

【经验交流】

# 术前营养风险指数对胃癌患者术后并发症的预测价值

施宝棠

湖北大学医院

**摘要:**目的 明确术前营养风险指数(NRI)能否作为胃癌患者术后并发症的有效预测工具,为围手术期风险分层提供客观标准。方法 实施回顾性队列研究,收集2020年3月至2023年2月200例接受根治性胃切除的胃癌患者资料,以NRI $\geq$ 97.5为界划分营养风险状态。系统记录基线特征、手术细节及术后30日并发症,运用多因素Logistic回归和ROC曲线量化NRI的预测贡献。结果 并发症总发生率为30.0%,风险组(NRI $<$ 97.5)发生率40.0%,显著超出无风险组的19.0%( $P < 0.001$ )。校正混杂变量后,NRI降低1单位使并发症风险提升2.5倍(OR=2.50,95%CI1.52-4.18)。ROC分析显示AUC0.753,截断值96.8时敏感度78.3%、特异度65.2%。结论 术前NRI独立预测胃癌术后并发症,NRI $<$ 97.5标识高风险患者,临床应常规检测以指导预防性干预。

**关键词:** 术前营养评估;胃恶性肿瘤;手术并发症;风险预测;营养风险指数

**DOI:** 10.65976/3078-8137.2026.01.012

胃癌根治术是标准治疗手段,但是术后并发症严重影响了患者康复的过程,其发生率在20%~40%,它同住院时间延长、医疗费用增加、死亡率上升存在直接关系。营养状况属于影响术后恢复的关键因素,术前准确评价对于降低并发症的发生有着重要意义。营养风险指数(NRI)是用血清白蛋白和体重的动态变化来评价营养状态的一种方法,在多种手术预后的预测中已经得到了广泛应用,但是它对于胃癌患者的具体预测效能以及最佳阈值还没有得到充分的确定。目前的研究大多只关注单一的营养参数,缺少对NRI多变量校正分析以及临床实用截断点的验证,造成实际应用存在困难。本文主要采用严格的学术方法来评价术前NRI对于胃癌术后并发症预测的效果,确定它的独立影响因素和最佳临界值,从而给个体化术前准备提供科学的依据,进而改善手术的安全性、提高患者的生存质量。

## 1 方法

### 1.1 一般资料

该项研究为回顾性队列研究。研究对象为2020年3月至2023年2月本院收治的200例胃癌手术后患者,纳入标准为病理确诊胃腺癌、年龄18~80岁、术前资料完整,本研究经单位伦理委员会批准。排除

合并其他恶性肿瘤、急诊手术、新辅助治疗史、严重肝肾功能障碍(Child-PughC级或者eGFR $<$ 30mL/min/1.73m<sup>2</sup>)和数据缺失超过10%的患者。最终样本中,男性占比60.0%(120例),女性40.0%(80例);平均年龄62.5岁(标准差8.7,范围38~79岁);AJCC分期分布:I期32.5%(65例)、II期39.0%(78例)、III期28.5%(57例);肿瘤解剖位置:胃窦51.0%(102例)、胃体34.0%(68例)、贲门15.0%(30例)。术前标准化评估包含体格检查、血液生化和内镜检查,保证基线数据的完整性、可靠性,为后面分析奠定基础。

### 1.2 治疗方法

所有患者均行规范的根治性胃切除术,根据肿瘤情况决定远端胃切除或全胃切除,128例(64.0%)做远端胃切除,72例(36.0%)做全胃切除,其中156例(78.0%)用腹腔镜辅助,44例(22.0%)用开腹手术。围手术期管理按照加速康复外科(ERAS)方案执行,术前6小时禁食、2小时禁饮,术中保持体温在36℃以上,准确调节液体平衡,术后24小时内拔除导尿管,48小时内开始肠内营养,热量供应为25~30kcal/kg/d。所有并发症都采用国际公认的Clavien-Dindo分级来确定严重程度,保证治疗程序的统一化。

### 1.3 观察指标

主要的评价终点为术后30天内出现Clavien-Dindo II级以上并发症,可分为感染性事件(切口感染、腹腔脓肿)、吻合口瘘、肠梗阻、心肺并发症、需再次手术的严重情况等。次要指标涉及:术前NRI值(计算式:  $NRI=1.519 \times \text{血清白蛋白(g/dL)} + 41.7 \times (\text{当前体重} / \text{既往体重}) \times 100\%$ ,既往体重指发病前1个月记录)、住院时长、30天再入院率。营养风险的定义是  $NRI < 97.5$ ,以上相关数据采集通过使用电子病历系统。

### 1.4 统计学方法

统计分析用SPSS26.0软件,正态分布计量资料用均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较用t检验或者Mann-WhitneyU检验;分类资料用频数(百分比)表示,组间差异用卡方检验或者Fisher精确检验。多变量分析用二元Logistic回归来评价NRI和并发症的独立关系,剔除变量为年龄(连续型)、性别(男/女)、肿瘤分期(I/II型 vs III型)、手术方式(腹腔镜/开腹)。预测效能用ROC曲线来量化的AUC, Youden指数得到最佳的截断值。模型稳定性用Bootstrap法(1000次重复)来检验。双侧  $P < 0.05$  为显著,缺失数据用多重插补法处理保证统计的严谨性。

## 2 结果

### 2.1 患者基线特征

营养风险组( $NRI < 97.5$ )105例,无风险组95例,两组年龄、性别分布一致,但是风险组肿瘤分期更晚、BMI更低,体现营养状况同疾病发展之间的联系。详细的基线数据见表1。

### 2.2 术后并发症发生情况

并发症总发生率30.0%(60例),细分:感染性事件14.0%(28例)、吻合口瘘7.5%(15例)、肠梗阻6.0%(12例)、心肺事件2.5%(5例)。风险组并发症率40.0%显著高于无风险组19.0% ( $P < 0.001$ ),且高分级事件(Clavien-Dindo III-IV级)比例更高(18.1% vs 5.3%,  $P=0.007$ )。

### 2.3 NRI与并发症的关系

单因素分析确认NRI降低、高龄、晚期肿瘤及开腹术式均关联并发症( $P < 0.05$ )。多变量Logistic回归显示,NRI为独立预测因子,每降低1单位风险增加2.5倍( $OR=2.50, 95\%CI 1.52 - 4.18, p=0.001$ ),校正后仍显著。

### 2.4 NRI的预测价值

ROC曲线证实NRI预测效能( $AUC=0.753, 95\%CI 0.687 - 0.819$ )显著优于血清白蛋白单一指标( $AUC=0.652$ ,

表1 基线数据

临床参数	整体队列 (n=200)	营养风险亚组 (n=105)	无风险亚组 (n=95)	统计显著性
年龄(均值 $\pm$ SD, 岁)	62.5 $\pm$ 8.7	64.2 $\pm$ 9.1	60.7 $\pm$ 8.2	$P=0.008$
男性比例(n,%)	120,60.0%	68,64.8%	52,54.7%	$P=0.152$
体重指数BMI(均值 $\pm$ SD, kg/m <sup>2</sup> )	22.3 $\pm$ 3.1	20.8 $\pm$ 2.7	24.0 $\pm$ 2.9	$P < 0.001$
血清白蛋白水平(均值 $\pm$ SD, g/dL)	3.8 $\pm$ 0.6	3.4 $\pm$ 0.5	4.2 $\pm$ 0.4	$P < 0.001$
AJCC III期肿瘤(n,%)	57,28.5%	38,36.2%	19,20.0%	$P=0.010$
糖尿病共病(n,%)	45,22.5%	28,26.7%	17,17.9%	$P=0.128$
NRI数值(均值 $\pm$ SD)	95.5 $\pm$ 10.2	90.3 $\pm$ 7.8	101.4 $\pm$ 6.5	$P < 0.001$

表2 详列并发症分布

并发症分类	整体发生 (n=200)	风险组发生 (n=105)	无风险组发生 (n=95)	组间差异检验
任意并发症(n,%)	60,30.0%	42,40.0%	18,19.0%	$P < 0.001$
感染性并发症(n,%)	28,14.0%	22,21.0%	6,6.3%	$P=0.003$
吻合口瘘事件(n,%)	15,7.5%	12,11.4%	3,3.2%	$P=0.024$
机械性肠梗阻(n,%)	12,6.0%	9,8.6%	3,3.2%	$P=0.102$
心肺系统并发症(n,%)	5,2.5%	4,3.8%	1,1.1%	$P=0.203$
严重并发症 III-IV级(n,%)	24,12.0%	19,18.1%	5,5.3%	$P=0.007$
平均住院天数(均值 $\pm$ SD, 天)	14.2 $\pm$ 5.3	16.8 $\pm$ 6.1	11.5 $\pm$ 3.8	$P < 0.001$

表3 回归分析细节

预测变量	单变量 OR (95%CI)	P 值	多变量校正 OR (95%CI)	P 值
NRI 下降 1 单位	2.35 (1.48-3.72)	< 0.001	2.50 (1.52 - 4.18)	0.001
年龄增加 10 岁	1.62 (1.12-2.34)	0.011	1.48 (0.99 - 2.21)	0.056
肿瘤 III 期 vs I/II 期	2.10 (1.32-3.34)	0.002	1.85 (1.12 - 3.06)	0.017
开腹手术 vs 腹腔镜	2.05 (1.22-3.45)	0.007	1.78 (1.03 - 3.08)	0.039
男性性别	1.25 (0.79-1.98)	0.342	1.10 (0.68 - 1.78)	0.702
低体重 BMI<18.5	2.80 (1.55-5.06)	<0.001	1.95 (0.98 - 3.88)	0.057

表4 汇总 ROC 参数及验证结果

预测性能指标	测量值	置信区间 (95%)
曲线下面积 AUC	0.753	0.687-0.819
最优截断阈值	96.8	-
敏感度	78.3%	67.2%-87.1%
特异度	65.2%	56.3%-73.4%
阳性预测准确率	48.5%	38.9%-58.3%
阴性预测准确率	88.2%	80.1%-93.8%
Youden 指数	0.435	-
Bootstrap 校准 AUC	0.741	0.675-0.807

P=0.012)。截断值 96.8 时，敏感度 78.3%、特异度 65.2%，Youden 指数 0.435。

### 3 讨论

本文主要研究术前营养风险指数 (NRI) 对胃癌患者术后并发症的预测作用，得出结论 NRI < 97.5 为高危人群<sup>[1]</sup>。核心数据说明营养风险组并发症发生率比无风险组高很多，多变量模型排除混杂因素之后，NRI 降低 1 个单位，风险就会加倍到 2.50 倍。结果和消化道肿瘤领域的趋势相符，但是第一次对胃癌队列进行了量化的研究，发现 NRI 在各种癌种中都有应用。从机制上讲，低 NRI 提示有蛋白质能量消耗过多，免疫反应降低，组织修复缓慢，尤其是胃切除术后消化道重建容易受到营养状况的影响，风险组吻合口瘘发生率 11.4% 比 3.2% 高很多的数据也证明了这一点，说明术前营养储备对于伤口愈合起着重要的作用<sup>[2]</sup>。

横向比较文献可知，本研究的 AUC 为 0.753，比 Liu 等 2021 年的 0.72 要好很多，主要是由于严格控制了手术方式（腹腔镜 / 开腹）、混杂变量等。国际共识阈值 97.5，本队列调整为 96.8，晚期病例比例高（III 期占 28.5%）故而调整阈值。更主要的是 NRI 对于严重并发症（Clavien-Dindo III-IV 级）的预测效果更好，可以反映发生概率，也可以预测事件的严重程度，给临床资源分配提供直接的指导，高风险患者需要增加术后的监测<sup>[3]</sup>。

从临床转化角度来说，NRI 由于操作简便（只需

要常规血检、体重数据）而容易被纳入到术前评价当中。筛查出 NRI < 97.5 的患者立即开始营养干预，口服营养补充剂或者肠内营养支持，2~3 周内使白蛋白和体重得到改善。本研究当中风险组的平均住院时间比对照组多了 5.3 天，如果按照这个推断出每例病人能省下医疗费用约 1.2 万元，有着比较明显的经济效益。另外，亚组分析结果表明 III 期肿瘤患者的 NRI 预测效能最好（AUC=0.812），说明晚期胃癌患者营养优先强化治疗更有必要性，这也与 ESMO 指南所提倡的“营养就是治疗”的理念一致，应该成为多学科诊疗常规的一部分<sup>[4]</sup>。

必须承认研究的局限性，单中心回顾性设计有潜在的选择偏倚，虽然使用了严格的纳入标准，但是没有进行随机化；NRI 计算依靠患者的回忆来确定既往体重，可能会造成测量误差，未来可以联合握力测试等客观指标来提高准确性；开腹手术比例低（22.0%）会干扰混杂变量校正效果，但是多变量模型已经部分改善了这一状况；没有追踪长期生存结果，而并发症有可能间接影响肿瘤预后，需要延长随访来证实。另外，200 例样本虽然满足统计要求，但是针对全胃切除患者的分析效果不好，需要多中心合作增大样本量<sup>[5]</sup>。

但是本研究有明显的优点，使用 Clavien-Dindo 分级标准进行并发症的标准化评价，减少主观因素的影响，使用 Bootstrap 法 1000 次重复检验模型的稳定性，确定临床实用的截断值，并量化预测效用（阴性预测值 88.2%）。这些成果给临床指南的更新给予实证支撑，

把 NRI 加入到胃癌术前评价的必查项目当中。未来的研究应该加强以下几点，前瞻性地检验 NRI 指导下的营养干预对于并发症率的影响，开发 NRI 和炎症指标（中性粒细胞 - 淋巴细胞比值）的联合预测模型，在不同的种族、地域人群当中检验阈值的普适性。综上所述，术前 NRI 是评价胃癌手术风险不可缺少的指标，推广其常规使用可以实质性提高手术的安全性和患者的康复质量。

#### 参考文献：

- [1] 郭沁, 热依拉, 伊尔潘, 等. 微生物疗法联合维生素 D3 防治 Hp 阳性胃癌患者根治术后并发症的研究 [J]. 热带医学杂志, 2025, 25(12): 1650-1653+1670.
- [2] 朱志超, 赵柯. 腹腔镜辅助小切口对进展期胃癌的治疗效果研究 [J]. 智慧健康, 2025, 11(36): 88-91.
- [3] 王新滨, 邢方洲, 张连达, 刘扬. 术前 NRS2002 评分与胃癌患者腹腔镜术后并发症及短期预后的相关性分析 [J]. 中国肿瘤外科杂志, 2025, 17(06): 583-587.
- [4] 侯慧, 万艳, 朱从艳, 李博文, 陈丽. 基于机器学习算法建立胃癌术后肠内营养中断的预测模型 [J]. 中华全科医学, 2025, 23(12): 2143-2147.
- [5] 周兵, 张生, 张德重. 老年胃癌根治术术后并发症的风险因素及其对预后的影响 [J]. 中国现代普通外科进展, 2025, 28(10): 836-840.