

## 论著·临床研究

## 脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍风险预测模型的构建和验证

杨维振<sup>1</sup>, 艾云燕<sup>2</sup>, 徐灵洁<sup>3</sup>

(1. 山东大学齐鲁医院急诊外科一病区, 山东 济南 250000; 2. 山东大学齐鲁医院肿瘤内科, 山东 济南 250000; 3. 安庆市立医院骨科三病区, 安徽 安庆 246003)

**【摘要】目的** 构建脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍风险预测模型并验证模型效能。**方法** 回顾性分析山东大学齐鲁医院急诊外科病房 2023 年 1—10 月收治的 128 例脊髓损伤患者临床资料, 根据患者是否发生神经源性肠道功能障碍, 将其分为障碍组( $n=24$ )与非障碍组( $n=104$ ), 比较 2 组患者一般临床资料, 采用 logistic 回归分析影响脊髓损伤后发生神经源性肠道功能障碍的影响因素, 另选取 2023 年 12 月至 2024 年 2 月 42 例符合神经源性肠道功能障碍诊断标准的患者为验证组, 收集其临床资料, 采用受试者工作特性曲线(ROC)对模型进行外部验证。**结果** 单因素结果显示: 2 组患者糖尿病病史、脊髓损伤严重程度、脊髓损伤水平、脊髓损伤病程等方面比较, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。Logistic 结果显示, 糖尿病病史、脊髓损伤严重程度、脊髓损伤水平、脊髓损伤病程均是脊髓损伤后发生神经源性肠道功能障碍的影响因素( $P<0.05$ )。建模组 AUC 为 0.871(95%CI: 0.793~0.885), Hosmer-Lemeshow 结果显示,  $\chi^2=3.679, P=0.885$ ; 外部验证组 AUC 为 0.814(95%CI: 0.744~0.885), Hosmer-Lemeshow 结果显示,  $\chi^2=11.810, P=0.160$ 。建模组和训练组 DCA 曲线大部分落于  $Y=0$  上方。建模组与外部验证组校准曲线均与参考曲线高度贴合, 预测概率与实际概率接近, 校准度良好。**结论** 脊髓损伤糖尿病病史、脊髓损伤严重程度、损伤水平、脊髓损伤病程均是影响神经源性肠道功能障碍发生的独立影响因素。该研究构建的风险预警模型有较好的预测效能, 具有一定的临床应用价值。

**【关键词】** 脊髓损伤; 神经源性肠道功能障碍; 风险预测模型

DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2025.02.015

中图法分类号: R574.4

文章编号: 1009-5519(2025)02-0354-06

文献标识码: A

**Construction and validation of a risk prediction model for neurogenic bowel dysfunction after spinal cord injury**YANG Weizhen<sup>1</sup>, AI Yunyan<sup>2</sup>, XU Lingjie<sup>3</sup>

(1. The First Ward, Department of Emergency Surgery, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan, Shandong 250000, China; 2. Department of Oncology, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan, Shandong 250000, China; 3. The Third Ward, Department of Orthopedics, Anqing Municipal Hospital, Anqing, Anhui 246003, China)

**【Abstract】Objective** To construct a risk prediction model for neurogenic bowel dysfunction after spinal cord injury and verify the effectiveness of the model. **Methods** The clinical data of 128 patients with spinal cord injury admitted to the emergency surgery ward of Qilu Hospital of Shandong University from January to October 2023 were retrospectively analyzed. According to whether the patients had neurogenic bowel dysfunction, they were divided into the dysfunction group ( $n=24$ ) and the non-dysfunction group ( $n=104$ ). The general clinical data of the two groups were compared. Logistic regression analysis was used to analyze the influencing factors of neurogenic bowel dysfunction after spinal cord injury. In addition, 42 patients who met the diagnostic criteria of neurogenic bowel dysfunction from December 2023 to February 2024 were selected as the validation group. The clinical data were collected, and the receiver operating characteristic curve (ROC) was used to externally verify the model. **Results** Univariate results showed that there were significant differences in diabetes history, severity of spinal cord injury, injury level and course of spinal cord injury between the two

groups ( $P < 0.05$ ). Logistic results showed that the history of diabetes, the severity of spinal cord injury, the level of injury and the course of spinal cord injury were the influencing factors of neurogenic bowel dysfunction after spinal cord injury ( $P < 0.05$ ). The AUC of the modeling group was 0.871 (95% CI: 0.793–0.885). Hosmer-Lemeshow results showed that  $\chi^2 = 3.679, P = 0.885$ ; the AUC of the external validation group was 0.814 (95% CI: 0.744–0.885). Hosmer-Lemeshow results showed that  $\chi^2 = 11.810, P = 0.160$ . The DCA curve of the modeling group and the training group mostly fell above  $Y = 0$ . The calibration curves of the modeling group and the external verification group were highly fitted with the reference curve, the predicted probability was close to the actual probability, and the calibration degree was good. **Conclusion** The history of spinal cord injury diabetes, the severity of spinal cord injury, the level of injury, and the course of spinal cord injury are all independent factors affecting the occurrence of neurogenic intestinal dysfunction. The risk early warning model constructed in this study has good predictive performance and has certain clinical application value.

**[Key words]** Spinal cord injury; Neurogenic bowel dysfunction; Risk prediction model

脊髓损伤是临床常见的神经系统损伤,多由交通事故、运动伤害、跌倒及医疗意外等多种原因引起,可导致肢体运动、感觉和自主神经功能出现丧失<sup>[1]</sup>。据世界卫生组织的数据显示,全球每年有数十万人因脊髓损伤而残疾或丧命,这对患者及其家庭产生了极大的生理、心理和经济负担<sup>[2]</sup>。虽然医疗技术的不断进步和康复治疗的发展可以有效改善患者的生活质量,但脊髓损伤后的并发症仍然是一个严重的挑战。神经源性肠道功能障碍是脊髓损伤后常见的并发症之一<sup>[3]</sup>。脊髓损伤会导致胃肠道的神经调节功能受损,进而影响消化、吸收和排泄功能,造成了肠道功能障碍,不仅给患者的生活带来了极大的不便,还可能导致严重的健康问题,如便秘、腹泻、肠梗阻等,严重影响患者的生活质量<sup>[4]</sup>。因此,构建并验证脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍风险预测模型对于及早识别患者并进行有效干预至关重要。本文旨在探讨脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的风险预测模型构建方法及其验证过程,为临床实践提供新的理论和实证依据。通过深入研究,希望能为预防和治疗这一并发症提供新的思路和策略,以改善患者的长期康复和生活质量。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析 2023 年 1—10 月山东大学齐鲁医院急诊外科收治的 128 例脊髓损伤患者的临床资料,根据患者是否发生神经源性肠道功能障碍,将患者分为障碍组( $n = 24$ )和非障碍组( $n = 104$ )。诊断标准:(1)脊髓损伤符合《脊髓损伤神经学分类国际标准》<sup>[5]</sup>的诊断标准,即体征或影像学检查证实存在脊髓结构和功能损害,常表现为脊髓损伤水平脊髓神经功能(运动、感觉、括约肌和自主神经功能)的障碍;(2)神经源性肠道功能障碍符合《OMGE 临床指南:便秘》<sup>[6]</sup>中的诊断标准。纳入标准:(1)符合上述诊断标准;(2)年龄 $\geq 18$  周岁;(3)生命体征平稳;(4)

患者脊髓损伤前无慢性便秘病史。排除标准:(1)患者资料不完整,无法进行有效的数据分析和评估;(2)同时存在其他严重并发症,如感染、器官功能衰竭等,影响对肠道功能的评估和干预;(3)长期使用影响肠道功能的药物,如抗生素、镇痛药物等;(4)存在其他自主神经系统疾病,如糖尿病性神经病变、多发性系统萎缩等。本研究经山东大学齐鲁医院医学伦理委员会审批通过(批号:202210-11)。所有参与研究的患者及家属在充分了解研究内容后,均已签署书面知情同意书。

**1.2 调查方法** 采用一般资料调查表,统计脊髓损伤患者年龄、性别、体重指数(BMI)、糖尿病病史、高血压病史、教育水平、婚姻状态、脊髓损伤严重程度、损伤水平、损伤类型、脊髓损伤病程<sup>[7]</sup>。使用美国脊髓损伤协会(ASIA)指定的标准<sup>[8]</sup>评估脊髓损伤严重程度:ASIA-A 为完全脊髓损伤,同时伴感觉和运动功能完全丧失;ASIA-B 为脊髓损伤伴感觉功能部分丧失,运动功能完全丧失;ASIA-C 为脊髓损伤伴运动功能部分丧失,虽有肢体运动,但超过 50% 的肌群尚无法抵抗重力;ASIA-D 为脊髓损伤伴运动功能部分丧失,有肢体运动,且超过 50% 肌群能够抵抗重力。为减少偏倚,在问卷收集和数据分析过程中使用随机抽样方法,由独立第三方进行随机分配和问卷收集,数据在处理前进行编码和匿名化,分析人员无法通过数据识别组别。为了确保数据录入的准确性和完整性,由 2 名数据录入人员分别独立地将调查表数据录入数据库,以确保录入准确性。

**1.3 统计学处理** 应用 SPSS25.0 统计软件对数据进行分析,符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用  $t$  检验;计数资料以率表示,采用  $\chi^2$  检验。以是否发生误吸作为因变量,通过单因素、二元 logistic 回归,获取脊髓损伤后发生神经源性肠道功能障碍的独立预测因素,并基于 R studio 软件绘制列线图模型,

采用受试者工作特征(ROC)曲线、Hosmer-Lemeshow 检验、决策曲线(DCA)进行预测模型评价及验证。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 2 组患者临床资料比较 128 例脊髓损伤患者

中,24 例患者出现肠道功能障碍,104 例患者未出现肠道功能障碍。2 组在糖尿病病史、脊髓损伤严重程度、脊髓损伤水平、脊髓损伤病程等方面比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 2 组患者临床资料比较

项目	障碍组( $n=24$ )	非障碍组( $n=104$ )	$t/\chi^2$	$P$
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	61.96 ± 9.74	59.43 ± 9.50	1.171	0.244
性别( $n$ )			0.128	0.721
男	15	69		
女	9	35		
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	23.63 ± 2.49	23.78 ± 2.71	0.248	0.804
糖尿病病史( $n$ )			10.697	<0.001
有	13	22		
无	11	82		
高血压病史( $n$ )			0.008	0.930
有	9	38		
无	15	66		
教育水平( $n$ )			0.908	0.635
初中及以下	7	38		
高中	11	37		
专科及以上	6	29		
婚姻状态( $n$ )			0.608	0.738
未婚	2	6		
已婚	19	89		
离异或丧偶	3	9		
脊髓损伤严重程度( $n$ )			8.306	0.040
ASIA-A	9	16		
ASIA-B	7	28		
ASIA-C	6	27		
ASIA-D	2	33		
脊髓损伤水平( $n$ )			11.390	0.003
颈髓	11	18		
胸髓	9	37		
腰髓	4	49		
损伤类型( $n$ )			0.167	0.920
高空坠落	7	34		
交通事故	10	39		
体育运动或其他	7	34		
脊髓损伤病程( $n$ )			1.625	0.126
<1 年	3	37		
1~<3 年	7	36		
3~<5 年	6	22		
≥5 年	8	9		

**2.2 脊髓损伤后发生神经源性肠道功能障碍的影响因素分析** 以患者是否发生神经源性肠道功能障碍为因变量,单因素分析中  $P < 0.05$  的变量为自变量, logistic 结果显示, 糖尿病病史、脊髓损伤严重程度、脊髓损伤水平、脊髓损伤病程均是脊髓损伤后发生神经源性肠道功能障碍的影响因素 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 2 赋值表

变量	赋值
是否发生神经源性肠道功能障碍	障碍组=1, 非障碍组=2
糖尿病病史	有=1, 无=2
脊髓损伤严重程度	ASIA-A=1, ASIA-B=2, ASIA-C=3, ASIA-D=4
损伤水平	颈髓=1, 胸髓=2, 腰髓=3
脊髓损伤病程	<1 年=1, 1~<3 年=2, 3~<5 年=3, ≥5 年=4

**2.3 脊髓损伤后发生神经源性肠道功能障碍的预测模型构建** 根据二元 logistic 分析中差异有统计学意

表 3 脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的二元 logistic 分析

变量	B	标准误差	瓦尔德	显著性	EXP(B)	EXP(B)的 95% 置信区间
糖尿病病史	1.596	0.568	7.890	0.005	4.935	1.620~15.031
脊髓损伤严重程度	0.740	0.271	7.469	0.006	2.095	1.233~3.562
脊髓损伤水平	0.876	0.365	5.754	0.016	2.401	1.174~4.911
脊髓损伤病程	-0.743	0.267	7.759	0.005	0.476	0.282~0.802

**2.4 脊髓损伤后发生神经源性肠道功能障碍预测模型的评价及验证** 建模组 AUC 为 0.871 (95% CI: 0.793~0.885), Hosmer-Lemeshow 结果显示,  $\chi^2 = 3.679, P = 0.885$ ; 外部验证组 AUC 为 0.814 (95% CI: 0.744~0.885), Hosmer-Lemeshow 结果显示,  $\chi^2 = 11.810, P = 0.160$ 。建模组和训练组 DCA 曲线大部分落于  $Y=0$  上方。建模组与外部验证组校准曲线均与参考曲线高度贴合, 预测概率与实际概率接近, 校准度良好。见图 2~7。

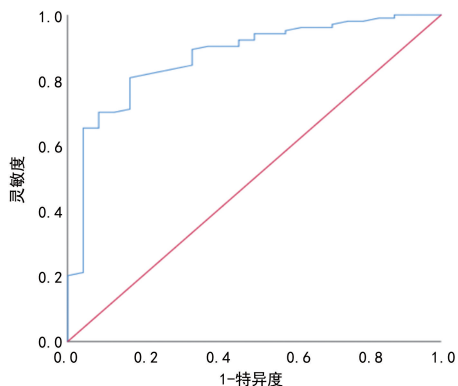


图 2 建模组 ROC

义的变量构建列线图, 每个因素所对应的分数相加得到列线图总分, 总分对应的概率为脊髓损伤后发生神经源性肠道功能障碍发生的风险值。见图 1。

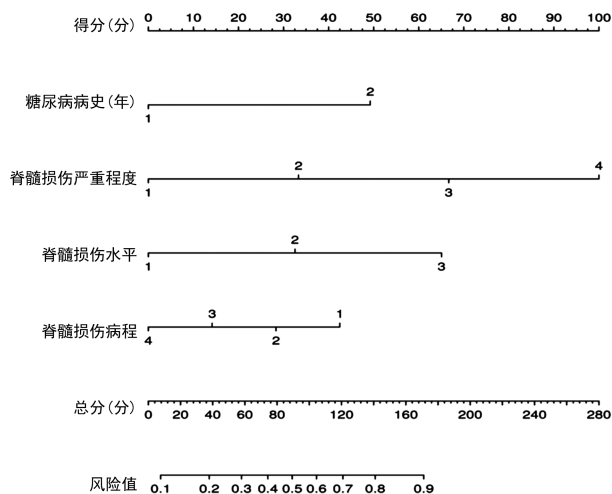


图 1 脊髓损伤后发生神经源性肠道功能障碍的列线图模型

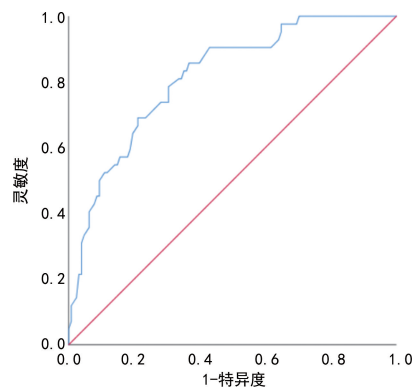


图 3 外部验证组 ROC

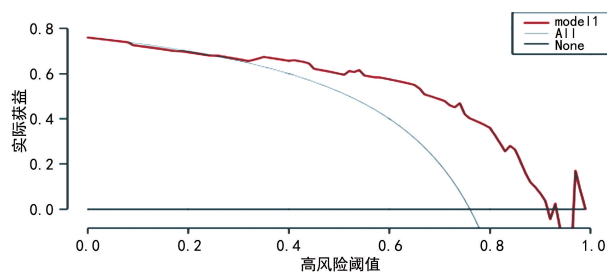


图 4 建模组 DCA

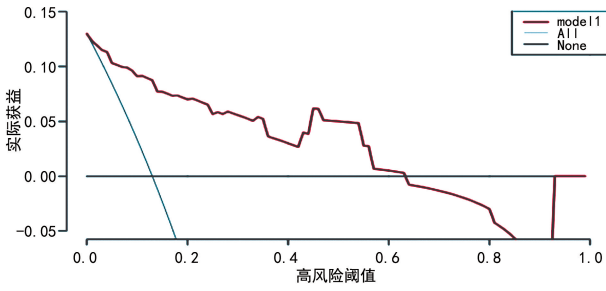


图 5 外部验证组 DCA

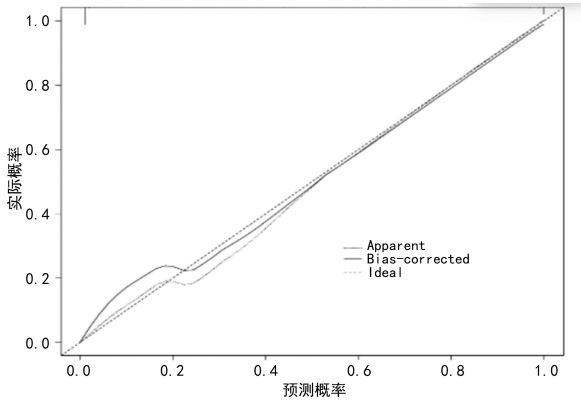


图 6 建模组校准曲线

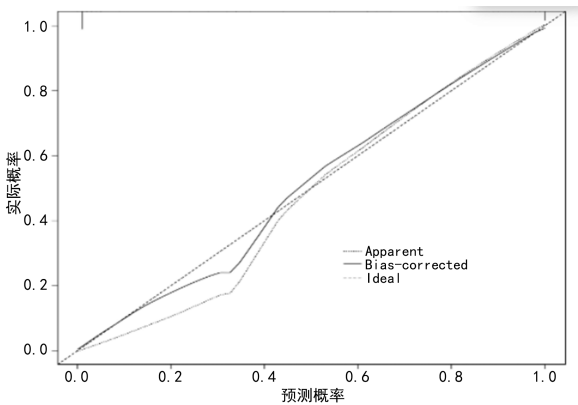


图 7 外部验证组校准曲线

### 3 讨 论

脊髓损伤通常由外力作用于脊髓区域而引起,脊髓损伤的严重程度和范围取决于损伤部位、程度和类型,但无论其具体形式如何,均可能导致局部或全身性的功能障碍,对患者的生活质量产生长期而严重的影响<sup>[9]</sup>。在脊髓损伤的后续管理中,神经源性肠道功能障碍是一个极具挑战性的问题,该功能障碍常常被忽视,可引起诸如便秘、排便不规律、肠道感染等一系列症状,严重时甚至可能导致严重的肠道并发症,如肠梗阻或肠道感染,进而影响患者的营养吸收和免疫功能<sup>[10]</sup>。由于神经源性肠道功能障碍的症状不易被患者和医生充分认识,且缺乏有效的治疗手段,因此常常被忽视或被误诊,不仅影响了患者的生活质量,还增加了其并发症的发生风险,甚至对患者的生命构成威胁<sup>[11]</sup>。因此,对于脊髓损伤患者而言,及时有效地预测和管理神经源性肠道功能障碍至关重要。

本研究回顾性分析了 128 例脊髓损伤患者的临床资料,对脊髓损伤患者发生神经源性肠道功能障碍风险进行单因素分析,结果显示:糖尿病病史、脊髓损伤严重程度、脊髓损伤水平、脊髓损伤病程与脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍发生均有关( $P < 0.05$ )。为确保研究的可靠性和综合性,本研究进一步进行了 logistic 回归分析,发现在考虑多个因素的情况下,糖尿病病史、脊髓损伤严重程度、脊髓损伤水平、脊髓损伤病程等仍然是显著的预测因子,与脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍密切相关。分析其原因在于:(1)糖尿病病史。多项研究表明,糖尿病患者多数存在周围神经病变,脊髓损伤后神经受损更加显著,而叠加糖尿病所带来的神经病变会进一步削弱肠道神经的功能,导致肠道功能障碍的发生<sup>[12]</sup>。糖尿病会对微血管病变和神经营养功能产生影响,导致脊髓损伤区域的血液供应不足,加重损伤后的神经源性肠道功能障碍,血管病变还会导致肠道组织的缺血和营养不良,进而影响肠道的正常功能<sup>[13]</sup>。另外,刘红芳等<sup>[14]</sup>研究指出,糖尿病常伴随一系列并发症,如神经病变、血管病变、自主神经病变等,这些并发症会直接或间接地影响肠道的神经调控和功能,增加了发生神经源性肠道功能障碍的风险。(2)脊髓损伤严重程度。脊髓损伤严重程度根据 ASIA 标准通常分为 4 个等级。ASIA-A 为完全性脊髓损伤,由于脊髓完全中断了从大脑到肠道的神经传导通路,使得肠道无法接受来自神经系统的正常调节信号,从而导致肠道功能完全丧失<sup>[15]</sup>。ASIA-B 为不完全性脊髓损伤,虽然运动功能有部分保留,但由于感觉功能完全丧失,肠道的神经调节和感知功能仍然受到严重影响。因此,这些患者同样面临较高的神经源性肠道功能障碍的风险<sup>[16]</sup>。ASIA-C 为不完全性脊髓损伤,在 ASIA-C 级别的患者中,尽管感觉和部分运动功能得到了保留,但损伤仍然对神经传导造成影响,会导致肠道功能的部分丧失或异常,但也有研究指出,这还取决于脊髓损伤的具体位置和严重程度。ASIA-D 为不完全性脊髓损伤,尽管神经功能有所保留,但由于脊髓损伤导致神经传导通路的部分受损,影响肠道的正常神经调节和运动功能。(3)脊髓损伤水平。脊髓损伤后发生神经源性肠道功能障碍的影响受到损伤水平的显著影响,尤其是颈髓和胸髓水平的损伤,颈髓位于颈椎区域,主要控制着上半身的神经传导<sup>[17]</sup>。颈髓损伤会影响到神经支配肠道的上部,包括食道和胃,导致吞咽困难、食物反流和消化不良等问题,严重影响患者的饮食功能和消化过程<sup>[18]</sup>。胸髓位于胸椎区域,主要负责神经传导到胸部以下的腹部和下肢,胸髓损伤可能直接影响到神经支配肠道的中部和下部,包括小肠和大肠,能导致排便困难、肠道梗阻和大便失禁等症状,影响消化和排泄功能的正常进行<sup>[19]</sup>。(4)脊髓损伤病

程。脊髓损伤后,由于损伤严重,神经再生和重塑受到限制,即使有一定程度的修复,也会由于瘢痕组织形成或神经再生不完整而导致神经传导通路的异常,进而影响肠道的神经调节功能,增加了发生神经源性肠道功能障碍的风险<sup>[20]</sup>。WANG 等<sup>[21]</sup>研究指出,长期的脊髓损伤会导致肠道组织的代偿性变化,包括肠道壁的肌肉萎缩、黏膜层的损伤等,导致肠道功能的进一步受损,增加了患者发生神经源性肠道功能障碍的可能性。

本研究基于 R 语言及 logistic 分析结果,构建了脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的列线图模型,并采用外部验证法进行验证。其中建模组 AUC 为 0.871,外部验证组 AUC 为 0.814,表明模型在预测脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的能力较强。在 Hosmer-Lemeshow 检验中, $P > 0.05$  表明模型的拟合效果良好,与实际观察值吻合度较高。此外,DCA 曲线显示,在建模组和外部验证组中,大部分曲线都位于  $Y=0$  上方,表明该模型对于决策的净益是正的,具有一定的临床应用前景。校准曲线与参考曲线高度贴合,预测概率与实际概率接近,表明模型的校准度良好,具有较高的稳定性和可靠性。此外,该列线图模型中的指标在临床中获取难度低、无须进行额外的临床检验,在基层医院的适应性价格。但本研究局限性在于:由于本研究为回顾性研究,存在信息获取的局限性,可能导致数据的不完整或不准确,未能考虑到患者治疗方案的差异等。因此,在将模型应用于临床实践之前,还需要进行更多的大样本、多中心的前瞻性研究来验证其有效性和可靠性。

综上所述,脊髓损伤糖尿病病史、脊髓损伤严重程度、损伤水平、脊髓损伤病程是影响神经源性肠道功能障碍发生的独立影响因素。本研究构建的风险预警模型有较好的预测效能,有一定的临床应用价值。

## 参考文献

- [1] 朱红艳,徐维昉. 脊髓损伤型胸腰椎骨折病人术后早期发生低氧血症预测模型的建立[J]. 护理研究,2023,37(8):1338-1343.
- [2] RUPAKSHIVAKO T I, NIKHILGUP T E, NATHELLA PAVANKUMAR S, et al. Intestinal barrier dysfunction and microbial translocation in human immunodeficiency virus-infected pregnant women are associated with preterm birth[J]. Clin Infect Dis, 2018, 67(7): 1103-1109.
- [3] 欧阳建,杨淇,倪力力,等. 针灸治疗脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的 Meta 分析[J]. 中国医学创新,2022,19(16):174-179.
- [4] 余雨荷,邓石峰,许明,等. 针灸治疗脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的研究进展[J]. 中国康复理论与实践,2020,26(3):355-358.

- [5] 美国脊髓损伤协会,国际脊髓损伤学会,李建军,等. 脊髓损伤神经学分类国际标准(2011 年修订)[J]. 中国康复理论与实践,2011,17(10):963-971.
- [6] 焦志勇,王伟岸. OMGE 临床指南:便秘[J]. 胃肠病学和肝病学杂志,2002,11(4):382-384.
- [7] 欧阳建,杨淇,倪力力,等. 针灸治疗脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍的 Meta 分析[J]. 中国医学创新,2022,19(16):174-179.
- [8] 康海琼,周红俊,刘根林,等. 脊髓损伤神经学分类国际标准检查表 2019 版最新修订及解读[J]. 中国康复理论与实践,2019,25(8):983-985.
- [9] MENG Y F, ZHANG J W, TONG A N, et al. Prognosis of traumatic spinal cord injury in children: Follow-up of 86 patients[J]. Chin J Traumatol, 2023, 26(1): 14-19.
- [10] 鲍思辰,温佳华,张源渊,等. 电针配伍穴位通过 HIF-1 $\alpha$ /VEGF 通路对大鼠脊髓损伤后运动功能的影响[J]. 中国康复医学杂志,2023,38(9):1192-1198.
- [11] 杜萌萌. 便秘膏保留灌肠联合综合疗法治疗脊髓损伤后神经源性肠道功能障碍(便秘型)的疗效及对 SF-36、FIM 评分的影响[J]. 中医研究,2022,35(8):46-50.
- [12] 尹丹丹,陶菊,陈霞,等. 脑卒中患者神经源性肠道功能障碍自我管理体验的质性研究[J]. 护理学杂志,2023,38(8):33-36.
- [13] 金妍文,樊星,吴晓,等. 术中球海绵体肌反射监测对脊髓圆锥或马尾肿瘤手术患者肠道功能结局的预测价值[J]. 中华神经外科杂志,2023,39(4):368-373.
- [14] 刘红芳,龙彩雪,黎声芳,等. 老年脊髓损伤患者发生严重神经源性肠道功能障碍的危险因素及风险模型构建[J]. 中国老年学杂志,2022,42(23):5746-5748.
- [15] WANG J Z, YANG M, MENG M, et al. Clinical characteristics and treatment of spinal cord injury in children and adolescents[J]. Chin J Traumatol, 2023, 26(1): 8-13.
- [16] AL-SAMMARRAIE N, MAHMOOD M, RAY S K. Neuroprotective role of Noggin in spinal cord injury[J]. Neural Regen Res, 2023, 18(3): 492-496.
- [17] KANG J N, SUN Z F, LI X Y, et al. Alterations in gut microbiota are related to metabolite profiles in spinal cord injury[J]. Neural Regen Res, 2023, 18(5): 1076-1083.
- [18] 韦小梅,方芳,刘莹,等. 脊髓损伤患者排便功能障碍干预方法的研究进展[J]. 护理学杂志,2017,32(12):109-112.
- [19] CHEN C, JI H, JIANG N, et al. Thrombin increases the expression of cholesterol 25-hydroxylase in rat astrocytes after spinal cord injury[J]. Neural Regen Res, 2023, 18(6): 1339-1346.
- [20] 庄维松,彭娟娟,白子荣,等. 脊髓损伤神经源性肠道功能障碍康复干预进展[J]. 中国康复医学杂志,2021,36(6):743-747.
- [21] WANG X, SHEN Z, ZHANG H, et al. Bexarotene improves motor function after spinal cord injury in mice[J]. Neural Regen Res, 2023, 18(12): 2733-2742.