

基于超声影像组学的列线图模型预测甲状腺乳头状癌 颈侧区淋巴结转移的临床价值

陈思辰 周锋盛 张雨 丁炎

摘要 目的 基于超声影像组学、超声图像特征及临床资料构建列线图模型,探讨其预测甲状腺乳头状癌(PTC)患者颈侧区淋巴结(LNLN)转移的临床价值。方法 选取我院经手术病理证实为 PTC 患者 161 例,按 7:3 比例随机分为训练集 112 例和验证集 49 例,并根据病理结果分为 LNLN 转移阳性组 50 例和 LNLN 转移阴性组 111 例。基于训练集的灰阶超声图像勾画并提取感兴趣区的影像组学特征,采用最小绝对收缩和选择算子(LASSO)回归筛选与 PTC 患者 LNLN 转移相关的特征,计算影像组学分数(RS)。采用单因素和多因素 Logistic 回归分析筛选临床资料、超声图像特征中预测 PTC 患者 LNLN 转移的独立影响因素;分别构建临床模型、超声图像特征模型及联合模型;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各模型预测 PTC 患者 LNLN 转移的效能;校准曲线评估各模型的校准度。结果 单因素和多因素 Logistic 回归分析显示,性别和肿瘤最大径均为 LNLN 转移的独立影响因素($OR=3.167, 1.177$, 均 $P<0.05$)。经 LASSO 回归降维共筛选出 6 个系数非零的超声影像组学特征,通过计算获得训练集中 LNLN 转移阳性组、阴性组的 RS 分别为 (0.51 ± 0.25) 分、 (0.22 ± 0.19) 分;验证集中 LNLN 转移阳性组、阴性组的 RS 分别为 (0.68 ± 0.28) 分、 (0.44 ± 0.23) 分,两组 RS 比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。基于性别、肿瘤最大径分别构建临床模型、超声图像特征模型,基于性别、肿瘤最大径、RS 构建联合模型并绘制列线图可视化。ROC 曲线分析显示,训练集和验证集中,临床模型预测 PTC 患者 LNLN 转移的曲线下面积(AUC)分别为 0.635 和 0.538,超声图像特征模型的 AUC 分别为 0.757 和 0.741,RS 的 AUC 分别为 0.824 和 0.747,联合模型的 AUC 分别为 0.843 和 0.778;以联合模型的 AUC 最高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。校准曲线显示,RS 和联合模型的校准度均较高,预测概率与实际概率的一致性均较好。结论 联合超声影像组学、超声图像特征及临床资料构建的列线图模型在预测 PTC 患者 LNLN 转移中有重要的临床价值。

关键词 超声检查;影像组学;甲状腺乳头状癌;淋巴结转移,颈侧区;列线图

[中图法分类号]R445.1;R736.1

[文献标识码]A

Clinical value of nomogram model based on ultrasound radiomics in predicting lymph node metastasis in the lateral neck region in papillary thyroid carcinoma

CHEN Sichen, ZHOU Fengsheng, ZHANG Yu, DING Yan

Department of Ultrasound Medicine, the Affiliated Wuxi People's Hospital of Nanjing Medical University, Jiangsu 214023, China

ABSTRACT Objective To construct a nomogram model based on ultrasound radiomics, ultrasound image features and clinical data, and to explore its clinical value in predicting lateral neck lymph node (LNLN) metastasis in patients with papillary thyroid carcinoma (PTC). **Methods** A total of 161 patients with PTC confirmed by surgical pathology in our hospital were selected and randomly divided into 112 cases in the training set and 49 cases in the validation set according to the ratio of 7:3, all of them had complete ultrasonic and clinical data and were divided into 50 cases in the LNLN metastasis-positive group and 111 cases in the LNLN metastasis-negative group according to the pathological results. Based on the gray-scale ultrasound images of the training set, the region of interest were delineated and the radiomics features were extracted. The least absolute

基金项目:无锡市“双百”中青年医疗卫生后备拔尖人才(HB2023001);无锡市科协软科学研究课题(KX-23-B071)

作者单位:214023 江苏省无锡市,南京医科大学附属无锡人民医院超声医学科

通讯作者:丁炎,Email:157817553@qq.com

shrinkage and selection operator (LASSO) algorithm was used to screen the features related to LNLN metastasis in patients with PTC, and the rad-score (RS) was calculated. Univariate and multivariate Logistic regression analysis was used to screen the independent influencing factors from clinical data and ultrasound image features for LNLN metastasis in PTC patients. The clinical model, ultrasound image features model, ultrasound radiomics model and combined model of the three were constructed, respectively. The efficacy of each model in predicting LNLN metastasis in PTC patients was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. Calibration curve was applied to assess the calibration of each model. **Results** Univariate and multivariate Logistic regression analysis showed that gender and tumor maximum diameter were independent influencing factor for LNLN metastasis ($OR=3.167, 1.177$, both $P<0.05$). A total of 6 ultrasound radiomics features with non-zero coefficients were screened by LASSO regression downscaling. The RS of the LNLN metastasis-positive and negative groups in the training set were (0.51 ± 0.25) points and (0.22 ± 0.19) points, respectively, and that of the LNLN metastasis-positive and negative groups in the validation set were (0.68 ± 0.28) points and (0.44 ± 0.23) points, respectively. The differences in RS between the two groups were statistically significant in both sets (both $P<0.05$). Clinical models, ultrasound image feature models and ultrasound radiomics models were constructed based on gender, the maximum tumor diameter and RS, respectively. A combined model was constructed based on the combination of above three and visualized by drawing a nomogram. ROC curve analysis showed that in the training and validation sets, the area under the curve (AUC) of the clinical model for predicting LNLN metastasis in PTC patients were 0.635 and 0.538, respectively, and the AUC of the ultrasound image features model were 0.757 and 0.741, respectively, the AUC of the ultrasound radiomics model were 0.824 and 0.747, respectively, and the AUC of the combined model were 0.843 and 0.778, respectively. The AUC of the combined model was highest, and the differences were statistically significant (all $P<0.05$). Calibration curve demonstrated that the calibration degrees of both the ultrasound radiomics model and the combined model were relatively high, and the consistency between the predicted probabilities and the actual probabilities was satisfactory. **Conclusion** The nomogram model constructed based on ultrasound radiomics, ultrasound image features and clinical data has important clinical value in predicting LNLN metastasis in patients with PTC.

KEY WORDS Ultrasonography; Radiomics; Papillary thyroid carcinoma; Lymph node metastasis, lateral neck region; Nomogram

甲状腺乳头状癌 (papillary thyroid carcinoma, PTC) 患者颈侧区淋巴结 (lateral neck lymph node, LNLN) 转移存在术后复发率高^[1]、二次手术困难等风险。超声作为术前评估 PTC 患者淋巴结转移状态的首选影像学方法^[2], 其检查结果的准确性依赖于超声医师的经验和操作水平^[3], 且研究^[4]证实高达 40% 的甲状腺癌在确诊时已存在淋巴结转移, 这些潜在的淋巴结转移尤其是 LNLN 转移目前术前影像学诊断困难。影像组学现已广泛应用于临床工作中, 能挖掘视觉上无法观察的关键生物标志物^[5], 为预测、辅助诊断提供了新的研究途径。目前已有研究^[6]基于超声影像组学对 PTC 中央区淋巴结转移进行有效预测, 但关于 PTC 原发病灶的超声影像组学特征与 LNLN 转移相关性的研究尚少。本研究联合超声影像组学、超声图像特征及临床资料构建列线图模型, 并探讨其预测 PTC 患者 LNLN 转移的临床价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2021 年 3 月至 2023 年 3 月我院收治的 PTC 患者 161 例, 男 57 例, 女 104 例, 年龄 13~78 岁, 平均 (40.93 ± 12.96) 岁。按 7:3 比例随机分为训练集 112 例和验证集 49 例。纳入标准: ①有完整的超声影像资料, 且无影响图像分析的标记; ②术后随访 1 年以上, 临床资料完整; ③均经手术病理证实。排除标准: ①多灶性 PTC; ②既往有甲状腺手术史; ③不能明确 LNLN 转移。依据《甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南 (第二版)》^[7], LNLN 包括 II~V 区的淋巴结, 本研究将术后病理确诊为 LNLN 转移及随访 1 年以上 LNLN 复发定义为 LNLN 转移阳性, 据此分为 LNLN 转移阳性组 50 例和 LNLN 转移阴性组 111 例。本研究经我院医学伦理委员会批准, 为回顾性研究免除患者知情同意。

二、仪器与方法

1. 超声检查: 使用 GE Logiq E9 彩色多普勒超声诊断仪, L9-5 探头, 频率 9~12 MHz。患者取仰卧位, 充分暴露颈前区, 应用高频灰阶成像模式行多切面连续扫查, 保留肿瘤最大径切面图用于图像后期分析及超

声影像组学特征提取;观察并记录肿瘤大小、形态、边缘、纵横比、有无钙化及其与被膜关系等。以上操作由 2 名具有 10 年以上浅表超声检查经验的医师完成,意见不一致时与另 1 名具有 20 年以上浅表超声检查经验的医师讨论,经协商达成一致。

2. 超声影像组学特征提取、筛选及模型构建:将留取的训练集肿瘤最大径切面的灰阶超声图像以 JPG 格式导入开源软件 3D-slicer (版本 5.4.0)。由 1 名具有 10 年以上工作经验的超声医师沿病灶轮廓手动勾画感兴趣区 (region of interest, ROI), 确保 ROI 覆盖整个病灶区域,再由另 1 名具有 20 年以上浅表超声检查经验的医师确认该病灶 ROI, 意见不一致时经协商达成一致,并重新勾画 ROI (图 1)。采用 3D-slicer 的 Radiomics 软件包提取超声影像组学特征, 然后进行特征预处理和筛选。①Z-score 标准化将所有样本每个维度的特征调整为均值为 0, 方差为 1 的分布;②最小绝对收缩和选择算子 (least absolute shrinkage and selection operator, LASSO) 回归, 通过 5 折交叉验证进行惩罚系数调整, 筛选预测 PTC 患者 LNLN 转移的特征及其相应系数, 使用加权线性组合构建影像组学标签, 并计算影像组学分数 (rad-score, RS)。

3. 临床资料收集:通过电子病历系统搜集入组患者的临床资料, 包括性别、年龄、病灶数目、病理结果等。

三、统计学处理

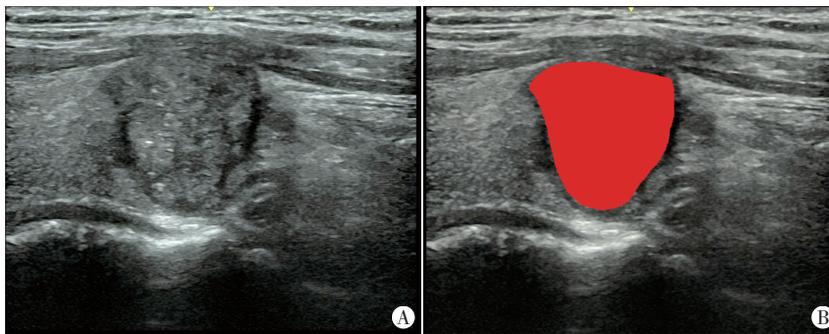
表 1 训练集与验证集临床资料及超声图像特征比较

数据集	年龄 (岁)	性别 (例)		肿瘤最大径 (mm)	形态 (例)		边缘 (例)		纵横比 (例)		钙化 (例)		与被膜关系 (例)	
		男	女		不规则	规则	粗糙	光滑	≥1	<1	有	无	被膜侵犯	被膜未侵犯
训练集 (112)	40.90±12.24	40	72	13.70±6.34	39	73	85	27	72	40	84	28	42	70
验证集 (49)	41.00±14.62	17	32	12.92±7.74	20	29	38	11	28	21	39	10	23	26
χ^2 值	0.044	0.016		0.191	0.528		0.052		0.739		0.399		1.261	
P 值	0.965	0.901		0.849	0.468		0.820		0.390		0.528		0.261	

二、训练集中 LNLN 转移阳性组与阴性组临床资料及超声图像特征比较及模型构建

训练集 112 例患者中, LNLN 转移阳性组 35 例, LNLN 转移阴性组 77 例。两组临床资料及超声图像特征比较见表 2。

1. 两组性别比较差异有统计学意义 ($P<0.05$); 年龄比较差异均无统计学意义。将性别纳入多因素 Logistic 回归分析, 结果显示其为预测 PTC 患者 LNLN



A: 甲状腺肿瘤最大径切面灰阶超声图; B: 手动勾画 ROI

图 1 ROI 勾画示意图

应用 SPSS 27.0 统计软件和 R 语言 (4.3.2), 计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验; 计数资料以频数表示, 组间比较采用 χ^2 检验。基于训练集, 采用多因素 Logistic 回归分析筛选临床资料、超声图像特征中预测 PTC 患者 LNLN 转移的独立影响因素, 并分别构建临床模型、超声图像特征模型; 联合临床资料、超声图像特征及 RS 构建联合模型, 并绘制列线图可视化。绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线分析各模型的诊断效能, 曲线下面积 (AUC) 比较采用 Delong 检验; 绘制校准曲线评估各模型的校准度。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、训练集与验证集临床资料及超声图像特征比较

训练集与验证集年龄、性别, 以及肿瘤最大径、形态、边缘、纵横比、钙化情况及其与被膜关系比较差异均无统计学意义。见表 1。

转移的独立影响因素 ($OR=3.167, P=0.006$)。由此构建临床模型, 回归方程为: $\text{Logit}(P)=-2.405+1.153\times\text{性别}$ 。

2. 两组肿瘤最大径、与被膜关系比较差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$), 形态、边缘、纵横比、钙化情况比较差异均无统计学意义。将肿瘤最大径、与被膜关系纳入多因素 Logistic 回归分析, 结果显示肿瘤最大径为预测 PTC 患者 LNLN 转移的独立影响因素 ($OR=1.177, P<0.001$)。由此构建超声图像特征模型, 回归方

表2 训练集中LNLN转移阳性组与LNLN转移阴性组临床资料及超声图像特征比较

组别	年龄(岁)	性别(例)		肿瘤最大径 (mm)	形态(例)		边缘(例)		纵横比(例)		钙化(例)		与被膜关系(例)	
		男	女		不规则	规则	粗糙	光滑	≥1	<1	有	无	被膜侵犯	被膜未侵犯
LNLN转移阳性组(35)	40.29±14.04	19	16	17.94±8.07	13	22	27	8	21	14	27	8	8	27
LNLN转移阴性组(77)	41.18±11.41	21	56	11.77±4.19	26	51	58	19	51	26	57	20	34	43
t/χ ² 值	0.358	7.648		5.334	0.121		0.043		0.407		0.125		4.657	
P值	0.721	0.006		<0.001	0.728		0.835		0.523		0.724		0.031	

程为:Logit(P)=-2.327+0.163×肿瘤最大径。

三、超声影像组学特征筛选及模型构建

基于训练集,共提取837个原始定量特征,经筛选最终获得6个系数非零的超声影像组学特征。其相关性热图见图2。计算RS即为超声影像组学模型,计算公式为:RS=228.26+0.063×original_glszm_GrayLevelNonUniformity-1.100×wavelet.LLH_firstorder_Minimum-233.352×wavelet.LHH_grlm_HighGrayLevelRunEmphasis+0.854×wavelet.HLH_glszm_LargeAreaLowGrayLevelEmphasis+0.131×wavelet.LLL_glszm_GrayLevelNonUniformity+1.648×wavelet.LLL_glszm_SizeZoneNonUniformityNormalized。根据上述公式计算获得训练集中LNLN转移阳性组、阴性组RS分别为(0.51±0.25)分、(0.22±0.19)分,验证集中LNLN转移阳性组、阴性组RS分别为(0.68±0.28)分、(0.44±0.23)分,两组RS比较差异均有统计学意义(均P<0.05)。

四、联合模型的构建

以PTC患者LNLN转移为因变量(有LNLN转移=1,无LNLN转移=0),临床资料(性别)、超声图像特征(肿瘤最大径)和RS为自变量,进行多因素Logistic回归分析(表3),构建的联合模型回归方程为:Logit(P)=-5.262+0.111×肿瘤最大径+1.077×性别+3.985×RS。绘制的列线图见图3。

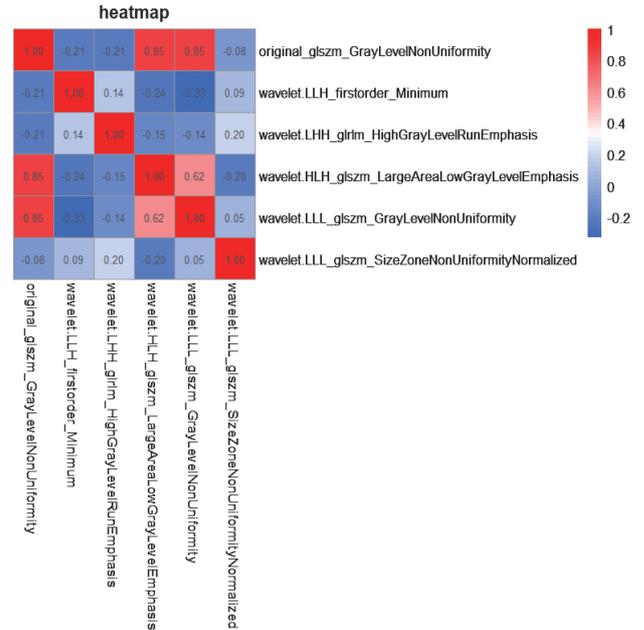


图2 超声影像组学特征相关性热图

表3 多因素Logistic回归分析筛选预测PTC患者LNLN转移的独立影响因素

变量	回归系数	标准误	Waldχ ² 值	P值	OR值(95%可信区间)
肿瘤最大径	0.111	0.049	5.505	0.025	1.117(1.014~1.231)
性别	1.077	0.512	4.425	0.035	2.935(1.076~8.004)
RS	3.985	1.170	11.598	<0.001	53.784(5.428~532.943)
常量	-5.262	1.103	22.769	<0.001	0.005(-)

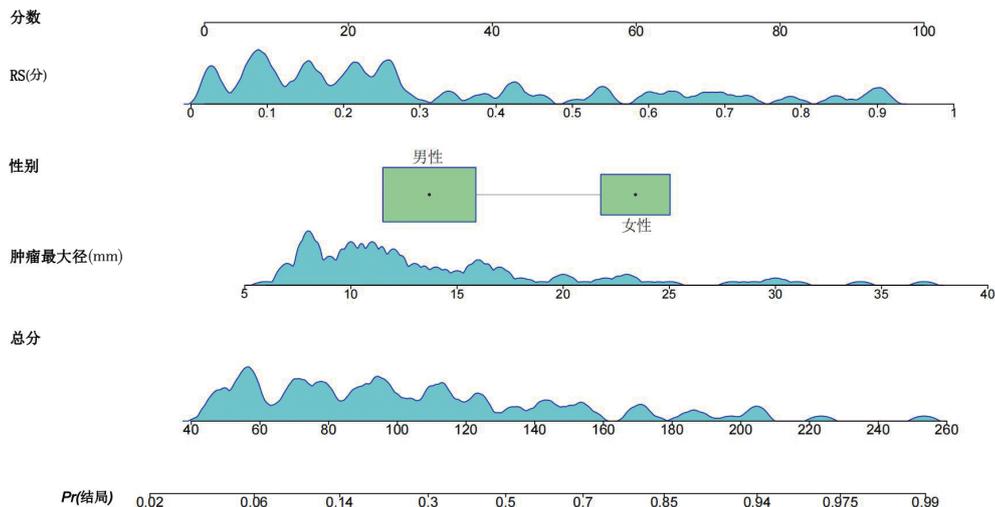


图3 联合模型预测PTC患者LNLN转移的列线图

五、模型的效能验证

ROC 曲线分析显示,临床模型、超声图像特征模型、超声影像组学模型和联合模型预测训练集 PTC 患者 LNLN 转移的 AUC 分别为 0.635、0.757、0.824、0.843;预测验证集 PTC 患者 LNLN 转移的 AUC 分别为 0.538、0.741、0.747、0.778,以联合模型的 AUC 最高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见图 4 和表 4。

校准曲线显示,超声影像组学模型和联合模型在训练集和验证集的校准度均较高,预测概率与实际概率一致性均较好。见图 5,6。

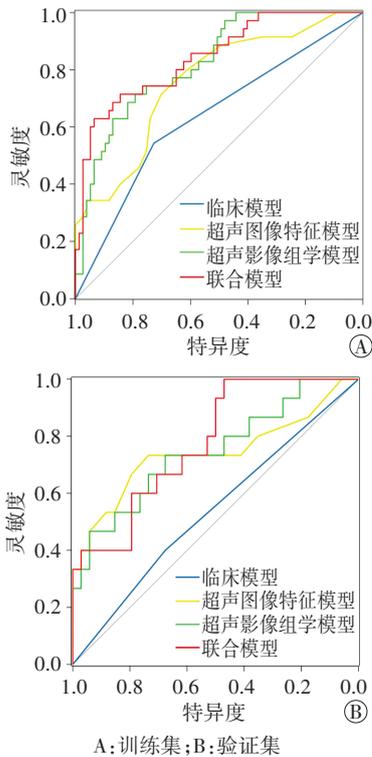


图 4 各模型预测训练集和验证集 PTC 患者 LNLN 转移的 ROC 曲线图

表 4 各模型预测训练集和验证集 PTC 患者 LNLN 转移的效能

方法	AUC(95%可信区间)	灵敏度	特异度	准确率	阳性预测值	阴性预测值
临床模型						
训练集	0.635(0.538 ~ 0.733)	0.543	0.727	0.669	0.356	0.851
验证集	0.538(0.387 ~ 0.689)	0.400	0.676	0.592	0.255	0.802
超声图像特征模型						
训练集	0.757(0.661 ~ 0.854)	0.714	0.701	0.705	0.399	0.898
验证集	0.741(0.562 ~ 0.920)	0.733	0.735	0.735	0.434	0.908
超声影像组学模型						
训练集	0.824(0.745 ~ 0.903)	0.714	0.792	0.768	0.488	0.909
验证集	0.747(0.587 ~ 0.907)	0.733	0.676	0.694	0.386	0.901
联合模型						
训练集	0.843(0.764 ~ 0.922)	0.629	0.935	0.839	0.729	0.901
验证集	0.778(0.643 ~ 0.914)	1.000	0.471	0.633	0.344	1.000

AUC:曲线下面积

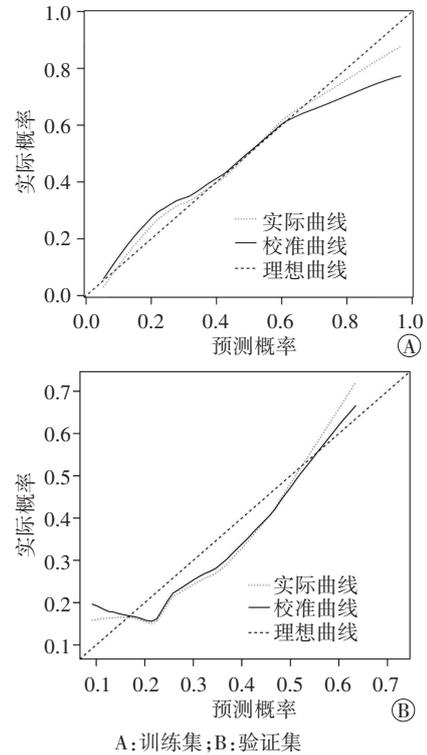


图 5 超声影像组学模型在训练集和验证集的校准曲线图

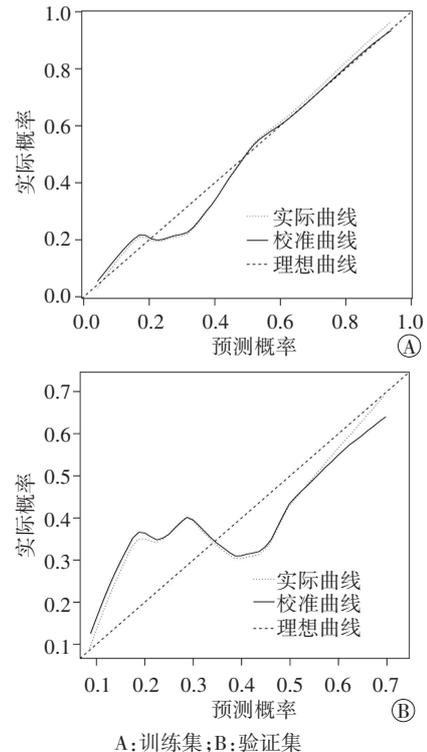


图 6 联合模型在训练集和验证集的校准曲线图

讨论

临床上预防性 LNLN 清扫可降低 PTC 患者术后复发率,但存在甲状旁腺功能亢进、乳糜漏和神经损伤的风险^[8]。存在病理性 LNLN 转移的 PTC 患者术后通

常需要进行同位素¹³¹I放射治疗^[9]。由此可见,术前通过影像学检查准确识别 PTC 患者 LNLN 转移状态以进行定位定性诊断对指导手术决策至关重要。目前超声检查广泛应用于甲状腺癌术前颈部淋巴结的评估,但其诊断效能高度依赖操作人员的主观经验和技能^[3],一致性较差。此外,超声成像存在对比度差、显像欠清晰和伪像等问题,与 LNLN 转移相关的图像特征有时显示不明显^[10]。目前已开展了影像组学在甲状腺癌领域的研究探索,并通过列线图可视化临床预测模型可以评估甲状腺癌侵袭性、淋巴结转移状态、甲状腺外扩展、复发因素等^[11-14]。Dong 等^[15]开发了基于 CT 影像组学的列线图模型以预测 PTC 患者 LNLN 转移状态,结果显示该模型具有良好的预测效能(AUC 为 0.867),但 CT 价格较高且具有放射性,不适合临床重复评估疾病进展。Qin 等^[16]构建了基于 MRI 影像组学的预测模型,并证实其术前预测 PTC 患者颈部淋巴结转移具有较高的效能,但 MRI 对钙化不敏感,呼吸和吞咽动作对图像质量影响大,且价格昂贵,不适合临床常规检查。目前研究已证实应用超声影像组学预测 PTC 患者 LNLN 转移风险具有可行性。Tong 等^[17]联合 RS、超声报告和 CT 报告建立了术前预测 PTC 患者 LNLN 转移的列线图模型,结果显示该模型具有良好的区分度,且校准度较高,预测概率与实际概率一致性较好。但重复检查可能导致医疗资源浪费、超声与 CT 报告结果不一致,从而影响诊断和治疗进程。因此,临床亟须一种单纯基于甲状腺超声图像的成熟人工智能模型,以解决操作者专业知识不足和经验欠缺的问题,帮助基层医院完善术前颈部淋巴结评估,从而指导个体化淋巴结清扫方案的制定。

本研究中 RS 的计算方式为 6 个超声影像组学特征与相应权重系数乘积后相加的总和。结果显示,训练集和验证集中 LNLN 转移阳性组 RS 均高于 LNLN 转移阴性组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。分析原因为超声影像组学提取的高通量特征可客观反映肿瘤的异质性,对 PTC 是否存在 LNLN 转移有较好的分类作用。但由于本研究提取组学特征时勾画的 ROI 均来源于肿瘤最大径切面的灰阶超声图像,存在部分特征丢失,因此本研究进一步构建了基于 RS、临床资料、超声图像特征的联合模型,结果显示该模型预测训练集中 PTC 患者 LNLN 转移的 AUC(0.843)高于临床模型、超声图像特征模型、超声影像组学模型(AUC 分别为 0.635、0.757、0.824),并在验证集中得以验证(AUC 分别为 0.778、0.538、0.741、0.747),与 Tong 等^[17]和 Park 等^[18]研究结论相似。表明联合模型为预测 PTC 患者 LNLN 转移提供了更准确的方法。分析原因可能为肿

瘤最大径和性别弥补了超声影像组学模型在肿瘤个体差异方面的不足,具有更好的临床应用前景。同时校准曲线显示超声影像组学模型和联合模型的预测曲线贴近理想曲线,即二者的预测概率与实际概率的一致性均较好,提示模型的校准度均高。

本研究的局限性:①为单中心、回顾性研究,可能存在病例选择偏差,且未进行外部验证,未来需进一步开展多中心研究验证联合模型的泛化性和稳健性;②勾画 ROI 时为手动勾画,且选择在肿瘤最大径切面,不能反映肿瘤全貌,未来可寻找一种自动、可靠且高效的肿瘤分割方法;③使用同一型号仪器及探头采集图像,不同超声仪器、不同频率探头采集的图像是否存在差异尚待进一步研究。

综上所述,本研究联合超声影像组学特征、临床资料、超声图像特征构建的列线图模型在预测 PTC 患者 LNLN 转移中有一定的临床价值,可为制定个体化颈部淋巴结清扫方案提供依据。

参考文献

- [1] Feng JW, Wu WX, Qi GF, et al. Nomograms based on sonographic and clinicopathological characteristics to predict lateral lymph node metastasis in classic papillary thyroid carcinoma [J]. *J Endocrinol Invest*, 2022, 45(11): 2043-2057.
- [2] Zhu J, Chang L, Li D, et al. Nomogram for preoperative estimation risk of lateral cervical lymph node metastasis in papillary thyroid carcinoma: a multicenter study [J]. *Cancer Imaging*, 2023, 23(1): 55.
- [3] 张金梅,董江宁,吴瑶媛,等. 甲状腺乳头状癌原发灶能谱 CT 形态学特征联合多参数预测颈部淋巴结转移的价值 [J]. *临床放射学杂志*, 2022, 41(10): 1834-1839.
- [4] Miyauchi A, Ito Y, Oda H. Insights into the management of papillary microcarcinoma of the thyroid [J]. *Thyroid*, 2018, 28(1): 23-31.
- [5] Bera K, Braman N, Gupta A, et al. Predicting cancer outcomes with radiomics and artificial intelligence in radiology [J]. *Nat Rev Clin Oncol*, 2022, 19(2): 132-146.
- [6] 黄云霞,周瑾,童宇洋,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.
- [7] 中华医学会内分泌学分会,中华医学会外科学分会甲状腺及代谢外科学组,中国抗癌协会头颈肿瘤专业委员会,等. 甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南(第二版) [J]. *国际内分泌代谢杂志*, 2023, 43(2): 149-194.
- [8] Wu YY, Wei C, Wang CB, et al. Preoperative prediction of cervical nodal metastasis in papillary thyroid carcinoma: value of quantitative dual-energy CT Parameters and qualitative morphologic features [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2021, 216(5): 1335-1343.
- [9] Luo M, Hu Y. Efficacy of ¹³¹I therapy and its influencing factors in children and adolescents with differentiated thyroid carcinoma [J]. *J Buon*, 2021, 26(3): 1028-1033.
- [10] Ding X, Liu Y, Zhao J, et al. A novel wavelet-transform-based convolution classification network for cervical lymph node metastasis of papillary thyroid carcinoma in ultrasound images [J]. *Comput Med*

- Imaging Graph, 2023, 10(109):102298.
- [11] Sun P, Wei Y, Chang C, et al. Ultrasound-based nomogram for predicting the aggressiveness of papillary thyroid carcinoma in adolescents and young adults [J]. Acad Radiol, 2024, 31(2): 523-535.
- [12] Chen W, Lin G, Cheng F, et al. Development and validation of a dual-energy CT-based model for predicting the number of central lymph node metastases in clinically node-negative papillary thyroid carcinoma [J]. Acad Radiol, 2024, 31(1): 142-156.
- [13] Jiang L, Guo S, Zhao Y, et al. Predicting extrathyroidal extension in papillary thyroid carcinoma using a clinical-radiomics nomogram based on B-mode and contrast-enhanced ultrasound [J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13(10): 1734.
- [14] Kim Y, Roh JL, Gong G, et al. Risk factors for lateral neck recurrence of N0/N1a papillary thyroid cancer [J]. Ann Surg Oncol, 2017, 24(12): 3609-3616.
- [15] Dong L, Han X, Yu P, et al. CT radiomics-based nomogram for predicting the lateral neck lymph node metastasis in papillary thyroid carcinoma: a prospective multicenter study [J]. Acad Radiol, 2023, 30(12): 3032-3046.
- [16] Qin H, Que Q, Lin P, et al. Magnetic resonance imaging (MRI) radiomics of papillary thyroid cancer (PTC): a comparison of predictive performance of multiple classifiers modeling to identify cervical lymph node metastases before surgery [J]. Radiol Med, 2021, 126(10): 1312-1327.
- [17] Tong Y, Li J, Huang Y, et al. Ultrasound-based radiomic nomogram for predicting lateral cervical lymph node metastasis in papillary thyroid carcinoma [J]. Acad Radiol, 2021, 28(12): 1675-1684.
- [18] Park VY, Han K, Kim HJ, et al. Radiomics signature for prediction of lateral lymph node metastasis in conventional papillary thyroid carcinoma [J]. PLoS One, 2020, 15(1): e0227315.

(收稿日期:2024-05-10)

(上接第805页)

患儿于我院胃肠外科行达芬奇机器人辅助保留幽门的胰十二指肠根治性切除术和胰肠、胆肠、十二指肠空肠吻合的消化道重建术。术后病理检查:(胆总管、十二指肠壶腹部、胰头)肿物符合葡萄簇横纹肌肉瘤;淋巴结未见肿瘤细胞浸润。术后进行化疗,随访至今,患儿恢复良好。

讨论:小儿胆道恶性肿瘤临床罕见,文献^[1-4]报道以2~6岁男童相对较多见,发病高峰为4岁,多为胚胎性横纹肌肉瘤。葡萄簇横纹肌肉瘤是胚胎性横纹肌肉瘤一种特殊亚型,好发于衬有黏膜的中空器官,如膀胱、阴道、鼻腔、鼻咽等,发生于胆道者极为少见,表现为息肉样、菜花样肿块,预后较好^[5]。横纹肌肉瘤起源于胆管壁,好发顺序依次为胆总管、左右肝管、肝内胆管^[1-2],肿瘤常沿着胆管黏膜下层生长,可蔓延侵犯周围组织器官,如肝脏、胰腺、十二指肠等部位。该病恶性程度高,常发生远处转移,因肿瘤位置不同可导致其临床表现各异。肝外胆道横纹肌肉瘤临床表现为进行性加重的阻塞性黄疸;肝内胆道横纹肌肉瘤则以腹痛、肝肿大、腹部包块就诊。CA19-9可以作为该病血清肿瘤标志物之一,本例患儿术前CA19-9高达9487.52 U/ml,术后2周降至35.54 U/ml(正常范围<37 U/ml)。目前胆道横纹肌肉瘤推荐手术、化疗和放疗的综合治疗方案,可有效提高临床治愈率。

结合本例患儿的超声图像及既往文献^[1-2,6-10],笔者总结了胆道横纹肌肉瘤的超声图像特征:①发生于肝外胆管者表现为肝外胆管内包块,以低回声为主,内部回声不均匀,可伴有不同程度、不同形态囊腔,与胆总管壁分界不清晰;②发生于肝内胆管者表现为肝内实性低回声包块或囊实性包块,边界清晰;③若肿瘤向周围组织浸润性生长,如十二指肠、胰腺等,可在局部形成一个边界模糊、与胆道肿物相连续的低回声包块或囊实性包块;④CDFI可于包块内部探及点状或点条状血流信号;⑤发生于肝外胆道伴梗阻者近端肝内外胆管可呈不同程度扩张、胆囊增大;⑥肝脏可增大,实质回声增粗、增高;⑦可伴有肝门区及腹腔内淋巴结肿大。

总之,胆道横纹肌肉瘤临床罕见,术前超声检查可为胆道

横纹肌肉瘤的临床诊断提供重要影像学依据,胆道走行区实性或囊实性包块,其内探及血流信号是本病主要的超声表现。但本病最终确诊依靠病理检查。

参考文献

- [1] 贾立群,王晓曼.实用儿科腹部超声诊断学[M].北京:人民卫生出版社,2009:49.
- [2] 常晓峰,成海燕,秦红,等.儿童胆道横纹肌肉瘤的诊断与治疗[J].临床小儿外科杂志,2020,19(7):608-613.
- [3] 曾纪晓,徐晓钢,刘斐,等.全球首例机器人辅助保留幽门的胰十二指肠切除术治疗儿童壶腹部横纹肌肉瘤(附视频)[J].机器人外科学杂志(中英文),2023,4(6):606-611.
- [4] Al Quran TM, Rousan LA, Al Jaafreh AM, et al. Laparoscopic management of rhabdomyosarcoma of common bile duct, case report [J]. Ann Med Surg (Lond), 2020, 59(11): 118-121.
- [5] 杨瑞婷,刘斌,杨艳丽,等.小儿胆总管胚胎性(葡萄状)横纹肌肉瘤1例[J].诊断病理学杂志,2023,30(7):721-722.
- [6] Nazmul H, Rafiqul I, Kaniz F, et al. Rhabdomyosarcoma of the common bile duct mimicking choledochal cyst: a rare cause of obstructive jaundice [J]. Chin J Contemp Pediatr, 2020, 22(12): 1338-1343.
- [7] Tripathy TP, Patidar Y, Chandel K, et al. Embryonal rhabdomyosarcoma of the biliary tree as a differential in a paediatric patient presenting with biliary dilatation: not always a choledochal cyst [J]. Acta Med Litu, 2022, 29(1): 112-117.
- [8] 苗莉莉,刘庆华,刘小芳,等.超声诊断儿童胆管横纹肌肉瘤1例[J].中国医学影像技术,2017,33(1):114.
- [9] Urla C, Warmann SW, Sparber-Sauer M, et al. Treatment and outcome of the patients with rhabdomyosarcoma of the biliary tree: experience of the cooperative weichteilsarkom studien-gruppe (CWS) [J]. BMC Cancer, 2019, 19(1): 945.
- [10] Tsega T, Cary C, Jim R. Biliary botryoid rhabdomyosarcoma in a pediatric patient [J]. J Pediatr Neonatal Care, 2019, 9(5): 121-123.

(收稿日期:2024-03-28)