·临床研究·

老年营养风险指数在预测老年非心脏手术患者术后谵妄中的应用

孟宣[1,2],孙斌[2],汪美如[2,3],苏丹丹[1,2],杨圣泽[1,2],张瑾[1,2],赵倩文[2,3],李腾[1,2],王立伟[1,2*]
([1]徐州医科大学江苏省麻醉学重点实验室,徐州医科大学江苏省麻醉与镇痛应用技术重点实验室,国家药品监督管理局麻醉精神药物研究与评价重点实验室,江苏 徐州 221004;[2]徐州市中心医院麻醉科,江苏 徐州 221009;[3]徐州医科大学附属徐州临床学院,江苏 徐州 221009)

【摘 要】 目的 探讨老年营养风险指数(GNRI)在预测老年非心脏手术患者术后谵妄(POD)方面的应用。**方法** 回顾性分析2022年10月至2023年9月在徐州市中心医院全身麻醉下行非心脏手术的479例老年患者的临床资料,根据临床结局分为谵妄组(n=140)和非谵妄组(n=339)。比较两组患者的患者基本资料、术前实验室指标及各项评估量表。采用多因素logistic回归分析POD的独立危险因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估GNRI及其拟合模型在预测老年非心脏手术患者POD中的价值。采用SPSS 26.0和R4.2.3软件进行数据分析。根据数据类型,组间比较分别采用t检验、Mann-Whitney U检验及χ^2检验。**结果** 两组患者在年龄、体质量指数、GNRI、受教育程度、是否入重症监护室、手术类别、贫血程度、查尔森合并症指数(CCI)得分、手术时间、术中液体平衡、术前血红蛋白(Hb)、术前尿酸以及中性粒细胞与淋巴细胞之比(NLR)方面比较,差异有统计学意义(P<0.05);多因素logistic回归分析结果显示GNRI、年龄、CCI得分、NLR、手术时间是老年非心脏手术患者POD的独立危险因素(P<0.05)。根据多因素logistic回归结果拟合的模型(模型3),其预测POD的ROC曲线下面积为0.893(95%CI 0.862~0.919),特异度和灵敏度分别为81.4%和79.4%。**结论** GNRI是老年非心脏手术患者POD的独立预测因子,且对POD的发生有着良好的预测价值。

【关键词】 老年人;术后谵妄;老年营养风险指数;营养不良
【中图分类号】 R614.2; R592 **【文献标志码】** A **【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2024.12.195

Application of geriatric nutritional risk index in predicting postoperative delirium in elderly patients undergoing noncardiac surgery

Meng Xuan[1,2], Sun Bin[2], Wang Meiru[2,3], Su Dandan[1,2], Yang Shengze[1,2], Zhang Jin[1,2], Zhao Qianwen[2,3], Li Teng[1,2], Wang Liwei[1,2*]
([1]Jiangsu Provincial Key Laboratory of Anesthesiology, Jiangsu Provincial Key Laboratory of Anesthesia and Analgesia Application Technology, NMPA Key Laboratory for Research and Evaluation of Narcotic and Psychotropic Drugs, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221004, Jiangsu Province, China; [2]Department of Anesthesiology, Xuzhou Central Hospital, Xuzhou 221009, Jiangsu Province, China; [3]Xuzhou Clinical College Affiliated to Xuzhou Medical University, Xuzhou 221009, Jiangsu Province, China)

【Abstract】 Objective To investigate the application value of geriatric nutritional risk index (GNRI) in predicting postoperative delirium (POD) in elderly patients after noncardiac surgery. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 479 elderly patients undergoing noncardiac surgery under general anesthesia in Xuzhou Central Hospital from October 2022 to September 2023. According to clinical outcomes, they were divided into a delirium group (n=140) and a non-delirium group (n=339). Basic information, preoperative laboratory indicators and results of evaluation scales were compared between the two groups. Multivariate logistic regression anslysis was applied to identify the independent risk factors for POD, and receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to evaluate the value of GNRI and its fitting model in predicting POD in elderly patients undergoing noncardiac surgery. SPSS statistics 26.0 and R4.2.3 were employed for statistical analysis. Student's t test, Mann-Whitney U test or χ^2 test was employed for intergroup comparison depending on data type. **Results** Significant differences were observed between two groups in terms of age, body mass index (BMI), GNRI, education level, admission to intensive care unit, operative category, degree of anaemia, Charlson comorbidity index (CCI), operation time, intraoperative fluid balance, and preoperative hemoglobin and uric acid levels and neutrophil to lymphocyte ratio

收稿日期: 2023-11-01; **接受日期**: 2024-01-17
基金项目: 国家自然科学基金(82071903);徐州市科技计划项目(KC22174);徐州市医学领军人才培养项目(XWRCHT20210033);彭城英才—医学青年后备人才培养项目(XWRCHT20220017)
通信作者: 王立伟, E-mail: doctorlww@sina.com

(NLR). Multivariate logistic regression showed that GNRI, age, CCI, NLR, and operation time were independent risks for POD in the elderly patients ($P<0.05$). Based on the results of multivariate logistic regression analysis, the fitted Model 3 had an ROC area under the curve value of 0.893 (95%*CI* 0.862-0.919) in predicting POD, with a specificity of 81.4% and a sensitivity of 79.4%. **Conclusion** GNRI is an independent predictor of POD in elderly patients undergoing noncardiac surgery, and has good predictive value for the occurrence of POD.

【Key words】 aged; postoperative delirium; geriatric nutritional risk index; malnutrition

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (82071903) and *the Project of Xuzhou Science and Technology Plan* (KC22174), *the Xuzhou Medical Leading Talent Training Project* (XWRCHT20210033) *and the Pengcheng Elite-Reserved Young Medical Talent Training Project* (XWRCHT20220017).

Corresponding author: *Wang Liwei*, *E-mail*: *doctorlww@sina.com*

谵妄是一种以注意力、意识和认知的急剧变化并趋于波动为特征的综合征,是无法用先前存在的神经认知障碍来解释的医学状况[1]。Inouye 等[2]的研究发现非心脏手术患者术后谵妄(postoperative delirium,POD)发生率高达 50%,年龄是老年患者发生 POD 的独立危险因素[3]。谵妄常常与不良的预后相关,如住院时间延长、住院成本增加、术后死亡率上升、痴呆风险增加等[4,5],但其诊断主要基于临床观察。研究发现约有 55%~80%的谵妄患者被漏诊[6]。鉴于围术期 POD 的高发病率和不良后果,亟需 POD 相关预测因子来准确识别有 POD 风险的患者,并对其进行个体化预防及治疗以减少 POD 的发生率,从而提高患者的远期生存质量。营养不良的老年住院患者可达 22%[7],而营养不良又与患者谵妄的发生密切相关[8,9]。老年营养风险指数(geriatric nutritional risk index,GNRI)是临床常用的客观营养评价指标,且简单易得,很少受主观因素及回忆偏倚的影响,更易在临床工作中推广。但目前有关 GNRI 预测老年非心脏手术患者 POD 的证据有限,本研究旨在分析 GNRI 在预测老年非心脏手术患者 POD 中的应用价值,以期对易感患者进行风险分层和干预,进而减少或避免 POD 的发生。

1 对象与方法

1.1 研究对象

收集 2022 年 10 月至 2023 年 9 月在徐州市中心医院全身麻醉下行非心脏手术的老年患者 479 例。纳入标准:(1)年龄≥65 岁;(2)全身麻醉下行择期非心脏手术;(3)预计住院时间≥3 d。排除标准:(1)既往有严重的神经系统疾病史;(2)无法进行沟通;(3)有酗酒史、药物依赖史;(4)术前已存在谵妄;(5)简易精神评价量表(mini-mental state examination,MMSE)得分≤17 分为文盲,(17,20]分为小学程度,(20,24]分为中学或以上程度。根据患者术后是否发生谵妄分为谵妄组和非谵妄组。

1.2 方法

1.2.1 麻醉管理 患者进入手术室后,常规心电监护、桡动脉穿刺置管测有创血压。所有患者均由经验丰富的麻醉医师诱导麻醉,使用依托咪脂 0.3 mg/kg、咪达唑仑 0.05 mg/kg、舒芬太尼 3 μg/kg、顺式阿曲库铵 0.15 mg/kg 进行诱导,麻醉深度(bispectral index,BIS)<60 后行经口气管插管后机械通气,监测鼻咽温度。术中麻醉维持使用丙泊酚、瑞芬太尼,BIS 值维持在 40~60,并根据 BIS 值调节麻醉深度。

1.2.2 数据收集 由经过训练的专业人员在术前 48 h 内进行术前评估并收集以下数据。包括年龄、性别、受教育程度、体质量指数(body mass index,BMI)、吸烟史、饮酒史、手术类别(泌尿、骨科、普外、胸外)、术前血红蛋白(hemoglobin,Hb)、术前尿酸水平、中性粒细胞与淋巴细胞之比(neutrophil to lymphocyte ratio,NLR)、改良衰弱指数(modified frailty index,mFI)、MMSE 得分、匹兹堡睡眠质量指数量表(Pittsburgh sleep quality index,PSQI)得分、查尔森合并症指数(Charlson comorbidity index,CCI)得分等。术中由麻醉医师记录手术时间、术中液体平衡[10]。术中液体平衡=术中输入量(输液量+输血量)-术中排出量(尿量+失血量)。

1.2.3 GNRI 的计算 GNRI 是由营养风险指数衍生来的新型评估工具[11],更适用于老年患者。GNRI 的计算公式为 1.489×血清白蛋白浓度(g/L)+41.7×(体质量/理想体质量)。理想体质量通过 Lorentz 公式计算而来,男性理想体质量=0.75×身高(cm)-62.5,女性理想体质量=0.60×身高(cm)-40。

1.2.4 POD 的评估 术后 1~5 d 由训练有素的研究人员进行每日两次访问(早 8:00 和晚 20:00),使用 3 min 谵妄诊断量表(3-minute diagnositic interview for CAM,3D-CAM)/重症监护室意识模糊评估法(confusion assessment method for intensive care unit,CAM-ICU)根据患者所处环境评估患者是否有 POD。患者术后 5 d 内至少有 1 次谵妄诊断阳性即

被定义为发生POD。

1.3 统计学处理

采用SPSS 26.0和R4.2.3统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用独立样本t检验;非正态分布的计量资料,用中位数(四分位数间距)[$M(Q_1,Q_3)$]表示,采用Mann-Whitney U检验。计数资料用例数(百分率)表示,采用χ^2检验。采用二元logistic回归模型估计GNRI指数和POD之间的OR值和95%CI值,并针对多个模型进行调整。将相关预测变量纳入多变量模型:模型1纳入GNRI;模型2纳入年龄、CCI、NLR和手术时间;模型3纳入GNRI、年龄、CCI、NLR和手术时间。最后,绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线,计算ROC曲线下面积(area under curve,AUC),评估三个模型对老年非心脏手术患者POD的诊断价值。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者一般资料比较

患者的年龄中位数为71(68,77)岁,发生谵妄的患者140例(29.2%)。不同手术类别患者谵妄发生率如下:泌尿外科18.0%(11/61)、骨科22.3%(40/179)、普外科47.6%(68/143)、胸外科21.9%(21/96)。谵妄组与非谵妄组在年龄、BMI、GNRI、受教育程度、是否入重症监护室(intensive care unit, ICU)、手术类别、贫血程度、CCI得分、手术时间、术中液体平衡、术前Hb、术前尿酸以及NLR方面比较,差异均有统计学意义($P<0.05$;表1)。

表1 谵妄组和非谵妄组的临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical data between delirium group and non-delirium group

Item	Delirium group($n=140$)	Non-delirium group($n=339$)	$Z/t/X^2$	P value
Age[years, $M(Q_1, Q_3)$]	74(69,81)	70(67,75)	−4.951	<0.001
Gender[n(%)]			0.061	0.806
Male	74(52.9)	175(51.6)		
Female	66(47.1)	164(48.4)		
Level of education[n(%)]			8.314	0.040
Illiteracy	60(42.9)	126(37.2)		
Primary school	52(37.1)	104(30.7)		
Junior high school	24(17.1)	82(24.2)		
High school and above	4(2.9)	27(8.0)		
Smoking[n(%)]	65(46.4)	151(44.5)	0.142	0.706
Alcohol drinking[n(%)]	61(43.6)	144(42.5)	0.048	0.826
Admission to ICU[n(%)]	50(35.7)	34(10.0)	45.200	<0.001
Operative category[n(%)]			33.517	<0.001
Urological surgery	11(7.9)	50(14.7)		
Orthopedic surgery	40(28.6)	139(41.0)		
General surgery	68(48.6)	75(22.1)		
Thoracic surgery	21(15.0)	75(22.1)		
Degree of anaemia[n(%)]			34.635	<0.001
Normal	86(61.4)	284(83.8)		
Mild	40(28.6)	50(14.7)		
Moderate	14(10.0)	5(1.5)		
CCI score[points, $M(Q_1, Q_3)$]	5(4,6)	5(4,5)	−5.825	<0.001
PSQI score[points, $M(Q_1, Q_3)$]	10(7,13)	9(7,12)	−1.773	0.076
mFI score[points, $M(Q_1, Q_3)$]	2(1,3)	2(1,2)	−1.217	0.224
BMI[kg/m^2, $M(Q_1, Q_3)$]	22.3(20.5,23.8)	22.9(21.3,25.4)	−4.807	<0.001
MMSE score[points, $M(Q_1, Q_3)$])	22(21,24)	22(21,25)	−1.155	0.248
GNRI[points, $M(Q_1, Q_3)$]	94.3(90.0,99.3)	103.0(97.7,107.7)	−10.193	<0.001
Preoperative hemoglobin[g/L, $M(Q_1, Q_3)$]	118(104,129)	129(119,139)	−6.537	<0.001
Preoperative uric acid[μmol/L, $M(Q_1, Q_3)$]	265.95±91.86	287.15±78.94	2.391	0.018
Preoperative NLR[$M(Q_1, Q_3)$]	3.2(2.0,5.2)	2.2(1.6,3.4)	−4.823	<0.001
Operation time[min, $M(Q_1, Q_3)$]	175(130,244)	110(80,150)	−9.166	<0.001
Intraoperative fluid balance[ml, $M(Q_1, Q_3)$]	1478(1020,2045)	1150(800,1500)	−5.514	<0.001

ICU: intensive care unit; CCI: Charlson comorbidity index; PSQI: Pittsburgh sleep quality index; mFI: modified frailty index; BMI: body mass index; MMSE: mini-mental state examination; GNRI: geriatric nutritional risk index; NLR: neutrophil to lymphocyte ratio.

2.2 POD 的多因素 logistic 回归分析

多因素 logistic 回归(模型 3)结果显示 GNRI(*OR* = 0.889, 95% *CI* 0.848 ~ 0.932)、年龄(*OR* = 1.057, 95%*CI* 1.011 ~ 1.106)、CCI(*OR* = .354, 95%*CI* 1.071 ~ 1.712)、NLR(*OR* = 1.124, 95%*CI* 1.035 ~ 1.222)、手术时间(*OR* = 1.015, 95% *CI* 1.011 ~ 1.020)是老年非心脏手术患者 POD 的独立危险因素(*P*<0.05;表 2,图 1)。

表 2 术后谵妄的多因素 logistic 回归分析

Table 2 Multivariate logistic regression analysis of postoperative delirium

Item	*B*	*SE*	*Wald* χ^2	*OR*(95%*CI*)	*P* value
Age	0.056	0.023	0.457	1.057(1.011-1.106)	0.015
Level of education					
Illiteracy				Reference	
Primary school	0.127	0.320	0.158	1.136(0.606-2.128)	0.691
Junior high school	0.193	0.399	0.235	1.213(0.555-2.654)	0.628
High school and above	-0.706	0.692	1.039	0.494(0.127-1.917)	0.308
Admission to ICU	0.181	0.348	0.270	1.198(0.605-2.371)	0.604
Operative category					
Urological surgery				Reference	
Orthopedic surgery	-0.330	0.489	0.457	0.719(0.276-1.873)	0.499
General surgery	0.240	0.494	0.235	1.271(0.482-3.347)	0.628
Thoracic surgery	-0.260	0.531	0.240	0.771(0.272-2.183)	0.625
CCI score	0.303	0.120	6.431	1.354(1.071-1.712)	0.011
BMI	-0.060	0.048	1.559	0.941(0.856-1.035)	0.212
GNRI	-0.118	0.024	23.497	0.889(0.848-0.932)	<0.001
Preoperative hemoglobin	-0.009	0.009	0.918	0.991(0.973-1.009)	0.338
Preoperative uric acid	0.000	0.002	0.017	1.000(0.996-1.003)	0.896
Preoperative NLR	0.117	0.042	7.666	1.124(1.035-1.222)	0.006
Operation time	0.015	0.002	42.778	1.015(1.011-1.020)	<0.001
Intraoperative fluid balance	0.000	0.000	3.108	1.000(1.000-1.001)	0.078

ICU: intensive care unit; CCI: Charlson comorbidity index; BMI: body mass index; GNRI: geriatric nutritional risk index; NLR: neutrophil to lymphocyte ratio.

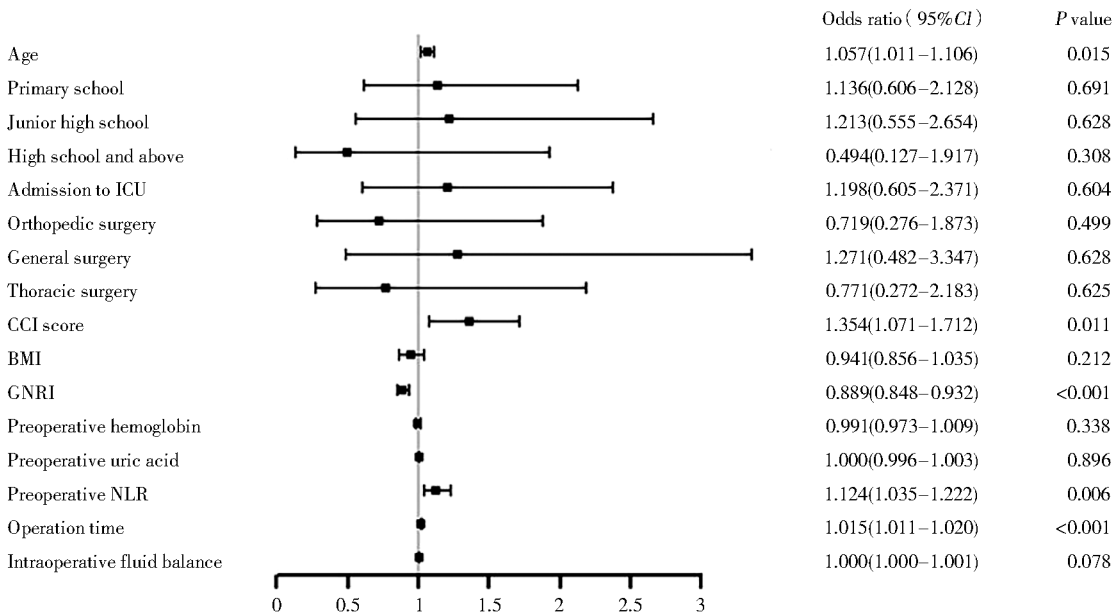


图 1 谵妄组和非谵妄组主要结局优势比的森林图

Figure 1 Forest plot of the odds ratio of the main outcome between the delirium group and the non-delirium group

Intraoperative fluid balance represents the total volumes of fluid given (include intravenous fluids and blood products) minus the total fluid output (include urinary output and blood loss). ICU: intensive care unit; CCI: Charlson comorbidity index; BMI: body mass index; GNRI: geriatric nutritional risk index; NLR: neutrophil to lymphocyte ratio.

2.3 模型预测 POD 的 ROC 曲线

绘制 3 个模型的 ROC 曲线，并分析其对 POD 的预测价值。结果显示模型 1 预测 POD 的 AUC 为 0.796（95%*CI* 0.757～0.831），特异度和灵敏度分别为 77.6%和 68.6%；模型 2 的 AUC 为 0.842（95%*CI* 0.806～0.874），特异度和灵敏度分别为 86.4% 和 67.6%；模型 3 的 AUC 为 0.893（95%*CI* 0.862～0.919），特异度和灵敏度分别为 81.4%和 79.4%（图 2）。

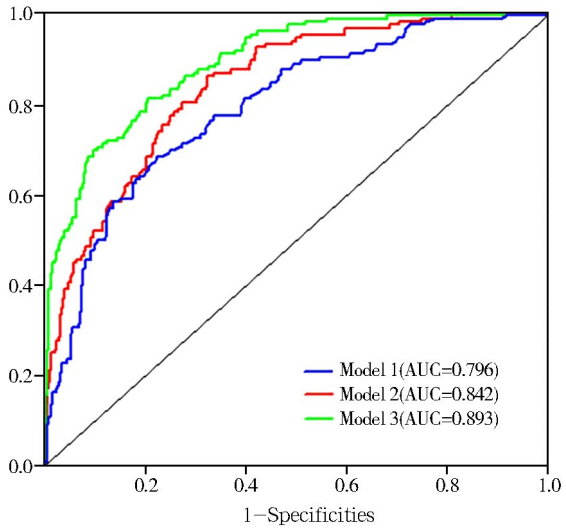


图 2 三个模型预测老年非心脏手术术后谵妄的 ROC 曲线

Figure 2 ROC curve of three models for predicting delirium after non-cardiac surgery in the elderly

Model 1: include GNRI; Model 2: include age, CCI, NLR, operation time; Model 3: include GNRI, age, CCI. ROC: receiver operating characteristic; AUC: area under curve; NLR, operation time; CCI: Charlson comorbidity index; BMI: body mass index; GNRI: geriatric nutritional risk index; NLR: neutrophil to lymphocyte ratio.

3 讨 论

目前，谵妄主要采用药物治疗，但是许多证据表明其会延长谵妄和认知障碍的持续时间，恶化临床结果。研究发现危险因素干预措施可显著减少住院老年患者谵妄发作的次数和持续时间，一级预防可能是最有效的治疗策略[1]。因此早期识别 POD 的易感患者，进行风险分层和营养干预从而减少 POD 的发生至关重要。

本研究表明术前低 GNRI 是 POD 的独立危险因素，与之前的研究结果相符[13]。营养不良会导致蛋白质分解代谢，继而血浆蛋白降低使得与蛋白质结合的药物中血清药物水平升高[14]，对于营养不良的老年患者来讲正常剂量的药物却是过量的，这会诱发 POD 的发生。此外，由于大脑主要能量来源于葡萄糖，神经元和星形胶质细胞都使用微脉管系统提供的葡萄糖产生 ATP，而营养不良患者的葡萄糖摄入不足，大脑或大脑区域可能会通过多种方式变得功能失调，并且有证据表明这些可能会导致 POD 的发生[1]。

本研究发现年龄是 POD 的独立危险因素，这与 Inouye 等[2]的研究相符。这可能是因为随着年龄增长，衰老个体中神经元损失、大脑压力调节神经递质失衡、脑血流量下降以及脑氧代谢率降低，缺乏生理储备的老年人更易受到疾病和应激的影响，这也解释了为什么年轻患者可以耐受的应激却会使老年患者出现谵妄[15]。CCI 由 Charlson 等[16]提出，是目前最常用的共病评分方法，可用于预测患者的预后和死亡风险，得分愈高，预后愈差。结果显示高 CCI 得分是老年非心脏手术患者 POD 的独立危险因素，这与之前的研究类似[17]。

术前高 NLR 是老年骨科手术患者 POD 的独立危险因素[18]，这与本研究相符。Liu 等[19]发现 POD 与术前外周炎症因子水平升高相关，炎症通常表现为中性粒细胞增高、淋巴细胞降低，因此 NLR 在一定程度上反映了全身的炎症水平。随着年龄的增长，患者的基线炎症水平增高，当遭遇重大打击时，患者的血脑屏障遭到破坏，通透性增加，循环炎症介质与神经血管单元通过受体相互作用，小胶质细胞被激活，产生大量促炎因子促进神经炎症，并导致星形胶质细胞及邻近神经元的功能障碍，最终导致谵妄的急性表现[20]。

Song 等[21]发现骨科手术中，手术时间>2 h 的患者发生 POD 的风险是手术时间<2 h 患者的 1.4 倍。本研究也发现手术时间每增加 10 min，患者发生 POD 的风险就会增加 4%，这可能是由于随着手术时间延长，阿片类药物的累积量增加，研究表明其与 POD 的风险增加相关[22]。既往研究发现，术前低 Hb 是围术期 POD 的独立危险因素[23]，重度贫血可能会导致脑供氧不足，从而诱发 POD 的发生。然而，本研究发现术前贫血不是 POD 的独立危险因素，这可能是由于术前 Hb 低于 70 g/L 的患者通常会在术前被纠正。

本研究结果表明，单独 GNRI 预测老年非心脏手术围手术期 POD 的 AUC 高达 0.796，但将除 GNRI 外的其他独立危险因素联合起来预测 POD 的 AUC 仅比单独 GNRI 高 0.046。联合 GNRI 和其他独立危险因素预测 POD 的 AUC 提高到了 0.893，这表明 GNRI 的加入使得更多存在 POD 风险的患者被识别，有助于术前的营养干预与管理。研究表明术前干预可使 POD 的发生率降低约 33%[24]，因此 GNRI 的评估在临床患者管理中具有重要意义。

本研究有以下局限性:(1)本研究样本量较少,未来还需要更多研究进行验证;(2)本研究纳入了不同类型的手术,手术者的操作可能存在偏倚,未来有必要细化手术类别研究;(3)由于资源的限制,本研究无法探讨术后住院期间营养指标与谵妄的联系。

综上,GNRI 是老年非心脏手术患者 POD 的独立预测因子且对 POD 的发生有着良好的预测价值。

【参考文献】

[1] Wilson JE, Mart MF, Cunningham C, *et al*. Delirium[J]. Nat Rev Dis Primers, 2020, 6(1): 90. DOI: 10.1038/s41572-020-00223-4.

[2] Inouye SK, Westendorp RG, Saczynski JS. Delirium in elderly people[J]. Lancet, 2014, 383(9920): 911-922. DOI: 10.1016/s0140-6736(13)60688-1.

[3] Pinho C, Cruz S, Santos A, *et al*. Postoperative delirium: age and low functional reserve as independent risk factors[J]. J Clin Anesth, 2016, 33: 507-513. DOI: 10.1016/j.jclinane.2015.09.002.

[4] Oh ST, Park JY. Postoperative delirium[J]. Korean J Anesthesiol, 2019, 72(1): 4-12. DOI: 10.4097/kja.d.18.00073.1.

[5] Gou RY, Hshieh TT, Marcantonio ER, *et al*. One-year medicare costs associated with delirium in older patients undergoing major elective surgery[J]. JAMA Surg, 2021, 156(5): 430-442. DOI: 10.1001/jamasurg.2020.7260.

[6] Mattison MLP. Delirium[J]. Ann Intern Med, 2020, 173(7): itc49-itc64. DOI: 10.7326/aitc202010060.

[7] Dent E, Wright ORL, Woo J, *et al*. Malnutrition in older adults[J]. Lancet, 2023, 401(10380): 951-966. DOI: 10.1016/s0140-6736(22)02612-5.

[8] Mazzola P, Ward L, Zazzetta S, *et al*. Association between preoperative malnutrition and postoperative delirium after hip fracture surgery in older adults[J]. J Am Geriatr Soc, 2017, 65(6): 1222-1228. DOI: 10.1111/jgs.14764.

[9] Sugita Y, Miyazaki T, Shimada K, *et al*. Correlation of nutritional indices on admission to the coronary intensive care unit with the development of delirium[J]. Nutrients, 2018, 10(11): 1712. DOI: 10.3390/nu10111712.

[10] Obermeier KT, Kraus M, Smolka W, *et al*. Postoperative delirium in patients with oral cancer: is intraoperative fluid administration a neglected risk factor? [J]. Cancers (Basel), 2022, 14(13): 3176. DOI: 10.3390/cancers14133176.

[11] Bouillanne O, Morineau G, Dupont C, *et al*. Geriatric nutritional risk index: a new index for evaluating at-risk elderly medical patients[J]. Am J Clin Nutr, 2005, 82(4): 777-783. DOI: 10.1093/ajcn/82.4.777.

[12] Inouye SK, Bogardus ST, Jr., Charpentier PA, *et al*. A multicomponent intervention to prevent delirium in hospitalized older patients[J]. N Engl J Med, 1999, 340(9): 669-676. DOI: 10.1056/nejm199903043400901.

[13] Zhao Y, Xia X, Xie D, *et al*. Geriatric nutritional risk index can predict postoperative delirium and hospital length of stay in elderly patients undergoing non-cardiac surgery[J]. Geriatr Gerontol Int, 2020, 20(8): 759-764. DOI: 10.1111/ggi.13963.

[14] Culp KR, Cacchione PZ. Nutritional status and delirium in long-term care elderly individuals[J]. Appl Nurs Res, 2008, 21(2): 66-74. DOI: 10.1016/j.apnr.2006.09.002.

[15] Sanford AM, Flaherty JH. Do nutrients play a role in delirium? [J]. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2014, 17(1): 45-50. DOI: 10.1097/mco.0000000000000022.

[16] Charlson ME, Pompei P, Ales KL, *et al*. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation[J]. J Chronic Dis, 1987, 40(5): 373-383. DOI: 10.1016/0021-9681(87)90171-8.

[17] Papaconstantinou D, Frountzas M, Ruurda JP, *et al*. Risk factors and consequences of post-esophagectomy delirium: a systematic review and meta-analysis[J]. Dis Esophagus, 2023, 36(8): doac103. DOI: 10.1093/dote/doac103.

[18] Li X, Wang G, He Y, *et al*. White-cell derived inflammatory biomarkers in prediction of postoperative delirium in elderly patients undergoing surgery for lower limb fracture under non-general anaesthesia[J]. Clin Interv Aging, 2022, 17: 383-392. DOI: 10.2147/cia.S346954.

[19] Liu X, Yu Y, Zhu S. Inflammatory markers in postoperative delirium (POD) and cognitive dysfunction (POCD): a meta-analysis of observational studies[J]. PLoS One, 2018, 13(4): e0195659. DOI: 10.1371/journal.pone.0195659.

[20] Cerejeira J, Firmino H, Vaz-Serra A, *et al*. The neuroinflammatory hypothesis of delirium[J]. Acta Neuropathol, 2010, 119(6): 737-754. DOI: 10.1007/s00401-010-0674-1.

[21] Song KJ, Ko JH, Kwon TY, *et al*. Etiology and related factors of postoperative delirium in orthopedic surgery[J]. Clin Orthop Surg, 2019, 11(3): 297-301. DOI: 10.4055/cios.2019.11.3.297.

[22] Weinstein SM, Poultsides L, Baaklini LR, *et al*. Postoperative delirium in total knee and hip arthroplasty patients: a study of perioperative modifiable risk factors[J]. Br J Anaesth, 2018, 120(5): 999-1008. DOI: 10.1016/j.bja.2017.12.046.

[23] Kijima E, Kayama T, Saito M, *et al*. Pre-operative hemoglobin level and use of sedative-hypnotics are independent risk factors for post-operative delirium following total knee arthroplasty[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 279. DOI: 10.1186/s12891-020-03206-4.

[24] Marcantonio ER, Flacker JM, Wright RJ, *et al*. Reducing delirium after hip fracture: a randomized trial[J]. J Am Geriatr Soc, 2001, 49(5): 516-522. DOI: 10.1046/j.1532-5415.2001.49108.x.

(编辑:温玲玲)