

CT图像对食管鳞癌术后营养指标评估的模型构建

俞函池¹, 唐朝阳², 杨家健¹, 冯利彬¹, 张哲^{3*}

¹大连医科大学研究生院, 辽宁 大连

²潍坊医学院研究生院, 山东 潍坊

³青岛市市立医院胸外科, 山东 青岛

收稿日期: 2023年5月25日; 录用日期: 2023年6月19日; 发布日期: 2023年6月29日

摘要

目的: 探究基于CT图像的营养指标在评估食管鳞癌术后患者预后中的价值, 并建立一个列线图模型。方法: 纳入了67例2016年10月至2020年12月于青岛市市立医院胸外科接受食管切除术的患者的临床数据, 并将队列以2:1分为训练集和验证集。构建基于CT图像的PPR指标, PPR为术后T12肌肉指数与术前T12肌肉指数的比值。通过单因素和多因素COX回归分析影响食管鳞癌术后患者生存的独立预后因素。构建新营养评估工具的列线图模型, 比较新模型与传统营养评估工具的优劣, 并对该模型进行区分度、校准度及临床适用度分析。结果: 单因素及多因素COX回归分析提示, TNM分期($P = 0.0427$)和PPR ($P = 0.0078$)是食管鳞癌患者的独立预后影响因素。构建新的TNM-PPR评估模型。KM生存曲线显示该模型能有效地预测食管癌术后患者的预后(Log-rank $P < 0.01$)。该评估工具的列线图的C指数为0.835 (95% CI: 0.752, 0.919)。内部、外部验证的校准曲线表明TNM-PPR模型与实际情况有较好的拟合效果。ROC曲线及DCA曲线显示, 此模型相比传统营养评估工具有更好的区分度和临床适用性。结论: 本研究构建的基于CT图像的TNM-PPR预后模型对食管鳞癌术后患者的预后有良好的预测能力。

关键词

食管癌切除手术, 营养状况, 列线图, 营养评估, 预后模型

Model Construction of CT Image for Evaluation of Postoperative Nutritional Indicators of Esophageal Squamous Cell Carcinoma

Hanchi Yu¹, Zhaoyang Tang², Jiajian Yang¹, Libin Feng¹, Zhe Zhang^{3*}

*通讯作者。

文章引用: 俞函池, 唐朝阳, 杨家健, 冯利彬, 张哲. CT图像对食管鳞癌术后营养指标评估的模型构建[J]. 临床医学进展, 2023, 13(6): 10202-10211. DOI: 10.12677/acm.2023.1361428

¹Graduate School, Dalian Medical University, Dalian Liaoning

²Graduate School, Weifang Medical University, Weifang Shandong

³Department of Thoracic Surgery, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao Shandong

Received: May 25th, 2023; accepted: Jun. 19th, 2023; published: Jun. 29th, 2023

Abstract

Objective: To explore the value of nutritional indicators based on CT images in evaluating the prognosis of postoperative patients with esophageal squamous cell carcinoma, and a nomogram model was established. **Methods:** The clinical data of 67 patients who underwent esophagectomy in the Department of Thoracic Surgery of Qingdao Municipal Hospital from October 2016 to December 2020 were included, and the queue is divided into training set and verification set at the proportion of 2:1. The PPR index was constructed based on CT images. PPR was the ratio of postoperative T12 muscle index to preoperative T12 muscle index. The independent prognostic factors affecting the survival of postoperative patients with esophageal squamous cell carcinoma were analyzed by univariate and multivariate COX regression. The nomogram model of the new nutrition assessment tool was constructed, and the advantages and disadvantages of the new model and the traditional nutrition assessment tool were compared, and then the differentiation, calibration and clinical applicability of the model were analyzed. **Results:** Univariate and multivariate COX regression analysis showed that TNM stage ($P = 0.0427$) and PPR ($P = 0.0078$) were independent prognostic factors in patients with esophageal squamous cell carcinoma. A new TNM-PPR scoring model was constructed. KM survival curve showed that the model could effectively predict the prognosis of postoperative patients with esophageal cancer (Log-rank $P < 0.01$). The C-index of the nomogram of the evaluation tool was 0.835 (95% CI: 0.752, 0.919). The calibration curves verified internally and externally showed that the TNM-PPR model has a good fitting effect with the actual situation. ROC curve and DCA curve showed that this model has better differentiation and clinical applicability than traditional nutrition assessment tools. **Conclusions:** The TNM-PPR prognostic model based on CT image constructed in this study can predict the prognosis of postoperative patients with esophageal squamous cell carcinoma.

Keywords

Esophagectomy, Nutritional State, Nomogram, Nutritional Assessment, Prognosis Model

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国的食管癌患病人数是全世界最高的[1], 而 60%的食管癌患者有营养不良的症状[2]。引起营养不良的因素除了术后并发症和手术本身外[3] [4] [5], 术后的机械通气和吞咽障碍也会使患者无法获得足够的营养[6]。多项研究表明[7] [8], 在接受食管切除手术的患者中, 营养不良与临床预后差有密切的关系。所以, 如果患者在治疗期间能确定自身的营养状况, 那么他们就可以通过控制和管理营养状态以提高术后的生存质量。

营养筛查和评估对于合理地指导营养治疗是必不可少的[9]。迄今为止, 临床上已有许多基于主观评

价和客观指标的营养评价工具,如营养风险筛查 2002、预后营养指数(prognostic nutrition index, PNI)、营养控制状态(controlled nutrition status index, CONUT)和老年营养风险指数(geriatric nutrition risk index, GNRI)等[10]。这些指标对于肺癌[11]、肠癌[12]、头颈癌[13]等恶性肿瘤的患者来说,都是很好的长期生存预测指标。目前国内针对食管鳞癌术后患者的营养风险筛查工具很少。有部分研究者已经提出了相关的预后模型:1) Van Veer 等人[14]在 2015 年的一项研究中首次运用新的 AG-BMI (年龄 - 性别 - 特定体重指数的百分数)模型,该研究表明它可以更准确地预测食管切除术后有较高生存风险的患者。2) Wang 等人[15]提出的 pN 分期和体重指数相结合的预后模型可能会提高判断食管癌患者预后的能力。3) Xu 等人[16]以身体质量指数、淋巴细胞计数、尿酸水平和甘油三酯水平为基础,设计出比传统评估工具评测预后更好、能对食管癌患者预后进行有效预测的新型评估工具。因此,本研究将构建一种新的基于 CT 图像的营养评估工具来评估食管鳞癌术后患者预后,以指导临床医生对营养不良患者及时有效地进行干预,达到更好的治疗效果。

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

选取 2016 年 10 月至 2020 年 12 月在山东省青岛市市立医院胸外科住院行食管癌手术治疗的 67 名患者作为研究对象。纳入标准:① 年龄 ≥ 18 岁;② 术后病理为食管鳞癌;③ 均无其他恶性肿瘤病史;④ 手术前后的检验和影像等信息齐全;⑤ 随访信息齐全;⑥ 排除围手术期死亡的;⑦ 排除术前新辅助治疗的;⑧ 排除局部病灶无法行手术的。本研究将研究对象按 2:1 随机分成训练集和验证集。研究的随访信息从临床系统收集,定期电话随访。最后一次随访时间是 2022 年 1 月,主要研究的终点为食管鳞癌患者术后的总生存时间(OS),定义改时间段为手术之日起至末次随访时间或患者死亡时间。本研究符合医学伦理学标准,并经青岛市市立医院医学伦理委员会审议(2023 临审字第 023 号)。

2.2. 研究方法

2.2.1. 传统营养评估工具的计算方法

- ① $PNI [17] = \text{白蛋白}(\text{g/L}) + 5 \times \text{淋巴细胞总数}(\times 10^9/\text{L})$ 。
- ② $CONUT \text{ 评分}[18] = \text{白蛋白得分} + \text{胆固醇得分} + \text{淋巴细胞得分}$,如表 1。

Table 1. Definition of CONUT score

表 1. CONUT 评分定义

因素	营养不良程度			
	正常	轻度	中度	重度
白蛋白(g/dL)得分	≥ 3.50	3.00~3.49	2.50~2.99	<2.50
	0	2	4	6
胆固醇(mg/dL)得分	≥ 180	140~179	100~139	<100
	0	1	2	3
淋巴细胞计数(/mm ³)得分	≥ 1600	1200~1599	800~1199	<800
	0	1	2	3
CONUT 评分	0~1	2~4	5~8	9~12

③ $GNRI [19] = 1.489 \times \text{白蛋白}(\text{g/dl}) + 41.7 \times (\text{当前体重}/\text{理想体重})$ 。GNRI 风险等级分为四级:正常($GNRI > 98$),低风险($92 \leq GNRI \leq 98$),中风险($82 \leq GNRI < 92$)和高风险($GNRI < 82$)。

2.2.2. T12 肌肉指数比值(PPR)的获取

选取纳入标准的 67 名患者术前 1 月内、术后 3~6 月内的胸部 CT 影像图像, 椎旁肌肉面积(cm^2)指在胸 12 (T12) 节段用于骨骼肌面积的分析。确定椎旁肌界线[20]: ① 胸椎前界以椎板后缘和肋骨后缘为界; ② 后界以皮下脂肪为界; ③ 内界以棘突为界线; ④ 外界以肋角为界。使用 INFINITT 软件中的测绘工具画出椎旁肌肉面积, 如图 1。软件自动测算并显示数值(mm^2), 记录并转换单位为 cm^2 。T12 肌肉指数为椎旁肌肉面积除以身高(m)的平方。PPR 为术后 T12 肌肉指数除以术前 T12 肌肉指数。

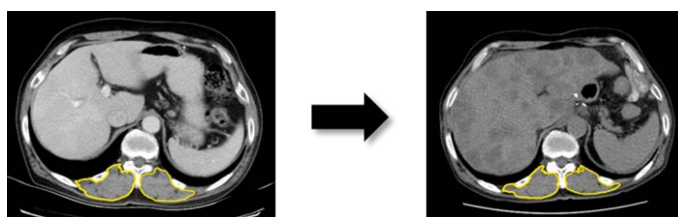


Figure 1. Changes of paraspinal muscle area of T12 before operation and 3~6 months after operation

图 1. 手术前和手术 3~6 月后 T12 椎旁肌肉区域的变化

2.3. 统计学方法

本研究采用 SPSS、R 和 X-tile 软件进行统计学分析。计数资料采用数值百分比表示, 计量资料符合正态分布的采用平均值 \pm 标准差表示, 不符合的用中位数(四分位数间距)表示。队列人群按 2:1 由 SPSS 软件随机分成训练集和验证集, 通过 X-tile 软件[21]获得连续性变量的截断值, 根据截断值对连续变量分组。其中, TNM 分期定义 I 期、II 期为早期, III 期、IV 期为晚期; PPR [22]根据已有研究选择 0.9 作为截断值分为高组和低组。采用单因素 COX 回归分析将分组后的自变量纳入回归模型, 选择 $P < 0.05$ 的自变量行多因素 COX 回归分析, 结果用危险比(HR)和 95%的可信区间(CI)展示。根据多因素 COX 回归分析的结果筛选出适宜的、具有统计学意义的指标后, 构建食管鳞癌术后的营养指标模型, 作出列线图(nomogram), 并运用 Kaplan-Meier 法分别绘制新模型的生存曲线, 生存曲线的差异的比较采用 Log-rank 检验。新模型通过计算一致性指数(C-index)、受试者工作特征分析曲线(ROC)及其曲线下面积(Area Under Curve, AUC)来验证其区分度。然后采用 bootstrap 方法, 抽样频次为 1000 次, 对模型分别进行内部验证和外部验证, 绘制出校准曲线。最后, 绘制新模型、PNI、CONUT 及 GNRI 三种评估工具的 DCA 曲线比较模型的临床适用性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 两组患者的基线特征

纳入病例的基线特征如表 2。

Table 2. Baseline characteristics of postoperative patients with esophageal cancer

表 2. 食管癌术后患者基线特征

	总数集(n = 67)	训练集(n = 44)	验证集(n = 23)
年龄(年)	62.43 \pm 8.56	62.45 \pm 8.22	62.39 \pm 9.38
肿瘤最大径(cm)	3.32 \pm 1.44	3.35 \pm 1.49	3.24 \pm 1.38
术前 BMI (kg/m^2)	22.66 \pm 3.17	22.25 \pm 2.92	23.43 \pm 3.53

Continued

术前胆固醇(mmol/L)		5.00 ± 0.96	4.99 ± 0.99	5.04 ± 0.93
术前淋巴细胞计数($10^9/L$)		1.84 [1.36, 2.33]	1.85 [1.39, 2.34]	1.78 [1.33, 2.32]
术前白蛋白(mmol/L)		38.24 [36.00, 41.52]	37.97 [35.88, 40.59]	38.82 [36.80, 43.02]
空腹血糖(mmol/L)		4.72 [4.16, 5.47]	4.70 [4.10, 5.46]	4.91 [4.34, 5.43]
术前甘油三酯(mmol/L)		0.99 [0.86, 1.31]	1.01 [0.85, 1.35]	0.99 [0.88, 1.12]
PPR		0.93 [0.87, 1.00]	0.97 [0.87, 1.00]	0.88 [0.86, 0.98]
生存时间(月)		28.00 [15.00, 40.00]	26.00 [16.50, 40.50]	32.00 [14.50, 39.00]
生存结局(%)	存活	45 (67.2)	30 (68.2)	15 (65.2)
	死亡	22 (32.8)	14 (31.8)	8 (34.8)
性别(%)	男	65 (97.0)	43 (97.7)	22 (95.7)
	女	2 (3.0)	1 (2.3)	1 (4.3)
TNM 分期(%)	I 期	16 (23.9)	8 (18.2)	8 (34.8)
	II 期	24 (35.8)	19 (43.2)	5 (21.7)
	III 期	20 (29.9)	13 (29.5)	7 (30.4)
	IV 期	7 (10.4)	4 (9.1)	3 (13.0)
是否放化疗(%)	否	26 (38.8)	18 (40.9)	8 (34.8)
	是	41 (61.2)	26 (59.1)	15 (65.2)
腹部手术史(%)	无	57 (85.1)	38 (86.4)	19 (82.6)
	有	10 (14.9)	6 (13.6)	4 (17.4)

3.2. 建单因素和多因素 COX 回归分析

单因素 COX 回归分析显示, TNM 分期、PPR 与食管鳞癌术后患者的预后不良显著相关(均 $P < 0.01$)。多因素 COX 回归结果显示, TNM 分期和 PPR 是影响食管鳞癌术后患者生存的独立预后因素(均 $P < 0.05$), 如表 3。

Table 3. Univariate and multivariate COX regression analysis of training set

表 3. 训练集单因素及多因素 COX 回归分析

自变量	单因素 COX 回归分析			多因素 COX 回归分析		
	HR	CI	P 值	HR	CI	P 值
年龄	2.24	0.74~6.72	0.152			
性别	2.3	0.3~17.88	0.426			
肿瘤最大径	1.53	0.54~4.39	0.426			
腹部手术史	3.09	0.96~9.92	0.058			
TNM 分期	15.2	3.37~68.53	<0.001	5.73	1.06~30.97	0.0427
术前 BMI	1.76	0.61~5.07	0.293			
术前淋巴细胞计数	1.95	0.65~5.84	0.234			
术前白蛋白	2.19	0.76~6.33	0.147			
术前甘油三酯	0.48	0.16~1.45	0.194			
术前胆固醇	2.5	0.84~7.48	0.101			
PPR	0.06	0.02~0.21	<0.001	0.14	0.03~0.59	0.0078
是否放化疗	0.94	0.33~2.71	0.909			

3.3. 模型的可视化及验证

选择 TNM 分期和 PPR 两个指标纳入模型，并定义该模型为 TNM-PPR 模型，该模型基于列线图的可视化如图 2。从图中可以看到，TNM 分期处于晚期为高危，早期为低危，PPR 高组为低危，低组为高危。风险指标中若无指标处于高危，则为正常组。若有 1 项指标处于高危，则为低风险组，若有 2 项指标处于高危，则为高风险组。

如图 3，KM 生存曲线显示 TNM-PPR 模型能有效反映食管鳞癌术后人群的预后，差异有统计学意义 (Log-rank $P < 0.01$)。

模型验证：1) 区分度：该模型的 C 指数为 0.835 (95% CI: 0.752, 0.919)，预测价值良好；ROC 曲线显示：TNM-PPR 模型在 1 年和 2 年时的 OS 明显高于其他三种工具，在 1 年和 2 年时的 AUC 分别为 0.87 和 0.92，如图 4。因此，该模型的区分度明显优于其他评估工具。2) 校准度：TNM-PPR 模型在预测患者 1 年及 2 年 OS 时校准度良好，该模型与实际结果具有较好的一致性，如图 5。3) 临床应用：TNM-PPR 模型具有明显的正向净收益，该模型在预测食管鳞癌术后患者 1 年 OS 和 2 年 OS 方面比其他评估工具有更好的临床适用性，如图 6。

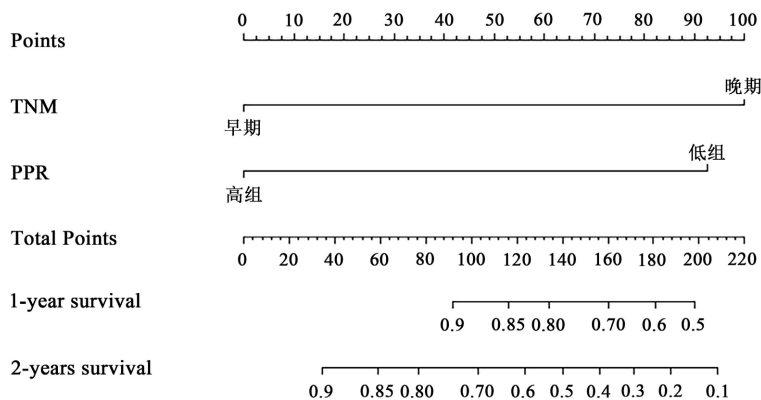


Figure 2. Visualization of nomogram model

图 2. nomogram 模型可视化

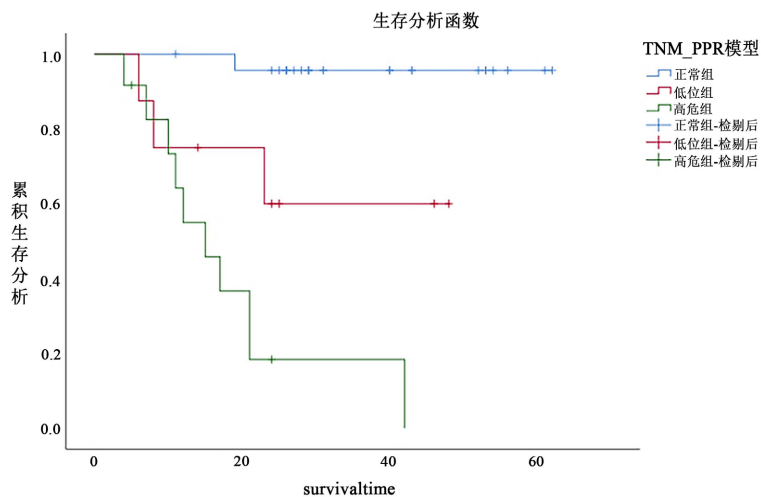


Figure 3. KM survival analysis curve of the model

图 3. 模型的 KM 生存分析曲线

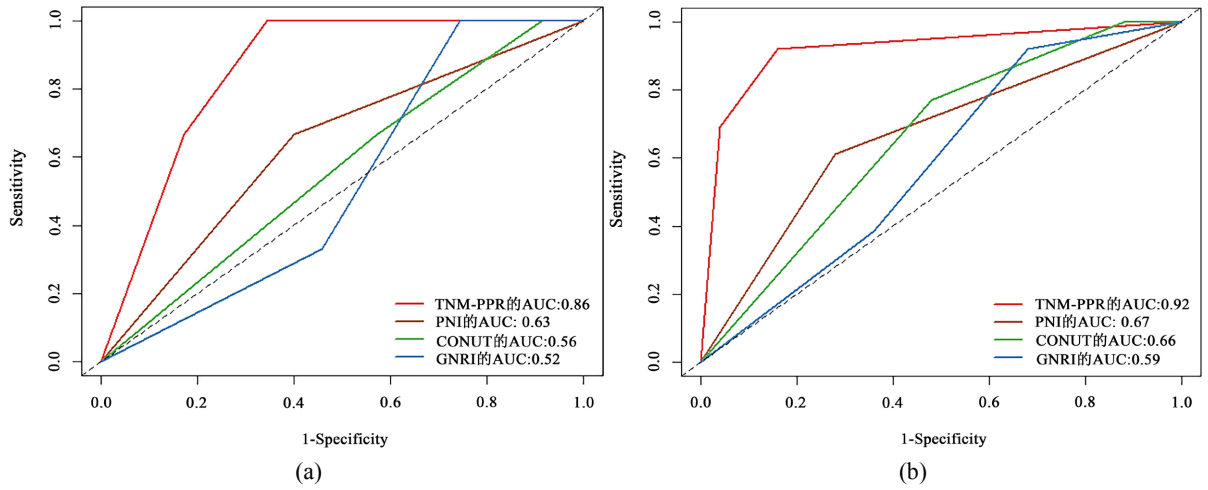


Figure 4. ROC curve of 1-year OS (a) and ROC curve of 2-year OS (b) with four evaluation tools
图 4. 四种评估工具 1 年 OS 的 ROC 曲线(a)和 2 年 OS 的 ROC 曲线(b)

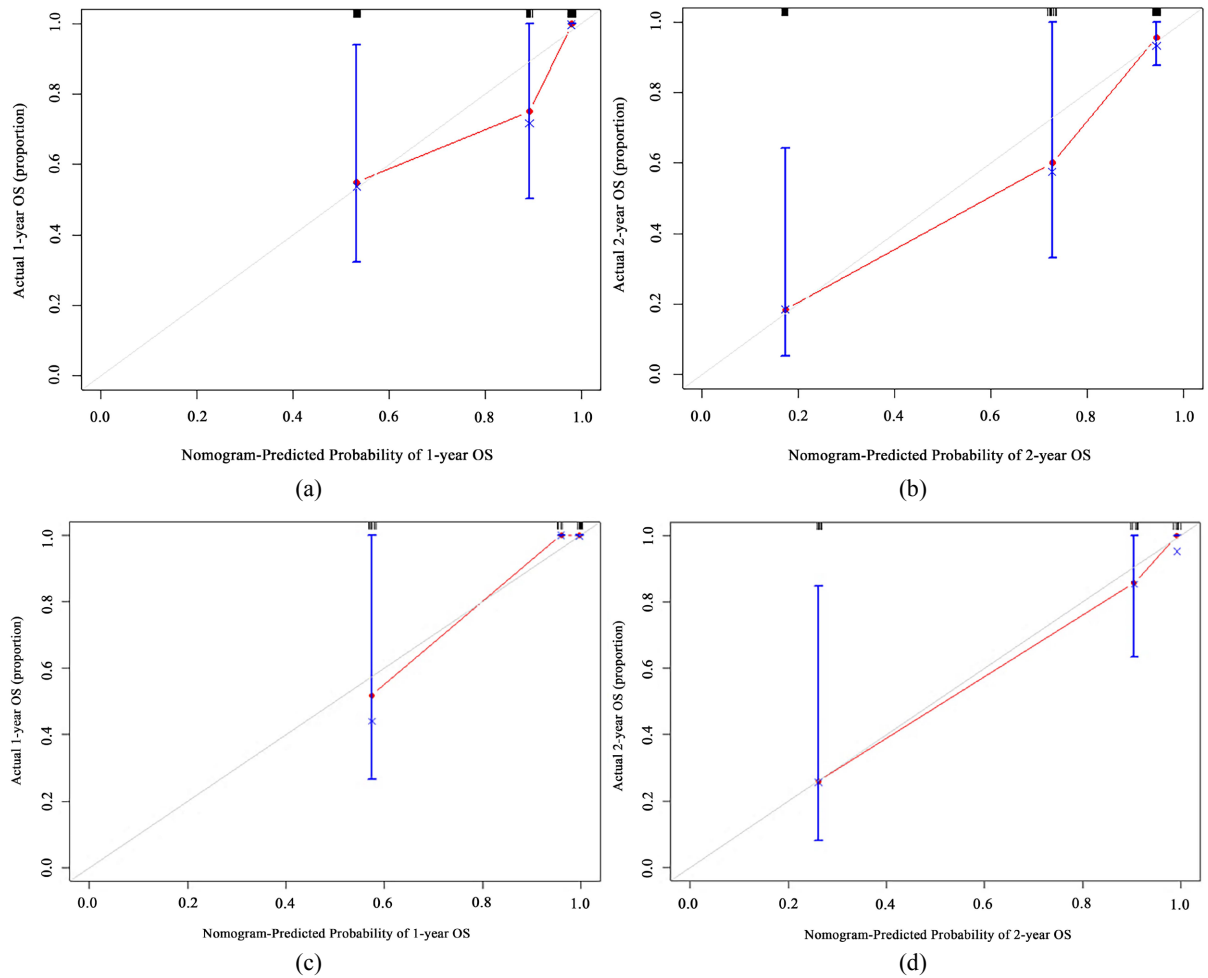


Figure 5. The internal calibration curve of OS at 1 year (a) and OS at 2 years (b) after operation, and the external calibration curve for OS at 1 year (c) and OS at 2 years (d) after operation for esophageal squamous cell carcinoma
图 5. 食管鳞癌术后 1 年 OS (a)的和术后 2 年 (b) OS 的内部校准曲线、术后 1 年 OS (c)和术后 2 年 OS (d)的外部校准曲线

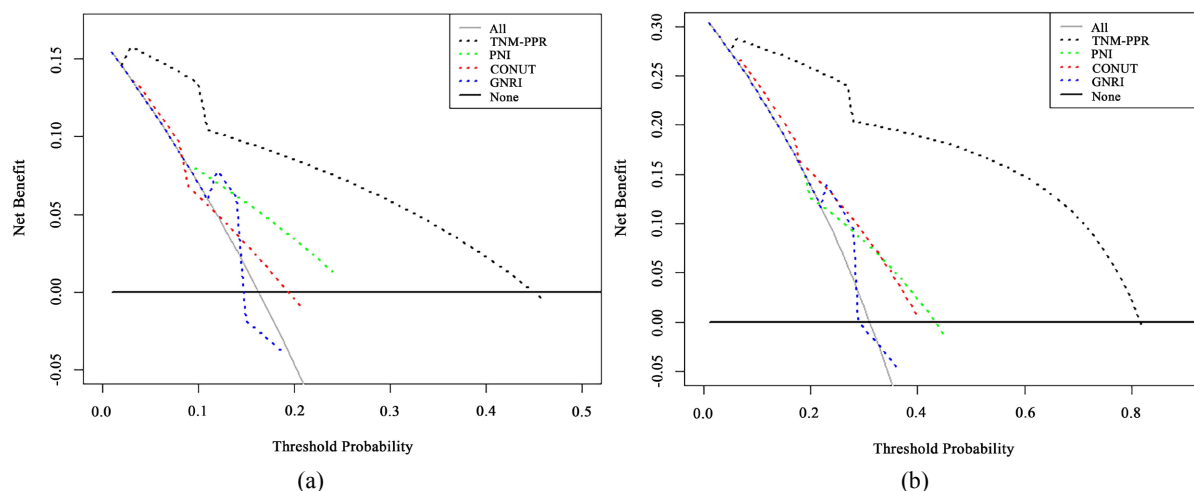


Figure 6. 1-year DCA curve (a) and 2-year DCA curve (b) of four assessment tools
图 6. 四种评估工具的 1 年 DCA 曲线(a)和 2 年 DCA 曲线(b)

4. 讨论

本研究引入了基于 CT 图像的新型营养评价指标 PPR，提出了一种新的 TNM-PPR 营养评估工具，该模型能有效反映术后患者的生存情况(Log-rank $P < 0.01$)。通过内部和外部验证，该模型的预测效果与真实情况相符。与其他工具相比较，该模型拥有更为简单、便捷、高效的能力，易于在临床实践中应用。

本研究的模型纳入了 TNM 分期和 PPR 两个指标。有研究发现食管癌患者术后 6 个月内骨骼肌的严重丢失与预后不良有着密切关系[23] [24]，所以 PPR 选用患者术后 3~6 月内 CT 上 T12 水平的椎旁面积来评估患者术后的骨骼肌丢失情况。虽然骨骼肌测量的理想位置是在腰 3 (L3)水平，但有研究表明[25]，当 L3 不可用时，T12 水平可以作为仅有胸部 CT 时的替代方法。术后患者在随访中往往只进行胸部 CT 检查，L3 通常不包括在胸部 CT 扫描中。因此，用 T12 水平的椎旁肌肉面积值来反映食管鳞癌术后患者的骨骼肌的减少是可行的。

癌症患者术后的骨骼肌丢失和长期预后之间的因果关系是很复杂的。已有研究表明，肌肉的丢失与胃癌、肝癌、肺癌和胰腺癌等恶性肿瘤的预后较差显著相关[26]。Su 等人从一项系统评价[27]中得到结论：胃癌患者的术前肌肉减少症与长期结局和短期结局有关；Yang 等人对 155 例肝癌患者进行分析，发现患者肌肉减少症与肝细胞癌肝切除术后的不良结局有关[28]；另外，最近的一项荟萃分析也表明[29]，肌肉减少症的胰腺癌患者的死亡风险高出 1.4 倍，而肌肉减少性肥胖患者的危害甚至更高；而 Nakamura 等人的研究同样发现非小细胞肺癌手术后的患者，肌肉损失是导致其总生存期较差的独立预后因素[30]。食管癌手术后也会出现严重的骨骼肌的丢失情况，正如 Boshier [31]等人通过研究发现食管癌手术后患者的骨骼肌和脂肪会持续下降，原因主要与患者的营养丢失增加、摄入减少、电解质代谢紊乱以及手术后癌症的复发等因素有关。这与本研究中食管鳞癌术后 3~6 月的椎旁肌肉相对术前损失得越多(即 PPR 比值越小)预示着预后越差的结论相一致。因此，相对于仅通过体重和身高计算而来的 BMI 来说，营养状况对食管癌患者生存的影响可能用肌肉质量指数来解释更为合适。

该研究中 TNM-PPR 模型的 AUC 值高于传统的 PNI、CONUT 评分和 GNRI 营养评估工具，说明 TNM-PPR 模型在预测食管鳞癌术后患者的预后准确度上相较于它们更好。这可能与研究人群的白蛋白水平有关，大部分接受食管癌手术的患者可耐受整个手术，术前的白蛋白水平多数处于正常范围之内(38.24 [36.00, 41.52])，而 PNI、CONUT 评分、GNRI 都与白蛋白水平有关，所以基于白蛋白的评估模型预测预后的价值可能有限。因而在这种情况下，TNM-PPR 模型能更准确地地区分术后患者的预后。

最后, 本研究中有以下几个局限性。首先, 这是一项探索性的回顾性研究, 纳入的患者数量有限, 可能会导致选择偏倚。由于随访时间的原因, 本研究缺乏 5 年生存率, 只有 1 年和 2 年生存率。此外, 本研究对不能接受手术的晚期患者的适用性尚不明确, 需要进一步的研究。

5. 结论

TNM-PPR 评估工具相较于传统营养评估工具, 尤其是对于术前白蛋白水平正常的患者, 具有更高的准确性并能较好区分食管鳞癌患者术后的预后。

参考文献

- [1] Arnold, M., Ferlay, J., van Berge Henegouwen, M.I. and Soerjomataram, I. (2020) Global Burden of Oesophageal and Gastric Cancer by Histology and Subsite in 2018. *Gut*, **69**, 1564-1571. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-321600>
- [2] 程国威, 孙莉, 陈平, 等. 鼻空肠营养治疗对食管癌放疗患者疗效和不良反应的影响[J]. 肿瘤代谢与营养电子杂志, 2019, 6(3): 332-336.
- [3] Parry, K., Ruurda, J.P., van der Sluis, P.C. and van Hillegersberg, R. (2017) Current Status of Laparoscopic Transhiatal Esophagectomy for Esophageal Cancer Patients: A Systematic Review of the Literature. *Diseases of the Esophagus*, **30**, 1-7. <https://doi.org/10.1111/dote.12477>
- [4] Takeuchi, H., Miyata, H., Gotoh, M., et al. (2014) A Risk Model for Esophagectomy Using Data of 5354 Patients Included in a Japanese Nationwide Web-Based Database. *Annals of Surgery*, **260**, 259-266. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000644>
- [5] 周丽丽, 吴丹, 石海燕. 评价 GLIM 标准对食管癌营养评估与术后并发症预测的有效性[J]. 肿瘤代谢与营养电子杂志, 2022, 9(5): 594-601.
- [6] de Vasconcellos Santos, F.A., Torres Junior, L.G, Wainstein, A.J.A. and Drummond-Lag, A.P., et al. (2019) Jejunostomy or Nasojejun Tube after Esophagectomy: A Review of the Literature. *Journal of Thoracic Disease*, **11**, S812-S818. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.12.62>
- [7] Watanabe, M., Ishimoto, T., Baba, Y., et al. (2013) Prognostic Impact of Body Mass Index in Patients with Squamous Cell Carcinoma of the Esophagus. *Annals of Surgical Oncology*, **20**, 3984-3991. <https://doi.org/10.1245/s10434-013-3073-8>
- [8] Yoshida, N., Harada, K., Baba, Y., et al. (2017) Preoperative Controlling Nutritional Status (CONUT) Is Useful to Estimate the Prognosis After Esophagectomy for Esophageal Cancer. *Langenbeck's Archives of Surgery*, **402**, 333-341. <https://doi.org/10.1007/s00423-017-1553-1>
- [9] 江美玲, 陈灼燕, 吴美华, 等. 肠内营养延续护理在消化道肿瘤患者化疗间歇期的应用[J]. 齐鲁护理杂志, 2016, 22(9): 92-95.
- [10] 董文, 蔡开灿, 蔡瑞君, 等. 营养风险筛查量表及其在食管癌患者中的应用进展[J]. 护理学报, 2017, 24(14): 31-35.
- [11] Asakawa, A., Ishibashi, H., Matsuyama, Y., et al. (2021) Preoperative Nutritional Status Is Associated with the Prognosis for Lung Cancer. *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals*, **29**, 763-771. <https://doi.org/10.1177/02184923211014002>
- [12] Lu, S., Li, X., Li, X., et al. (2023) The Preoperative Geriatric Nutritional Risk Index Predicts Long-Term Prognosis in Elderly Locally Advanced Rectal Cancer Patients: A Two-Center Retrospective Cohort Study. *Aging Clinical and Experimental Research*, **35**, 311-321. <https://doi.org/10.1007/s40520-022-02297-4>
- [13] Nakayama, M., Goshō, M., Adachi, M., et al. (2021) The Geriatric Nutritional Risk Index as a Prognostic Factor in Patients with Advanced Head and Neck Cancer. *Laryngoscope*, **131**, E151-E156. <https://doi.org/10.1002/lary.28587>
- [14] Van Veer, H., Moons, J., Darling, G., et al. (2015) Validation of a New Approach for Mortality Risk Assessment in Oesophagectomy for Cancer Based on Age- and Gender-Corrected Body Mass Index. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **48**, 600-607. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu503>
- [15] Wang, F., Duan, H., Cai, M., et al. (2015) Prognostic Significance of the Pn Classification Supplemented by Body Mass Index for Esophageal Squamous Cell Carcinoma. *Thoracic Cancer*, **6**, 765-771. <https://doi.org/10.1111/1759-7714.12259>
- [16] Xu, J., Cao, J., Wang, Y., et al. (2019) Novel Preoperative Nutritional Assessment Tool and Prognostic Model for ESCC Patients. *Journal of Cancer*, **10**, 3883-3892. <https://doi.org/10.7150/jca.31286>

- [17] 殷鸿, 邓明珍, 王益芳, 等. 三种营养筛查工具对食管癌患者营养不良的评价比较[J]. 肿瘤预防与治疗, 2021, 34(2): 127-132.
- [18] 王晓兰, 韩伟, 王莹. 营养免疫与系统炎症参数在非小细胞肺癌患者中的预后意义[J]. 肿瘤代谢与营养电子杂志, 2021, 8(5): 519-524.
- [19] Bouillanne, O., Morineau, G., Dupont, C., *et al.* (2005) Geriatric Nutritional Risk Index: A New Index for Evaluating At-Risk Elderly Medical Patients. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **82**, 777-783. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.4.777>
- [20] 贾惊宇, 孙英伟, 张立军. 特发性脊柱侧凸患者两侧椎旁肌横截面积的 CT 测量[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(3): 208-211.
- [21] Camp, R.L., Dolled-Filhart, M. and Rimm, D.L. (2004) X-Tile: A New Bio-Informatics Tool for Biomarker Assessment and Outcome-Based Cut-Point Optimization. *Clinical Cancer Research*, **10**, 7252-7259. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-04-0713>
- [22] Takamori, S., Tagawa, T., Toyokawa, G., *et al.* (2020) Prognostic Impact of Postoperative Skeletal Muscle Decrease in Non-Small Cell Lung Cancer. *The Annals of Thoracic Surgery*, **109**, 914-920. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2019.09.035>
- [23] Nakashima, Y., Saeki, H., Hu, Q., *et al.* (2020) Skeletal Muscle Loss after Esophagectomy Is an Independent Risk Factor for Patients with Esophageal Cancer. *Annals of Surgical Oncology*, **27**, 492-498. <https://doi.org/10.1245/s10434-019-07850-6>
- [24] Baker, M., Halliday, V., Williams, R.N. and Bowrey, D.J. (2016) A Systematic Review of the Nutritional Consequences of Esophagectomy. *Clinical Nutrition*, **35**, 987-994. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2015.08.010>
- [25] Derstine, B.A., Holcombe, S.A., Ross, B.E., *et al.* (2018) Skeletal Muscle Cutoff Values for Sarcopenia Diagnosis Using T10 to L5 Measurements in a Healthy US Population. *Scientific Reports*, **8**, Article No. 11369. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29825-5>
- [26] Xia, L., Zhao, R., Wan, Q., *et al.* (2020) Sarcopenia and Adverse Health-Related Outcomes: An Umbrella Review of Meta-Analyses of Observational Studies. *Cancer Medicine*, **9**, 7964-7978. <https://doi.org/10.1002/cam4.3428>
- [27] Su, H., Ruan, J., Chen, T., Lin, E. and Shi, L. (2019) CT-Assessed Sarcopenia Is a Predictive Factor for both Long-Term and Short-Term Outcomes in Gastrointestinal Oncology Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cancer Imaging*, **19**, Article No. 82. <https://doi.org/10.1186/s40644-019-0270-0>
- [28] Yang, J., Chen, K., Zheng, C., *et al.* (2022) Impact of Sarcopenia on Outcomes of Patients Undergoing Liver Resection for Hepatocellular Carcinoma. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, **13**, 2383-2392. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13040>
- [29] Mintziras, I., Miligkos, M., Wächter, S., *et al.* (2018) Sarcopenia and Sarcopenic Obesity Are Significantly Associated with Poorer Overall Survival in Patients with Pancreatic Cancer: Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Surgery*, **59**, 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2018.09.014>
- [30] Nakamura, R., Yoneyama, S, Tobita, R., *et al.* (2022) Effect of Postoperative Muscle Loss after Resection of Non-Small Cell Lung Cancer on Surgical Outcomes. *Anticancer Research*, **42**, 3159-3168. <https://doi.org/10.21873/anticancer.15805>
- [31] Boshier, P.R., Klevebro, F., Jenq, W., *et al.* (2021) Long-Term Variation in Skeletal Muscle and Adiposity in Patients Undergoing Esophagectomy. *Diseases of the Esophagus*, **34**, Article ID: Doab016. <https://doi.org/10.1093/dote/doab016>