

· 论 著 ·

重型颅脑损伤肠内营养喂养不耐受列线图预测模型的构建与评估

魏 洁 张 宁 李欣颖 王喜旺 李克芬 朱 旭

【摘要】目的 探讨重型颅脑损伤肠内营养治疗过程中发生喂养不耐受(EFI)的影响因素,然后建立列线图预测模型并验证。**方法** 回顾性分析 2019 年 1 月至 2023 年 1 月收治的 170 例重型颅脑损伤的临床资料。**结果** 入院 48 h 内给予肠内营养治疗,52 例发生 EFI,发生率为 30.6%(52/170)。多因素 logistic 回归分析显示,年龄较大、ICU 住院时间长、低钾血症、高血糖、低 GCS 评分、使用机械通气、使用镇痛镇静药物是重型颅脑损伤肠内营养发生 EFI 的独立危险因素($P<0.05$)。R 软件程序包内建立并绘制列线图预测模型,绘制 ROC 曲线,计算曲线下面积为 0.8659(95% CI 0.8072~0.9246),灵敏度为 90.39%,特异度为 66.95%;校准曲线与理想曲线基本重叠,Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验显示模型理想度较高;决策曲线分析显示阈值概率范围为 0.10~0.95 时,模型表现为正的净效益,阈值范围较大,提示临床实用价值和获益度较高。**结论** 根据病人年龄、ICU 住院时间、血钾、血糖、GCS 评分、机械通气、镇痛镇静药物构建列线图模型预测重型颅脑损伤肠内营养发生 EFI,具有较高的准确性和实用性。

【关键词】 重型颅脑损伤;肠内营养;喂养不耐受;危险因素;列线图模型

【文章编号】 1009-153X(2024)10-0599-06 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 651.1^{†5}

Construction and evaluation of a nomogram model for prediction of enteral nutrition intolerance in patients with severe traumatic brain injury

WEI Jie, ZHANG Ning, LI Xin-hao, WANG Xi-wang, LI Ke-fen, ZHU Xu. Department of Neurosurgery II, Handan Central Hospital, Hebei 056001, China

【Abstract】 Objective To investigate the risk factors of enteral feeding intolerance (EFI) during the enteral nutrition treatment for patients with severe traumatic brain injury (sTBI), and subsequently establish and validate a nomogram prediction model. **Methods** The clinical data of 170 patients with sTBI admitted from January 2019 to January 2023 were retrospectively analyzed. **Results** Enteral nutrition was administered within 48 hours of admission, and 52 patients developed EFI, with an incidence rate of 30.6% (52/170). Multivariate logistic regression analysis indicated that older age, prolonged ICU stay, hypokalemia, hyperglycemia, lower GCS score, mechanical ventilation, and the use of analgesic and sedative drugs were independent risk factors for EFI during enteral nutrition in patients with sTBI ($P<0.05$). A nomogram model was established using the R software, and the area under the curve of ROC was 0.8659 (95% CI 0.8072~0.9246), with a sensitivity of 90.39% and a specificity of 66.95%. The calibration curve was largely overlapping with the ideal curve, and the Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test demonstrated a high degree of model ideality. Decision curve analysis revealed that when the threshold probability range was 0.10~0.95, the model exhibited a positive net benefit, with a wide threshold range, suggesting a high clinical practical value and benefit. **Conclusion** The nomogram model based on patient age, ICU stay, blood potassium level, blood glucose level, GCS score, mechanical ventilation, and the use of analgesic and sedative drugs for predicting EFI during enteral nutrition in patients with sTBI has high accuracy and practicality.

【Key words】 Severe traumatic brain injury; Enteral feeding intolerance; Risk factors; Nomogram model

重型颅脑损伤(severe traumatic brain injury, sTBI)是临床常见的急危重症之一,常常因病情进展迅猛引发昏迷、脑疝、呼吸衰竭、心跳骤停等,致死率、病死率高^[1]。急性期,病人处于高代谢和高应激状态,营养物质的合成减少,分解增加。因为缺乏必

要的、充足的营养支持,不仅会导致机体抵抗力下降,抗打击能力减弱,还会反过来加重继发性脑损伤,增加临床救治难度,延长治疗和恢复的时间,导致病人的预后变差^[2],所以,sTBI急性期实施合理、有效、足量的营养支持尤为重要。肠道黏膜完整性为肠内营养提供有利的治疗基础,sTBI常存在明显的胃肠功能动力和吸收功能的障碍,喂养不当便会导致喂养不耐受(enteral feeding intolerance,EFI)^[3]。研究表明,重症监护病人EFI发生率在 30.5%~58.7%^[4]。早期发现EFI并及时采取有效的干预措施可明

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2024.10006

作者单位:056001 河北,邯郸市中心医院神经外科(魏 洁、张宁、李欣颖、王喜旺、李克芬、朱 旭)

通信作者:朱 旭,Email:1131352580@qq.com

显提高肠内营养的效率,有助于改善病人体内负氮平衡、提高机体免疫力、降低死亡风险等^[5]。昏迷、镇静镇痛以及机械通气等治疗措施阻碍重症病人的表达与交流。因此,在 sTBI 的临床治疗与护理工作中,如何建立个体化的预测 EFI 风险的模型,是一个亟待解决的问题。本研究探讨 sTBI 肠内营养治疗发生 EFI 的独立危险因素,建立风险预警模型,以期预防 EFI 提供实用可靠的评估工具。

1 资料与方法

1.1 病例选择标准 纳入标准:入院时头部 CT 检查明确为 TBI,入院 GCS 评分 3~8 分^[6];具备手术指征,行手术治疗,术者均为副主任医师及以上资质的医师,术后复查头部 CT 显示颅内病情稳定,治疗过程中未再次行手术治疗或出现迟发性出血等严重并发症;入院后 48 h 内经鼻胃管启动肠内营养治疗,喂养采用营养泵泵入能全力,温度为 37 ℃。排除标准:临床资料不完整或失访;存在肠内营养禁忌;存在心、肝、肾、肺等脏器的严重器质性病变;既往患有严重的肠道类疾病或腹部手术病史。

1.2 研究对象 回顾性分析 2019 年 1 月至 2023 年 1 月收治的符合标准 170 例 sTBI 的临床资料,其中男性 92 例,女性 78 例;年龄 18~84 岁,平均 57 岁;入院 GCS 评分 3 分 34 例;交通事故伤 94 例,高空坠落伤 42 例,不慎摔伤 34 例;单纯硬膜外血肿 26 例,单纯硬膜下血肿 32 例,脑挫裂伤合并硬膜外或硬膜下血肿 112 例。

1.3 肠内营养方法 所有病人均在入院 48 h 内启动肠内营养治疗,主要采用留置鼻胃管用营养泵缓慢鼻饲给与营养支持,以并根据耐受程度逐渐逐渐加量,喂养速度和喂养量通过喂养泵计数采集,肠内营养制剂为肠内营养混悬液(能全力),喂养温度统一为 37 ℃。

1.4 EFI 的诊断 根据欧洲重症医学学会的推荐指南^[7]定义的标准进行 EFI 判断:出现明显的腹泻,表现为每日排便次数不低于 3 次的水样稀便,便量大于或等于 250 ml/d;腹胀,如腹部肌肉紧张、腹部胀气膨胀、无排气排便、腹部 X 线检查示肠道大量积气等;胃潴留,停止喂饭 2 h 后回抽胃内残液>200 ml;裸眼观察到血性呕吐液、胃内容物或柏油样粪便等,证实胃肠道出血。若符合以上条件之一,则可确认为 EFI。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 22.0 软件分析;正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 *t* 检验;非正态分

布计量资料以中位数(四分位数间距)表示,采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料采用 χ^2 检验;多因素 logistics 回归模型分析独立危险因素;R 2.15.0 软件选择“rms”程序包构建列线图预测模型,“Nom”程序包生成可视图表;采用 Bootstrap 法重复抽样 100 次对列线图进行内部验证;“pROC”程序包生成受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线并计算曲线下面积(area under the curve, AUC);“lrm”程序包计算 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验,绘制校准曲线;使用“ggDCA”程序包绘制决策曲线分析(decision curve analysis, DCA);*P*<0.05 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 EFI 的发生率 170 例中,52 例发生 EFI,发生率为 30.58%。

2.2 EFI 的危险因素 单因素分析显示,EFI 组年龄、ICU 住院天数、GCS 评分、血钾、血糖、喂养速度、机械通气、高热、镇痛镇静、促胃动力药物与非 EFI 组存在统计学差异(*P*<0.05,表 1)。多因素 logistic 回归分析显示,年龄较大、ICU 住院时间长、低血钾、高血糖、低 GCS 评分、机械通气、使用镇痛镇静药物是发生 EFI 的独立危险因素(*P*<0.05,表 2)。

2.3 列线图模型的构建 将年龄、ICU 住院时间、血钾、血糖、GCS 评分、机械通气、使用镇痛镇静药物等数据导入 R 2.15.0 软件,“rms”程序包构建列线图预测模型,“Nom”程序包绘制可视化列线图,以“point”形式满分 100 分确定各个危险因素的获得的分数,分数相加后得到总分和对应的发生概率,具体结果见图 1。

2.4 列线图模型的验证 基于列线图预测概率构建 ROC 曲线(图 2),AUC 为 0.8659 (95% CI 0.8072~0.9246),灵敏度为 90.39%,特异度为 66.95%;表明列线图模型具有良好的准确度。校准曲线与理想曲线接近重合,Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验显示建立的风险预测模型具有良好的一致性($\chi^2=0.12948$,*P*=0.937;图 3)。

2.5 列线图模型的临床可用性评价 DCA 显示阈值范围为 0.10~0.95 时,模型表现为正的净效益,阈值范围较大,提示临床实用价值和获益度较高(图 4)。

3 讨论

3.1 sTBI 发生 EFI 的现状与研究意义 有研究报道,

表 1 重型颅脑损伤肠内营养发生喂养不耐受危险因素的单因素分析

Table 1 Univariate analysis of risk factors for enteral feeding intolerance in patients with severe traumatic brain injury				
危险因素	非喂养不耐受组(n=118)	喂养不耐受组(n=52)	统计值	P 值
男性(例)	67(56.8%)	25(48.1%)	$\chi^2=0.778$	0.378
年龄(岁)	55.06±15.28	62.53±12.00	$t=-3.123$	0.002
体质指数(kg/m ²)	23.27±5.28	24.15±5.66	$t=-0.982$	0.327
ICU 住院时间(d)	12.53±4.55	16.92±7.18	$t=4.808$	0.000
住院总天数(d)	31.68±14.64	32.67±13.70	$t=-0.413$	0.680
入院 GCS 评分(分)	7.47±2.77	6.21±2.71	$t=2.751$	0.007
入院 APACHE II (分)	15.50±2.98	15.71±2.71	$t=-0.419$	0.676
入院血钾(mmol/L)	4.33±1.15	3.74±1.09	$t=-3.123$	0.002
入院血糖(mmol/L)	12.59±4.23	14.69±3.98	$t=3.033$	0.003
入院血清白蛋白(g/L)	36.41±11.77	36.88±12.42	$t=-0.235$	0.814
入院血清 CRP(mg/L)	7.72±2.64	7.65±2.84	$t=0.156$	0.877
喂养速度(ml/h)	65(45)	50(34)	$Z=-2.654$	0.008
喂养量(ml/d)	1600(825)	1500(900)	$Z=0.957$	0.339
合并高血压(例)	58(49.2%)	29(55.8%)	$\chi^2=0.632$	0.426
冠心病病史(例)	50(42.4%)	27(51.9%)	$\chi^2=0.971$	0.324
机械通气(例)	44(37.3%)	31(59.6%)	$\chi^2=7.298$	0.007
高热(例)	53(44.9%)	33(63.5%)	$\chi^2=4.967$	0.026
镇痛镇静(例)	38(32.2%)	34(65.4%)	$\chi^2=16.276$	0.000
应用两种及以上抗生素(例)	59(50.0%)	22(42.3%)	$\chi^2=0.856$	0.355
使用促胃动力药物(例)	45(38.1%)	31(59.6%)	$\chi^2=6.737$	0.009
使用血管活性药物(例)	61(51.7%)	29(55.8%)	$\chi^2=0.105$	0.746
口服氯化钾(例)	56(47.5%)	27(51.9%)	$\chi^2=0.137$	0.711

表 2 重型颅脑损伤肠内营养发生喂养不耐受危险因素的多因素 logistic 回归分析

Table 2 Multivariate logistic regression analysis of risk factors for enteral feeding intolerance in patients with severe traumatic brain injury					
危险因素	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	P 值	优势比(95%置信区间)
年龄	0.041	0.017	6.109	0.013	1.042(1.009~1.077)
ICU 住院时间	0.104	0.043	5.92	0.015	1.110(1.020~1.207)
入院 GCS 评分	-0.227	0.088	6.654	0.010	0.797(0.671~0.947)
血钾	-0.436	0.201	4.72	0.030	0.647(0.436~0.958)
血糖	0.105	0.053	3.875	0.049	1.111(1.000~1.233)
喂养速度	-0.014	0.009	2.399	0.121	0.986(0.969~1.004)
机械通气	1.349	0.465	8.436	0.004	3.855(1.551~9.582)
高热	0.736	0.442	2.773	0.096	2.089(0.878~4.969)
镇痛镇静	1.004	0.438	5.26	0.022	2.729(1.157~6.435)
促胃动力药物	0.841	0.438	3.688	0.055	2.318(0.983~5.467)

危重症病人肠内营养治疗过程中 EFI 的发生率高达 70%,持续存在 EFI 会导致营养摄入不足,这与病人的预后不良关系密切^[8]。本研究 sTBI 肠内营养治疗 EFI 的发生率为 30.58%。sTBI 后机体应激反应强烈,交感神经过度兴奋,血液内儿茶酚胺浓度骤升。大量的儿茶酚胺可以剧烈收缩胃肠血管,血供减少,

因此在肠内营养过程中极易发生胃肠动力不足和营养吸收障碍,导致 EFI,进一步加重病情。同时,严重的意识障碍和吞咽功能缺损导致胃排空迟缓或停滞,可发生不同程度的胃潴留^[9]。出现 EFI 后,大多会习惯性停止肠内营养治疗,采用禁食水、甚至胃肠减压的方式来处理,这样会导致 sTBI 营养不良的风

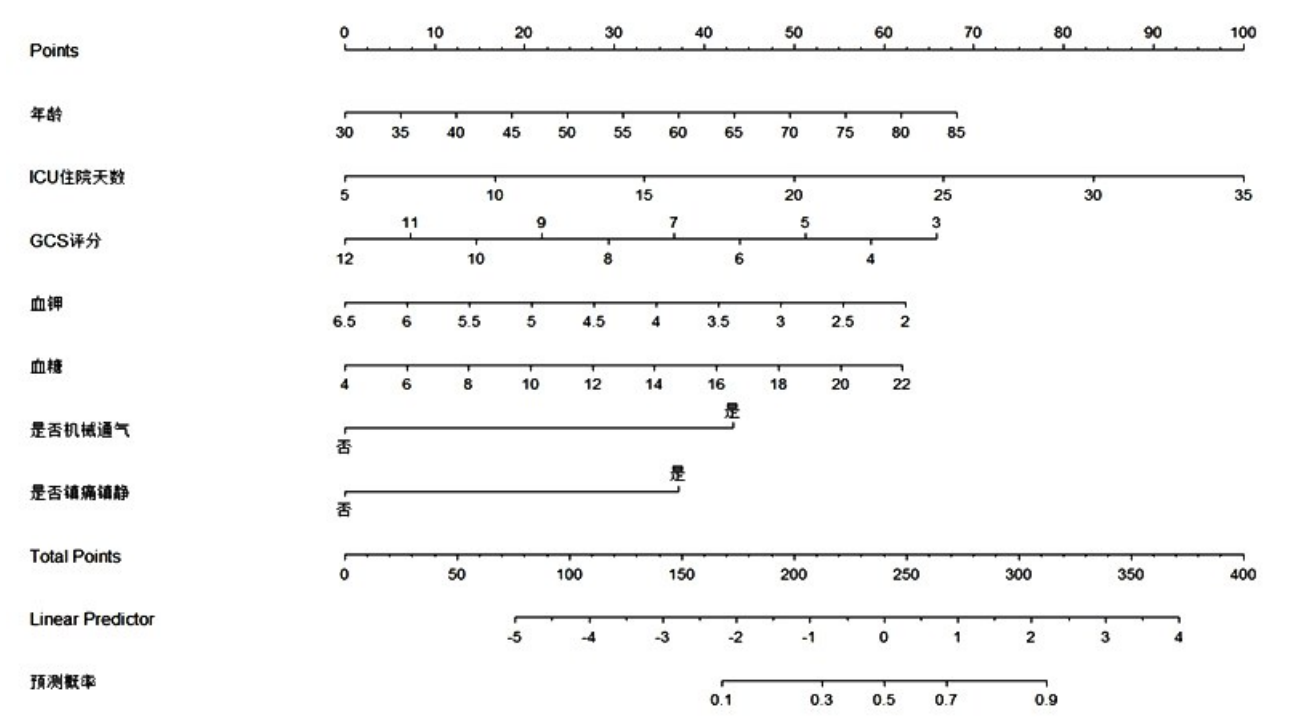


图1 重型颅脑损伤肠内营养发生喂养不耐受的列线图预测模型
Figure 1 Nomogram prediction model for enteral feeding intolerance in patients with severe traumatic brain injury

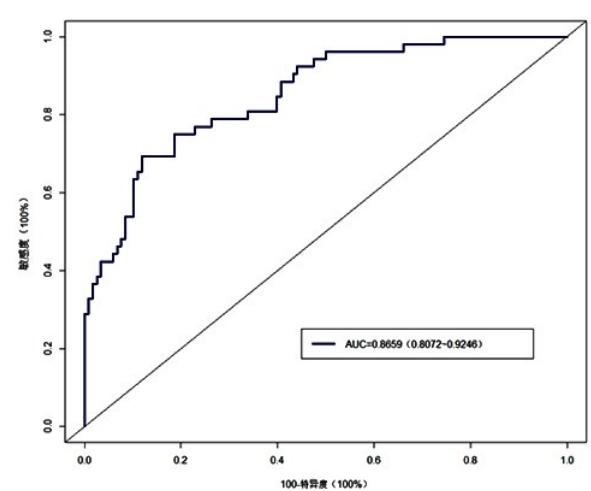


图2 列线图模型预测重型颅脑损伤肠内营养发生喂养不耐受的ROC曲线
Figure 2 ROC curve of the nomogram model for predicting enteral feeding intolerance in patients with severe traumatic brain injury

险明显增加,出现热量摄入不达标、低蛋白血症、肠道菌群异位、肺部感染等并发症^[10]。因此,如何科学、有效的防治与管理EFI尤为重要。目前,针对此类问题的研究主要是简单的案例报告及经验介绍,干预措施大多是建立在临床经验体会的基础上。由于受疾病严重程度及影响因素种类等干扰,研究结

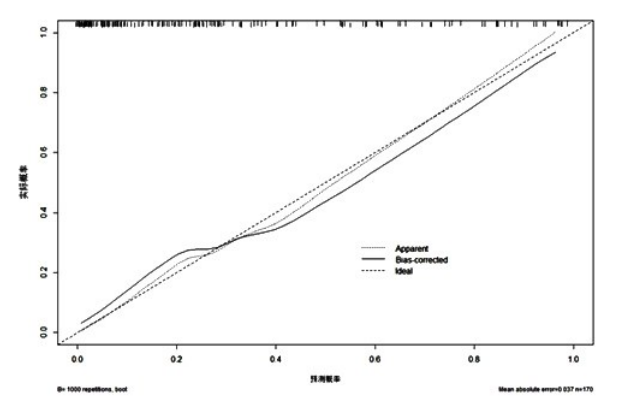


图3 列线图模型预测重型颅脑损伤肠内营养发生喂养不耐受的校准曲线
Figure 3 Calibration curve of the nomogram model for predicting enteral feeding intolerance in patients with severe traumatic brain injury

论的实用性和可靠性不强,无法为临床工作中指导EFI提供有力的证据和措施。因此,建立sTBI肠内营养发生EFI的预测模型,通过临床自主筛查、预防性治疗及全方位集束化护理可减少EFI,提高肠内营养的支持力度,促进康复。
3.2 构建列线图模型的意义 列线图模型是目前临床上普遍采用的预测模型之一,可以把各个影响因素的作用大小用分值的方式表现出来,帮助及时甄

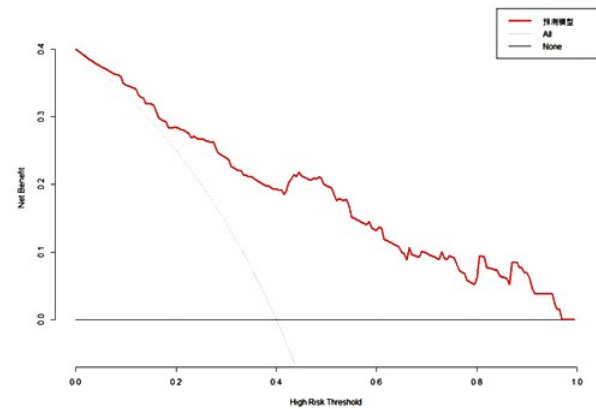


图 4 列线图模型预测重型颅脑损伤肠内营养发生喂养不耐受的决策曲线分析

Figure 4 Decision curve analysis of the nomogram model for predicting enteral feeding intolerance in patients with severe traumatic brain injury

别高危病人,具有较高的研究价值和临床指导意义。高度的预警能力对临床实践过程中评估和评价治疗方法或干预措施的有效性至关重要。只有建立的预测模型在统计学上的预测能力达到0.8以上时才会考虑将其推广应用于临床实践^[11]。本研究构建的预测模型 ROC 曲线的 AUC 为 0.8659 (95% CI 0.8072~0.9246), 灵敏度为 90.39%、特异度为 66.95%,说明该模型的预测效能满足推广条件。此外,该预测模型从 20 多种临床指标中分析出 7 种与 EFI 相关的独立危险因素作为基础构建了一个直观、可视化的风险预警模型。其优势在于模型中的各项独立危险因素具有客观性和临床易获得性,方便实时监测观察并及时发现潜在的风险,以进行早期干预。同时,本研究针对该列线图进行 ROC 曲线评估、校准分析和临床决策分析,表明该模型同时具有理想的预测精准度和较高的临床效益。

肠内营养对神经重症病人具有非常重要的治疗作用。该模型可以广泛用于 sTBI 肠内营养治疗中 EFI 的风险评估、高危人群预测、治疗及护理的调整,降低 EFI 发生率,提高营养支持的达标率,改善病人生存质量,减轻病人家属的治疗负担。

3.3 sTBI 发生 EFI 的危险因素 本研究显示,年龄较大、ICU 住院时间长、低钾血症、高血糖、机械通气、使用镇痛镇静药物、低 GCS 评分是发生 EFI 的独立危险因素。

3.3.1 年龄 老年人机体代谢水平较低,营养状况普遍较差,能量储备较少,且常合并多种慢性基础疾病,抵抗力下降。存在意识障碍的病人无法进食,能量及蛋白质大量消耗,免疫功能降低,容易出现多种

合并症^[12]。咽部反射功能和吞咽功能障碍容易诱发误吸现象。同时,高龄病人肠黏膜萎缩、胃肠功能退化、多伴有基础疾病,伤后应激对胃肠道黏膜的血流灌注影响更明显,故高龄病人在喂养期间更易发生胃肠道不良反应。

3.3.2 ICU 住院时间 朱瑞等^[13]研究显示 ICU 住院时间与 EFI 的发生有关。本研究结果显示,EIF 病人 ICU 住院时间明显延长,说明 ICU 治疗可能是导致病人发生 EFI 的重要原因之一,这可能与 ICU 内嘈杂的治疗环境有关。多因素 logistic 回归分析表明 ICU 住院时间长是 sTBI 发生 EFI 的独立危险因素,住院时间每缩短 1 d,EFI 的发生几率可减少 11%。因此,积极缩短 ICU 住院时间可有效预防 EFI。

3.3.3 高血糖、低血钾 血糖升高可以反射性地降低胃窦部排空动力和平滑肌张力,导致下段小肠的收缩功能下降和胃排空时间延长,诱导 EFI^[14]。本研究结果显示,入院血糖每升高 1 mmol/L,EFI 的发生率升高 11.1%。长期缺钾可使病人肠道蠕动变慢,表现为腹胀、恶心呕吐、食欲下降。胃肠道消化和吸收功能障碍是导致肠内营养治疗过程中发生 EFI 的主要原因^[15]。本研究结果表明血钾浓度每升高 1 mmol/L,EFI 发生风险变为原来的 64.7%。临床工作中,针对 sTBI,应积极地复查血糖和血钾并及时纠正高糖和低血钾,维持内环境稳态,有助于减少 EFI。

3.3.4 机械通气 既往研究表明机械通气病人出现 EFI 的概率高达 85%。本研究机械通气病人 EFI 的发生率为 59.6%,这可能与 sTBI 病人肠道黏膜未遭到结构性的破坏有关。神经重症病人病情危重,临床多表现为血流动力学不稳定和多脏器功能衰竭等,常根据病情需要采用机械通气维持正常的生命体征,这种状态导致肠道功能紊乱,EFI 发生率上升 2.7 倍^[16]。机械通气会增加病人的腹内压,影响胃肠排空和蠕动;同时机械通气也会使病人处于应激状态导致胃肠道缺血诱发 EFI^[17]。朱苑霞等^[18]研究发现机械通气可以升高腹内压,与 EFI 发生率呈正相关。本研究结果表明机械通气是 sTBI 发生 EFI 的独立危险因素,发生 EFI 的几率是没有机械通气病人的 3.855 倍。故临床上应对机械通气病人 EFI 风险提高警惕,要严密监测胃肠道症状并及时动态评价呼吸功能,积极对症治疗,争取尽早撤机。

3.3.5 应用镇静镇痛药 镇静镇痛药物在胃肠道的作用位点为平滑肌的阿片类受体,这是此类药物的副作用,抑制受体的兴奋性和神经递质释放,导致胃动力减弱和肠道蠕动能力下降,出现 EFI。姚洋等^[19]研

究显示使用丙泊酚可减弱胃动力,延长排空时间,降低肠道动力,继而出现腹胀和便秘等症状,导致 EFI。故在临床工作中应注意病人胃肠道症状并及时鉴别是否出现 EFI。

3.3.6 低 GCS 评分病人易发生 EFI Chen 等^[20]研究表明 EFI 与神经系统疾病的严重程度相关,重度意识障碍易诱发 EFI。本研究结果表明,GCS 评分每下降 1 分,EFI 的发生率升高 20.3%。GCS 评分越低,意识障碍越严重,机体应激反应越重,胃肠动力越低,耐受程度越差,EFI 的发生几率越高。

综上所述,本研究建立的列线图预警模型具有良好的预测效果,对于降低 sTBI 肠内营养治疗后 EFI 发生率和改善病人预后具有重要的临床意义。但是,本研究是单中心研究,样本量不够大,研究指标缺乏连续性,对创建的预测模型缺乏更全面系统的评价。因此,该风险预测模型对于 sTBI 肠内治疗后发生 EFI 的识别和预测的准确效果还需要进一步多中心大样本的研究,并通过完善的定量分析法进一步评价预测模型检验效能。

【伦理学声明】:本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有病人和/或家属均签署知情同意书。本研究方案于 2023 年 3 月 15 日经邯郸市中心医院伦理委员会审批,批号为:hdszxyy2023066。

【利益冲突声明】:本文不存在任何利益冲突。

【作者贡献声明】:魏洁负责收集资料、分析数据、撰写论文及修改论文;张宁、李欣颢、王喜旺、李克芬负责收集资料、分析数据;朱旭参与修改论文及最后定稿。

【参考文献】

[1] KIM M, HONG SK, JEON SR, *et al.* Treatment outcome and risk factors associated with diffuse axonal injury in patients with moderate to severe head injury [J]. *Turk Neurosurg*, 2022, 32(1): 6–15.

[2] LOCKEY DJ, WILSON M. Early airway management of patients with severe head injury: opportunities missed [J]. *Anaesthesia*, 2020, 75(1): 7–10.

[3] HEYLAND DK, ORTIZ A, STOPPE C, *et al.* Incidence, risk factors, and clinical consequence of enteral feeding intolerance in the mechanically ventilated critically ill: an analysis of a multicenter, multiyear database [J]. *Crit Care Med*, 2021, 49(1): 49–59.

[4] TOH YOON EW, YONEDA K, NISHIHARA K. Percutaneous endoscopic gastrostomy for enteral nutrition: a 5-year clinical experi-

ence with 324 patients [J]. *Minerva Gastroenterol Dietol*, 2019, 65 (1): 20–29.

[5] O'MARA KL, ISLAM S, TAYLOR JA, *et al.* Gabapentin improves oral feeding in neurologically intact infants with abdominal disorders [J]. *J Pediatr Pharmacol Ther*, 2018, 23(1): 59–63.

[6] STEVENS RD, SUTTER R. Prognosis in severe brain injury [J]. *Crit Care Med*, 2013, 41(4): 1104–1123.

[7] REINTAM BLASER A, MALBRAIN ML, STARKOPF J, *et al.* Gastrointestinal function in intensive care patients: terminology, definitions and management: recommendations of the ESICM Working Group on Abdominal Problems [J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38 (3): 384–394.

[8] WANG K, MCILROY K, PLANK LD, *et al.* Prevalence, outcomes, and management of enteral tube feeding intolerance: a retrospective cohort study in a tertiary center [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2017, 41(6): 959–967.

[9] MI YY, HUANG PP, DONG J, *et al.* Summary of the best evidence for the prevention and management of enteral nutrition intolerance in critically ill patients [J]. *Chin J Nurs*, 2019, 54(12): 1868–1876.

米元元,黄培培,董江,等.危重症患者肠内营养不耐受预防及管理的最佳证据总结[J].*中华护理杂志*,2019,54(12):1868–1876.

[10] ELKE G, WANG M, WEILER N, *et al.* Close to recommended caloric and protein intake by enteral nutrition is associated with better clinical outcome of critically ill septic patients: secondary analysis of a large international nutrition database [J]. *Crit Care*, 2014, 18 (1): R29.

[11] HONG W, EARNEST A, SULTANA P, *et al.* How accurate are vital signs in predicting clinical outcomes in critically ill emergency department patients [J]. *Eur J Emerg Med*, 2013, 20(1): 27–32.

[12] PAN MY, WANG GL, LUO DS, *et al.* Effect of early enteral nutrition on digestive complications in elderly patients with severe craniocerebral trauma [J]. *Chin J Gerontol*, 2009, 29(19): 2528–2529.

潘明远,王光绿,罗大山,等.早期肠内营养对老年重型颅脑外伤患者消化道并发症的影响[J].*中国老年学杂志*,2009,29(19): 2528–2529.

[13] ZHU R, XU FL, WANG LL, *et al.* Validity of the feeding intolerance risk assessment scale to assess the risk of enteral nutrition intolerance in neurocritical care patients [J]. *Guangdong Med*, 2019, 40 (20): 2902–2906.

朱瑞,徐凤玲,汪璐璐,等.喂养不耐受风险评估表评估神经重症患者肠内营养不耐受风险的有效性[J].*广东医学*,2019,40 (20):2902–2906.

逆性,并且涉及伦理等一系列问题,因此,合理选择手术病人、严格把握手术适应症尤为重要,建议与精神科医师、伦理学家等密切合作。

【伦理学声明】:本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有病人和/或家属均签署知情同意书。本研究方案于 2019 年 6 月 20 日经华北医疗健康集团峰峰总医院伦理委员会审批,批号为 2019B01

【利益冲突声明】:本文不存在任何利益冲突。

【作者贡献声明】:姜志锋负责撰写论文、修改论文及最后定稿;段蕾梅、刘辉、王黎华负责收集资料、分析数据。

【参考文献】

[1] LIU AJ, LI AM, ZHANG HT, *et al.* Mental retardation combined with severe behavior disorders: stereotactic surgical management [J]. Chin J Neurosurg Dis Res, 2014, 13(2): 156–158.
刘爱军,李安民,张海涛,等. 精神发育迟滞伴严重行为障碍的立体定向外科治疗[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2014, 13(2): 156–158.

[2] PAN YX, ZHAN SK, LI DY, *et al.* MRI-guided anterior internal capsule lesioning for refractory schizophrenia [J]. Chin J Minim Invasive Neurosurg, 2011, 16(2): 66–88.

潘宜新,占世坤,李殿友,等. MRI引导内囊前肢毁损治疗难治性精神分裂症[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2011, 16(2): 66–68.

[3] ATMACA M. Treatment-refractory obsessive compulsive disorder [J]. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry, 2016, 70: 127–133.

[4] MITHANI K, DAVISON B, MENG Y, *et al.* The anterior limb of the internal capsule: anatomy, function, and dysfunction [J]. Behav Brain Res, 2020, 387: 112588.

[5] NUTTIN B, WU H, MAYBERG H, *et al.* Consensus on guidelines for stereotactic neurosurgery for psychiatric disorders [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2014, 85(9): 1003–1008.

[6] WU QF, LIU C, ZHANG WD. Multi-target treatment of mental retardation by stereotactic techniques—a study of 16 cases [J]. J Xinjiang Med Univer, 2008, 31(11): 578–1579.
吴勤奋,柳琛,张文德. 立体定向下多靶点治疗精神发育迟滞 16 例报告[J]. 新疆医科大学学报, 2008, 31(11): 1578–1579.

[7] LIU W, HAO Q, ZHAN S, *et al.* Long-term follow-up of mri-guided bilateral anterior capsulotomy in patients with refractory schizophrenia [J]. Stereotact Funct Neurosurg, 2014, 92(3): 145–152.

[8] GALKIN MV, ZAITSEV OS, GOLANOV AV, *et al.* Gamma knife capsulotomy for correction of obsessive-compulsive symptoms in a patient with schizophrenia: case report [J]. Prog Brain Res, 2022, 272(1): 23–31.

(2023-07-31 收稿, 2024-03-28 修回)

(上接第 604 页)

[14] ZHU Y, YIN H, ZHANG R, *et al.* Gastric versus postpyloric enteral nutrition in elderly patients (age ≥ 75 years) on mechanical ventilation: a single-center randomized trial [J]. Crit Care, 2018, 22(1): 170.

[15] UOZUMI M, SANUI M, KOMURO T, *et al.* Interruption of enteral nutrition in the intensive care unit: a single-center survey [J]. J Intensive Care, 2017, 5: 52.

[16] MURCIA- SAEZ IM, SOBRINO- HERNANDEZ ML, GARCIA- LOPEZ F, *et al.* Usefulness of intra-abdominal pressure in a predominantly medical intensive care unit [J]. J Crit Care, 2010, 25(1): 175 e1–6.

[17] RAFIEI MR, AGHADOVUDI O, SHEKARCHI B, *et al.* Can selection of mechanical ventilation mode prevent increased intra-abdominal pressure in patients admitted to the intensive care unit [J]? Int J Prev Med, 2013, 4(5): 552–556.

[18] ZHU YX, ZHENG YH, CAI Y. Correlation between intra-abdominal pressure and enteral nutrition feeding intolerance in mechanically ventilated patients in ICU [J]. Nurs Prac Res, 2021, 18(2): 175–178.
朱苑霞,郑燕华,蔡艳. ICU 机械通气患者腹内压与肠内营养喂养不耐受的相关性[J]. 护理实践与研究, 2021, 18(2): 175–178.

[19] YAO Y, JIANG HS, XU XX, *et al.* Analysis of risk factors and preventive measures for enteral nutrition underfeeding in ICU patients [J]. Chin J Preven Med, 2019, 20(8): 699–702.
姚洋,江航帅,许宣宣,等. ICU 患者肠内营养喂养不足危险因素分析及预防措施[J]. 中国预防医学杂志, 2019, 20(8): 699–702.

[20] CHEN YD, LI SJ, SUN FH, *et al.* Monitoring of medical complications after acute ischemic stroke in a neurological intensive care unit [J]. Eur Neurol, 2011, 66(4): 204–209.

(2023-08-07 收稿, 2023-12-06 修回)