

安徽医科大学学报

Acta Universitatis Medicinalis Anhui

ISSN 1000-1492, CN 34-1065/R

《安徽医科大学学报》网络首发论文

题目：胃上部癌幽门区淋巴结转移预测模型的构建与验证
作者：马志胜，宋昭昱，陈培风，隋万年，陈章明，韩文秀
网络首发日期：2025-11-07
引用格式：马志胜，宋昭昱，陈培风，隋万年，陈章明，韩文秀. 胃上部癌幽门区淋巴结转移预测模型的构建与验证[J/OL]. 安徽医科大学学报.
<https://link.cnki.net/urlid/34.1065.R.20251106.1937.002>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

胃上部癌幽门区淋巴结转移预测模型的构建与验证

马志胜, 宋昭昱, 陈培风, 隋万年, 陈章明, 韩文秀

(安徽医科大学第一附属医院普外科, 合肥 230022)

摘要 目的 明确胃上部癌(UGC)幽门区淋巴结(PLN)转移的独立危险因素, 并构建适用于 UGC 患者的列线图预测模型。**方法** 回顾性收集 2020 年 1 月—2023 年 11 月期间就诊于安徽医科大学第一附属医院(721 例)和安徽医科大学第一附属医院北区(102 例)UGC 患者的临床资料。将患者按 7:3 比例随机分为训练集(576 例)和验证集(247 例)。基于训练集, 采用多因素 Logistic 回归分析确定 PLN 转移的独立危险因素, 并据此构建列线图预测模型。通过受试者工作特征(ROC)曲线和校准曲线评估模型的区分度与校准度。最后, 利用验证集进行外部验证, 以评估模型的稳定性与泛化能力。**结果** 多因素 Logistic 回归分析显示, 肿瘤大小($OR=1.307$, 95% CI : 1.038~1.646)、T3($OR=5.703$, 95% CI : 1.271~25.581)、T4($OR=7.827$, 95% CI : 1.569~39.037)、脉管浸润(LVI)($OR=6.637$, 95% CI : 1.387~31.574)、分化程度($OR=3.160$, 95% CI : 1.567~6.373)、纤维蛋白原降解产物(FDP)($OR=4.565$, 95% CI : 1.927~10.810)为 UGC 患者发生 PLN 转移的独立危险因素。基于这些因素构建的列线图模型在训练集和验证集中 ROC 曲线下面积(AUC)分别为 0.815(95% CI : 0.751~0.815)和 0.832(95% CI : 0.731~0.933), 且校准曲线显示预测值与实际值吻合度较高。**结论** 该列线图预测模型在评估 UGC 患者 PLN 转移风险方面具有良好的预测效能。

关键词 淋巴结转移; 危险因素; 列线图; 幽门区淋巴结; 胃上部癌; Logistic 回归分析; 脉管浸润; 纤维蛋白原降解产物

中图分类号 R 735.2

Construction and validation of a prediction model for pyloric lymph node metastasis in upper gastric cancer

Ma Zhisheng, Song Zhaoyu, Chen Peifeng, Sui Wannian, Chen Zhangming, Han Wenxiu

(Dept of General Surgery, First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022)

Abstract Objective To identify the independent risk factors for pyloric lymph node (PLN)

基金项目: 安徽省卫生健康科研项目(编号: AHWJ2024BAc20002)

作者简介: 马志胜, 男, 硕士研究生;

韩文秀, 男, 教授, 博士生导师, 通信作者, E-mail: hwxbh@126.com

metastasis in patients with upper gastric cancer (UGC) and to construct a nomogram prediction model applicable for UGC patients. **Methods** Clinical data of UGC patients treated at The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University ($n=721$) and The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University North District ($n=102$) between January 2020 and November 2023 were retrospectively collected. Patients were randomly divided into a training set ($n=576$) and a validation set ($n=247$) at a 7:3 ratio. Based on the training set, multivariate Logistic regression analysis was performed to identify independent risk factors for PLN metastasis, and a nomogram prediction model was constructed accordingly. The model's discriminative ability and calibration were assessed using receiver operating characteristic (ROC) curves and calibration curves. Finally, external validation was conducted using the validation set to evaluate the model's stability and generalizability. **Results** Multivariate Logistic regression analysis revealed that tumor size ($OR=1.307$, 95%CI: 1.038-1.646), T3 stage ($OR=5.703$, 95%CI: 1.271-25.581), T4 stage ($OR=7.827$, 95%CI: 1.569-39.037), lymphovascular invasion (LVI) ($OR=6.637$, 95%CI: 1.387-31.574), differentiation extent ($OR=3.160$, 95%CI: 1.567-6.373), and fibrinogen degradation product (FDP) level ($OR=4.565$, 95%CI: 1.927-10.810) were independent risk factors for PLN metastasis in UGC patients. The nomogram model constructed based on these factors demonstrated areas under the ROC curve (AUC) of 0.815 (95%CI: 0.751-0.815) in the training set and 0.832 (95%CI: 0.731-0.933) in the validation set. Calibration curves indicated good agreement between predicted and observed outcomes. **Conclusion** This nomogram prediction model exhibits good predictive performance for assessing the risk of PLN metastasis in UGC patients.

Key words Lymph node metastasis; risk factors; nomogram; pyloric lymph nodes; upper gastric cancer; Logistic regression analysis; lymphovascular invasion; fibrinogen degradation product

Fund program Health Research Project of Anhui Province (No. AHWJ2024BAc20002)

Corresponding author Han Wenxiu, E-mail: hwxhbx@126.com

自 1990 年以来, 全球胃癌的发病率和病死率虽呈下降趋势, 但胃上部癌 (upper gastric cancer, UGC) 的发病率却逐年上升^[1]。在 UGC 的手术治疗中, 全胃切除术 (total gastrectomy, TG) 与近端胃切除术 (proximal gastrectomy, PG) 的选择仍存在争议^[2]。在 PG 手术中, 幽门区淋巴结 (peripyloric lymph node, PLN), 即 No.5 和 No.6 淋巴结, 解剖结构复杂, 且毗

邻胃右动脉、胃网膜右动脉及胰十二指肠动脉，血管变异可能性大，导致手术中清扫 PLN 难度较大，增加了术中损伤风险。此外，UGC 的淋巴结转移主要发生在近端胃区，而 PLN 受累较少，因此在 PG 的 D1+/D2 淋巴结清扫术中常规不清扫 PLN^[3]。然而，部分 UGC 患者在术后病理显示存在 PLN 转移，若手术方式选择不恰当，可能会导致术后病理分期不准确，进而增加局部复发率并影响长期生存结果^[4]。目前关于 UGC-PLN 转移的研究多为单中心回顾性分析，且主要聚焦于组织病理学特征的探讨，缺乏对反映肿瘤侵袭性的凝血功能指标的评估。凝血活化标志物（如 D-二聚体和纤维蛋白原降解产物）不仅与肿瘤侵袭性显著相关，还可作为预测淋巴结转移和不良预后的指标，提示凝血系统可能通过调控肿瘤微环境促进肿瘤侵袭转移^[5-6]。基于此，该研究通过多因素 Logistic 回归建模，联合临床与止凝血参数识别 UGC 患者 PLN 转移的独立危险因素，并构建列线图以优化风险分层与治疗决策。

1 材料与方法

1.1 病例资料

本研究回顾性收集了 2020 年 1 月—2023 年 11 月期间，在安徽医科大学第一附属医院及安徽医科大学第一附属医院北区接受 TG 和 D2 淋巴结清扫术的 823 例 UGC 患者的临床资料。纳入标准：☐ 行 TG 和 D2 淋巴结清扫术的 UGC 患者；☐ 术后病理确诊为胃癌，且为胃壁单发病变；☐ 无肝、肺等远处器官转移；☐ 临床资料完整。排除标准：☐ 合并有其他恶性肿瘤的患者；☐ 既往有胃次全切除术和残胃癌病史者；☐ 术前接受过放疗、化疗和内镜治疗者；☐ 患有严重心力衰竭、肝肾疾病、血液系统疾病及术前 1 周内使用影响凝血功能药物者；☐ 肿瘤侵及邻近器官者。本研究已获安徽医科大学第一附属医院临床研究伦理委员会审批（批准号：安医一附院伦审—PJ2024-11-66）。

1.2 数据收集

本研究基于医院电子病历系统，收集符合纳入排除标准的 UGC 患者的临床资料，具体如下。☐ 基本信息：年龄、性别、身体质量指数（body mass index, BMI）；☐ 病理学特征：肿瘤大小（定义为肿瘤的最大直径）、组织学类型、分化程度、浸润深度（根据美国癌症联合委员会第 8 版 TNM 分期系统分为 T1~T4 期）、有无脉管浸润（lymph vascular invasion, LVI）、有无神经浸润（perineural invasion, PNI）；☐ 血清学资料及术前肿瘤标志物：通过术前 7 d 内采集的外周静脉血检测获得的血红蛋白、白蛋白、D-二聚体、纤维蛋白原降解产物（fibrinogen degradation product, FDP）、前白蛋白、癌胚抗原（carcinoembryonic antigen, CEA）、糖类抗原 199（carbohydrate antigen 199, CA199）、糖类抗原 125（carbohydrate antigen 125, CA125）、甲胎蛋白（alpha-fetal protein, AFP）；☐ 个人史：抽烟史、饮酒史、高血

压病史、糖尿病史。本研究特别关注 PLN 的转移情况，其诊断标准为术后病理报告显示 No.5 或 No.6 淋巴结任一组阳性，则判定 PLN 发生转移。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 26.0 和 R 软件（4.3.3 版）进行统计学分析。使用 R 语言 caret 包，按 7:3 比例将总数据集随机拆分为训练集和验证集。在验证集中分类变量采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验进行比较，连续变量则根据其分布及方差齐性，选用独立样本 t 检验或非参数秩和检验进行分析。基于训练集数据，通过多因素 Logistic 回归分析筛选 UGC 患者 PLN 转移的独立危险因素，并利用 R 软件 rms 包构建列线图预测模型。采用 pROC 包绘制受试者工作特征（receiver operating characteristic, ROC）曲线并计算曲线下面积（area under curve, AUC）值以评估模型的区分能力。进一步应用 Bootstrap 法（重复抽样 1 000 次）进行内部验证，并绘制校准曲线评估模型预测概率与实际发生率的一致性。最后，将验证集用于外部验证，以评估模型在独立数据集中的泛化性能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者特征

本研究初步筛查了 5 923 例胃癌患者的临床数据。根据既定的纳入与排除标准，最终纳入 823 例符合要求的 UGC 患者作为研究对象。这些患者分别来源于安徽医科大学第一附属医院（721 例）和安徽医科大学第一附属医院北区（102 例）。使用 R 软件按 7:3 比例将所有 823 例患者随机分配至训练集（576 例）和验证集（247 例）。见图 1。在训练集和验证集中，患者均依据 PLN 转移状态（阳性/阴性）进行分组。总体而言，纳入研究的 823 例 UGC 患者中，PLN 转移率为 7.6%（63/823）。分层分析显示，训练集的 PLN 转移率为 7.8%（45/576），验证集的转移率为 7.3%（18/247）。

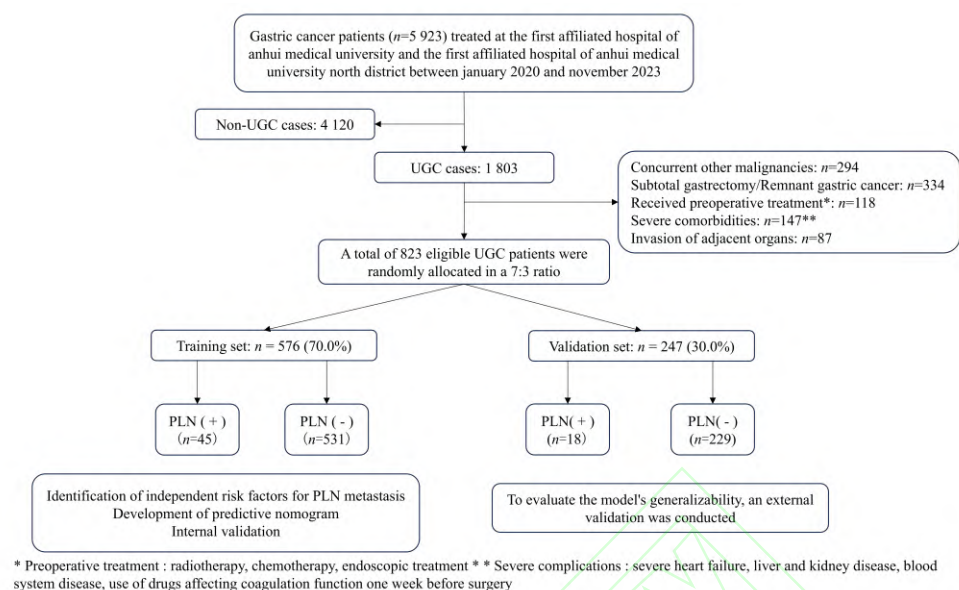


图 1 UGC 患者数据收集及分组流程图

Fig.1 Data collection and grouping flow chart of patients with upper gastric cancer

2.2单因素分析与多因素Logistic回归分析

在训练集的单因素分析中，PLN(+)组和PLN(-)组在年龄、性别、BMI、高血压病史、糖尿病史、吸烟史、饮酒史、血红蛋白、白蛋白、AFP、CA125、D一二聚体、前白蛋白等方面比较，差异无统计学意义 ($P>0.05$)。同时，两组在肿瘤大小、分化程度、浸润深度、PNI、LVI以及CEA、CA199、FDP水平等方面比较，差异均有统计学意义 ($P<0.05$)，见表1。进一步将这些具有统计学意义的变量纳入多因素Logistic回归分析，结果显示肿瘤大小 ($OR: 1.307, P=0.023$)、T3期 ($OR: 5.703, P=0.023$)、T4期 ($OR: 7.827, P=0.012$)、LVI ($OR: 6.637, P=0.018$)、分化程度 ($OR: 3.160, P=0.010$)、FDP ($OR: 4.565, P=0.001$)为UGC患者PLN转移的独立危险因素。见表2。

表 1 823 例 UGC 患者发生幽门区淋巴结转移的单因素分析结果 [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

Tab. 1 The results of single factor analysis of pyloric lymph node metastasis in 823 patients with upper gastric cancer [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

Variables	Training set ($n=576$)				Validation set ($n=247$)	
	PLN(-)	PLN(+)	$t/\chi^2/Z$	P value	PLN(-)	PLN(+)
	($n=531$)	($n=45$)	value		($n=229$)	($n=18$)
Age (years)			1.716	0.190		
<60	99 (18.6)	12 (26.7)			33 (14.4)	5 (27.8)
≥ 60	432 (81.4)	33 (73.3)			196 (85.6)	13 (72.2)

Gender				0.041	0.840		
Male	418 (78.7)	36 (80.0)				185 (80.2)	15 (83.3)
Female	113 (21.3)	9 (20.0)				44 (19.2)	3 (16.7)
BMI (kg/m ²)				0.404	0.368		
<18.5	49 (9.2)	6 (13.3)				22 (9.6)	1 (5.6)
≥18.5	482 (90.8)	39 (86.7)				207 (90.4)	17 (94.4)
Tumor size (cm)	4.2±1.6	5.4±1.7	-4.850	<0.001		4.2±1.7	5.4±1.8
Histologic types			1.760	0.415			
Adenocarcinoma	451 (84.9)	35 (77.8)				213 (93.0)	16 (88.9)
Signet-ring cell carcinoma	69 (13.0)	9 (20.0)				12 (5.2)	1 (5.6)
Neuroendocrine carcinoma	11 (2.1)	1 (2.2)				4 (1.7)	1 (5.6)
Differentiation extent			13.558	<0.001			
poor differentiation	184 (34.7)	28 (62.2)				76 (33.2)	13 (72.2)
Moderate or high differentiation	347 (65.3)	17 (37.8)				153 (66.8)	5 (27.8)
Infiltrative depth			21.430	<0.001			
T1 or T2	185 (34.8)	2 (4.4)				89 (38.9)	2 (11.1)
T3	273 (51.4)	29 (64.4)				119 (52.0)	9 (50.0)
T4	73 (13.7)	14 (31.1)				21 (9.2)	7 (38.9)
LVI			16.488	<0.001			
Positivity	352 (66.3)	43 (95.6)				137 (59.8)	16 (88.9)
Negativity	179 (33.7)	2 (4.4)				92 (40.2)	2 (11.1)
PNI			6.085	0.014			
Positivity	397 (74.8)	41 (91.1)				167 (72.9)	17 (94.4)
Negativity	134 (25.2)	4 (8.9)				62 (27.1)	1 (5.6)
Hemoglobin (g/L)			0.015	0.902			
<90	79 (14.9)	7 (15.6)				39 (17.0)	3 (16.7)
≥90	452 (85.1)	38 (84.4)				190 (83.0)	15 (83.3)
Albumin (g/L)			1.611	0.204			
<40	179 (33.7)	11 (24.4)				94 (41.0)	8 (44.4)
≥40	352 (66.3)	34 (75.6)				135 (59.0)	10 (55.6)
Prealbumin (mg/L)			0.010	0.940			
<180	92 (17.3)	8 (17.8)				58 (25.3)	5 (27.8)
≥180	439 (82.7)	37 (82.2)				171 (74.7)	13 (72.2)
AFP (ng/mL)			<0.001	1.000			
<25	522 (98.3)	44 (97.8)				218 (95.2)	17 (94.4)
≥25	9 (1.7)	1 (2.2)				11 (4.8)	1 (5.6)
CEA (ng/mL)			4.251	0.039			
<5	404 (76.1)	28 (62.2)				181 (79.0)	10 (55.6)
≥5	127 (23.9)	17 (37.8)				48 (21.0)	8 (44.4)
CA199 (U/mL)			7.027	0.080			
<27	421 (79.3)	28 (62.2)				179 (78.2)	15 (83.3)
≥27	110 (20.7)	17 (37.8)				50 (21.8)	3 (16.7)
CA125 (U/mL)			0.953	0.329			

<35	516 (97.2)	42 (93.3)			221 (96.5)	15 (83.3)
≥35	15 (2.8)	3 (6.7)			8 (3.5)	3 (16.7)
Smoking history			0.184	0.668		
Yes	206 (38.8)	16 (35.6)			94 (41.0)	5 (27.8)
No	325 (61.2)	29 (64.4)			135 (59.0)	13 (83.3)
Drinking history			0.067	0.769		
Yes	211 (39.7)	17 (37.8)			96 (41.9)	8 (44.4)
No	320 (60.3)	28 (62.2)			133 (58.1)	10 (55.6)
History of hypertension			0.065	0.799		
Yes	187 (35.2)	15 (33.3)			69 (30.1)	6 (33.3)
No	344 (64.8)	30 (66.7)			160 (69.9)	12 (66.7)
History of diabetes			0.044	0.834		
Yes	59 (11.1)	4 (8.9)			21 (9.2)	2 (11.1)
No	472 (88.9)	41 (91.1)			208 (90.8)	16 (88.9)
D-dimer (μg/mL)			1.531	0.216		
<0.5	310 (58.4)	22 (48.9)			116 (50.7)	6 (33.3)
≥0.5	221 (41.6)	23 (51.1)			113 (49.3)	12 (66.7)
FDP(μg/mL)			15.627	<0.001		
<5	490 (92.3)	33 (73.3)			205 (89.5)	11 (61.1)
≥5	41 (7.7)	12 (26.7)			24 (10.5)	7 (38.9)

表2 影响UGC患者发生幽门区淋巴结转移的多因素Logistic回归分析

Tab. 2 Multivariate Logistic regression analysis of the factors affecting pyloric lymph node metastasis in patients with upper gastric cancer

Variables	β	SE	Wald χ^2	P value	OR(95%CI)
Tumor size	0.268	0.118	5.166	0.023	1.307 (1.038-1.646)
Infiltrative depth			6.318	0.042	
T3	1.741	0.766	5.169	0.023	5.703 (1.271-25.581)
T4	2.058	0.820	6.298	0.012	7.827 (1.569-39.037)
LVI	1.893	0.799	5.616	0.018	6.637 (1.387-31.574)
PNI	-0.571	0.639	0.797	0.372	0.565 (0.161-1.978)
CEA	0.091	0.375	0.059	0.809	1.095 (0.525-2.282)
CA199	0.413	0.380	1.185	0.276	1.512 (0.718-3.182)
Differentiation extent	1.151	0.358	10.335	0.001	3.160 (1.567-6.373)
FDP	1.518	0.440	11.915	0.001	4.565 (1.927-10.810)

2.3列线图的构建与评估

在训练集中，通过多因素 Logistic 回归分析识别出 5 个独立危险因素：肿瘤大小、浸润深度、FDP、分化程度及 LVI，并以其构建列线图模型，见图 2。经 ROC 曲线分析评估，该

模型的 AUC (95%CI) 为 0.815 (0.751~0.815)。其他单一因素如浸润深度、LVI、分化程度、FDP 及肿瘤大小的 AUC (95%CI) 分别为 0.687 (0.628~0.747)、0.646 (0.609~0.682)、0.637 (0.563~0.712)、0.594 (0.528~0.661) 和 0.697 (0.615~0.778)，表明列线图模型具有良好的预测能力。为验证模型的稳定性和可靠性，采用 bootstrap 法重复抽样 1 000 次进行内部验证并构建校准曲线，结果显示预测值与实际值具有良好的校准一致性 (Hosmer-Lemeshow 检验： $\chi^2=6.850$, $P=0.553$)。在验证集中，模型的 AUC(95%CI)为 0.832(0.831~0.933)，且校准曲线显示预测风险与实际风险的理想曲线接近 45°，进一步证实了模型的预测效能。见图 3。

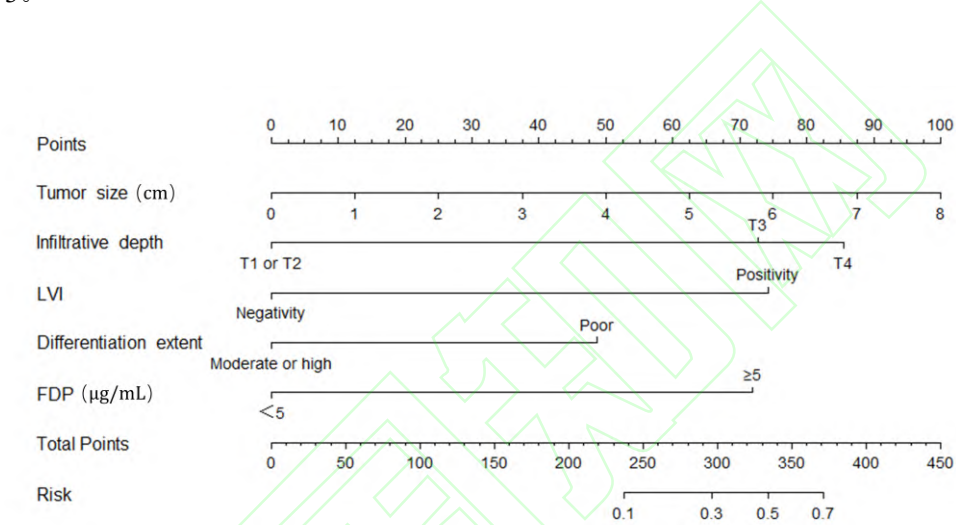


图2 预测UGC患者幽门淋巴结转移的列线图预测模型

Fig. 2 Nomogram prediction model for predicting pyloric lymph node metastasis in patients with upper gastric cancer

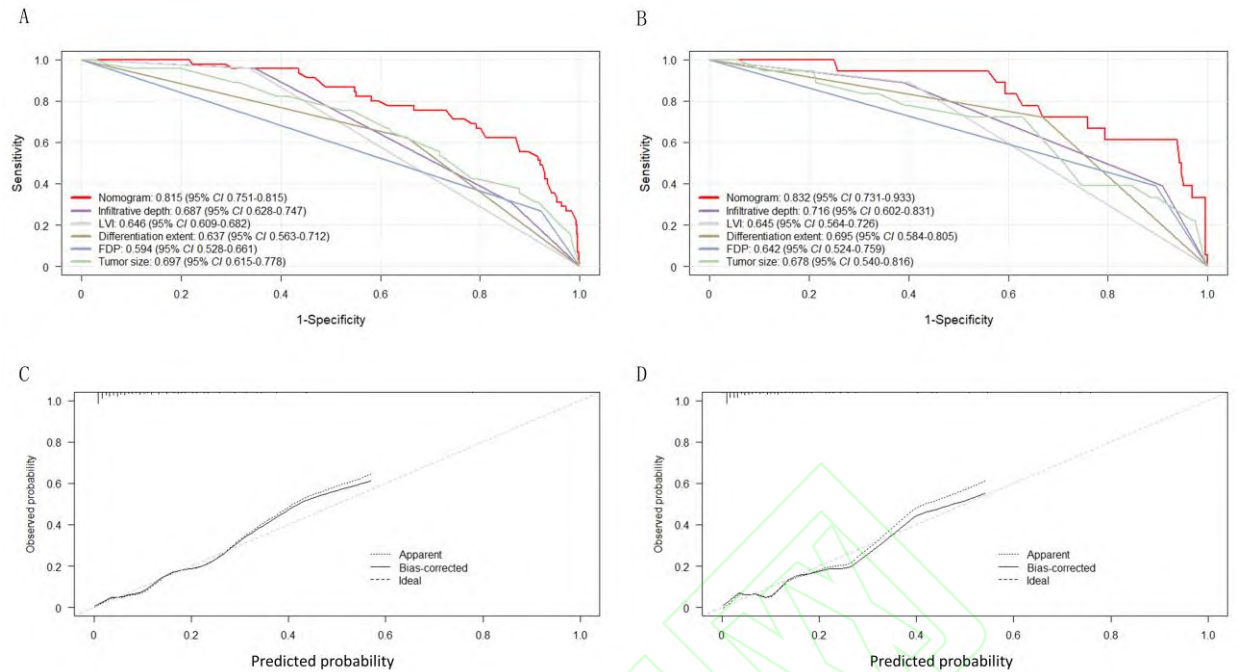


图3 UGC患者预测模型验证结果

Fig. 3 Validation results of prediction model for patients with upper gastric cancer

A: ROC curve of training set, AUC (95% CI) 0.815 (0.751-0.815); B: ROC curve of validation set, AUC (95% CI) 0.832 (0.731-0.933); C: Calibration curve of training set; D: Calibration curve of validation set.

3 讨论

与 TG 相比, PG 虽能保留部分胃功能、促进术后营养恢复,但因其淋巴结清扫范围受限,这可能会对 UGC 患者的预后产生影响,同时,淋巴结清扫不彻底也可能导致术后病理分期不够精准,从而对后续治疗决策产生潜在干扰^[7]。为此,本研究开发并验证了含肿瘤大小、浸润深度、LVI、分化程度及 FDP 共 5 个参数的列线图,以预测 PLN 转移风险。

在本研究中,肿瘤大小是 PLN 转移的独立危险因素。同样, Yang et al^[8]报道,肿瘤直径 ≥ 4 cm 的患者 PLN 转移率高达 15.8%,建议对于此类较大肿瘤应优先考虑行 TG 并同期清扫 PLN。此外,日本一项多中心研究亦指出,肿瘤直径超过 6 cm 的 UGC 患者 PLN 转移率为 10.7%,进一步支持对较大肿瘤采取 TG 的必要性。该研究还提出,当预测淋巴结转移率超过 10.0%时,应实施区域淋巴结清扫;而预测转移率低于 5%的区域则可考虑免于清扫^[9]。本研究的多因素分析结果与上述研究趋势相符,进一步印证了肿瘤大小在 PLN 转移风险评估中的重要性。因此,对于肿瘤直径较大、PLN 转移风险较高的患者,建议行 TG 以保障肿

瘤切除的彻底性；而对于肿瘤较小、转移风险较低的患者，尤其是期望保留胃功能、改善术后生活质量者，PG 可作为合理的手术选择。

关于浸润深度，由于训练集中 T1 和 T2 期 PLN 阳性患者样本量有限（仅 3 例），本研究将 T1 和 T2 期合并分析，以提高统计效力和结论可靠性。结果显示，随着肿瘤浸润深度增加，PLN 转移风险显著上升，表明较深的浸润深度使肿瘤细胞更易侵入周围组织和淋巴管，从而增加淋巴结转移风险。这一发现与 Qi et al^[10]的研究结果一致，尽管 T1 和 T2 期样本量限制使得两组需要合并分析，但整体趋势明确支持深度浸润与淋巴结转移的正相关性。此外，分化程度对胃癌淋巴结转移有显著影响。低分化肿瘤细胞因增殖能力强、黏附性低，更易脱离原发灶并侵入周围组织和淋巴系统，显著增加淋巴结转移风险。这一结论与既往研究一致，进一步证实了分化程度作为胃癌淋巴结转移重要预测因子的价值^[11]。

LVI 是胃癌肿瘤侵袭性的重要组织病理学标志，对于淋巴结转移风险评估和预后分层具有关键意义^[12-13]。课题组前期研究^[14]也证实 LVI 是早期胃癌淋巴结转移的独立危险因素，与当前研究结果相一致。同样，Li et al^[15]指出，LVI 不仅是胃癌淋巴结转移的预测因子，也是晚期胃癌患者预后的独立危险因素。尽管 LVI 是通过术后病理检查确定的，但其在术前预测模型中的潜在价值不容忽视。目前，术前影像学检查如 CT 扫描和超声内镜等技术正在不断进步，它们在检测 LVI 方面的准确性也在逐步提高^[16-17]。未来的研究可以进一步探索如何将影像学发现与现有的术前预测模型相结合，以提高对 PLN 转移风险的预测能力。

近年来，FDP 作为纤溶系统活性指标在肿瘤研究中备受关注。恶性肿瘤常伴有高纤溶活性，一些肿瘤细胞分泌组织型纤溶酶原激活剂，增强纤溶过程^[18]。肿瘤微环境也可导致局部血管内皮变化，过度激活纤溶系统，使血液中 FDP 水平升高^[19]。尽管 FDP 对胃癌淋巴结转移影响的研究较少，但本研究的多因素 Logistic 回归分析表明，FDP 水平升高是 UGC 患者 PLN 转移的独立危险因素。这一发现与 Lee et al^[20]的研究结果一致，他们发现直肠癌患者的术前 FDP 水平与淋巴结转移高度相关。此外，已有研究^[21-22]显示，FDP 水平与结肠癌和胃癌患者远处转移显著相关，且 FDP 水平越高，转移风险越大。这些研究进一步强调了 FDP 作为肿瘤转移风险评估标志物的潜在价值。

本研究通过回顾性分析探讨了 UGC 患者发生 PLN 转移的临床相关因素，构建了预测模型。该模型在训练集中表现出良好的区分能力，AUC 为 0.815（95% CI: 0.751~0.815）。在验证集中，模型的 AUC 为 0.832（95% CI: 0.731~0.933），进一步证实了其稳健的预测效能。并且将凝血功能标志物—FDP 与传统临床病理因素（肿瘤大小、浸润深度、分化程度、LVI）整合入模型。多因素分析证实 FDP 是 PLN 转移的独立危险因素（OR=4.565, P=0.001），

为理解 PLN 转移机制提供了新视角。然而，本研究存在以下局限性：回顾性设计可能存在选择和信息偏倚；验证集样本量较小（ $n=247$ ）且来源单一，需更大规模、多中心的前瞻性研究进一步验证模型的普适性；模型未纳入影像组学或分子标志物，未来可探索整合以优化预测精度；研究聚焦于风险预测，未评估基于该模型指导手术方式（TG 联合 PLN 清扫或 PG）对患者长期生存及生活质量的影响，其临床转化价值仍需后续研究验证。

参考文献

- [1] Etemadi A, Safiri S, Sepanlou S G, et al. The global, regional, and national burden of stomach cancer in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease study 2017[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2020, 5(1): 42-54. doi: 10.1016/S2468-1253(19)30328-0.
- [2] Chen Y, Chen X, Lin Y, et al. Oncological risk of proximal gastrectomy for proximal advanced gastric cancer after neoadjuvant chemotherapy[J]. *BMC Cancer*, 2024, 24(1): 255. doi:10.1186/s12885-024-11993-5.
- [3] Khalayleh H, Kim Y W, Man Yoon H, et al. Evaluation of lymph node metastasis among adults with gastric adenocarcinoma managed with total gastrectomy[J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4(2): e2035810. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.35810.
- [4] Zhang H Y, Aimaiti M, Bai L, et al. Bi-phase CT radiomics nomogram for the preoperative prediction of pylorus lymph node metastasis in non-pyloric gastric cancer patients[J]. *Abdom Radiol*, 2025, 50(2): 608-18. doi:10.1007/s00261-024-04537-9.
- [5] Sun Y, Zhang Y, Yang Y, et al. Coagulation-related genes for thyroid cancer prognosis, immune infiltration, staging, and drug sensitivity[J]. *Front Immunol*, 2024, 15: 1462755. doi:10.3389/fimmu.2024.1462755.
- [6] Han Y, Ren Z, Liu Y, et al. Diagnostic and prognostic value of fibrinogen, fibrinogen degradation products, and lymphocyte/monocyte ratio in patients with laryngeal squamous cell carcinoma[J]. *Ear Nose Throat J*, 2024, 103(5): NP278-NP288. doi:10.1177/01455613211048970.
- [7] Yang X, Zeng Z, Liao Z, et al. Comparison of proximal gastrectomy and total gastrectomy in proximal gastric cancer: a meta-analysis of postoperative health condition using the PGSAS-45[J]. *BMC Cancer*, 2024, 24(1): 1282. doi:10.1186/s12885-024-13046-3.
- [8] Yang X, Zheng Y, Feng R, et al. Feasibility of preserving No. 5 and No. 6 lymph nodes in gastrectomy of proximal gastric adenocarcinoma: a retrospective analysis of 395 patients[J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 810509. doi:10.3389/fonc.2022.810509.
- [9] Kurokawa Y, Takeuchi H, Doki Y, et al. Mapping of lymph node metastasis from esophagogastric junction tumors: a prospective nationwide multicenter study[J]. *Ann Surg*, 2021, 274(1): 120-7. doi:10.1097/sla.0000000000003499.
- [10] Qi X, Liu M, Xu K, et al. Risk factors and clinical significance of lower perigastric lymph node metastases in Siewert type II and III esophagogastric junction adenocarcinoma: a retrospective cohort study[J]. *Surg Endosc*, 2024, 38(7): 3828-37. doi:10.1007/s00464-024-10875-y.
- [11] Jo H H, Kim N, Oh H J, et al. The clinicopathological features of mixed carcinoma in 7,215 patients with gastric cancer in a tertiary hospital in south Korea[J]. *Gut Liver*, 2023, 17(5): 731-40. doi:10.5009/gnl220254.
- [12] Fujikawa H, Koumori K, Watanabe H, et al. The clinical significance of lymphovascular invasion in gastric cancer[J]. *Vivo*, 2020, 34(3): 1533-9. doi:10.21873/in vivo.11942.

- [13] Nustas R, Messallam A A, Gillespie T, et al. Lymph node involvement in gastric adenocarcinoma[J]. *Surg Endosc*, 2022, 36(6): 3876-83. doi:10.1007/s00464-021-08704-7.
- [14] Sui W, Chen Z, Li C, et al. Nomograms for predicting the lymph node metastasis in early gastric cancer by gender: a retrospective multicentric study[J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 616951. doi:10.3389/fonc.2021.616951.
- [15] Li F, Chen Z, Tan B, et al. Influential factors and prognostic analysis of blood vessel invasion in advanced gastric cancer[J]. *Pathol Res Pract*, 2020, 216(3): 152727. doi:10.1016/j.prp.2019.152727.
- [16] Sbeit W, Salman M, Khalaileh A, et al. The diagnostic accuracy of endoscopic ultrasound vs. contrast-enhanced computed tomography in local staging of pancreatic adenocarcinoma: a bi-national multicenter study[J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2023, 35(9): 974-9. doi:10.1097/MEG.0000000000002605.
- [17] Tang B, Wu F, Peng L, et al. Computed tomography-based radiomics nomogram for prediction of lympho-vascular and perineural invasion in esophageal squamous cell cancer patients: a retrospective cohort study[J]. *Cancer Imag*, 2024, 24(1): 131. doi:10.1186/s40644-024-00781-w.
- [18] Winther-Larsen A, Sandfeld-Paulsen B, Hvas A M. Hyperfibrinolysis in patients with solid malignant neoplasms: a systematic review[J]. *Semin Thromb Hemost*, 2021, 47(5): 581-8. doi:10.1055/s-0040-1715795.
- [19] Amirzargar M R, Shahriyary F, Shahidi M, et al. Angiogenesis, coagulation, and fibrinolytic markers in acute promyelocytic leukemia (NB4): an evaluation of melatonin effects[J]. *J Pineal Res*, 2023, 75(3): e12901. doi:10.1111/jpi.12901.
- [20] Lee S, Huh S J, Oh S Y, et al. Clinical significance of coagulation factors in operable colorectal cancer[J]. *Oncol Lett*, 2017, 13(6): 4669-74. doi:10.3892/ol.2017.6058.
- [21] Zhang X, Li W, Wang X, et al. Effectiveness of D-dimer in predicting distant metastasis in colorectal cancer[J]. *PLoS One*, 2024, 19(7): e0306909. doi:10.1371/journal.pone.0306909.
- [22] Zhang X, Wang X, Li W, et al. Effectiveness of managing suspected metastasis using plasma D-dimer testing in gastric cancer patients[J]. *Am J Cancer Res*, 2022, 12(3): 1169-78.