

鼻咽癌同步放化疗患者营养不良的危险因素及列线图预测模型构建

王娟¹, 刘莉², 胡雯¹, 罗东华¹, 赵充¹, 苗菁菁¹

(1.中山大学肿瘤防治中心 鼻咽科, 广东 广州 510060; 2.中山大学肿瘤防治中心 护理部)

【摘要】 目的 分析鼻咽癌同步放化疗患者营养不良的危险因素并建立列线图, 为临床早期识别与干预提供实用工具。**方法** 以便利抽样法选取 2023 年 2 月至 2025 年 2 月某院收治的 251 例鼻咽癌同步放化疗患者为研究对象, 以主观整体评估量表 (patient-generated subjective global assessment, PG-SGA) 评分 ≥ 4 分为发生营养不良 (113 例), PG-SGA < 4 分为未发生营养不良 (138 例), 分析不同临床特征患者营养不良发生情况; 采用多因素 Logistic 回归分析营养不良的影响因素, 并构建列线图模型。**结果** 与其他患者相比, 体质量丢失 $> 5\%$ 、食物摄入中及重度减少、中及重度应激状态、重度口腔黏膜炎、体质量指数 $< 18.5 \text{ kg/m}^2$ 、白蛋白 $< 35 \text{ g/L}$ 、发生贫血的患者营养不良发生率更高, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。体质量、食物摄入、代谢应激状态、口腔黏膜炎、体质量指数、白蛋白水平、贫血是鼻咽癌患者同步放化疗后营养不良的独立影响因素 (均 $P < 0.05$)。列线图预测模型的受试者工作特性曲线下的面积为 0.986, C-index 为 0.979, 校准曲线接近理想曲线。食物摄入、体质量及代谢应激状态的重要性度量分别为 48.900%、43.900%、42.300%。**结论** 基于上述因素构建的列线图模型对营养不良有较高的预测价值。

【关键词】 鼻咽癌; 营养不良; 患者主观整体评估量表; 列线图

DOI: 10.3969/j.issn.2097-1826.2026.10.021

【中图分类号】 R473.76 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2026)10-0090-05

Risk Factors for Malnutrition in Patients with Nasopharyngeal Carcinoma Undergoing Concurrent Chemoradiotherapy and Construction of a Nomogram Prediction Model

WANG Juan¹, LIU Li², HU Wen¹, LUO Donghua¹, ZHAO Chong¹, MIAO Jingjing¹ (1. Department of Nasopharyngeal Carcinoma, Sun Yat-sen University Cancer Center, Guangzhou 510060, Guangdong Province, China; 2. Department of Nursing, Sun Yat-sen University Cancer Center)

Corresponding author: LIU Li, Tel: 86-20-87341252

【Abstract】 Objective To analyze the risk factors for malnutrition in patients with nasopharyngeal carcinoma (NPC) undergoing concurrent chemoradiotherapy (CCRT), and to establish a nomogram for prediction, so as to provide a practical tool for early clinical identification and intervention. **Methods** A total of 251 patients with NPC undergoing CCRT admitted to a hospital from February 2023 to February 2025 were selected by convenience sampling. Malnutrition was assessed using the Patient-generated Subjective Global Assessment (PG-SGA). A total of 113 patients had PG-SGA ≥ 4 (malnutrition group) and 138 had PG-SGA < 4 (non-malnutrition group). Baseline characteristics were collected and malnutrition rates were compared across different clinical profiles. Multivariate Logistic regression analysis identified independent risk factors for malnutrition post-chemoradiotherapy, followed by construction of a nomogram prediction model incorporating these factors. **Results** Patients with weight loss $> 5\%$, moderate-to-severe reduction in food intake, moderate-to-severe metabolic stress, severe oral mucositis, BMI $< 18.5 \text{ kg/m}^2$, albumin (ALB) $< 35 \text{ g/L}$, and anemia had significantly higher PG-SGA scores than other patients (all $P < 0.05$). Body weight, food intake, metabolic stress, oral mucositis, BMI, ALB, and anemia were influencing factors of malnutrition after CCRT in NPC patients (all $P < 0.05$). The nomogram constructed based on these factors demonstrated good predictive performance, with an AUC of 0.986, a C-index of 0.979, and a calibration curve close to the ideal curve. The %IncMse of food intake, body weight, and metabolic stress were 48.900%, 43.900%, and 42.300%, respectively. **Conclusions** The nomogram model constructed based on the above factors has high predictive value.

【Key words】 nasopharyngeal carcinoma; malnutrition; patient-generated subjective global assessment; nomogram

[Mil Nurs, 2026, 43(10): 90-93, 97]

鼻咽癌是临床常见的恶性肿瘤, 其早期症状隐

匿且缺乏特异性, 导致大部分患者确诊时已处于中晚期或伴有远处转移, 通常不适合手术治疗^[1-2]。目前, 治疗鼻咽癌的主要手段是放、化疗, 虽可通过物理破坏和化学毒杀双路径摧毁癌细胞, 但同时会引发咽部黏膜损伤、味觉障碍等毒性反应, 进而造成患

【收稿日期】 2025-11-04 **【修回日期】** 2026-06-13

【基金项目】 吴阶平医学基金 (20200709300); 广东省基础与应用基础研究基金 (2025A1515010068)

【作者简介】 王娟, 硕士, 主管护师, 电话: 020-87343379

【通信作者】 刘莉, 电话: 020-87341252

者进食困难和营养吸收障碍,部分患者可出现营养不良^[3-4]。营养不良不仅增加治疗费用、延长住院时间,还可能迫使治疗中断,显著增加患者的死亡风险。因此,临床需积极探寻鼻咽癌同步放化疗患者营养不良的影响因素,并采取针对性干预,以改善患者预后。患者主观整体评估量表(patient-generated subjective global assessment,PG-SGA)是肿瘤患者营养状态评估的常用工具,能迅速、准确地判断营养不良程度,并识别相关风险因素^[5]。鉴于此,本研究着重分析基于 PG-SGA 评分分析鼻咽癌同步放化疗患者营养不良的危险因素,并建立列线图进行预测。

1 对象与方法

1.1 研究对象 以便利抽样法选取 2023 年 2 月至 2025 年 2 月某院收治的 251 例鼻咽癌同步放化疗患者为研究对象。本研究样本量的确定参考了预测模型研究中的事件数每变量准则^[6]。最终模型纳入的预测变量为 7 个,PG-SGA ≥ 4 分患者为 113 例,每个变量对应的事件数(events per variable,EPV)为 $113/7 \approx 16.1$,满足 $EPV \geq 10$ 的常见标准,表明样本量足以支持模型的稳定构建。本研究通过医院伦理委员会批准(SL-B2021-456-01)。纳入标准:(1)符合相关诊断标准,并经病理学诊断确诊^[7];(2)接受放化疗,首选顺铂;(3)预计生存期 ≥ 6 个月;(4)依从性良好;(5)患者及家属均签署知情同意书。排除标准:(1)精神疾病者;(2)合并严重心、肺等重要器官功能损伤者;(3)合并其他恶性肿瘤;(4)存在获得性免疫缺陷综合征者。

1.2 方法

1.2.1 营养不良评估方法 采用 PG-SGA 评分^[8]评估患者营养不良状态,该量表包括体质量、食物摄入、代谢应激状态、症状、活动和身体功能、疾病诊断及其与营养需求关系、体格检查 7 个维度共计 18 个条目,以评分 ≥ 4 分为营养不良,该量表 Cronbach's α 系数 0.913,效度 0.905^[9]。治疗前,收集患者 PG-SGA 评分中的 7 个条目,包括体质量(近 1 个月内体质量丢失情况)、食物摄入、代谢应激状态、症状、活动和身体功能、疾病诊断及其与营养需求关系、体格检查。评估患者是否发生口腔黏膜炎^[10],无症状为口腔黏膜无变化,无主观不适症状;轻、中度口腔黏膜炎为黏膜出现红斑、感觉异常、存在轻度疼痛,或黏膜出现散在红斑、水肿,伴有直径 <1.5 cm 的孤立小溃疡;重度口腔黏膜炎为黏膜出现融合性溃疡或广泛的伪膜覆盖,疼痛剧烈。计算体质量指数(body mass index,BMI),使用日立 LABOSPECT 008 α 全自动生化分析仪(HITACHI,日本)检测患

者白蛋白(albumin,ALB),评估是否存在贫血^[11],并确定临床分期。

1.2.2 统计学处理 采用 SPSS 25.0 统计软件,正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,偏态分布资料以 $M(P_{25},P_{75})$ 表示。不同特征鼻咽癌同步放化疗患者营养不良发生率比较采用 χ^2 检验。以 PG-SGA ≥ 4 分为营养不良($Y=1$),PG-SGA <4 分为未发生营养不良($Y=0$)。采用多因素 Logistic 回归分析鼻咽癌患者同步放化疗后营养不良的独立影响因素。基于 R 软件(4.1.0)的 rms 程序包构建列线图预测模型,并通过 Bootstrap 法计算一致性指数(concordance index,C-index),Bootstrap 重抽样次数为 1000 次。绘制受试者工作曲线(receiver operating characteristic curve,ROC),计算曲线下面积(area under the curve,AUC)以评估模型区分能力。采用 Bootstrap 法绘制校准曲线,并行 Hosmer-Lemeshow 检验,计算 Brier 评分,以评估模型校准度。应用 randomForest 程序包构建随机森林模型,随机森林参数设置为 ntree=500、mtry=2、nodesize=5、seed=123。检验水准设为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 不同特征鼻咽癌同步放化疗患者的 PG-SGA 评分比较 体质量丢失 $>5\%$ 、BMI <18.5 kg/ m^2 、食物摄入中及重度减少、中及重度应激状态、重度口腔黏膜炎、ALB <35 g/L、发生贫血的患者营养不良发生率较高,与其他患者相比,差异有统计学意义(均 $P<0.05$)。本文仅列出差异有统计学意义的项目,见表 1。

表 1 鼻咽癌同步放化疗患者营养不良发生情况[N=251,n(%)]

项 目	未发生营养不良组(n=138)	发生营养不良组(n=113)	χ^2	P
体质量			125.432	<0.001
稳定或增加	108(78.26)	12(10.62)		
丢失 $\leq 5\%$	17(12.32)	17(15.04)		
丢失 $>5\%$	13(9.42)	84(74.34)		
食物摄入			130.567	<0.001
无变化或增加	104(75.36)	11(9.73)		
轻度减少	17(12.32)	18(15.93)		
中、重度减少	17(12.32)	84(74.34)		
代谢应激状态			135.789	<0.001
无显著应激	102(73.91)	9(7.96)		
轻度应激	19(13.77)	20(17.70)		
中及重度应激	17(12.32)	84(74.34)		
口腔黏膜炎			85.234	<0.001
无症状	96(69.57)	17(15.04)		
轻、中度	32(23.19)	33(29.20)		
重度	10(7.25)	63(55.75)		
BMI(kg/ m^2)			60.123	<0.001
≥ 18.5	121(87.68)	46(40.71)		
<18.5	17(12.32)	67(59.29)		
ALB($\rho_B/g \cdot L^{-1}$)			35.456	<0.001
≥ 35	111(80.43)	51(45.13)		
<35	27(19.57)	62(54.87)		
贫血			23.789	<0.001
否	118(85.51)	67(59.29)		
是	20(14.49)	46(40.71)		

2.2 鼻咽癌患者同步放化疗后营养不良影响因素的多因素 Logistic 回归分析 以是否发生营养不良为因变量,以单因素分析中差异有统计学意义的变量为自变量,采用多因素 Logistic 回归分析筛选鼻咽癌患者同步放化疗后营养不良的独立影响因素。结果显示,体质量、食物摄入、代谢应激状态、口腔黏膜炎、BMI 水平、ALB 水平、贫血是鼻咽癌患者同步放化疗后营养不良的影响因素(均 $P<0.05$),见表 2。

表 2 鼻咽癌患者同步放化疗后营养不良影响因素的多因素 Logistic 回归分析($n=251$)

项目	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
常量	-4.501	0.593	57.609	0.001	0.011	—
体质量	1.201	0.247	23.643	0.001	3.323	2.047~5.393
食物摄入	1.303	0.269	23.467	0.001	3.681	2.173~6.233
代谢应激状态	1.249	0.259	23.257	0.001	3.487	2.099~5.793
口腔黏膜炎	0.803	0.223	12.971	0.001	2.232	1.443~3.453
BMI	0.901	0.283	10.139	0.002	2.462	1.413~4.289
ALB	0.851	0.293	8.433	0.004	2.342	1.319~4.159
贫血	0.699	0.271	6.653	0.011	2.012	1.183~3.421

2.3 列线图预测模型构建 基于多因素 Logistic 回归筛选出的 7 个独立影响因素,构建鼻咽癌同步放化疗患者营养不良发生概率的列线图预测模型。在 R 4.1.0 软件中,使用 rms 程序包进行列线图绘制。确定患者各变量对应的分值(points),累加得到总分数(total points),根据总分对应最下方标尺即可获得患者发生营养不良的预测概率,见图 1。采用 Bootstrap 法进行内部验证,C-index 为 0.979;绘制校准曲线显示,其趋势接近理想曲线,Hosmer-Lemeshow 检验 P 为 0.638,Brier 评分为 0.103,提示模型校准度良好。以 $PG-SGA\geq 4$ 分为营养不良判定标准,将列线图预测概率进行 ROC 曲线分析。结果显示,列线图预测鼻咽癌患者同步放化疗后营养不良的 AUC 为 0.986,95%CI 0.976~0.996, $P<0.001$,Cut-off 值为 0.512,特异度为 0.974,灵敏度为 0.926,约登指数为 0.900,提示模型具有较好的区分能力和预测效能。

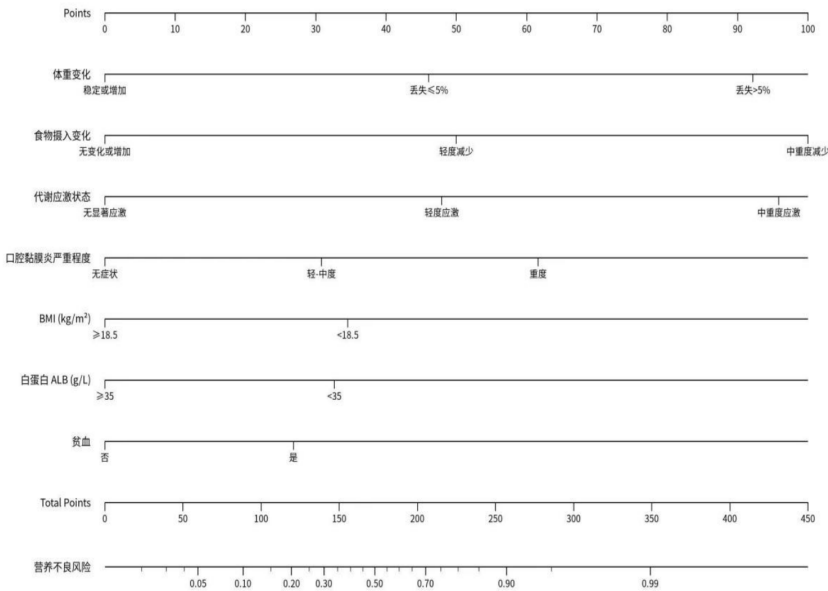


图 1 鼻咽癌同步放化疗患者营养不良发生风险列线图预测模型

2.4 构建随机森林模型 采用变量重要性度量 (percentage increase in mean squared error,%IncMSE) 打分,并进行特征重要性排序。其中,重要性从高到低依次为食物摄入、体质量、代谢应激状态、ALB 水平、BMI 水平、贫血、口腔黏膜炎,其 %IncMSE 分别为 48.900%、43.900%、42.300%、33.300%、24.000%、13.700%、13.700%。

3 讨论

3.1 核心预测因素及其临床意义 本研究通过多因素 Logistic 回归与随机森林模型共同确认,体质量下降、食物摄入减少、代谢应激、口腔黏膜炎、低 BMI、低 ALB 及贫血是鼻咽癌患者同步放化疗后营

养不良的独立影响因素。这与鼻咽癌治疗过程中因解剖位置特殊易引发的症状及放化疗的系统性毒性相符^[12-14]。但需特别指出,食物摄入、体质量变化和代谢应激本身就是 PG-SGA 量表的组成条目,而本研究的因变量“是否营养不良”亦基于 $PG-SGA\geq 4$ 分,因此随机森林模型中三者的高重要性排序存在同源偏差和条目重叠所致的循环性,不能将其单独视为独立于 PG-SGA 之外的预测因子。其高 %IncMSE 更多反映其与 PG-SGA 总分的数学耦合关系,而非完全独立的临床预测价值。

3.2 鼻咽癌同步放化疗患者营养不良的危险因素分析 体质量、食物摄入及代谢应激状态是 PG-

SGA 评估营养不良的核心条目,同步放化疗引发的系统性炎症可激活泛素-蛋白酶体通路,加速骨骼肌蛋白分解,近 1 个月内体质量下降 $>5\%$ 的患者,其骨骼肌丢失量较高,可直接削弱放疗耐受性,加重治疗相关毒性,影响食欲与消化功能,甚至导致营养不良。此外,放化疗带来的毒性反应,可降低患者食物摄入,热量摄入不足时,机体可能会开始消耗自身的脂肪和肌肉组织来提供能量,但长期如此会导致身体各器官功能下降从而增加营养不良风险^[15-16]。

口腔黏膜炎是放化疗后常见的毒性反应之一,重度口腔黏膜炎可存在黏膜广泛溃疡,引发较为剧烈的吞咽疼痛,可能会导致患者减少食物摄入,而持续能量负平衡可能会引发系统性代谢紊乱及器官功能障碍,增加患者营养不良发生风险^[17]。

BMI 可评估患者肥胖程度, $BMI < 18.5 \text{ kg/m}^2$ 表明患者体质量过轻,低 BMI 患者可能会减少骨骼肌蛋白储备,放化疗启动后蛋白周转率失衡加剧,可能会降低放化疗耐受性,使患者代谢代偿能力受限,从而增加患者营养不良发生风险^[18]。

ALB 是营养不良的重要影响因素和关键评估指标,主要因为它直接反映了机体蛋白质储存和合成的状态,其降低会导致血浆胶体渗透压下降,引起水肿,损伤重要生理功能,影响营养物质的消化吸收^[19]。然而,需要指出的是,ALB 半衰期较长,其对急性营养变化的反应相对滞后,且水平也受到肝脏合成功能、全身炎症反应状态、血管内外分布以及液体负荷等非营养因素的显著影响^[20]。因此,在同步放化疗这一急性应激期,ALB 作为独立指标的敏感性有限,常需与 PG-SGA、前白蛋白等反映短期变化的指标结合使用。在本研究中,ALB $< 35 \text{ g/L}$ 仍与营养不良显著相关,提示其作为长期蛋白质储备标志物的价值。本研究未将前白蛋白等短半衰期蛋白纳入分析,主要原因在于,本研究采用便利抽样并基于常规临床资料,前白蛋白等指标在部分患者中未常规检测或缺失较多,若纳入将明显减少有效样本量;且本研究旨在构建便于临床快速获取、无需额外检测费用的预测模型,故优先纳入体质量、食物摄入、代谢应激、口腔黏膜炎、BMI、ALB、贫血等常规可得指标;另外,前白蛋白虽对急性营养变化更敏感,但其同样受炎症、肝功能及感染等因素影响,单独纳入并不一定优于 PG-SGA 条目。

贫血不仅是营养不良的结果,其本身也是引发营养不良的影响因素,可通过降低患者食欲和摄食能力,增加营养需求和消耗等引发营养不良,这种双向的恶性循环使得患者发生营养不良的风险极高^[21]。

3.3 与同类研究比较 程婷等^[22]研究通过 Logis-

tic 回归+列线图评估鼻咽癌同步放化疗患者营养不良风险,主要包含骨骼肌质量指数、自评焦虑量表评分、匹兹堡睡眠质量问卷评分、中国膳食宝塔评分、规律运动锻炼、消化系统症状,优势在于进行肌肉骨骼方面的评估,但需要专业设备,本研究模型通过口腔黏膜炎、BMI、ALB、贫血、PG-SGA 评分中体质量、食物摄入、代谢应激状态聚焦放化疗直接毒性反应,且易于获取数据,无需特殊设备,普适性更强。在预测效能方面,程婷等^[22]研究报道建模组 AUC 为 0.853,内部验证组 AUC 为 0.891,外部验证组 AUC 为 0.886;本研究列线图模型 AUC 为 0.986, C-index 为 0.979,提示本研究模型在本数据集中具有较好的区分度。但需注意,两项研究的因变量定义、预测因子组合、样本来源及人群特征不同,AUC 不宜直接横向比较;且本研究模型尚未进行外部验证,其实际泛化能力仍需评估。

3.4 局限性 本研究仍存在样本数量有限,属于单中心研究,可能会影响研究结果,后续应大样本、多方式再次进行研究,以分析影响鼻咽癌同步放化疗患者营养不良的因素。此外,本研究尚存在以下关键局限:(1)自变量与因变量存在同源偏差。因变量“是否营养不良”基于 PG-SGA ≥ 4 分,而自变量中体质量、食物摄入、代谢应激等本身就是 PG-SGA 条目,存在数学耦合和条目重叠,可能高估模型预测效能。(2)模型存在过度拟合风险。本研究 AUC 和 C-index 均达 0.97 以上,结合同源偏差、单中心及样本量有限等因素,提示模型可能过度拟合;虽采用 Bootstrap 内部验证,但未进行独立外部验证。(3)Cut-off 值需谨慎解读。列线图总分为各变量赋分之总和,其量纲与 PG-SGA 原始评分不同,Cut-off 值仅适用于本模型,不能直接等同于 PG-SGA 评分。(4)随机森林模型中食物摄入、体质量变化和代谢应激的高重要性排序受 PG-SGA 条目同源影响,不能将其单独视为独立于 PG-SGA 之外的预测因子。(5)本研究未纳入前白蛋白、人体成分分析、肌肉质量、炎症因子等指标,可能遗漏重要预测因素。

【参考文献】

- [1] Huang H, Yao Y, Deng X, et al. Immunotherapy for nasopharyngeal carcinoma: current status and prospects (Review) [J/OL]. [2025-10-10]. <https://www.spandidos-publications.com/10.3892/ijo.2023.5545>. DOI:10.3892/ijo.2023.5545.
- [2] Su Z Y, Siak P Y, L Win Y Y, et al. Epidemiology of nasopharyngeal carcinoma: current insights and future outlook [J]. Cancer Metastasis Rev, 2024, 43(3): 919-939.
- [3] 王婷, 陆燕, 曾密, 等. 鼻咽癌患者放疗后张口困难预防与康复的证据总结 [J]. 中华护理杂志, 2024, 59(6): 744-752.

(下转第 97 页)