

• 论 著 •

ABO 血型系统新生儿溶血病患风险预测模型构建与验证*

李 娟,谭琪琳,吴旭良,文依敏,廖秀娟,黄灼宏[△]
广州医科大学附属妇女儿童医疗中心,广州广东 511300

摘要:目的 构建 ABO 血型系统新生儿溶血病(ABO-HDN)患病风险预测模型,并验证其有效性。方法 选取 2022 年 1 月至 2023 年 3 月在该院首诊为新生儿高胆红素血症且符合纳入标准的 446 例患儿作为建模组,根据是否确诊 ABO-HDN 分为发生组(200 例)和未发生组(246 例)。纳入 17 个潜在影响因素进行单因素分析和多因素分析,将独立危险因素纳入 R 软件,以建立列线图模型来预测 ABO-HDN 的发生风险。另选取 2023 年 4—9 月该院 105 例新生儿高胆红素血症患儿作为验证组。结果 建模组中,Logistic 回归分析显示,患儿母亲孕次、产前血清效价、血红蛋白水平、白细胞计数、肌酸激酶水平及新生儿 Apgar 1 min 评分均为新生儿发生 ABO-HDN 的独立危险因素($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析的列线图模型显示,建模组受试者工作特征(ROC)曲线对应曲线下面积为 0.819(95%CI:0.779~0.859),灵敏度为 0.655,特异度为 0.878;验证组曲线下面积为 0.867(95%CI:0.800~0.933),灵敏度为 0.803,特异度为 0.773。结论 建立的预测模型评分系统能有效预测 ABO-HDN 的发生风险。

关键词:ABO 血型; 新生儿溶血病; 危险因素; 预测模型; 外部验证
DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2025.01.012 **中图法分类号:**R722.18
文章编号:1673-4130(2025)01-0054-06 **文献标志码:**A

Construction and verification of neonatal ABO-blood group system hemolytic
disease of the newborn risk prediction model*

LI Wa ,TAN Qilin ,WU Xuliang ,WEN Yimin ,LIAO Xiujuan ,HUANG Zhuohong[△]
Guangzhou Women and Children's Medical Center ,Guangzhou Medical
University ,Guangzhou ,Guangdong 511300 ,China

Abstract:**Objective** To construct a model that can predict the risk of diagnosing ABO-blood group system hemolytic disease of the newborn (ABO-HDN) and to verify its effectiveness. **Methods** A total of 446 children with neonatal hyperbilirubinemia who met the inclusion criteria and were first diagnosed in this hospital from January 2022 to March 2023 were selected as the modeling group, and were divided into the developing group (200 cases) and the non-developing group (246 cases) according to whether ABO-HDN was diagnosed. Totally 17 potential influencing factors were included for univariate analysis and multi-factor analysis, and independent risk factors were included in R software to establish a Nomogram model to predict the risk of ABO-HDN. Another 105 cases of neonatal hyperbilirubinemia in the hospital from April to September 2023 were selected as the verification group. **Results** In the modeling group, Logistic regression analysis showed that maternal pregnancy number, prenatal serum titer, hemoglobin level, white blood cell count, creatine kinase level and neonatal Apgar 1 min score were all independent risk factors for ABO-HDN ($P<0.05$). Multi-variate Logistic regression analysis showed that the area under receiver operating characteristic (ROC) curve of the modeling group was 0.819 (95%CI:0.779—0.859), sensitivity was 0.655, specificity was 0.878. In the verification group, the area under ROC curve was 0.867 (95%CI:0.800—0.933), the sensitivity was 0.803, and the specificity was 0.773. **Conclusion** The established predictive model scoring system can effectively predict the risk of ABO-HDN.

Key words:ABO blood type; hemolytic disease of the newbron; risk factors; prediction model; external verification

* 基金项目:2021 年度广州市增城区科技计划项目(民生科技项目)(2021ZCMS02)。
作者简介:李娟,女,主管技师,主要从事临床血液学、体液学及新生儿血清学相关研究。 [△] 通信作者,E-mail:zc-hzh@163.com。

ABO 血型系统新生儿溶血病 (ABO-HDN) 是一类由于母婴 ABO 血型不相容引起的溶血反应。胎儿红细胞进入母体, 由于红细胞膜上携带来自不同于母体的父系血型抗原, 激活了母体内的 IgG 抗体, 通过胎盘屏障进入胎儿体内最终导致新生儿溶血现象^[1]。HDN 在世界范围内是常见的新生儿疾病, 轻者可见黄疸和贫血, 重者进展迅速, 出现高胆红素血症、心力衰竭甚至胆红素脑病, 危及新生儿的生命^[2]。笔者研究发现有关 HDN 的文章很多, 但尚鲜见适用于预测诊断 ABO-HDN 的患病风险评分模型出现, 故本文尝试建立该预测模型, 以期临床提供更为有效的早期患病风险提示。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 1 月至 2023 年 3 月在本院以“发现皮肤黄染/新生儿高胆红素血症”为首诊且符合纳入标准的 446 例患儿作为建模组。诊断标准: 根据人民卫生出版社第 5 版《实用新生儿学》教材中 HDN 的实验室相关诊断标准, 在疑似 HDN 病例中, 直接抗人球蛋白、游离抗体试验、抗体释放试验中至少任意两项结果同时阳性, 或者单独抗体释放试验阳性时, 则判定为发生 HDN; 单独直抗试验阳性或单独游离试验阳性, 判定为可疑 HDN, 可疑 HDN 结果不参与建模; 其余试验结果为阴性。纳入标准: (1) 患儿血型为 A 型或 B 型 RhD 阳性, 其母亲为 RhD 阳性孕妇, 红细胞不规则抗体筛查呈阴性; (2) 患儿首诊疑似发生高胆红素血症入院; (3) 母婴临床资料及实验室数据完整。排除标准: (1) 新生儿其他类型溶血性疾病及器质性疾病、先天性疾病; (2) 患儿母亲妊娠期并发高血压、甲状腺功能亢进 (甲亢)、肝脏类疾病; (3) 母婴临床资料不完整病例; (4) 多次检测的重复病例。将 446 例建模组患儿根据是否发生 ABO-HDN 分为发生组和未发生组, 另将 2023 年 4—9 月本院 105 例新生儿高胆红素血症患儿作为验证组。本研究经过本院伦理学委员会批准, 并获得所有参与者家属的知情同意。

1.2 方法 由于 HDN 的相关因素分析暂未出台统一的临床指南或专家共识, 本研究根据文献回顾及课题研究小组成员实际临床经验, 纳入了 17 个可能影响 HDN 的危险因素进行单因素分析, 这些因素如下。 (1) 患儿母亲临床信息: 生育年龄、孕次、胎次、生产方式 (顺产/剖宫产)、有无胎膜早破、产前血清效价; (2) 新生儿临床资料: 性别、胎龄 (早产/足月)、出生体重、出生后 Apgar 1 min 评分、血型种类; (3) 新生儿的第 1 次实验室检测数据: 血红蛋白 (Hb)、红细胞比容 (HCT)、白细胞计数 (WBC)、总胆红素 (TBIL)、肌酸激酶 (CK)、乳酸脱氢酶 (LDH)。所有数据由研究人员通过医院电子病历系统和检验系统获得, 并抽取其中 5%~10% 的内容进行了核实, 研究完成后严格遵

循保密原则, 文件由专人保管。

1.3 统计学处理 采用 SPSS23.0 软件对数据进行统计分析, 计数资料以例数与百分率表示, 采用 χ^2 检验进行组间比较; 呈正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用单因素方差分析或独立样本 t 检验进行比较, 将非正态分布的计量资料转换为正态分布后进行回归分析。在建模组中, 对 17 个潜在因素进行单因素分析初筛, 将差异有统计学意义 ($P < 0.05$) 的变量纳入多因素 Logistic 回归分析, 建立回归模型, 分析 ABO-HDN 发生的独立危险因素。应用 R 软件建立 ABO-HDN 的列线图风险预测模型, 应用校准曲线和临床决策曲线评估模型准确度, 绘制两组的受试者工作特征 (ROC) 曲线验证列线图的有效性, 并计算灵敏度与特异度。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 ABO-HDN 确诊情况 建模组中, 发生 ABO-HDN 200 例, 未发生 ABO-HDN 246 例, ABO-HDN 的发病率为 44.84%。发生组中, 单独放散试验阳性有 34 例, 直抗与放散试验同时阳性 3 例, 游离与放散试验同时阳性 139 例, 直抗、游离、放散试验同时阳性 24 例, 全部试验阴性的结果 246 例。见表 1。

表 1 3 种血清试验检测确诊 ABO-HDN 结果 [n (%)]

项目	<i>n</i>	直抗试验 (+)	游离试验 (+)	放散试验 (+)
A 型	101	12 (11.9)	81 (80.2)	101 (100.0)
B 型	99	15 (15.2)	82 (82.8)	99 (100.0)
合计	200	27 (13.5)	163 (81.5)	200 (100.0)

2.2 ABO-HDN 患病风险的单因素分析 建模组 ABO-HDN 的患病风险单因素分析初筛显示, 患儿母亲生育年龄、生产方式、有无胎膜早破、新生儿性别、ABO 血型、TBIL 水平与 ABO-HDN 的发生无关, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 而产妇产次、胎次、产前血清效价、新生儿胎龄、出生体重、出生后 Apgar 1 min 评分、Hb 水平、HCT、WBC、CK 水平、LDH 水平均与 ABO-HDN 发生有关, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 ABO-HDN 患病风险的多因素 Logistic 回归分析 将产妇产次 1 次 (0 = 否, 1 = 是)、胎次 1 次 (0 = 否, 1 = 是)、产前血清效价 $< 1:64$ (0 = 否, 1 = 是)、新生儿胎龄 < 37 周 (0 = 否, 1 = 是)、出生体重 < 3 kg (0 = 否, 1 = 是)、出生后 Apgar 1 min 评分 8~10 分 (0 = 否, 1 = 是)、Hb 水平 (原值)、HCT (原值)、WBC (原值)、CK 水平 (原值)、LDH 水平 (原值) 作为自变量, 将是否发生 ABO-HDN 作为因变量纳入多因素 Logistic 回归分析, HCT 由于与 Hb 水平共线性而剔除。结果显示, 产妇产次、产前血清效价、出生后 Apgar 1 min 评分、Hb 水平、WBC、CK 水平为新生儿患 HDN 的独立危险因素 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 2 ABO-HDN 患病风险的单因素分析[$\bar{x}\pm s$ 或 $n(\%)$]

项目	发生组($n=200$)	未发生组($n=246$)	F/χ^2	P
生育年龄(岁)			3.742	0.154
<26	24.0±1.2	23.1±1.9		
26~32	29.1±1.8	28.8±1.8		
>32	35.1±2.2	35.3±2.0		
孕次(次)			7.537	0.023
1	61(30.5)	105(42.7)		
2	63(31.5)	70(28.5)		
≥3	76(38.0)	71(28.9)		
胎次(次)			4.018	0.045
1	85(42.5)	128(52.0)		
≥2	115(57.5)	118(48.0)		
生产方式			2.735	0.098
顺产	119(59.5)	165(67.1)		
剖宫产	81(40.5)	81(32.9)		
胎膜早破			0.001	0.985
有	53(26.5)	65(26.4)		
无	147(73.5)	181(73.6)		
产前血清效价			98.319	<0.001
IgG>1:64	17(8.5)	98(39.8)		
1:128≤IgG≤1:64	79(39.5)	108(43.9)		
1:512≤IgG≤1:256	65(32.5)	38(15.4)		
IgG<1:512	39(19.5)	2(0.8)		
新生儿性别			0.960	0.327
男	107(53.5)	143(58.1)		
女	93(46.5)	103(41.9)		
新生儿胎龄			4.884	0.027
早产(<37 周)	35.5±0.7	34.4±2.6		
足月(≥37 周)	39.0±1.0	38.8±1.1		
出生体重(kg)			4.825	0.028
<3	76(38.0)	119(48.4)		
≥3	124(62.0)	127(51.6)		
Apgar 1 min 评分(分)			4.226	0.040
8~10	199(99.5)	238(96.7)		
4~7	1(0.5)	8(3.3)		
0~3	0(0)	0(0)		
新生儿 ABO 血型			0.130	0.718
A 型	101(50.5)	120(48.8)		
B 型	99(49.5)	126(51.2)		
Hb(g/L)	153.7±19.7	164.5±15.6	1.263	<0.001
HCT	44.8±5.7	48.2±5.0	0.038	<0.001
WBC(×10 ⁹ /L)	16.0±5.5	13.4±5.9	0.004	<0.001
TBIL(μmol/L)	160.3±69.0	129.1±90.0	38.965	0.645
CK(U/L)	554.2±373.4	478.3±319.7	4.056	<0.001
LDH(U/L)	612.9±255.7	536.5±163.9	1.144	<0.001

表 3 ABO-HDN 患病风险的多因素 Logistic 回归分析

项目	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
孕次(次)						
1	—	—	4.133	0.127	—	—
2	-0.898	0.458	3.838	0.049	0.407	0.166~1.000
≥3	-0.120	0.299	0.160	0.690	0.887	0.493~1.596
产前血清效价						
IgG>1:64	—	—	45.235	<0.001	—	—
1:128≤IgG≤1:64	-4.019	0.793	25.713	<0.001	0.018	0.040~0.085
1:512≤IgG≤1:256	-2.592	0.757	11.714	0.001	0.075	0.017~0.330
IgG<1:512	-1.950	0.769	6.426	0.011	0.142	0.031~0.643
出生体重	0.148	0.268	0.305	0.581	1.160	0.686~1.961
Apgar 1 min 评分	-2.432	1.161	4.389	0.036	0.880	0.009~0.855
Hb	-0.016	0.006	6.638	0.010	0.984	0.973~0.996
WBC	0.341	0.130	6.836	0.009	1.406	1.089~1.815
CK	1.054	0.475	4.918	0.027	2.869	1.130~7.280
LDH	0.492	1.066	0.213	0.644	1.636	0.202~13.218
常量	3.705	2.978	1.548	0.213	40.631	—

注:—表示无数据。

2.4 ABO-HDN 患病风险的列线图构建及模型验证 根据多因素 Logistic 回归分析结果,运用逐步回归法最终确定回归系数和回归方程为 $\text{Logit}(P) = 0.161 + 0.198 \times (\text{产前血清效价} \leq 1:64) + 0.067 \times \text{WBC} + 0.220 \times \text{CK} - 0.003 \times \text{Hb} + 0.058 \times \text{孕次} 1 \text{ 次} - 0.334 \times \text{Apgar 1 min 评分}$ 。采用 R 软件绘制列线

图见图 1,分析结果显示,建模组的曲线下面积(AUC)为 0.819(95%CI:0.779~0.859),约登指数为 0.533,cut-off 值为 0.533,灵敏度为 0.655,特异度为 0.878,见图 2;验证组的 ROC 为 0.867(95%CI:0.800~0.933),约登指数为 0.576,cut-off 值为 0.530,灵敏度为 0.803,特异度为 0.773,见图 3。

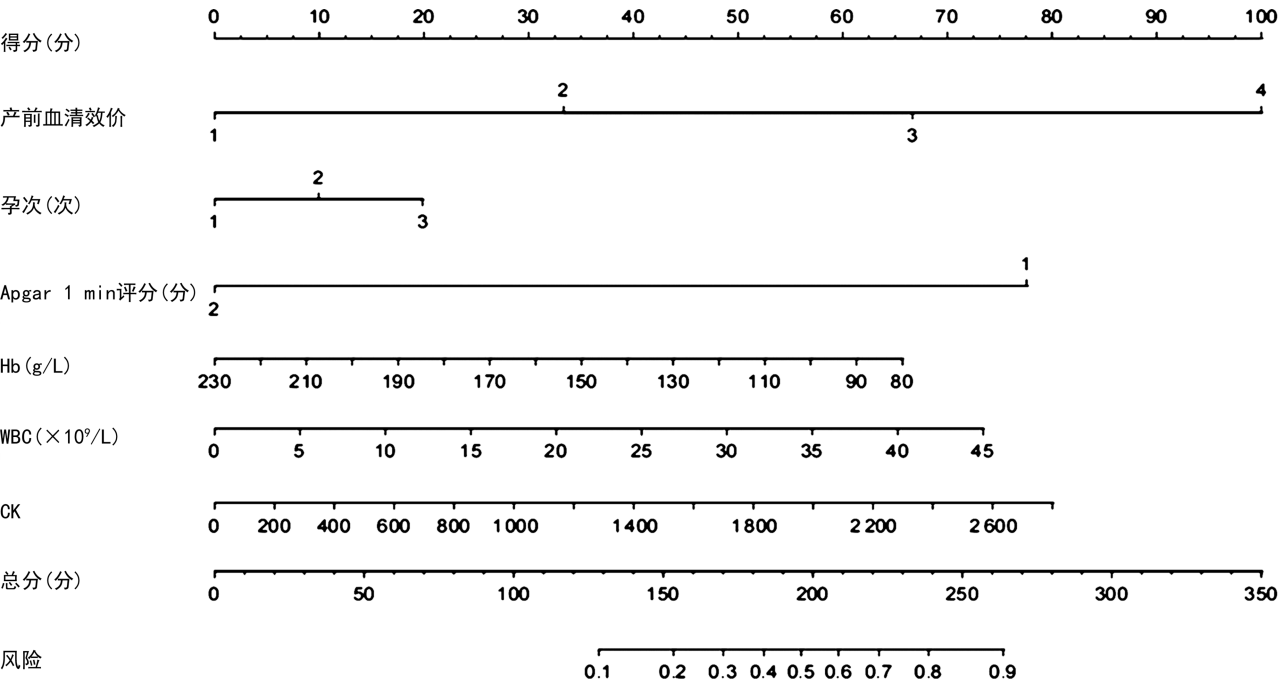


图 1 ABO-HDN 患病风险的列线图

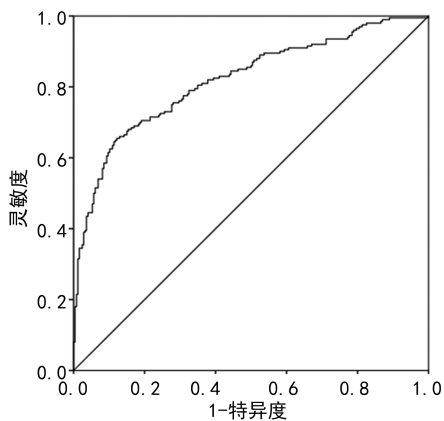


图 2 建模组 ROC 曲线

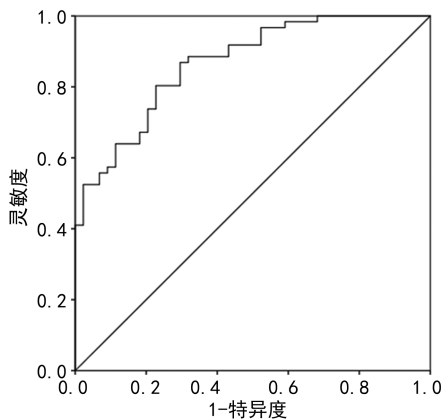


图 3 验证组 ROC 曲线

3 讨 论

本研究纳入的 446 例建模组 ABO-HDN 患儿中, 最终确诊 200 例, 发病率为 44.84%, 这与蔡大风等^[3]的研究结果接近; 患儿母亲孕次和产前血清效价被认为是 ABO-HDN 疾病的独立危险因素, 与吴李萍等^[4]的研究成果相吻合。ABO-HDN 通常出现在有妊娠、流产或曾有 ABO-HDN 发病经历的孕妇身上^[5]。这是因为引起胎儿红细胞溶血的 IgG 类抗体首次生成较为缓慢, 效价也相对较低, 当产妇第 1 次妊娠时, 免疫反应较强的新生儿表现出溶血症状, 而其他则只在母体中含有少量的 IgG 抗体; 当产妇第 2 次妊娠, 并且胎儿血型与第 1 胎一致时, 母体之前产生的 IgG 抗体就会迅速大量分泌, 导致第 2 胎早期便出现溶血症状, 且随时间愈久程度愈发严重^[6]。研究发现, 当孕次≥3 次时, 新生儿溶血的发病率和溶血的严重程度随着妊娠次数的增加逐渐上升, 二者之间存在正相关^[7]。在本研究中, 孕次为 2 次被确定为 ABO-HDN 发生的独立危险因素, 但孕次≥3 次与 ABO-HDN 发生之间并没有明确的关联。这种情况可能与不同的地域背景和纳入病例的具体标准有关, 需扩充样本量进行进一步探讨。

产妇的血型抗体效价被认为是与 ABO-HDN 关系最为紧密的一个独立危险因素。在妊娠期间, 胎儿从父亲继承的 A 型和 B 型血型抗原对母体的影响是

持续的, 因此孕妇产前血清学检查尤为重要。有专家提出, 对于 RhD 阴性或 O 型血母婴不和的患者, 建议在孕期的前 28 周, 每隔 4 周进行一次血清抗体的筛查; 对于其中效价较高的患者, 建议在妊娠的 28 周到分娩前, 每隔 2 周进行一次抗体检测, 以首次血清抗体结果为基础水平^[2,8]。当孕妇体内 IgG 抗体效价>1:64 时, 应当及时采取预防措施以避免新生儿溶血病的出现^[9]。有研究表明, 孕妇的血清浓度与新生儿 ABO-HDN 的发病率之间存在正相关性^[10]。当 O 型血孕妇的血清 IgG 抗体效价按照>1:64、1:128≤IgG≤1:64、1:512≤IgG≤1:256、<1:512 的顺序逐渐上升时, 新生儿 ABO-HDN 发病率分别为 8.5%、39.5%、32.5%、19.5%。然而, IgG 抗体效价并不能被视为 HDN 发病的唯一准则。IgG 抗体存在 4 个不同的亚型: IgG1、IgG2、IgG3 和 IgG4。这些亚型在激活补体和穿越胎盘的能力上有所不同, 与红细胞结合后的补体激活能力由高到低依次为 IgG1、IgG3、IgG2、IgG4。因此, 对于 IgG 效价较高的孕妇, 应该精确测量其血浆中 IgG 亚型的种类和浓度^[11], 这样才能更准确地预测 ABO-HDN 的风险和严重程度。有研究报道, 通过直接检测新生儿体内 IgG 抗体的种类和效价, 可以直观地了解到患儿体内的抗体, 抗体水平越高, 患儿出现黄疸和贫血症状的时间就越早, 临床表现也越严重^[12], 这为临床早期提示 ABO-HDN 提供了新的思路。

新生儿 Apgar 评分是一种用于评估新生儿窒息和缺氧状况的方法, 其中, Apgar 1 min 的评分主要用于衡量新生儿窒息和缺氧的严重性。目前认为在临床上对不同类型和级别窒息儿进行及时抢救治疗可以有效地提高其生存质量, 降低病死率。本研究结果显示, Apgar 评分为是 ABO-HDN 发生的一个独立危险因素, 但笔者发现尚未有研究证实这两者之间有直接的关联, 这可能是因为两者都与新生儿缺氧有关。笔者认为在对临床诊断为新生儿低氧血症的患者进行筛查和治疗之前应考虑是否合并溶血情况。新生儿发生溶血时, 红细胞的破坏增多, 氧气含量下降, 这与新生儿窒息^[13]导致的实验室检测结果是接近的。尽管 Apgar 评分具有一定的敏感性, 但其特异性相对较低, 需要依赖医生的个人判断。因此, 专业人员进行严格的培训, 并根据统一的评分准则进行评估。实验室指标中, Hb、WBC、CK 是 ABO-HDN 发生的独立危险因素。推测这可能是由于母体中的 IgG 损害了胎儿的红细胞, 从而导致 Hb 逸出和 Hb 水平的下降; 大量的红细胞破坏触发应激反应, 导致边缘池中大量细胞进入血流, 从而使得中性粒细胞数量显著增加^[14]。血清心肌酶谱能够揭示心肌细胞的健康状况, 其中 CK 主要集中在骨骼肌和心肌组织中, 而 LDH 则主要分布在红细胞、心肌、肝脏和肌肉组织

里^[15]。本研究结果表明, ABO-HDN 发生组中的 CK 和 LDH 水平显著高于未发生组($P < 0.05$), 这意味着 ABO-HDN 患儿的心肌细胞膜结构已经受到了损害, 而且这种损害可能比仅有高胆红素血症的患儿更为严重。另一些研究表明, TBIL 水平在确诊 ABO-HDN 中具有一定意义^[16], 而本研究中 TBIL 水平未显示出与 ABO-HDN 的相关性, 这是因为本研究纳入人群是疑似 ABO-HDN 患者, 这些患者大多数以高胆红素血症为首发症状入院。

本研究通过单因素分析发现, 临床上有多个指标可以影响 ABO-HDN 的发病率。Logistic 回归分析显示, 产妇的孕次、产前血清效价、新生儿 Apgar 1 min 评分、Hb、WBC、CK 都被确定为最终的相关性因素。本研究构建的 ABO-HDN 预测模型, 不仅包含了母婴的临床资料, 还纳入了新生儿实验室指标, 提供了较为全面的参考信息。使用列线图进行患病风险的评分, 可将各危险因素指标可视化, 将有影响的多方面因素进行具体量化, 用具体数值展现基于证据的个体化风险预测。本研究 ROC 曲线分析显示, 预测的 AUC 达 0.819(95%CI: 0.779~0.859, $P < 0.001$), 灵敏度为 0.655, 特异度为 0.878, 表明该模型的诊断能力较强; 外部验证组的 AUC 为 0.867, 说明本模型在验证组中区分度良好; 校准曲线与临床决策曲线显示, 该模型在临床应用中的效果较佳; 建立的风险评分模型对发生 ABO-HDN 具有良好的预测能力, 且模型中的评估指标在临床上比较容易获取, 在识别新生儿溶血高危人群方面具有较好的临床应用价值。

本研究的创新性在于通过列线图的形式构建了 ABO-HDN 的风险预测模型, 形成拥有具体数值的评分系统, 为临床提供便利, 但由于该研究数据尚少, 且不同中心研究的纳入人群及纳入指标尚未形成统一标准, 需进一步在不同医院的新生儿科中推广并评估模型的适用性。

参考文献

- [1] CHRISTENSEN R D,BAHR T M,ILSTRUP S J,et al. Alloimmune hemolytic disease of the fetus and newborn: genetics, structure, and function of the commonly involved erythrocyte antigens[J]. J Perinatol, 2023, 43(12): 1459-1467.
- [2] 李翠莹, 李小薇. 胎儿新生儿溶血病实验室检测专家共识[J]. 临床输血与检验, 2021, 23(1): 20-23.
- [3] 蔡大风, 荣成智, 秦雪等. 新生儿溶血病患儿的实验结果

及相关因素分析[J]. 检验医学与临床, 2020, 17(14): 2000-2003.

- [4] 吴李萍, 罗敏, 卢旭, 等. 新生儿 ABO 溶血的相关因素分析[J]. 检验医学与临床, 2021, 18(14): 1989-1992.
- [5] 张涛, 杨桂林, 张宏鹏, 等. 孕产妇不规则抗体血清学特征和临床意义分析[J]. 中国实验血液学杂志, 2024, 32(1): 231-236.
- [6] CHRISTENSEN R D,BAHR T M,WONG R J,et al. A "Gold Standard" test for diagnosing and quantifying hemolysis in neonates and infants[J]. J Perinatol, 2023, 43(12): 1541-1547.
- [7] ZHU W Y,LI H X,LIANG Y. Significance of prenatal joint detection of ABO antibody titers and irregular antibodies in pregnant women with type O blood[J]. Clin Exp Obstet Gynecol, 2014, 41(1): 28-31.
- [8] 李志强. RhD 抗原阴性孕产妇血液安全管理专家共识[J]. 中国输血杂志, 2017, 30(10): 1085-1091.
- [9] 肖军, 郑飞天, 陈柄瀚, 等. O 型孕产妇 IgG 抗体效价与胎儿新生儿溶血病关系的 meta 分析[J]. 中国输血杂志, 2020, 33(9): 925-928.
- [10] DING Z,ZHANG X,LI H. Application of IgG antibody titer and subtype in diagnosis and severity assessment of hemolytic disease of the newborn[J]. Transl Pediatr, 2022, 11(9): 1544-1551.
- [11] KROG G R,LORENZEN H,CLAUSEN F B,et al. ABO haemolytic disease of the newborn: improved prediction by novel integration of causative and protective factors in newborn and mother[J]. Vox Sang, 2022, 117(3): 415-423.
- [12] 宋建, 杨婷, 周小芳, 等. 新生儿体内 IgG 型血型抗体效价与新生儿溶血病严重程度的相关性分析[J]. 中国实验血液学杂志, 2022, 30(2): 547-551.
- [13] LI H X,GAO C J,CHENG S,et al. Risk factors for respiratory assistance in premature infants[J]. Exp Ther Med, 2021, 21(3): 237.
- [14] 李怡, 任晓桃, 郭静. ABO 血型不合新生儿溶血病与血液检测指标关系及其诊断价值[J]. 中国计划生育学杂志, 2022, 30(8): 1888-1892.
- [15] ZHU J G,JIN K,REN Y. Ulinastatin reduces myocardial injury induced by doxorubicin in SD rats[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2020, 24(20): 10769-10778.
- [16] LIN H,LUO P,LIU C,et al. The application value of mean red blood cell volume and red blood cell volume distribution width combined with total serum bilirubin in the early screening of neonatal hemolytic disease[J]. BMC Pediatr, 2023, 23(1): 19.