

基于 ACR TI-RADS 评分构建甲状腺乳头状癌 颈中央区淋巴结转移风险预测模型及其 诊断效能评估*

陈可悦¹ 吕国荣² 沈浩霖¹ 王月桂¹ 王康健¹ 杨舒萍¹

[摘要] 目的:基于美国放射学会甲状腺影像报告和数据系统(ACR TI-RADS)构建甲状腺乳头状癌(PTC)颈中央区淋巴结转移(CLN)的风险预测模型,并评估其诊断效能。方法:纳入2019年1月—2020年5月确诊为PTC的患者319例,共366枚结节作为建模队列,构建风险预测模型(ATR模型);纳入2020年6—8月的PTC患者105例,共121枚结节作为外部验证队列。计算模型C统计量(C-index)并进行拟合优度检验,对比ATR模型与颈部超声(C-US)、电子计算机断层扫描(CT)的诊断效能。结果:ATR模型为: $Y = -3.719 + 0.765 \times \text{性别} + 1.094 \times \text{病灶数量} + 0.08 \times \text{最大径} + 0.266 \times \text{ACR评分}$ 。在建模队列训练集、测试集及外部验证队列中,模型C-index分别为:0.758(95%CI:0.699~0.817),0.717(95%CI:0.619~0.815)及0.756(95%CI:0.671~0.840)。Hosmer-Lemeshow拟合优度检验表明模型预测率与实际发生率的一致性良好($P = 0.918, P = 0.581, P = 0.366$)。以 ≥ 0.434 为诊断截值,模型的诊断效能最高(灵敏度:86.0%,特异度:56.3%,约登指数:0.423),在外部验证队列中,C-US与CT的诊断效能比较,各指标均无明显差异($P > 0.05$);与C-US、CT检查相比,ATR模型诊断灵敏度(66.1%和16.1%, $P < 0.001$;66.1%和9.7%, $P < 0.001$),符合率(68.6%和55.4%, $P = 0.041$;68.6%和52.9%, $P = 0.012$)均较高,阴性预测值高于CT(66.7%和50.9%, $P = 0.042$),而与C-US无差异(66.7%和52.3%, $P = 0.066$);阳性预测值(70.7%和83.3%, $P = 0.211$;70.7%和85.7%, $P = 0.319$;83.3%和85.7%, $P = 0.713$)三者无明显差异,而模型特异度(71.2%和96.6%, $P = 0.001$;71.2%和98.3%, $P < 0.001$)较低。结论:基于ACR TI-RADS评分所构建的风险预测模型较传统影像学检查可以更准确、敏感地预测CLNM。

[关键词] 甲状腺肿瘤;颈中央区淋巴结;电子计算机断层扫描

DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2021.09.002

[中图分类号] R736.1 **[文献标志码]** A

Establishment of a predictive model for central cervical lymph node metastasis of papillary thyroid carcinoma based on ACR TI-RADS score and evaluation of its diagnostic efficacy

CHEN Keyue¹ LV Guorong² SHEN Haolin¹ WANG Yuegui¹
WANG Kangjian¹ YANG Shuping¹

(¹Department of Ultrasound, Zhangzhou Hospital Affiliated to Fujian Medical University, Zhangzhou, 363000, China; ²Department of Clinical Medicine, Quanzhou Medical College)

Corresponding author: YANG Shuping, E-mail: 2419981500@qq.com

Abstract Objective: To establish a predictive model for central lymph node metastasis(CLN) of papillary thyroid carcinoma(PTC) based on ACR TI-RADS grades(ATR model) and evaluate its diagnostic efficacy. **Methods:** A total of 319 patients with PTC diagnosed from January 2019 to May 2020 were included, including 366 nodules were used as the modeling cohort to construct the risk prediction model. A total of 105 PTC patients with 121 nodules from June to August 2020 were included as the external validation cohort. The C-index of the model

*基金项目:福建省科技创新联合资金项目(No:2017Y9071)

¹福建医科大学附属漳州市医院超声医学科(福建漳州,363000)

²教育部泉州医学高等专科学校

通信作者:杨舒萍,E-mail:2419981500@qq.com

[10] Kassar AB, Prevedello DM, Carrau RL, et al. Endoscopic endonasal skull base surgery: analysis of complications in the authors' initial 800 patients[J]. J Neurosurg, 2011, 114(6):1544-1568.

[11] Labib MA, Prevedello DM, Carrau R, et al. A road map to the internal carotid artery in expanded endo-

scopic endonasal approaches to the ventral cranial base[J]. Neurosurgery, 2014, 10 Suppl 3:448-471.

[12] Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification[J]. Neurosurgery, 1996, 38(3):425-433.

was calculated and the Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test was performed to compare the diagnostic efficiency of ACR model and those conventional imaging models. **Results:** The ATR model, $Y = -3.719 + 0.765 \times \text{gender} + 1.094 \times \text{multifocality} + 0.08 \times \text{maximum diameter} + 0.266 \times \text{ACR TI-RADS score}$. In the training set, validation set and external validation cohort, the model C-index was 0.758(95%CI: 0.699–0.817), 0.717(95%CI: 0.619–0.815) and 0.756(95%CI: 0.671–0.840), respectively. The Hosmer-Lemeshow goodness of fit test showed that the prediction rate of the model was consistent with the actual incidence rate($P = 0.918$; $P = 0.581$; $P = 0.366$). With ≥ 0.434 as the diagnostic threshold, the model had the highest diagnostic efficacy (sensitivity: 86.0%, specificity: 56.3%, Youden index: 0.423). In the external validation cohort, there was no significant difference between C-US and CT($P > 0.05$). Compared with C-US and CT, the sensitivity(66.1% vs 16.1%, $P < 0.001$; 66.1% vs 9.7%, $P < 0.001$) and accuracy(68.6% vs 55.4%, $P = 0.041$; 68.6% vs 52.9%, $P = 0.012$) of ATR model were higher, and the negative predictive value was higher than that of CT(66.7% vs 50.9%, $P = 0.042$), but there was no difference between ATR model and C-US(66.7% vs 52.3%, $P = 0.066$); There was no significant difference among the three positive predictive values(70.7% vs 83.3%, $P = 0.211$; 70.7% vs 85.7%, $P = 0.319$; 83.3% vs 85.7%, $P = 0.713$), but the specificity of the model was low(71.2% vs 96.6%, $P = 0.001$; 71.2% vs 98.3%, $P < 0.001$). **Conclusion:** The predictive model based on ACR TI-RADS grades can predict CLNM of PTC more accurately and sensitively than traditional imaging examination.

Key words thyroid neoplasms; central lymph node; computed tomography

甲状腺乳头状癌(papillary thyroid carcinoma, PTC)患者伴有颈中央区淋巴结转移(central lymph node metastasis, CLNM)时,其复发及预后不良的风险明显较高^[1]。术前准确判断是否伴发 CLNM 并确定手术方案是改善预后以及减少手术并发症的关键^[2],但目前颈部超声(cervical ultrasound, C-US)和 CT 等诊断 CLNM 的准确率低^[3],虽已有不少研究构建相关风险预测模型,但基于美国放射学会甲状腺影像报告和数据库系统(ACR TI-RADS)评分系统构建模型尚未见报道^[4]。本研究旨在基于 ACR TI-RADS 评分系统构建风险预测模型(以下简称“ATR 模型”)并与 C-US、CT 对比,分析其诊断效能。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性选取 2019 年 1 月—2020 年 8 月于我院行甲状腺全切或次全切除术+颈部淋巴结清扫(包括中央区 and 侧颈区淋巴结)的住院患者 559 例共 678 枚病灶。依据纳入与排除标准,最终 424 例 PTC 患者共 487 枚病灶(1.6~72.0 mm)纳入研究,其中包括 367 例单枚病灶,51 例 2 枚病灶,6 例 3 枚病灶。将入组患者按时间顺序,依照 3:1 比例分为建模队列与外部验证队列。最终建模队列共 319 例患者(366 枚病灶),其中男 79 例,女 240 例,年龄 18~76 岁;外部验证队列 105 例患者(121 枚病灶),其中男 27 例,女 78 例,年龄 19~76 岁。建模队列依照 7:3 比例随机生成训练集与测试集,分别用于模型构建与内部验证;外部验证队列用于模型外部验证与诊断效能对比分析。记录患者年龄、性别、CT 检查结果及病理结果(包括病灶数量、位置、颈部淋巴结转移情况)。根据病理结果将患者分为无转移组和转移组。建模队列及外部验证队列由 2 名高年资医生(医师 A、B)采用双盲

法分析并记录病灶超声征象,意见不一致时协商后确定。本研究获医院伦理委员会批准。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:①年龄 ≥ 18 岁;②术前行甲状腺及双侧颈部淋巴结超声检查;③术前行甲状腺或颈部 CT 检查;④甲状腺病灶及颈部淋巴结术后病理提示 PTC。排除标准:①年龄 < 18 岁;②超声资料及图像不完整;③CT 资料不完整;④甲状腺手术史;⑤超声评估和记录的结节与病理明确的病灶不一致;⑥病理诊断双侧腺叶 PTC 仅单侧颈部淋巴结转移。

1.3 仪器与方法

1.3.1 超声仪器与方法 采用 Siemens S3000 型超声仪器,探头频率为 7~9 MHz;Hitachi Vision Preirus 型超声仪器,探头频率 7~13 MHz;Mindray Resona 7 s 型超声仪器,探头频率 7~14 MHz,依据甲状腺及颈部规范进行扫查并存档。甲状腺超声图像分析:由上述医师 A、B 记录病灶最大径、位置及数量,同时依据 ACR TI-RADS 评分标准(表 1)对病灶进行评分^[4];依据前期的研究结果分析颈部淋巴结是否出现短长比 ≥ 0.5 、边缘不规则、淋巴门消失、钙化、边缘型或混合型血供等恶性特征,将患者分为超声淋巴结转移阳性组与转移阴性组^[5]。

1.3.2 CT 仪器与方法 采用 Siemens Somatom Force CT,平扫层厚 5 mm,重建层厚 1.25 mm,扫查平面从舌骨上缘至主动脉弓。扫查前经外周静脉注射浓度为 350 mg/L 的碘佛醇,注射量依据患者体重与碘佛醇浓度进行计算,扫描三期时间分别为 30 s、28 s、30 s。术前颈部 CT 诊断由具备高级职称的放射科医师审核完成,依据颈部 CT 诊断报告,将患者标记为 CT 颈部淋巴结转移阳性或转移阴性。

表 1 ACR TI-RADS 评分标准

征象	分值	征象	分值
成分		钙化	
囊性	0	彗星尾征或无钙化	0
囊实性	1	大钙化	1
实性	2	环状钙化	2
边缘		微钙化	3
光滑或不确定状	0	回声	
分叶或不规则	2	无回声	0
腺外侵犯	3	高回声或等回声	1
形状		低回声	2
高宽比<1	0	极低回声	3
高宽比≥1	3		

注:ACR 为美国放射学会;TI-RADS 为甲状腺影像报告和数据库系统。

1.3.3 模型构建和验证 建模队列的训练集构建模型并计算模型受试者工作特征曲线(ROC)下的面积(AUC),纳入建模的备选变量有年龄,性别,病灶的位置、数量、最大径,ACR 评分。在测试集及外部验证队列分别进行内部验证及外部验证。

1.3.4 三种方法的 CLNM 诊断效能比较 在外部验证队列中计算所有病灶的 ATR 模型分值,并在诊断标准水平将分值转换为二分类变量。计算 C-US、CT 及 ATR 模型的诊断符合率、灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值并对比分析三者诊断效能。

1.4 统计学方法

统计学分析采用 Rversion 4.0.5 (<http://www.r-project.org/>)。经 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验,本研究所有连续变量均为非正态分布,以“中位数[四分位间距]”表示;分类变量以“枚(率)”表示。用 *rms* 包进行单变量分析和多变量 Logistic 回归分析,依据赤池信息准则(akaike information criterion,AIC)选择模型,并获取独立危险因素的优势比(odds ratio,OR)及 95%CI。在建模队列及外部验证队列,应用 val.prob()函数计算 C 统计量(C-index)评估模型区分度;采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评估模型的一致性。应用 ROC 曲线获取模型最佳诊断截值。诊断效能对比分析:在外部验证队列中,应用 Fisher's 精确概率法对比 3 种方法的符合率、灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 模型构建

单变量分析和多变量 Logistic 回归分析的结果表明,性别、病灶数量、最大径、ACR 评分等指标为独立危险预测因素(表 2、3)。最小 AIC 值(315.017)对应的 ATR 模型如下:

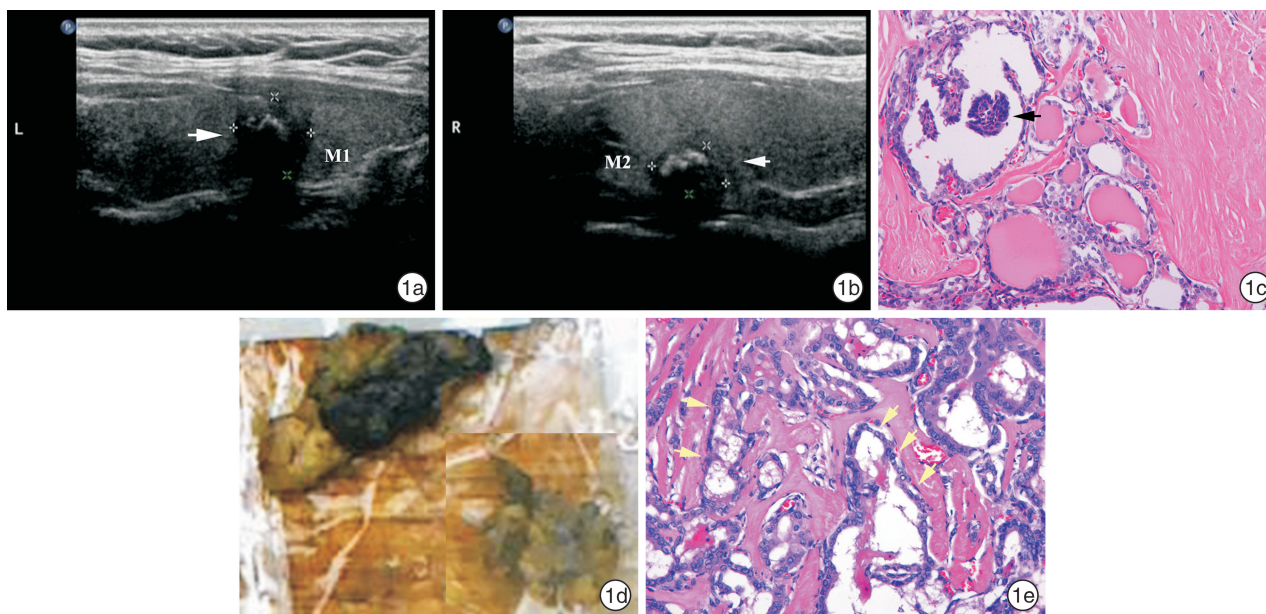
$$Y = -3.719 + 0.765 \times X_1 + 1.094 \times X_2 + 0.08 \times X_3 + 0.266 \times X_4$$

表 2 建模队列及外部验证队列 PTC 患者的一般资料和超声特征

	建模队列		外部验证队列	
	CLNM 阴性	CLNM 阳性	CLNM 阴性	CLNM 阳性
患者/例	148	171	49	56
结节/枚	162	204	59	62
年龄/岁	47.50[38.00,53.00]	45.00[33.00,53.00]	50.00[37.00,54.00]	47.50[35.75,52.25]
性别/例(%)				
女	120(81.1)	120(70.2)	39(79.6)	39(69.6)
男	28(18.9)	51(29.8)	10(20.4)	17(30.4)
多发/例(%)				
否	117(72.2)	112(54.9)	48(81.4)	28(45.2)
是	45(27.8)	92(45.1)	11(18.6)	34(54.8)
位置/例(%)				
左叶	77(47.5)	88(43.1)	28(47.5)	25(40.3)
右叶	83(51.2)	106(52.0)	30(50.8)	29(46.8)
峡部	2(1.2)	10(4.9)	1(1.7)	8(12.9)
最大径	7.00[5.00,11.00]	10.50[7.00,16.00]	7.00[4.60,10.00]	9.50[6.25,15.00]
ACR 评分	9.00[7.00,10.00]	10.00[8.00,12.00]	10.00[9.00,11.00]	11.00[10.00,13.00]
超声颈部淋巴结情况/例(%)				
阴性	153(94.4)	155(76.0)	57(96.6)	52(83.9)
阳性	9(5.6)	49(24.0)	2(3.4)	10(16.1)

表 3 预测 PTC 伴 CLNM 的单变量分析、全变量模型及 ATR 模型 OR (95%CI)

	单变量分析	P	全变量模型	P	ATR 模型	P
年龄	0.99(0.97,1.01)	0.211	1.00(0.98,1.03)	0.889	—	—
性别	1.9(1.08,3.33)	0.026	2.23(1.16,4.3)	0.016	2.15(1.12,4.12)	0.021
多发	2.23(1.32,3.76)	0.001	2.88(1.57,5.31)	<0.001	2.99(1.63,5.47)	<0.001
位置						
左叶	参考指标	—	参考指标	—	—	—
右叶	1.23(0.75,2.01)	0.412	1.04(0.6,1.8)	0.903	—	—
峡部	6.23(0.74,52.22)	0.091	6.77(0.71,64.82)	0.097	—	—
最大径	1.09(1.05,1.13)	<0.001	1.09(1.04,1.13)	<0.001	1.08(1.04,1.13)	<0.001
ACR 评分	1.25(1.13,1.38)	<0.001	1.31(1.16,1.47)	<0.001	1.31(1.16,1.46)	<0.001



1a:左叶甲状腺超声检查探及一个结节(M1,白色箭头),结节最大径为 11.4 mm,高宽比=1,内部成分为实性,回声为低回声,粗大钙化,边缘表现为包膜外侵犯,ACR TI-RADS 总分为 11 分;1b:同一患者的右叶甲状腺超声检查探及另一个结节(M2,白色箭头);1c:甲状腺结节病理检查(苏木精-伊红染色,×100)示双侧结节均为 PTC,即多发病灶;1d:颈中央区淋巴结大体标本;1e:淋巴结病理检查(苏木精-伊红染色,×40)证实为 CLNM。

图 1 1 例 47 岁女性 PTC 伴 CLNM 患者的临床资料

其中,X1 为性别(0=女,1=男),X2 为病灶数量(结节数量为 1 时赋值为 0,2 枚及以上时赋值为 1),X3 为最大径(mm),X4 为 ACR 评分。本组有 1 例 47 岁女性,ATR 模型分值为 1.21 分,经病理证实为多发 PTC 伴中央区淋巴结转移(CLNM),见图 1。模型具有较好的区分度,C 统计量为 0.758(95%CI:0.699~0.817)且其一致性良好(Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验,P=0.918),见图 2a。ROC 分析显示模型最佳诊断截值为 0.434,当≥0.434 时,判定患者伴发 CLNM;灵敏度、特异度和约登指数分别是 0.860、0.563、0.423,见图 2b。

2.2 模型验证

模型内部验证及外部验证 C-index 分别为

0.717(95%CI:0.619~0.815),0.756(95%CI:0.671~0.840),CLNM 的预测发生率与实际发生率具有较好的一致性(P=0.581,P=0.366),见图 2c,2d。

2.3 模型与 C-US、CT 的 CLNM 诊断效能

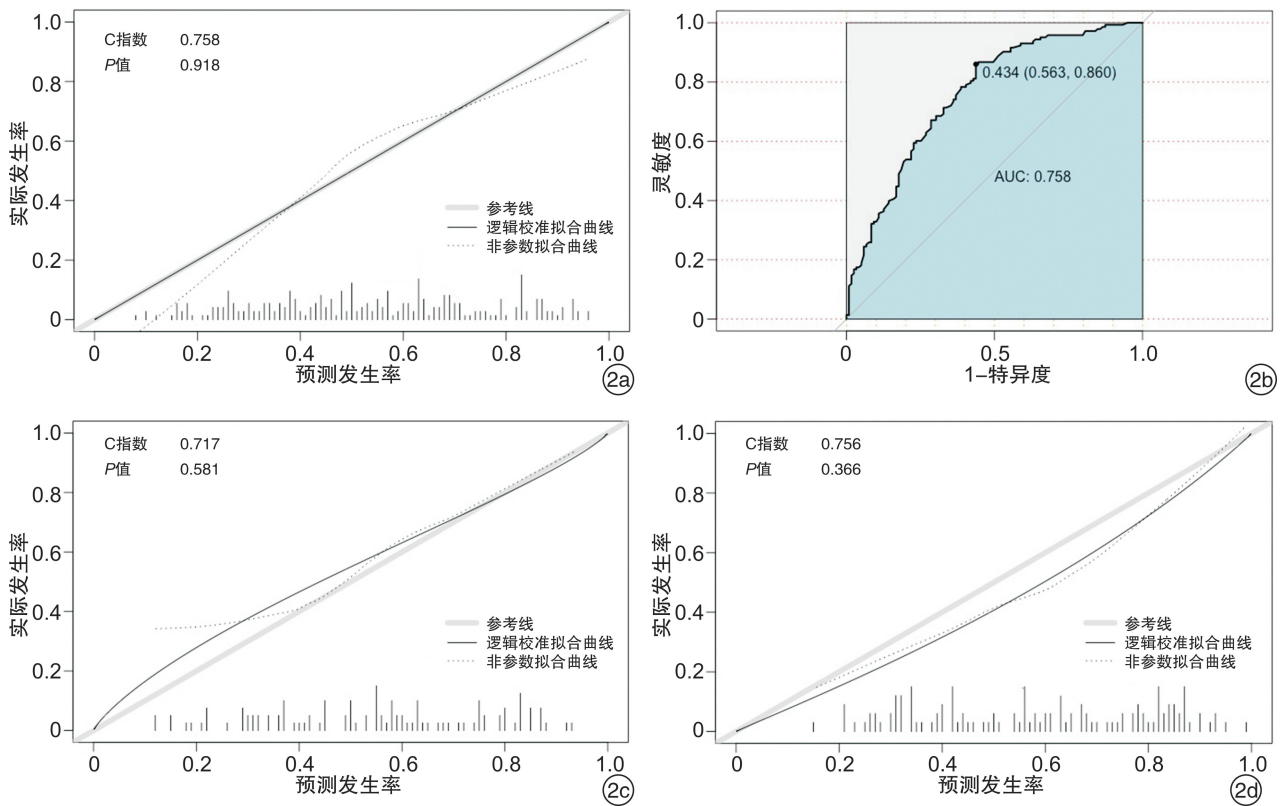
C-US、CT 及 ATR 模型诊断的结果见表 4。其中 ATR 模型的符合率、灵敏度及阴性预测值均较传统影像检查提高,而特异度略低。

3 讨论

CLNM 是临床医生决定是否 PTC 患者施行颈部淋巴结清扫的重要依据,但目前 C-US 及 CT 影像学检查在术前直接检出 CLNM 的准确性仍差强人意^[3,6]。有学者应用超声及 CT 影像学组学建模,以提高预测 CLNM 的准确率,但这

些模型受设备及技术的限制,尚无法得到推广应用^[7-8]。2017 版 ACR TI-RADS^[4]对甲状腺结节的超声征象及表述进行规范,有利于全面反映病灶的

声学特点,目前依据 AIC 准则构建基于 ACR TI-RADS 评分预测 CLNM 的超声模型并与传统影像学对比尚未见报道。



2a: ATR 模型在建模队列中训练集的校准曲线; 2b: ATR 模型的 ROC 曲线图; 2c: ATR 模型在建模队列中测试集的校准曲线; 2d: ATR 模型在外部验证队列的校准曲线。

图 2 ATR 模型预测 PTC 的 CLNM 校准曲线图及 ROC 曲线图

表 4 C-US、CT 及 ATR 模型的诊断效能对比 %

项目	符合率	灵敏度	特异度	阳性 预测值	阴性 预测值
C-US	55.4	16.1	96.6	83.3	52.3
CT	52.9	9.7	98.3	85.7	50.9
ATR 模型	68.6	66.1	71.2	70.7	66.7
$\chi^2_{a)}$	0.24	0.64	0.00	0.13	0.04
$\chi^2_{b)}$	4.17	25.71	10.32	1.56	3.38
$\chi^2_{c)}$	6.35	33.03	14.06	0.99	4.12
$P_{a)}$	0.624	0.423	1.000	0.713	0.832
$P_{b)}$	0.041	<0.001	0.001	0.211	0.066
$P_{c)}$	0.012	<0.001	<0.001	0.319	0.042

注: a) C-US 与 CT 比较; b) C-US 与 ATR 模型比较; c) CT 与 ATR 模型比较。

本研究单变量及多变量 Logistic 回归分析结果显示性别、多发、病灶最大径及 ACR 评分是 CLNM 的独立危险因素。男性患者与女性患者比较, 更容易出现 CLNM ($OR = 2.15, P = 0.021$), 这与文献报道相一致^[1,9]。有学者认为这与男性及女性激素差异相关^[10]。文献报道, 多中心性肿瘤恶

性程度及侵袭性较高, 这可以解释本研究中病灶多发是 CLNM 的独立危险因素之一^[11]。由于本研究是回顾性分析, 病灶多发这一变量经手术后病理结果明确。因而在未来应用中, 有必要在术前对甲状腺可疑结节进行穿刺活检, 以明确患者是否为多中心性病灶。肿瘤的最大径与患者的病程及肿瘤细胞的倍增时间有关, 患者病程越长或肿瘤细胞的倍增时间越短, 肿瘤越大^[12-13]。同时, 随着病灶直径的增大, 累及被膜及周围组织的可能性增加, 相应的 ACR 评分也较高, 发生颈部淋巴结及远隔脏器转移的风险性越大。本研究结果证实病灶的最大径与 ACR 评分是 CLNM 的独立危险因素, 这与既往研究结果一致^[9,14]。

文献报道, 筛选转移危险因素并构建模型, 有助于预测 CLNM 的发生。但这些模型所纳入的声学征象并不一致, 使临床医生难以抉择^[15-16]。ACR TI-RADS 评分对甲状腺病灶进行系统性评价并量化, 囊括了 PTC 的所有影像特征, 不仅有助于全面评价肿瘤, 更有利临床推广应用^[4]。本研究以 AIC 准则筛选模型, 结果显示模型具有良好的区分度与

一致性,泛化能力较高。以 0.434 为诊断截值,模型达到最大的诊断效能(灵敏度:86.0%,特异度:56.3%,约登指数:0.423)。另外本研究表明,C-US 与 CT 对 CLNM 的诊断能力均不理想,且二者之间无差异,这与黄云霞等^[7]的研究一致。而与 C-US 及 CT 对比,ATR 模型具有更高的符合率、灵敏度与阴性预测值,表明本模型可以更加敏感、准确地预测 PTC 患者是否伴有 CLNM。但本模型与传统影像检查相比,特异度略低,若联合 C-US 检查可望提高其诊断效能,这有待进一步研究。

基于 ACR TI-RADS 评分^[4]和 AIC 准则构建的 PTC 中央区淋巴结转移预测模型其诊断效能优于传统影像学检查,可以在术前较准确地预测 CLNM,减少不必要的颈部淋巴结清扫。

参考文献

- [1] Jiang LH, Yin KX, Wen QL, et al. Predictive Risk-scoring Model For Central Lymph Node Metastasis and Predictors of Recurrence in Papillary Thyroid Carcinoma[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1):710.
- [2] Welch HG, Doherty GM. Saving Thyroids-Overtreatment of Small Papillary Cancers[J]. *N Engl J Med*, 2018, 379(4):310-312.
- [3] Xing Z, Qiu Y, Yang Q, et al. Thyroid cancer neck lymph nodes metastasis: Meta-analysis of US and CT diagnosis[J]. *Eur J Radiol*, 2020, 129:109103.
- [4] Tessler FN, Middleton WD, Grant EG, et al. ACR Thyroid Imaging, Reporting and Data System (TI-RADS): White Paper of the ACR TI-RADS Committee[J]. *J Am Coll Radiol*, 2017, 14(5):587-595.
- [5] 柯晓丽,沈浩霖,吕国荣,等. 颈部淋巴结超声良恶性风险预测模型的构建及价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2020, 36(4):314-317.
- [6] Kim SK, Woo JW, Park I, et al. Computed Tomography-Detected Central Lymph Node Metastasis in Ultrasonography Node-Negative Papillary Thyroid Carcinoma: Is It Really Significant? [J]. *Ann Surg Oncol*, 2017, 24(2):442-449.
- [7] 黄云霞,周瑾,刘桐桐,等. 超声影像组学与传统影像模式对甲状腺乳头状癌颈部中央区淋巴结转移的诊断价值比较[J]. *中华超声影像学杂志*, 2019, 28(10):882-887.
- [8] Lu W, Zhong L, Dong D, et al. Radiomic analysis for preoperative prediction of cervical lymph node metastasis in patients with papillary thyroid carcinoma[J]. *Eur J Radiol*, 2019, 118:231-238.
- [9] 孙可敏,何秀丽,郭玲玲. 甲状腺微小乳头状癌临床及超声特征与中央区淋巴结转移的危险因素[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2021, 35(3):260-263.
- [10] 邓水平,李泉水,陈胜华,等. 甲状腺微小乳头状癌的超声特征与颈部淋巴结转移相关因素分析[J]. *临床超声医学杂志*, 2017, 19(6):424-426.
- [11] Feng JW, Qu Z, Qin AC, et al. Significance of multifocality in papillary thyroid carcinoma[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2020, 46(10 Pt A):1820-1828.
- [12] Oh HS, Kwon H, Song E, et al. Tumor Volume Doubling Time in Active Surveillance of Papillary Thyroid Carcinoma[J]. *Thyroid*, 2019, 29(5):642-649.
- [13] 林婉玲,吕国荣,李伯义,等. 甲状腺 TI-RADS 超声指标与肿瘤生物学行为的关系[J]. *中国超声医学杂志*, 2016, 32(10):871-873.
- [14] 何学森,钟晓,蔡华崧,等. 基于 ACR TI-RADS 分类对甲状腺乳头状癌淋巴结转移风险模型的预测[J]. *中山大学学报(医学版)*, 2018, 39(6):941-947.
- [15] 杨瑞,张守鹏,黄韬,等. cN0 期甲状腺微小乳头状癌淋巴结转移模型的构建和验证以及手术方式探讨[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2021, 35(2):137-140.
- [16] Yu J, Deng Y, Liu T, et al. Lymph node metastasis prediction of papillary thyroid carcinoma based on transfer learning radiomics[J]. *Nat Commun*, 2020, 11(1):4807.

(收稿日期:2021-06-30)