12-26 修回日期: 2022-06-20)

(上接第 2638 页)

- [6] 中国儿科相关医学专家组. 小儿急性呼吸窘迫综合征诊疗技术规范[J]. *中国小儿急救医学*, 2016, 23(4): 217-221.
- [7] 中国儿科相关医学专家组. 2015 支气管舒张剂在儿童呼吸道常见疾病中应用的专家共识[J]. *临床儿科杂志*, 2015, 33(4): 373-379.
- [8] 唐烁, 包蕾. 新生儿急性呼吸窘迫综合征临床特征与预后相关因素分析[J]. *第三军医大学学报*, 2019, 41(9): 898-902.
- [9] 沙得哈西·卡马力汗, 丁效国, 杨丽, 等. 支气管肺发育不良早产儿的临床特征及危险因素分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2019, 29(23): 98-102.
- [10] 朱艳可, 张希希, 翁晓蔡, 等. 早产儿出生后 2 周维生素 D 水平与支气管肺发育不良的关系研究[J]. *浙江医学*, 2019, 41(18): 1959-1963.
- [11] 赵子艳, 孙岩, 赵新景, 等. 极低体质量早产儿血清 25(OH)D₃ 及血浆 sNGAL 的表达与支气管肺发育不良的关系[J]. *中国实验诊断学*, 2020, 24(5): 789-792.
- [12] 齐华雪, 吴敏, 陈铁强, 等. 极(超)低出生体质量早产儿支气管肺发育不良高危因素分析[J]. *医学临床研究*, 2020, 37(6): 810-813.
- [13] 韩芳, 衣京梅, 石秀玉, 等. 小于 32 周早产儿支气管肺发育不良的危险因素分析[J]. *解放军医学院学报*, 2019, 40(4): 321-324.
- [14] SUNG T J, HWANG S M, KIM M Y, et al. Relationship between clinical severity of "new" bronchopulmonary dysplasia and hrct abnormalities in vlbw infants[J]. *Pedi-*
- atr Pulmonol*, 2018, 53(10): 1391-1398.
- [15] 杨楠, 崔红, 徐俊梅, 等. 呼吸窘迫综合征早产儿发生支气管肺发育不良的危险因素及呼吸道疾病随访分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2019, 27(10): 1098-1101.
- [16] 杨威, 万胜明, 邱素清, 等. 早产儿支气管肺发育不良的危险因素分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2020, 30(21): 83-87.
- [17] 晁玉瑾. 新生儿呼吸窘迫综合征并发支气管肺发育不良的影响因素分析[J]. *中国妇幼保健*, 2019, 34(12): 2776-2778.
- [18] LEE M, WU K, YU A, et al. Pulmonary hemorrhage in neonatal respiratory distress syndrome: radiographic evolution, course, complications and long-term clinical outcomes[J]. *J Neonatal Perinatal Med*, 2019, 12(2): 161-171.
- [19] HWANG J S, REHAN V K. Recent advances in bronchopulmonary dysplasia: pathophysiology, prevention, and treatment[J]. *Lung*, 2018, 196(2): 129-138.
- [20] 邓全敏, 黄琴, 李雪梅, 等. 2012—2017 年德阳市早产儿支气管肺发育不良流行病学特征分析[J]. *预防医学情报杂志*, 2019, 35(1): 51-54.
- [21] 张舒, 王慧琴. 超早产儿支气管肺发育不良症发生的高危因素分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2019, 27(10): 1059-1061.
- [22] 袁二伟, 曲海新, 王玲玲, 等. 早产儿支气管肺发育不良的影响因素及血清 MMP-16、NF- κ B 检测的临床意义[J]. *现代生物医学进展*, 2020, 20(3): 561-564.

(收稿日期: 2021-12-22 修回日期: 2022-06-10)