

剖宫产新生儿出生 6 h 内发生低血糖的风险预测模型的构建

潘磊,陶伏莹,汤燕,蒋佳男

(南京医科大学附属妇产医院 手术室,江苏 南京 210004)

【摘要】 目的 构建剖宫产新生儿出生 6 h 内发生低血糖的风险预测模型,为早期识别经剖宫产娩出的新生儿低血糖高危人群提供依据。**方法** 2022 年 1—5 月,采用便利抽样法选取在某三级甲等妇幼保健院产科剖宫产分娩的 2456 例新生儿为研究对象,将是否发生低血糖分为低血糖组($n=161$)和非低血糖组($n=2295$)。分析剖宫产新生儿出生 6 h 内发生低血糖的影响因素,运用 Logistic 回归构建模型。采用 Hosmer-Lemeshow、受试者工作特征曲线下面积(area under curve,AUC)等对模型拟合优度和预测效果评价。**结果** 两组新生儿在胎龄、低体重儿、小于胎龄儿、合并先天性心脏病、低体温、红细胞增多症、母亲糖尿病、母亲高血压、母亲术前禁食、母亲产前用药等项目上的差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。早产儿、小于胎龄儿、低体温、先天性心脏病、红细胞增多症、母亲糖尿病、母亲高血压、术前禁食是剖宫产新生儿 6 h 内发生低血糖的 8 个独立危险因素。H-L 检验 χ^2 为 3.014, P 为 0.884,AUC 为 0.813,灵敏度为 0.795,特异度为 0.696,Youden 指数为 0.491。**结论** 构建的模型预测效果良好,可有效预测剖宫产新生儿 6 h 内发生低血糖的风险因素,值得推广应用。

【关键词】 剖宫产;新生儿低血糖;危险因素;风险预测模型

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2023.10.011

【中图分类号】 R473.72 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2023)10-0043-04

Construction of a Risk Prediction Model of Neonatal Hypoglycemia by Cesarean Section Within 6 Hours After Birth

PAN Lei,TAO Fuying,TANG Yan,JIANG Jianan (Operating Room,Women's Hospital of Nanjing Medical University,Nanjing 210004,Jiangsu Province,China)

Corresponding author: JIANG Jianan; Tel: 025-52226112

【Abstract】 Objective To construct a risk prediction model of neonatal hypoglycemia by Cesarean section within 6 hours after birth,so as to provide a basis for early identification of neonatal hypoglycemia high-risk population.**Methods** From January to May 2022,2456 newborns delivered by Cesarean section in a tertiary A women's hospital were selected by the convenience sampling method.They were divided into hypoglycemia group ($n=161$) and non-hypoglycemia group ($n=2295$).To analyze the influencing factors of hypoglycemia in neonates delivered by Cesarean section within 6 hours after birth,and Logistic regression was used to construct a model.Hosmer-Lemeshow and area under the receiver operating characteristic curve (AUC) were used to evaluate the goodness of fit and prediction effect of the model.**Results** There were significant differences between the 2 groups in gestational age,low birth weight,small for gestational age (SGA),congenital heart disease,hypothermia,polycythemia,maternal diabetes,maternal hypertension,preoperative fasting,and prenatal medication (all $P<0.05$).There were 8 independent risk factors for neonatal hypoglycemia,including premature infant,SGA,hypothermia,congenital heart disease,polycythemia,maternal diabetes,maternal hypertension and preoperative fasting.H-L test was $\chi^2=3.014$, $P=0.884$,AUC was 0.813,sensitivity was 0.795,specificity was 0.696,and Youden index was 0.491.**Conclusion** This model has a good prediction effect,which can effectively predict the risk of neonatal hypoglycemia by Cesarean section within 6 hours after birth,and is worthy of promotion and application.

【Key words】 Cesarean section; neonatal hypoglycemia; risk factor; risk prediction model

[Mil Nurs,2023,40(10):43-46]

随着我国高龄高危产妇增多,剖宫产率已高达 46.2%^[1]。由于伴发疾病、术前禁食、麻醉、使用药

物影响及时开奶等,导致剖宫产新生儿更易发生血糖异常^[2]。新生儿低血糖(neonatal hypoglycemia,NH)是新生儿常见的临床症状,其发生率为 3%~14%,在 高危 新生 儿 中 高 达 30%^[3]。有 报 道^[4] 指 出,新生儿出生后前 6 h 内血糖水平较低,如未及时

【收稿日期】 2023-02-02 **【修回日期】** 2023-08-10

【作者简介】 潘磊,本科,主管护师,电话:025-52226986

【通信作者】 蒋佳男,电话:025-52226112

处理,可发展为持续性低血糖。而持续反复的低血糖则会导致其不可逆的脑损伤及呼吸暂停,从而引发行发育异常^[5]。有研究^[6]指出,新生儿出生后医护人员应立即判断其是否为低血糖高危儿,但由于 NH 临床表现缺乏特异性^[7],甚至无症状^[8],给医护人员及时、准确地识别及干预带来困难。因此,急需相应预测工具对剖宫产高风险新生儿进行极早期甄别,并采取有效对策,从而减少新生儿持续性低血糖的发生。故本研究拟构建经剖宫产分娩新生儿出生后 6 h 内发生低血糖的风险预测模型,为医护人员制订预防性管理措施提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象 2022 年 1—5 月,采用便利抽样法选择南京市某三级甲等妇幼保健专科医院剖宫产分娩的新生儿为研究对象。纳入标准:(1)符合新生儿定义^[9],即从胎儿出生后断脐到满 28 d;(2)剖宫产娩出。排除标准:(1)新生儿病案数据资料不完整者;(2)多次入院的重复个体;(3)出生后 6 h 内死亡者。本研究获医院伦理委员会批准(2022KY-073)。新生儿低血糖诊断标准^[9]:新生儿血糖 <2.2 mmol/L。样本量估算:根据 Logistic 自变量事件数法^[10]计算样本量,再考虑到 10%~20%的样本流失率。本研究在指南、最佳证据总结基础上,筛选纳入 19 个危险因素。由于新生儿低血糖发生率在 3%~14%,范围较宽泛,故经过本院小样本的预调查显示,新生儿低血糖的发生率在 6.7%(13/90),与指南提出的发生率相符。故本研究所需样本量为 1701 例,最终纳入 2456 例。

1.2 方法

1.2.1 危险因素调查表 在指南、文献回顾基础上总结新生儿低血糖危险因素,根据新生儿一般资料、母亲一般资料及实验室资料,采用自行设计的剖宫产新生儿 6 h 内发生低血糖的危险因素调查表进行调查。新生儿一般资料包括性别、胎龄、出生体质量、出生体温、Apgar 评分、产次、出生方式、有无合并症等;母亲一般资料包括年龄、是否有糖尿病、是否有高血压、产前关于糖尿病及高血压药物的使用情况等;实验室资料包括红细胞计数、红细胞比容、血红蛋白等。

1.2.2 资料收集和质量控制方法 通过医院电子病历系统统一收集剖宫产新生儿一般资料和母亲一般资料。为保障研究的一致性,参与本研究的调查员均经过统一培训,数据采用 EpiData 3.1 双轨录入。调查后由专人保管并对 10%的患者数据资料进行核查,另一研究人员进行统计分析。

1.2.3 统计学处理 采用 SPSS 22.0 统计软件,计

数资料以频数、百分率表示,采用 χ^2 检验;Logistic 回归分析构建预测模型;应用 Medcalc 软件进行 Hosmer-Lemeshow 验证模型拟合优度,绘制受试者特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)并计算 cut-off 值,以 $P<0.05$ 或 $P<0.01$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究对象的一般资料 2456 例剖宫产新生儿中男 1290 例(52.53%),女 1166 例(47.47%);胎龄 28~41 周,平均胎龄(38.29 ± 1.79)周;出生体质量 800~5100 g,平均(3243.42 ± 574.71)g;母亲年龄 18~51 岁,平均(31.56 ± 4.02)岁。

2.2 剖宫产新生儿低血糖影响因素的单因素分析

将是否发生低血糖分为低血糖组($n=161$)和非低血糖组($n=2295$)。两组新生儿在胎龄、低体重儿、小于胎龄儿、合并先天性心脏病、低体温、红细胞增多症、母亲糖尿病、母亲高血压、母亲术前禁食、母亲产药用等项目上差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),本研究仅列出差异有统计学意义的项目,见表 1。

表 1 剖宫产新生儿低血糖影响因素的单因素分析[$N=2456, n(\%)$]

项 目	非低血糖组 ($n=2295$)	低血糖组 ($n=161$)	χ^2	P
新生儿				
胎龄(周)			12.273	<0.001
≥ 37	2068(94.04)	131(5.96)		
< 37	227(88.33)	30(11.67)		
低体重儿			9.738	<0.001
是	191(88.43)	25(11.57)		
否	2104(93.93)	136(6.07)		
小于胎龄儿			10.937	<0.001
是	56(83.58)	11(16.42)		
否	2239(93.72)	150(6.28)		
低体温			36.369	<0.001
是	180(83.72)	35(16.28)		
否	2115(94.38)	126(5.62)		
合并先天性心脏病			24.754	<0.001
是	130(83.87)	25(16.13)		
否	2165(94.09)	136(5.91)		
红细胞增多症			73.988	<0.001
是	460(85.34)	79(14.66)		
否	1835(95.72)	82(4.28)		
母亲				
糖尿病			12.251	<0.001
是	746(90.98)	74(9.02)		
否	1549(94.68)	87(5.32)		
高血压			27.212	<0.001
是	263(86.51)	41(13.49)		
否	2032(94.42)	120(5.58)		
术前禁食			29.099	<0.001
是	1541(61.62)	141(8.38)		
否	754(97.42)	20(2.58)		
产药用			10.484	<0.001
是	207(88.46)	27(11.54)		
否	2088(93.97)	134(6.03)		

注:低体重儿指出生体重 <2500 g;产药用指产前应用治疗糖尿病及高血压药物

2.3 剖宫产新生儿低血糖影响因素的多因素分析

将单因素分析中有统计学意义的变量作为自变量,以剖宫产新生儿是否发生低血糖作为因变量,纳入 Logistic 回归中进行分析。结果显示,早产儿、小于胎龄儿、低体温、合并先天性心脏病、红细胞增多症、母亲糖尿病、母亲高血压、术前禁食是相关危险因素,见表 2。模型公式: $\ln(p/1-p) = -5.290 + 0.717 \times \text{早产儿} + 1.470 \times \text{小于胎龄儿} + 1.311 \times \text{低体温} + 0.544 \times \text{合并先天性心脏病} + 1.357 \times \text{红细胞增多症} + 0.681 \times \text{母亲糖尿病} + 1.042 \times \text{母亲高血压} + 1.422 \times \text{术前禁食}$ (其中 p 代表低血糖为 1 的概率, $1-p$ 代表低血糖为 0 的概率)。

表 2 剖宫产新生儿低血糖多因素 Logistic 回归分析($n=2456$)

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
常数	-5.290	0.302	307.743	<0.001	0.005	0.003~0.009
早产儿	0.717	0.237	9.117	0.003	2.048	1.286~3.262
小于胎龄儿	1.470	0.373	15.541	<0.001	4.350	2.094~9.034
低体温	1.311	0.230	32.348	<0.001	3.710	2.361~5.828
先天性心脏病	0.544	0.274	3.933	0.047	1.722	1.006~2.947
红细胞增多	1.357	0.191	50.692	<0.001	3.884	2.673~5.642
母亲糖尿病	0.681	0.179	14.498	<0.001	1.976	1.392~2.806
母亲高血压	1.042	0.211	24.462	<0.001	2.835	1.876~4.284
术前禁食	1.422	0.258	30.345	<0.001	4.146	2.499~6.876

2.4 新生儿低血糖风险预测模型拟合及预测效果

2.4.1 模型拟合优度情况 Hosmer-Lemeshow 拟合度检验的原定假设为:模型拟合值和观测值的吻合程度一致。从检验结果得知 $P > 0.05$ ($\chi^2 = 4.93$, $P = 0.765$),因而说明接受原定假设,即说明本次模型通过 HL 检验,模型拟合优度较好。

2.4.2 模型预测效果分析 该预测模型对应的 ROC 曲线下面积(area under curve, AUC)为 0.813, 95%CI:78.05%~84.62%,约登指数 0.491,敏感度 0.795,特异度 0.696,提示新生儿低血糖风险预测模型得分对于低血糖的诊断价值比较高,见图 1。

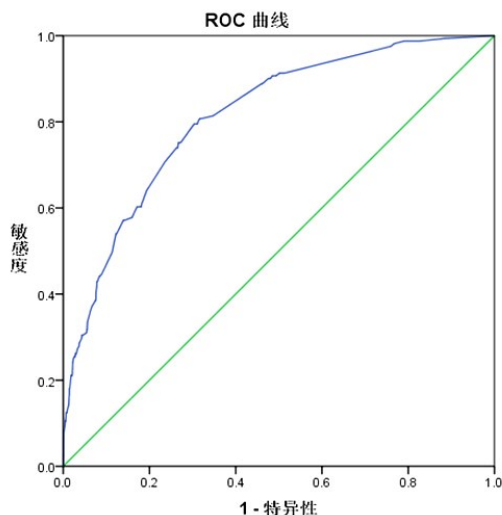


图 1 剖宫产新生儿低血糖风险预测的 ROC 曲线

3 讨论

3.1 新生儿低血糖风险预测模型相关危险因素分析

3.1.1 早产、小于胎龄、低体温是新生儿低血糖的影响因素 本研究显示,早产($OR = 2.048$)、小于胎龄($OR = 4.350$)、低体温($OR = 3.710$)是剖宫产新生儿低血糖的危险因素,与研究^[11]报道的结果一致。新生儿低血糖在早产儿和小于胎龄儿中的发生率高达 32.4%,这与其糖原及脂肪储备不足、自身体温调节能力缺乏、受环境影响导致热量流失消耗体内糖储备有关^[12-13]。相关研究^[14]指出,出生后 1 h 是高危新生儿护理的关键时期,此时体温保护是护理重点。因此,新生儿出生后应立即彻底擦干,及时正确保暖,并减少皮肤暴露部位与时间,使新生儿腋温始终保持在 36.5~37.5℃,同时让新生儿辐射台的使用成为常态,尤其是早产和小于胎龄的高危新生儿更需使用。采取有效的保暖措施有助于高危新生儿的生理稳定,减少低血糖的发生^[15]。

3.1.2 合并先天性心脏病、红细胞增多症等并发症是新生儿低血糖的影响因素 本研究发现,合并先天性心脏病($OR = 1.722$)和红细胞增多症($OR = 3.884$)是剖宫产新生儿低血糖发生的危险因素。先天性心脏病是常见的新生儿出生缺陷,临床可表现为严重的低氧血症^[16]。导致新生儿红细胞增多症的因素很多,其中重要原因之一是胎儿宫内缺氧^[17]。有研究^[18]认为,缺氧是新生儿低血糖形成的重要原因。由于机体缺氧,氧化分解途径受到抑制,使得新陈代谢的能量来源主要依靠糖原无氧酵解,导致耗糖量显著上升,糖原供不应求,引起血糖水平异常下降。针对这两项危险因素,建议产妇在孕期做好相关风险筛查,及早发现相关并发症,同时医护人员充分做好分娩前评估,组织专业的新生儿救治团队,预防其因发生缺氧、窒息等严重情况而造成的低血糖。也有研究^[19]指出,焦虑、抑郁等负面情绪,增加了胎儿窘迫及新生儿窒息发生可能,所以在剖宫产术前,护理人员应对产妇的心理状况进行评估并给予针对性的心理指导和护理干预,减轻其因担心新生儿健康造成的焦虑、抑郁等负面情绪。

3.1.3 产妇术前禁食对新生儿发生低血糖有一定影响 本研究发现,除了产妇妊娠期糖尿病($OR = 1.976$)和高血压($OR = 2.835$)是新生儿发生低血糖的高危因素外,剖宫产术前禁食产妇发生新生儿低血糖的风险是未禁食产妇的 4.146 倍($OR = 4.146$)。剖宫产产妇术前常规禁食,虽可减少术中麻醉导致产妇误吸及呕吐等情况,但也可能引起产妇及新生儿低血糖等^[20]。有研究^[21]显示,传统禁食的剖宫产新生儿低血糖的发生率高达 31.18%。虽剖宫产术

前禁食是无法改变的客观医疗行为,但医护人员可以基于 ERAS 理念,在剖宫产术前进行多学科宣教与评估,根据产妇具体手术时间采取个性化禁食方案,缩短术前禁食时间,降低产妇术前低血糖及新生儿低血糖发生率,提高产妇舒适度和加速身心恢复。

3.2 构建的剖宫产新生儿低血糖风险预测模型具有科学性和实用性 本研究构建的新生儿低血糖风险预测模型经 Hosmer-Lemeshow 检验结果显示, $\chi^2=4.93$, $P=0.765$,模型通过拟合度检验,拟合优度较好。有文献^[22]指出,AUC 0.7~0.9 表示模型有一定的准确性,本研究中 AUC 为 0.813,95%CI (78.05%~84.62%),约登指数为 0.491,敏感度为 0.795,特异度为 0.696,意味着风险预测模型得分对于剖宫产分娩的新生儿在 6 h 内可能发生低血糖的诊断价值比较高。此外,医护人员可使用该模型公式行即刻风险评估,根据评估结果尽早启动预见性干预,针对各危险因素制订个性化预防和护理措施,减少剖宫产新生儿生后持续性低血糖的发生率,使预测模型临床价值最大化。

4 小结

本研究建立的剖宫产新生儿 6 h 内低血糖风险预测模型具有良好的预测效果,与以往研究相比,一定程度上弥补了已有新生儿低血糖风险预测工具针对性不强、预测时机不精确、危险因素预测不全面等不足,为判断经剖宫产分娩的新生儿在血糖容易出现最低值的 6 h 内是否有发生低血糖风险提供了指导,为新生儿安全提供了保障。但本研究为单中心研究,未来可联合其他综合性医院共同开展,扩充合并复杂并发症的样本量,进行进一步研究。同时,由于各地域医疗资源不均衡,新生儿低血糖的预防能力不尽相同,尚需进一步评估模型在不同医院的推广性和实用性。

【参考文献】

- [1] 国家卫生健康委员会.中国妇幼健康发展事业报告(2019)(二)[J].中国妇幼卫生杂志,2019,10(6):1-7.
- [2] 刘晓红,杜娟,梁云梅,等.择期剖宫产足月儿低血糖发生率分析[J].中国妇幼健康研究,2018,29(8):1049-1052.
- [3] 巨容,包蕾,母得志,等.新生儿低血糖临床规范管理专家共识(2021)[J].中国当代儿科杂志,2022,24(1):1-13.
- [4] 邵天伟,唐仕芳,陈龙,等.昆士兰临床指南:新生儿低血糖(2019版)解读[J].重庆医学,2021,50(24):4146-4149.
- [5] MAHAJAN G, MUKHOPADHYAY K, ATTRI S, et al. Neurodevelopmental outcome of asymptomatic hypoglycemia compared with symptomatic hypoglycemia and euglycemia in high-

- risk neonates[J].Pediatric Neurol,2017,74:74-79.
- [6] ROSENBLUM J, LEWKOWITZ A K, TUULI G. Risks and benefits of antenatal late-preterm corticosteroids[J].JAMA Pediatr,2018,172(7):615-626.
- [7] 韩静,尹卫,步红兵,等.新生儿低血糖风险预测模型的构建与临床应用研究[J].护士进修杂志,2022,37(1):31-36.
- [8] MODARRES M, JAZAYERI A, RAHNAMA P, et al. Breast-feeding and pain relief in full-term neonates during immunization injections: a clinical randomized trial[J/OL]. [2023-02-01]. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3848506/. DOI:10.1186/1471-2253-13-22.
- [9] 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,2019:909-912.
- [10] CHEN Y, DU H, WEI B H, et al. Development and validation of risk-stratification delirium prediction model for critically ill patients: a prospective, observational, single-center study[J/OL]. [2023-02-23]. https://journals.lww.com/md-journal/fulltext/2017/07210/development_and_validation_of_risk_stratification.38.aspx. DOI:10.1097/MD.00000000000007543.
- [11] 明亚琼,庞平,曹婷,等.新生儿低血糖的危险因素分析[J].贵州医科大学学报,2021,46(9):1096-1100.
- [12] ARNOUX J B, VERKARRE V, SAINT-MARTIN C, et al. Congenital hyperinsulinism: current trends in diagnosis and therapy[J/OL]. [2023-01-30]. https://ojrd.biomedcentral.com/articles/10.1186/1750-1172-6-63. DOI:10.1186/1750-1172-6-63.
- [13] 黄亚芹,周乐山,田朴,等.958例住院早产儿低血糖的危险因素分析[J].军事护理,2023,40(2):38-41.
- [14] NECZYPOR J L, HOLLEY S L. Providing evidence-based care during the golden hour[J]. Nurs Womens Health, 2017, 21(6): 462-472.
- [15] THOMPSON-BRANCH A, HAVRANEK T. Neonatal hypoglycemia[J]. Pediatr Rev, 2017, 38(4): 147-57.
- [16] 张雅芝,彭华,刘亚兰,等.新生儿持续性肺动脉高压与先天性心脏病相关肺动脉高压导致心脏损伤的比较研究[J].临床心血管病杂志,2021,37(6):561-563.
- [17] 王顺兰,肖芳.新生儿低血糖症临床分析及发病因素的探究[J].中国处方药,2019,17(2):140-141.
- [18] 于玲玲,李春玉,唐琳熙,等.新生儿低血糖危险因素的 Meta 分析[J].中国医学创新,2021,18(8):160-165.
- [19] 杨洪萍.穴位按摩联合导乐分娩对初产妇心理状态、分娩情况及母婴结局的影响[J].长春中医药大学学报,2017,33(1):108-111.
- [20] 孙赵娜,李云云,吴兰君,等.精准化理念的健康宣教方案对妊娠期糖尿病患者认知水平及焦虑抑郁情绪的影响[J].现代临床护理,2017,16(1):38-42.
- [21] 许佳,赵敏.缩短禁食禁饮时间对妊娠期糖尿病剖宫产分娩结局的影响[J].护理学杂志,2019,34(5):29-31.
- [22] 陈卫中,倪宗瓚,潘晓平,等.用 ROC 曲线确定最佳临界点和可疑值范围[J].现代预防医学,2005(7):729-731.

(本文编辑:郁晓路)