

# 多模态超声在诊断 TI-RADS 4 类甲状腺结节中的应用研究

李维芝<sup>1</sup>, 崔蕾<sup>1</sup>, 彭雪艳<sup>2</sup>, 朱文峰<sup>1</sup>

(咸阳市中心医院 1. 超声诊断科; 2. 医学影像中心, 陕西 咸阳 712000)

**【摘要】目的:** 探究多模态超声在诊断甲状腺影像报告和数据系统 (TI-RADS) 4 类甲状腺结节中的临床应用效果。**方法:** 回顾性分析行甲状腺结节切除术的 86 例患者的临床资料, 术前均行多模态超声检查, 以病理诊断结果为金标准, 评估多模态超声参数诊断甲状腺癌的一致性, 比较不同 TI-RADS 分类患者多模态超声参数 [收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数、Adler 分级、弹性应变率比值 (SR)、弹性评分] 差异, 分析多模态超声参数对甲状腺癌的诊断效能。**结果:** 86 例患者中 TI-RADS 3 类 37 例, TI-RADS 4 类 49 例, 恶性 36 例, 良性 50 例, 超声诊断甲状腺癌的敏感度、特异度分别为 88.88%、66.00%,  $Kappa = 0.522$ ; TI-RADS 4 类组收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数、SR 值、弹性评分均高于 TI-RADS 3 类组 ( $P < 0.05$ ), 两组间 Adler 分级差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数、Adler 分级、SR 值、弹性评分诊断甲状腺癌的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.956、0.912、0.941、0.916、0.914、0.921, 联合诊断的 AUC 为 0.967 ( $P < 0.05$ )。**结论:** 多模态超声在 TI-RADS 4 类甲状腺结节的诊断中具有较高的诊断效能, 值得推广应用。

**【关键词】** 甲状腺结节; 甲状腺癌; 多模态超声; TI-RADS 分类

**【中图分类号】** R581; R445.1 **【文献标志码】** A

## Application of multimodal ultrasound in diagnosing TI-RADS category 4 thyroid nodules

LI Wei-zhi<sup>1</sup>, CUI Lei<sup>1</sup>, PENG Xue-yan<sup>2</sup>, ZHU Wen-feng<sup>1</sup>

(1. Department of Diagnostic Ultrasonography; 2. Medical Imaging Centre, Xianyang Central Hospital, Xianyang 712000, Shaanxi, China)

**【Abstract】Objective:** To explore the clinical application effect of multimodal ultrasound in the diagnosis of thyroid imaging reporting and data system (TI-RADS) category 4 thyroid nodules. **Methods:** The clinical data of 86 patients who underwent thyroid nodule resection were retrospectively analyzed. All patients underwent multimodal ultrasound examination before surgery. According to the results of pathological diagnosis, the consistency of multimodal ultrasound parameters in the diagnosis of thyroid cancer was evaluated. The differences in multimodal ultrasound parameters [peak systolic velocity, end diastolic velocity, resistance index, Adler grading, strain ratio (SR), elasticity score] were compared among patients with different TI-RADS classification, and the diagnostic efficiency of multimodal ultrasound parameters in the diagnosis of thyroid cancer was evaluated. **Results:** Among the 86 patients, there were 37 cases of TI-RADS category 3 and 49 cases of TI-RADS category 4, and there were 36 malignant cases and 50 benign cases. The sensitivity, specificity and  $Kappa$  value of ultrasound in the diagnosis of thyroid cancer were 88.88%, 66.00% and 0.522. The peak systolic velocity, end diastolic velocity, resistance index, SR and elasticity score in TI-RADS category 4 group were higher than those in TI-RADS category 3 group ( $P < 0.05$ ), there was a statistical significance in Adler grading between the two groups ( $P < 0.05$ ). The AUC of peak systolic velocity, end diastolic velocity, resistance index, Adler grading, SR and elasticity score in the diagnosis of thyroid cancer were 0.956, 0.912, 0.941, 0.916, 0.914 and 0.921 respectively, and the AUC of combined diagnosis was 0.967 ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Multimodal ultrasound has a high diagnostic efficiency in the diagnosis of TI-RADS category 4 thyroid nodules and is worthy of promotion and application.

**【Key words】** Thyroid nodules; Thyroid cancer; Multimodal ultrasound; TI-RADS classification

我国甲状腺癌的发病率呈持续上升趋势, 预计 2039 年发病率将增至 3.37/10 万人<sup>[1]</sup>。超声检查

是评估甲状腺结节的首选筛查方式,通过超声下观察甲状腺结节的恶性征象进行甲状腺影像报告和数据库系统(TI-RADS)分级,能够评估甲状腺结节的恶性风险<sup>[2]</sup>。TI-RADS 4 类即为可疑恶性结节,需进行病理诊断定性,然而 TI-RADS 4 类结节超声图像复杂,仅依靠常规超声征象难以准确评估,且恶性结节的准确识别与超声医师的主观判断和临床经验密切相关<sup>[3]</sup>,因此更为客观准确的评估方法亟待开发。多模态超声技术除常规二维超声外还包括彩色多普勒血流显像(color doppler flow imaging, CDFI)、弹性成像等,已在甲状腺结节的鉴别诊断中单独应用<sup>[4-5]</sup>,可提示甲状腺结节的血流情况和硬度特征,具有较好的辅助诊断作用。多模态超声技术为乳腺癌、颈部淋巴瘤等恶性肿瘤的鉴别诊断提供了更多有价值的临床信息<sup>[6-7]</sup>。Pei 等<sup>[8]</sup>认为多模态超声技术提高了 TI-RADS 4 类结节的诊断准确性,但该研究中并未探究多模态超声的各项参数指标的诊断效能,存在一定局限。因此,本研究拟探讨不同类型甲状腺结节患者多模态超声参数差异,明确多模态超声在 TI-RADS 4 类甲状腺结节中的诊断应用价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 3 月至 2023 年 3 月咸阳市中心医院收治并行甲状腺结节切除术的 86 例患者临床资料。纳入标准:(1)单侧发病,超声结果提示 TI-RADS 分类 $\geq 3$ 类;(2)甲状腺结节切除术后样本送检,病理报告完整;(3)术前均行多模态超声检查,图像资料清晰完善。排除标准:(1)有甲状腺活检、手术史或甲状腺结节消融治疗史;(2)妊娠、哺乳期妇女。

### 1.2 检查方法

所有入组患者均进行多模态超声检查,包括常规二维超声、CDFI、弹性成像。采用飞利浦 EPIQ5 型超声诊断仪进行常规超声检查(频率 L18-5 MHz),记录甲状腺结节位置、大小、病灶回声特征、纵横比、结节边缘情况等。采用 CDFI 模式,选取病灶结节周边 1 cm 区域,探查病灶内部血流情况,分级标准:0

级,无血流信号;I 级,少量血流,可见 1、2 个点状、细短棒状血管;II 级,中量血流,可见 3、4 个点状血管或 1 支长度接近病灶半径血管;III 级,多量血流,可见 5 个及以上点状血管或 2 支长度接近病灶半径血管。采用弹性成像模式,选取病灶结节周边 1 cm 区域,根据结节内颜色分布进行弹性评分,组织硬度从大到小分别为红、绿、蓝色,评分标准;1 分,病灶主要为绿色,有少量蓝色;2 分:病灶多为绿色,可见部分红色;3 分:病灶中央为红色,周边为绿色,且红色多见;4 分:病灶为红色;5 分:病灶及周围组织均为红色。所有入组患者甲状腺结节切除术后样本均送病检,以病理诊断结果为金标准。

### 1.3 观察指标

(1)TI-RADS 分类:所有患者超声影像均经高年资超声医师分析,并根据病灶回声特征、边缘情况、纵横比等超声表现及《甲状腺癌诊疗规范 2018》<sup>[9]</sup>中 TI-RADS 分类标准进行 TI-RADS 分类,将患者分为 TI-RADS 3 类组和 TI-RADS 4 类组。(2)多模态超声参数:根据超声影像结果,获取 CD-FI 参数(收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数、进行血流信号 Adler 分级)和弹性成像参数[弹性应变率比值(strain ratio, SR)、弹性评分]。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较使用独立样本  $t$  检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较使用  $\chi^2$  检验;等级资料以频数表示,组间比较使用 Mann-Whitney  $U$  检验,ROC 曲线用于分析多模态超声参数对甲状腺癌的诊断价值, $Kappa$  一致性用于分析多模态超声诊断甲状腺癌与病理检查的一致性。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组一般资料比较

经超声影像学评估,86 例患者中 TI-RADS 3 类 37 例, TI-RADS 4 类 49 例,两组性别、年龄、病灶位置等资料差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组一般资料比较 [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

组别	男/女	年龄(岁)	病灶位置				
			左侧	右侧	上极	中部	下极
TI-RADS 3 类组 ( $n=37$ )	6(16.22)/31(83.78)	48.97 $\pm$ 11.88	17(45.95)	20(54.05)	9(24.32)	16(43.24)	12(32.43)
TI-RADS 4 类组 ( $n=49$ )	10(20.41)/39(79.59)	50.48 $\pm$ 12.27	26(53.06)	23(46.94)	12(24.49)	25(51.02)	12(24.49)
$\chi^2/t$ 值	0.245	0.572	0.427		0.744		
$P$ 值	0.621	0.568	0.514		0.689		

### 2.2 超声诊断甲状腺癌的一致性分析

86 例甲状腺结节患者中,恶性 36 例,良性 50 例,超声诊断甲状腺癌的敏感度为 88.88%,特异度

为 66.00%,准确率为 75.58%,与病理诊断的  $Kappa = 0.522$ 。见表 2。

### 2.3 两组 CDFI 参数比较

TI-RADS 4 类组收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数均高于 TI-RADS 3 类组 ( $P < 0.05$ ), 两组间 Adler 分级差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 两组 CDFI 参数比较 [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

组别	收缩期峰值流速 (cm/s)	舒张末期流速 (cm/s)	阻力指数	Adler 分级			
				0 级	I 级	II 级	III 级
TI-RADS 3 类组 ( $n = 37$ )	6.52 ± 9.60	2.94 ± 4.56	0.15 ± 0.20	22 (59.46)	10 (27.03)	5 (13.51)	0 (0.00)
TI-RADS 4 类组 ( $n = 49$ )	29.84 ± 18.28	12.59 ± 8.26	0.52 ± 0.28	8 (16.33)	17 (34.69)	22 (44.90)	2 (4.08)
$t/U$ 值	7.717	7.285	6.583	19.042			
$P$ 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			

### 2.4 两组弹性成像参数比较

TI-RADS 4 类组 SR 值、弹性评分均高于 TI-RADS 3 类组 ( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 4 两组弹性成像参数比较 [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

组别	SR 值	弹性评分(分)
TI-RADS 3 类组 ( $n = 37$ )	2.08 ± 0.84	1.64 ± 0.98
TI-RADS 4 类组 ( $n = 49$ )	3.22 ± 0.70	2.86 ± 1.12
$t$ 值	6.707	5.233
$P$ 值	<0.001	<0.001

### 2.5 多模态超声参数诊断甲状腺癌的诊断效能

收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数、Adler 分级、SR 值、弹性评分诊断甲状腺癌的曲线下面积 ( $AUC$ ) 分别为 0.956、0.912、0.941、0.916、0.914、0.921, 联合诊断的  $AUC$  为 0.967 ( $P < 0.05$ )。见表 5 及图 1。

表 5 多模态超声参数诊断甲状腺癌的诊断效能

因素	$AUC$ 值	截断值	敏感度	特异度	95% CI	统计值	$P$ 值
收缩期峰值流速	0.956	25.68 cm/s	0.806	0.940	0.888 - 0.988	24.764	<0.001
舒张末期流速	0.912	8.08 cm/s	0.833	0.840	0.831 - 0.962	13.737	<0.001
阻力指数	0.941	0.41	0.861	0.880	0.869 - 0.980	18.589	<0.001
Adler 分级	0.916	II 级	0.722	0.940	0.836 - 0.965	15.917	<0.001
SR 值	0.914	3.02	0.833	0.840	0.834 - 0.964	13.862	<0.001
弹性评分	0.921	3 分	0.833	0.860	0.842 - 0.968	16.137	<0.001
联合诊断	0.967		0.944	0.820	0.904 - 0.994	29.448	<0.001

## 3 讨论

本研究中, 超声诊断甲状腺癌的敏感度、特异度和准确率分别为 88.88%、66.00%、75.58%,  $Kappa = 0.522$ , 李宁等<sup>[10]</sup>发现常规超声诊断甲状腺乳头状癌的敏感度、特异度和准确率分别为 52.9%、79.8%、67.2%,  $Kappa = 0.326$ , 略低于本研究结果, 而郑林晖等<sup>[11]</sup>的研究结果中, 超声诊断恶性甲状腺结节的敏感度、特异度和准确率分别为 0.893、0.907、

表 2 多模态超声诊断甲状腺癌的一致性分析(例)

超声诊断	病理诊断		合计
	阳性	阴性	
阳性	32	17	49
阴性	4	33	37
合计	36	50	86

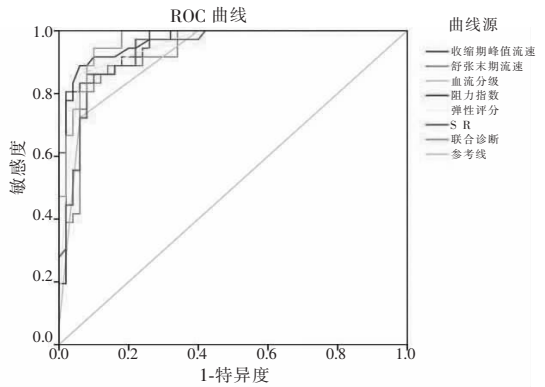


图 1 多模态超声参数诊断甲状腺癌的 ROC 曲线

0.903,  $Kappa = 0.777$ , 高于本研究结果, 提示常规超声对甲状腺结节的鉴别诊断结果差异较大, 不同研究之间存在一致性较低的情况, 究其原因可能为: 常规超声下 TI-RADS 4 类结节的恶性征象易重叠, 难以准确识别, 且超声医师的临床经验存在差异, 开发有效准确的 TI-RADS 4 类结节的定性诊断手段有一定的必要性。

本研究中, TI-RADS 4 类组收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数、SR、弹性评分等多模态超声参数均高于 TI-RADS 3 类组, 且两组间 Adler 分级存在显著差异, 与既往研究<sup>[12-14]</sup>结果相似, 表明多模态超声参数在区分不同 TI-RADS 分类甲状腺结节患者中具有一定参考价值。TI-RADS 3 类结节多为良性, 结构虽以实性为主, 但内部血管较少, 而 TI-RADS 4 类恶性风险较高, 病灶内血供丰富<sup>[15-16]</sup>, 因而超声 CDFI 模式下血流分级较高, 收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数均高于 TI-RADS 3 类; 恶性结节的内部纤维化程度较高, 组织结构致密, 硬度高于周围正常组织, 而 SR 值和弹性评分升高均能够表明组织硬度较高<sup>[17-18]</sup>, 故在恶性风险较高的 TI-RADS 4 类结节的 SR 值和弹性评分均较高, 提示多模态超声参数具有应用于 TI-RADS 4 类结节诊断的潜在临床价值。

本研究中,收缩期峰值流速、舒张末期流速、阻力指数、Adler 分级、SR 值、弹性评分诊断甲状腺癌的 AUC 分别为 0.956、0.912、0.941、0.916、0.914、0.921,联合诊断的 AUC 为 0.967,敏感度为 0.944,高于各项参数单独诊断,表明多模态超声参数联合诊断甲状腺癌具有更好的诊断效能。多模态超声从病灶形态、血流情况及弹性成像方面对甲状腺结节的性质进行综合评估,资料更为全面,从而在一定程度上降低了单一超声技术对 TI-RADS 4 类结节的漏诊和误诊率。此外,近年来亦有联合超声造影、剪切波弹性成像等更多超声技术进行甲状腺结节鉴别诊断的报道<sup>[19-20]</sup>,提示未来可进行更加全面综合的多模态超声检查,以进一步提高甲状腺结节诊断的准确性。

综上,多模态超声在 TI-RADS 4 类甲状腺结节的诊断中具有较高的诊断效能,值得临床推广使用。

#### 参考文献

- [1] Cheng F, Xiao J, Shao C, *et al.* Burden of thyroid cancer from 1990 to 2019 and projections of incidence and mortality until 2039 in China: findings from global burden of disease study[J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2021, 12: 738213.
- [2] Ruan J, Xu X, Cai Y, *et al.* A practical CEUS thyroid reporting system for thyroid nodules[J]. *Radiology*, 2022, 305(1): 149-159.
- [3] Zhou P, Chen F, Zhou P, *et al.* The use of modified TI-RADS using contrast-enhanced ultrasound features for classification purposes in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules: a prospective and multi-center study[J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2023, 14: 1080908.
- [4] Li F, Sun W, Liu L, *et al.* The application value of CDFI and SMI combined with serological markers in distinguishing benign and malignant thyroid nodules[J]. *Clinical & Translational Oncology: Official Publication of the Federation of Spanish Oncology Societies and of the National Cancer Institute of Mexico*, 2022, 24(11): 2200-2209.
- [5] 周艳珂,李潜,田婧,等. 超声弹性成像分级法及评分法在甲状腺结节鉴别诊断中的应用[J]. *医学影像学杂志*, 2021, 31(1): 25-28.
- [6] 周宇微,刘景萍,公春丽,等. 多模态超声对不同分子亚型乳腺癌的诊断价值[J]. *西部医学*, 2022, 34(4): 605-609.
- [7] 张旭,刘丹,黄品同. 多模态超声在颈部淋巴瘤诊断中的价值[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2020, 17(10): 987-992.
- [8] Pei S, Cong S, Zhang B, *et al.* Diagnostic value of multimodal ultrasound imaging in differentiating benign and malignant TI-RADS category 4 nodules[J]. *International Journal of Clinical Oncology*, 2019, 24(6): 632-639.
- [9] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 甲状腺癌诊疗规范(2018年版)[J]. *中华普通外科学文献(电子版)*, 2019, 13(1): 1-15.
- [10] 李宁,阚艳敏,李晓松,等. 基于多模态超声的甲状腺乳头状癌决策树模型的构建及其诊断效能评估[J]. *中国全科医学*, 2021, 24(30): 3821-3827.
- [11] 郑林晖,林肖彬,卓冠航,等. 甲状腺影像报告与数据系统(TI-RADS)分类鉴别良恶性甲状腺结节的临床应用价值[J]. *现代生物医学进展*, 2021, 21(24): 4770-4773.
- [12] 陶毅,赵鹏,孔汉卿,等. 基于多模态超声构建预测甲状腺结节性质的定量诊断模型[J]. *中华超声影像学杂志*, 2022, 31(5): 420-426.
- [13] 聂云雷,侯庆玲,张呈祥. 超声弹性成像应变率比值法与 MSCT 在诊断甲状腺结节中的应用[J]. *河北医学*, 2021, 27(1): 128-131.
- [14] 霍振玲,魏青. 基于超声影像特征与定量参数构建甲状腺结节癌变诊断模型的价值及验证[J]. *内蒙古医科大学学报*, 2022, 44(3): 292-295.
- [15] Tao Y, Yu Y, Wu T, *et al.* Deep learning for the diagnosis of suspicious thyroid nodules based on multimodal ultrasound images[J]. *Frontiers in Oncology*, 2022, 12: 1012724.
- [16] Jiang L, Zhang D, Chen YN, *et al.* The value of conventional ultrasound combined with superb microvascular imaging and color Doppler flow imaging in the diagnosis of thyroid malignant nodules: a systematic review and meta-analysis[J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2023, 14: 1182259.
- [17] Görgülü O, Görgülü FF, Koç AS. Can the unnecessary operations for suspected thyroid nodules be avoided by the combined use of the strain ratio and elastography score? [J]. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 2021, 87(3): 338-345.
- [18] Okasha HH, Mansor M, Sheriba N, *et al.* Role of elastography strain ratio and TIRADS score in predicting malignant thyroid nodule [J]. *Archives of Endocrinology and Metabolism*, 2021, 64(6): 735-742.
- [19] 吴秀南,刘小蓝,林志健. VTIQ、UE 联合 CEUS 对甲状腺 TI-RADS 4 类结节良恶性的评估价值[J]. *川北医学院学报*, 2023, 38(2): 269-272.
- [20] Li G, Ma S, Zhang F, *et al.* The predictive models based on multimodality ultrasonography for the differential diagnosis of thyroid nodules smaller than 10 mm[J]. *The British Journal of Radiology*, 2023, 96(1149): 20221120.

(收稿日期:2023-12-02

修回日期:2024-02-06)