

基于 DynNom 动态评分构建儿童支原体肺炎 并发器官功能障碍的风险预测模型

郭玉梅,李桂涛,赵 敏,岳崇贞
(阜阳市人民医院儿科,安徽 阜阳 236000)

[摘要]目的 分析儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的危险因素,建立儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型。方法 选取 2022 年 1 月至 2024 年 7 月阜阳市人民医院收治的 375 例儿童支原体肺炎作为研究对象,根据儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍情况将其分为肺外器官功能障碍组和无肺外器官功能障碍组。通过 LASSO 回归及 Logistic 回归筛选儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的危险因素,构建列线图模型,利用受试者工作特征(ROC)曲线、校正曲线及决策曲线评估列线图模型的预测效能。结果 Logistic 回归分析结果显示,营养不良、重症肺炎、胸腔积液、鼻炎、呼吸衰竭均是儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的危险因素(OR 值介于 2.853 到 3.894 之间, $P<0.05$)。儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型的 ROC 曲线下面积是 0.728(95% CI :0.655~0.802),校正曲线与理想曲线基本拟合;决策曲线显示列线图模型的获益值较高。结论 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型具有一定临床实用性。

[关键词]儿童;支原体肺炎;器官功能障碍;危险因素;动态列线图模型

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2026.05.015

[中图分类号]R179

[文献标识码]A

[文章编号]1673-5293(2026)05-0103-06

Construction of a DynNom-based dynamic nomogram model for predicting the risk of organ dysfunction in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*

GUO Yumei, LI Guitao, ZHAO Min, YUE Chongzhen

(Department of Pediatrics, Fuyang People's Hospital, Anhui Fuyang 236000, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the risk factors for extrapulmonary organ dysfunction in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* and to establish a nomogram model for extrapulmonary organ dysfunction in these children. **Methods** A total of 375 children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* admitted to Fuyang People's Hospital from January 2022 to July 2024 were selected as the study subjects. They were divided into two groups: those with extrapulmonary organ dysfunction and those without, based on the presence of extrapulmonary organ dysfunction. The risk factors for extrapulmonary organ dysfunction in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* were screened by LASSO regression and logistic regression. A nomogram model was established using R, and the predictive performance of the nomogram model was evaluated by receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve and decision curve analysis (DCA). **Results** Logistic regression analysis showed that malnutrition, severe pneumonia, pleural effusion, rhinitis and respiratory failure were all risk factors for extrapulmonary organ dysfunction in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* (OR values ranged from 2.853 to 3.894, $P<0.05$). The area under ROC curve of the nomogram model for children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* complicated with extrapulmonary organ dysfunction was 0.728 (95% CI : 0.655-0.802), and the calibration curve showed good agreement with the ideal curve. The decision curve showed that the nomogram model had a high net benefit. **Conclusion** The nomogram model for extrapulmonary organ dysfunction in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* has clinical applicability.

[Key words] Child; *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*; organ dysfunction; risk factor; dynamic nomogram model

支原体肺炎(*Mycoplasma pneumoniae pneumonia*, MPP)是由肺炎支原体引起的呼吸道感染,多发生于儿童,约占据了儿童社区获得性肺炎的 10%~

40%^[1]。儿童支原体肺炎不仅会引起胸腔积液、肺不张及肺坏死等呼吸系统损害,还可能会累及肝脏、肾脏及脑等器官,诱发肺外器官功能障碍,肺外器官

[收稿日期]2025-04-21

[基金项目]安徽省卫生健康科研项目立项项目(AHWJ2023A20481)

[作者简介]郭玉梅(1985—),女,副主任医师,主要从事儿科疾病研究。

[通讯作者]李桂涛,副主任医师。

功能障碍不仅增加了儿童支原体肺炎治疗的复杂性,也对患儿的预后产生了潜在威胁^[1-2]。因此,探讨儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的危险因素,并建立相关预测模型,具有重要意义。本研究建立儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型,以期为儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的预防提供一定参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2022 年 1 月至 2024 年 7 月阜阳市人民医院收治的 375 例儿童支原体肺炎作为研究对象。入选标准:年龄 ≤ 18 岁;经医院相关检查符合《儿童肺炎支原体肺炎诊治专家共识》^[3]中支原体肺炎的诊断标准:听诊肺部有湿啰音,有呼吸困难、咳嗽、发热等症状,肺炎支原体特异性抗体 IgM 阳性;依从性良好,可以配合研究;家属知情同意本研究,且已签字。排除标准:入院前近期使用过免疫调节药物、糖皮质激素及大环内酯类药物;认知功能障碍或精神疾病;恶性肿瘤、先天性心脏病、免疫缺陷。本研究经阜阳市人民医院伦理委员会批准(审批号:[2021]92 号)。

1.2 肺外器官功能障碍的判断

参考 2012 年拯救脓毒症运动国际指南的脏器功能障碍诊断标准^[4]对肺外器官功能障碍进行判断,本研究根据儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍情况将其分为肺外器官功能障碍组和无肺外器官功能障碍组。

1.3 资料收集

通过医院电子病历系统收集两组儿童支原体肺炎的临床资料,包括年龄、性别、发热程度、发热时间、发病季节、病灶分布、营养不良、重症肺炎、胸腔积液、肺实变、鼻炎、呼吸衰竭等资料。

1.4 统计学方法

以 SPSS 24.0 软件分析数据,选择卡方检验对比分类变量。采用最小绝对收缩和选择算子(least absolute shrinkage and selection operator, LASSO)筛选儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的预测因素,采用 Logistic 回归筛选儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的危险因素,当 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。采用 R(R4.2.3)软件建立儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线、校正曲线和决策曲线评价列线图模型的预测性能。

2 结果

2.1 肺外器官功能障碍组与无肺外器官功能障碍组儿童一般资料分析

肺外器官功能障碍组与无肺外器官功能障碍组儿童的年龄、性别、发热程度、发热时间、发病季节、病灶分布、肺实变等资料差异均无统计学意义($P > 0.05$),而两组儿童的营养不良、重症肺炎、胸腔积液、鼻炎、呼吸衰竭等资料差异均有统计学意义(χ^2 值介于 9.419 到 13.413 之间, $P < 0.05$)。见表 1。

表 1 肺外器官功能障碍组与无肺外器官功能障碍组儿童一般资料分析[n(%)]

Table 1 Baseline characteristics of children with and without extrapulmonary organ dysfunction [n(%)]

项目	肺外器官功能障碍组(n=62)	无肺外器官功能障碍组(n=313)	χ^2	P 值
年龄(岁)			0.930	0.335
≤ 6	38(61.29)	171(54.63)		
> 6	24(38.71)	142(45.37)		
性别			0.232	0.630
女	27(43.55)	126(40.26)		
男	35(56.45)	187(59.74)		
发热程度($^{\circ}\text{C}$)			1.204	0.272
≥ 39	17(27.42)	66(21.09)		
< 39	45(72.58)	247(78.91)		
发热时间(d)			0.601	0.438
> 7	19(30.65)	81(25.88)		
≤ 7	43(69.35)	232(74.12)		

(转下表)

(续上表)

项目	肺外器官功能障碍组(n=62)	无肺外器官功能障碍组(n=313)	χ^2	P 值
发病季节			0.121	0.728
夏秋	20(32.26)	94(30.03)		
春冬	42(67.74)	219(69.97)		
病灶分布			0.437	0.509
双肺	15(24.19)	64(20.45)		
单肺	47(75.81)	249(79.55)		
营养不良			12.761	<0.001
是	13(20.97)	21(6.71)		
否	49(79.03)	292(93.29)		
重症肺炎			13.413	<0.001
是	15(24.19)	26(8.31)		
否	47(75.81)	287(91.69)		
胸腔积液			10.187	0.001
是	19(30.65)	44(14.06)		
否	43(69.35)	269(85.94)		
肺实变			0.550	0.458
是	39(62.90)	181(57.83)		
否	23(37.10)	132(42.17)		
鼻炎			9.419	0.002
是	16(25.81)	35(11.18)		
否	46(74.19)	278(88.82)		
呼吸衰竭			11.803	0.001
是	7(11.74)	7(2.24)		
否	55(88.26)	306(97.76)		

2.2 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的
预测因素筛选

LASSO 回归分析的结果显示,年龄、发热程度、
发热时间、营养不良、重症肺炎、胸腔积液、鼻炎、呼

吸衰竭是系数不为零的预测因素,经过十折交叉验
证后,保留营养不良、重症肺炎、胸腔积液、鼻炎、呼

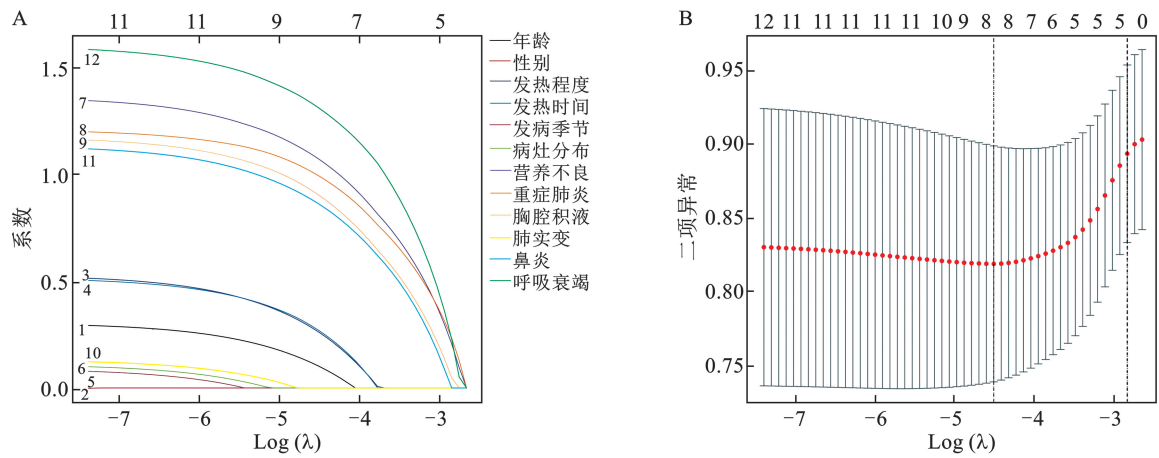


图 1 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的 LASSO 回归分析结果

Fig. 1 LASSO regression analysis analysis of extrapulmonary organ dysfunction
in children with Mycoplasma pneumoniae pneumonia

2.3 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的危险因素

以儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍为因变量(1=发生,0=未发生),以营养不良、重症肺炎、胸腔积液、鼻炎、呼吸衰竭为自变量进行 Logistic 回

归分析,赋值见表 2。结果显示,营养不良、重症肺炎、胸腔积液、鼻炎、呼吸衰竭均是儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的危险因素(OR 值介于 2.853 到 3.894 之间, $P<0.05$)。见表 2。

表 2 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的 Logistic 回归分析
Table 2 Logistic regression analysis of extrapulmonary organ dysfunction in children with Mycoplasma pneumoniae pneumonia

因素	β	S. E.	Wald χ^2	P	OR	95%CI	
						下限	上限
营养不良	1.203	0.423	8.096	0.004	3.331	1.454	7.630
重症肺炎	1.121	0.398	7.921	0.005	3.069	1.406	6.701
胸腔积液	1.080	0.348	9.651	0.002	2.946	1.490	5.823
鼻炎	1.048	0.369	8.073	0.004	2.853	1.384	5.880
呼吸衰竭	1.359	0.602	5.091	0.024	3.894	1.195	12.682

2.4 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型

以儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍为因变量,以营养不良、重症肺炎、胸腔积液、鼻炎、呼吸衰竭为自变量,构建了儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型,见图 2,总分为 0 分~360 分,对应儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的概率是 0.08~0.92,并构建了儿童支原体肺炎并发

肺外器官功能障碍的动态列线图模型(<https://dongtaishuai.shinyapps.io/dynnomapp-2/>),见图 3。儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型的 ROC 曲线下面积是 0.728(95%CI:0.655~0.802),见图 4;校正曲线与理想曲线基本拟合,见图 5;决策曲线显示阈值概率是 9%~54%时,列线图模型的获益值较高,见图 6。

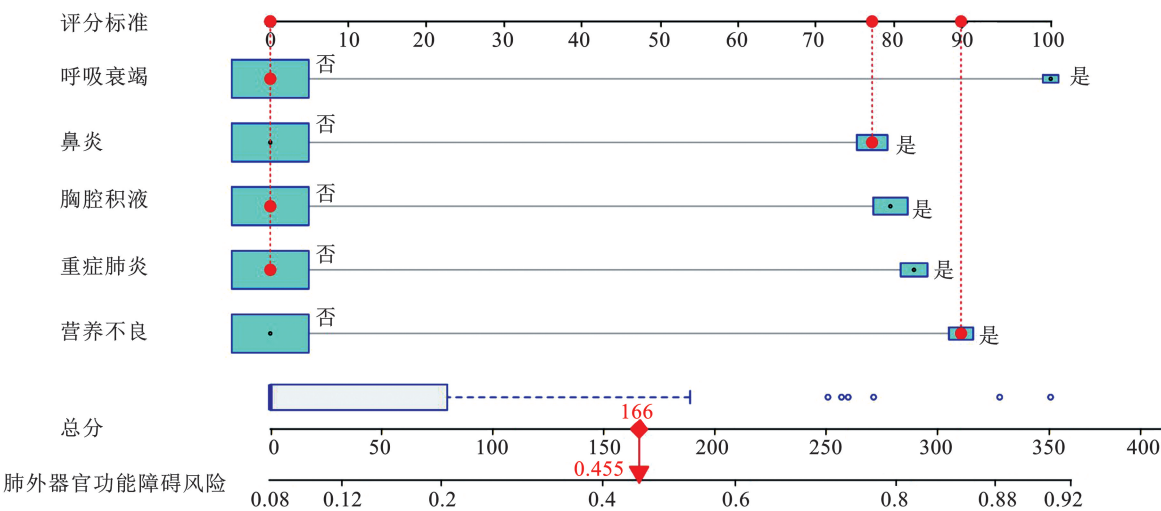


图 2 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型
Fig. 2 Nomogram model for extrapulmonary organ dysfunction in children with Mycoplasma pneumoniae pneumonia

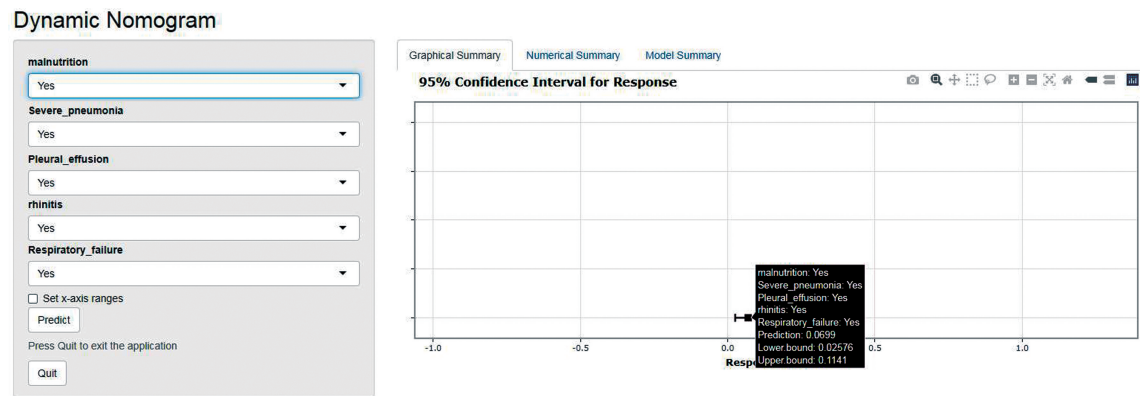


图 3 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍动态列线图模型

Fig. 3 Dynamic nomogram model for extrapulmonary organ dysfunction in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*

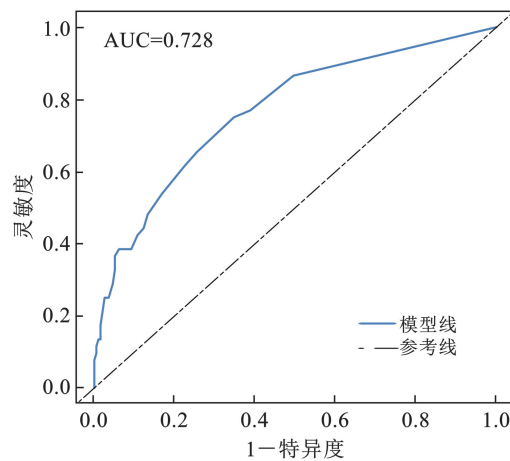


图 4 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍列线图模型的 ROC 曲线

Fig. 4 ROC curve of the nomogram model for extrapulmonary organ dysfunction in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*

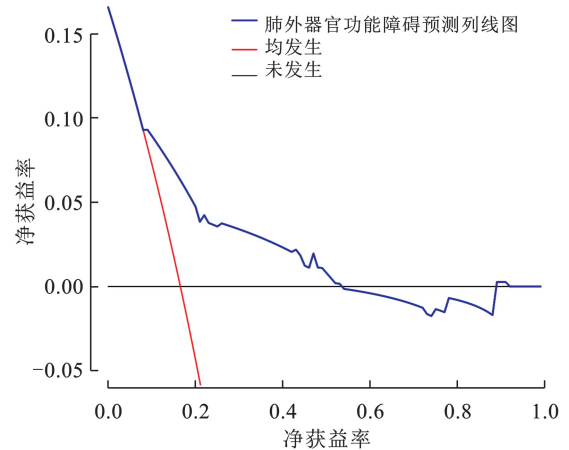


图 6 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍列线图模型的决策曲线

Fig. 6 Decision curve of the nomogram model for extrapulmonary organ dysfunction in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*

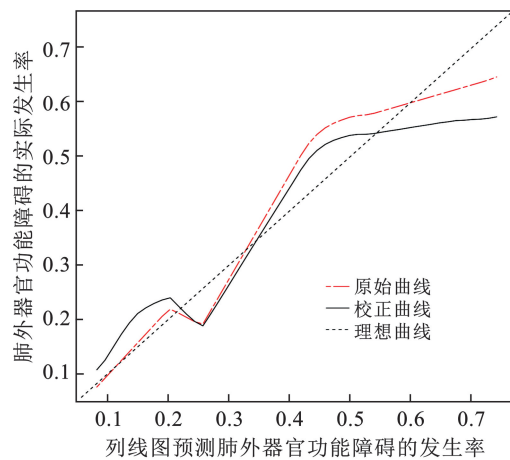


图 5 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍列线图模型的校正曲线

Fig. 5 Calibration curve of the nomogram model for extrapulmonary organ dysfunction in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*

3 讨论

3.1 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的危险因素

支原体肺炎是儿童常见的一种社区获得性肺炎,当感染引发免疫反应或直接侵袭肺外器官时,可导致肺外器官功能障碍,给患儿的生命安全带来了极大危害^[5]。本研究结果显示,营养不良、重症肺炎、胸腔积液、鼻炎、呼吸衰竭均是儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的危险因素($P<0.05$)。营养不良会削弱儿童支原体肺炎的免疫功能,感染难以有效控制,导致感染持续存在或扩散,增加肺外器官受累的风险,从而引起肺外器官功能障碍。重症肺炎会引起微循环障碍,即微血管血流不畅,影响各

器官的氧气输送和血液供应^[6],进而引发肺外器官功能障碍。胸腔积液会占据胸膜腔的空间,压迫肺组织,直接影响肺的通气和换气功能,肺通气不足,血液中氧气的含量降低,影响各器官的正常功能,进而导致肺外器官功能障碍。鼻炎引起的鼻腔炎症会导致多种炎症介质的释放,炎症介质通过血液循环扩散到全身,进而影响其他器官的功能,引起肺外器官功能障碍。呼吸衰竭引起的低氧血症会导致全身各器官和组织供氧不足,影响细胞的代谢和功能^[7],进而导致肺外器官功能障碍。

3.2 儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型的构建与验证

本研究构建了儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型,ROC 曲线、校正曲线和决策曲线结果显示列线图模型对儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的预测价值较好。动态列线图模型灵活性更强,操作简单,便于医患沟通^[8]。本研究构建了儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的动态列线图模型,临床工作中可结合儿童支原体肺炎的危险因素利用动态列线图预测儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的概率,指导患儿家属做好预防。

3.3 小结

综上所述,营养不良、重症肺炎、胸腔积液、鼻炎、呼吸衰竭均是儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的危险因素,儿童支原体肺炎并发肺外器官功能障碍的列线图模型的临床实用性尚可。本研究的限制性:本研究是单中心回顾性研究,未进行外部验证,结果可能存在一定局限性,因此,有待今后纳入更多的病例,进行多中心的研究,以进一步评估模

型的稳定性。

[参考文献]

- [1]黄乐乐,李正莉,曹玲,等.儿童肺炎支原体感染合并凝血功能障碍的临床资料分析[J].中华微生物学和免疫学杂志,2023,43(12):932-938.
- [2]Li S,Zhou J,He J,et al.Clinical profiles of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children with different pleural effusion patterns: a retrospective study[J]. BMC Infect Dis,2024,24(1):919.
- [3]中华医学会儿科学分会呼吸学组,《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会.儿童肺炎支原体肺炎诊治专家共识(2015年版)[J].中华实用儿科临床杂志,2015,30(17):1304-1308.
- [4]Dellinger R P,Levy M M,Rhodes A,Annane D,et al.Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock,2012[J]. Intensive Care Med,2013,39(2):165-228.
- [5]张育才,孙汀.儿童肺炎支原体相关凝血功能障碍与血栓形成[J].中国小儿急救医学,2021,28(1):16-19.
- [6]栾海丽,秦可佳,段然.血清 Endocan、补体 C3a 与重症肺炎患儿病情和预后转归的关系分析[J].中国妇幼健康研究,2024,35(6):89-95.
- [7]范存永,冯志军.呼吸衰竭患者早期认知功能障碍的影响因素分析[J].国际精神病学杂志,2022,49(2):275-277,281.
- [8]俞帅,姜倩梅,郭志良,等.急性缺血性卒中取栓术后无效再通动态列线图模型的建立与验证[J].中华神经科杂志,2022,55(10):1118-1127.

[专业责任编辑:刘 敬]

[中文编辑:杨 寅;英文编辑:孙梦菲]