doi:10.11659/jjssx.09E025012

·影像诊断与手术导航·

# 二维超声联合剪切波弹性成像对TI-RADS分级3~5级甲状腺结节的诊断价值

姜 舒,胥明婧,孙国强 (徐州市第一人民医院超声科,江苏 徐州 221000)

[摘 要] **目的** 探究二维超声联合剪切波弹性成像(SWE)在甲状腺影像报告与数据系统(TI-RADS)分级3~5级甲状腺结节中的诊断价值。**方法** 回顾性分析2023年1月至2025年1月我院接收的248例TI-RADS分级3~5级甲状腺结节患者的临床资料,根据病理诊断结果,将患者分为良性组($n$=75)与恶性组($n$=173)。统计2组患者二维超声特征及可疑结节最大杨氏模量($E_{max}$)与平均杨氏模量($E_{mean}$)。分析二维超声、SWE对甲状腺结节良恶性的诊断情况及其与病理诊断结果的一致性。采用受试者工作特征(*ROC*)曲线分析二维超声及SWE对TI-RADS分级3~5级甲状腺结节良恶性的诊断价值。**结果** 良性组患者结节二维超声特征以混回声、边缘规则清晰、后方回声正常或增强、囊腔大且钙化呈大颗粒、周围无浸润为主;恶性组患者结节二维超声特征以低回声或等回声、边缘不规则模糊、后方回声衰减、囊腔小且钙化呈沙砾状、周围存在部分浸润为主。良性组患者$E_{max}$、$E_{mean}$均显著低于恶性组($P$<0.05)。基于二维超声的TI-RADS分级鉴别出良性结节79例(31.85%),恶性结节169例(68.15%),与病理检查的一致性*Kappa*值为0.678;SWE鉴别出良性结节59例(23.79%),恶性结节189例(76.21%),与病理检查的一致性*Kappa*值为0.715。二维超声联合SWE诊断甲状腺结节良恶性的曲线下面积(*AUC*)高于二者单独诊断。**结论** 基于二维超声的TI-RADS分级与SWE均可有效鉴别TI-RADS分级3~5级甲状腺结节的良恶性,二者联合具有更高的诊断价值。

[关键词] 甲状腺结节;二维超声;剪切波弹性成像;甲状腺影像报告与数据系统分级;良恶性质;诊断价值

[中图分类号] R736.1 [文献标志码] A [收稿日期] 2025-09-04

## Diagnostic value of two-dimensional ultrasound combined with shear wave elastography for thyroid nodules with TI-RADS categories 3 to 5

JIANG Shu,XU Ming-jing,SUN Guo-qiang (Department of Ultrasound,Xuzhou First People's Hospital,Xuzhou Jiangsu 221000,China)

**Abstract: Objective** To explore the diagnostic value of two-dimensional ultrasound combined with shear wave elastography (SWE) for thyroid nodules with thyroid imaging reporting and data system (TI-RADS) categories 3 to 5. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 248 patients with TI-RADS categories 3 to 5 thyroid nodules treated in our hospital from January 2023 to January 2025. According to the pathological diagnosis results, the patients were divided into the benign group ($n$=75) and the malignant group ($n$=173). The two-dimensional ultrasound features, and the maximum Young's modulus ($E_{max}$) and average Young's modulus ($E_{mean}$) of suspicious nodules were recorded in both groups. The diagnostic performance of two-dimensional ultrasound and SWE for benign and malignant thyroid nodules and their consistency with pathological diagnosis were analyzed. The diagnostic value of two-dimensional ultrasound and SWE in differentiating benign and malignant thyroid nodules with TI-RADS categories 3 to 5 was assessed using *receiver operating characteristic* (*ROC*) curve. **Results** The two-dimensional ultrasound features of nodules in the benign group were predominantly mixed echo, regular and clear edge, normal or enhanced posterior echo, large cystic cavity with coarse calcifications, and no surrounding infiltration. While those in the malignant group were low echo or equal echo, irregular and blurred edge, posterior echo attenuation, small cystic cavity with gravel-like calcifications, and partial surrounding infiltration. The $E_{max}$ and $E_{mean}$ in the benign group were significantly lower than those in the malignant group ($P$<0.05). The TI-RADS classification based on two-dimensional ultrasound identified 79 cases (31.85%) of benign nodules and 169 cases (68.15%) of malignant nodules, with a *Kappa* value of 0.678 for consistency with pathological examination. SWE identified 59 cases (23.79%) of benign nodules and 189 cases (76.21%) of malignant nodules, with a *Kappa* value of 0.715 for consistency with pathological examination. The *area under the curve* (*AUC*) of two-dimensional ultrasound combined with SWE for diagnosing benign and malignant thyroid nodules was higher than that of either modality alone. **Conclusion** Both TI-RADS classification based on two-dimensional ultrasound and SWE can effectively differentiate the benign and malignant thyroid nodules with TI-RADS categories 3 to 5, and the combination of the two has higher diagnostic value.

**Keywords:** thyroid nodules;two-dimensional ultrasound;shear wave elastography;thyroid imaging reporting and data system category;benign and malignant character;diagnostic value

[基金项目] 徐州市卫生健康委科技项目(XWKYHT20240092)

[通信作者] 胥明婧,E-mail:2634322414@qq.com

甲状腺结节是临床常见甲状腺病变,主要以甲状腺细胞异常增长为特征[1]。临床根据其严重程度可分为良性病变与恶性病变,其中良性结节多为甲状腺腺瘤与甲状腺肿,可通过手术根治,而恶性结节多为分化型甲状腺癌,中晚期治愈率较低,且易出现远端转移,因而甲状腺结节良恶性鉴别尤为重要,直接关系诊疗策略的选择[2]。常规二维超声可通过结节形态学特征进行风险评估,且基于二维超声图像的甲状腺影像报告与数据系统(thyroid imaging reporting and data system, TI-RADS)分级对临床鉴别甲状腺结节良恶性具有一定指导价值[3]。但二维超声检查仍存在一定局限性,对不典型结节或隐匿性恶性结节的鉴别能力较差,可能出现误诊漏诊[4]。二维剪切波弹性成像(shear wave elastography,SWE)通过超声探头发射声辐射力脉冲,在组织中产生横向剪切波,并实时探测剪切波的传播速度和衰减特性,以彩色编码图像显示组织弹性分布[5]。目前二维超声和SWE联合应用于TI-RADS 3~5级甲状腺结节这一临床鉴别难点的研究仍较为有限,且缺乏针对性的诊断效能验证。基于此,本研究通过二维超声TI-RADS分级评估结节形态学特征,并结合SWE对结节组织硬度进行量化,为临床甲状腺结节良恶性鉴别提供更精准的信息,从而实现精准化甲状腺结节鉴别管理,提升临床诊治效率。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

回顾性分析2023年1月至2025年1月我院接收的248例甲状腺结节患者的临床资料。纳入标准:符合《甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南(第二版)》[6]的诊断标准,经病理诊断为甲状腺结节;实性结节或以实性结节为主;TI-RADS分级为3~5级;单发结节;基线资料完整。排除标准:甲状腺手术史或活检史;影像学检查禁忌证;超声图像质量不佳;合并其他恶性肿瘤;不配合检查或随访。以甲状腺结节病理诊断结果为金标准,将患者分为良性组($n$=75)与恶性组($n$=173)。其中,良性组患者男40例、女35例,年龄(55.23±10.38)岁,病变部位:左侧叶37例、右侧叶38例;恶性组患者男90例、女83例,年龄(57.01±12.17)岁,病变部位:左侧叶94例、右侧叶79例。本研究通过我院伦理委员会审批(批准号:xyyll【2025】151号)。

### 1.2 方法

患者入院后分别开展二维超声、SWE检查。二维超声:患者取仰卧位,选择CANNON1500超声诊断仪进行二维超声检查,行多切面扫描,观察病灶位置、大小、形态、边界、回声、钙化情况、有无声晕等。二维超声诊断肿瘤良恶性标准:边界不规则、形态不规则、低回声、微钙化、包膜晕环不完整且少见,符合其中两项及以上则为恶性。SWE:二维超声记录病灶特征后,进入SWE模式,图像质量稳定后,冻结图像,调节Q-BOX™为2 mm并置于可疑结节最硬处,记录该处Q-BOX™的2个杨氏模量参数,即可疑结节最大杨氏模量($E_{max}$)和平均杨氏模量($E_{mean}$),重复测量3次,取平均值作为最终结果。

TI-RADS分级诊断标准[7]:良性结节可能性较大为3级;具有1种恶性二维超声征象为4a级,具有2种恶性征象为4b级,具有3~4种恶性征象为4c级;具有5种恶性征象为5级。其中3、4a级为良性病变或低风险结节,4b、4c、5级为高风险结节。由2名具有3年及以上甲状腺影像学诊断经验的医师经系统培训后对图像进行分级评估。

### 1.3 观察指标

记录2组患者二维超声特征及SWE模量。统计二维超声、SWE对甲状腺结节良恶性诊断率,以病理检查结果为金标准,分析二维超声、SWE评估甲状腺结节良恶性的一致性。

### 1.4 统计学分析

采用SSPS 20.0统计学软件分析数据。计数资料以频数或率(%)表示,采用$\chi^2$检验,等级资料采用秩和检验;计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用独立样本$t$检验。一致性分析采用*Kappa*检验,其中*Kappa*在0.81~1.00表示完全一致,0.61~0.80表示高度一致性,0.41~0.60表示中等一致性,≤0.40表示一致性较低。采用受试者工作特征(*receiver operating characteristic*, *ROC*)曲线分析二维超声联合SWE对TI-RADS分级3~5级甲状腺结节良恶性质的诊断价值。$P$<0.05表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者二维超声特征对比

良性组患者甲状腺结节二维超声特征以混回声、边缘规则清晰、后方回声正常或增强、囊腔大且钙化呈大颗粒、周围无浸润为主;恶性组患者甲状腺结节二维超声特征以低回声或等回声、边缘不规则模糊、后方回声衰减、囊腔小且钙化呈沙砾状、周围存在部分浸润为主,见表1、图1。

**表1 2组患者二维超声特征对比[例(%)]**

| 二维超声特征 | | 良性组($n$=75) | 恶性组($n$=173) | $Z/\chi^2$ | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 声像图回声 | 低回声 | 8(10.67) | 104(60.12) | 3.349 | 0.001 |
| | 混回声 | 57(76.00) | 9(5.20) | | |
| | 等回声 | 4(5.33) | 40(23.12) | | |
| | 强回声 | 5(6.67) | 20(11.56) | | |
| | 无回声 | 1(1.33) | 0(0) | | |
| 边缘 | 规则、清晰 | 60(80.00) | 62(35.84) | 40.825 | <0.001 |
| | 不规则、模糊 | 15(20.00) | 111(64.16) | | |
| 后方回声 | 衰减 | 12(16.00) | 122(70.52) | 7.057 | <0.001 |
| | 增强 | 30(40.00) | 17(9.83) | | |
| | 正常 | 33(44.00) | 34(19.65) | | |
| 囊变钙化 | 囊腔大、大颗粒 | 66(88.00) | 48(27.75) | 76.476 | <0.001 |
| | 囊腔小、沙砾状 | 9(12.00) | 125(72.25) | | |
| 周围浸润 | 有 | 9(12.00) | 81(46.82) | 27.437 | <0.001 |
| | 无 | 66(88.00) | 92(53.18) | | |

## 2.2 患者SWE模量对比

良性组患者$E_{max}$、$E_{mean}$均低于恶性组,差异有统计学意义($P$<0.05),见表2。

**表2 2组患者SWE模量对比($\bar{x}\pm s$,kPa)**

| 组别 | $n$ | $E_{max}$ | $E_{mean}$ |
|---|---|---|---|
| 良性组 | 75 | 38.58±12.81 | 29.54±8.02 |
| 恶性组 | 173 | 50.24±15.14 | 40.26±12.05 |
| $t$ | | 5.825 | 7.053 |
| $P$ | | <0.001 | <0.001 |

## 2.3 二维超声、SWE的诊断结果与病理检查结果的一致性分析

患者基于二维超声的TI-RADS分级3级28例(11.29%),4a级51例(20.56%),4b级70例(28.23%),4c级50例(20.16%),5级49例(19.76%),良性结节共79例(31.85%),恶性结节共169例(68.15%),与病理检查的一致性*Kappa*值为0.678,敏感度为89.02%(154/173),特异度为80.00%(60/75),准确率为86.29%(214/248),阳性预测率为91.12%(154/169),阴性预测率为75.95%(60/79)。SWE鉴别出良性结节59例(23.79%),恶性结节189例(76.21%),与病理检查的一致性*Kappa*值为0.715,敏感度为96.53%(167/173),特异度为70.67%(53/75),准确率为88.71%(220/248),阳性预测率为88.36%(167/169),阴性预测率为89.83%(53/79),见表3。

**表3 二维超声、SWE与病理检查结果的一致性分析(例)**

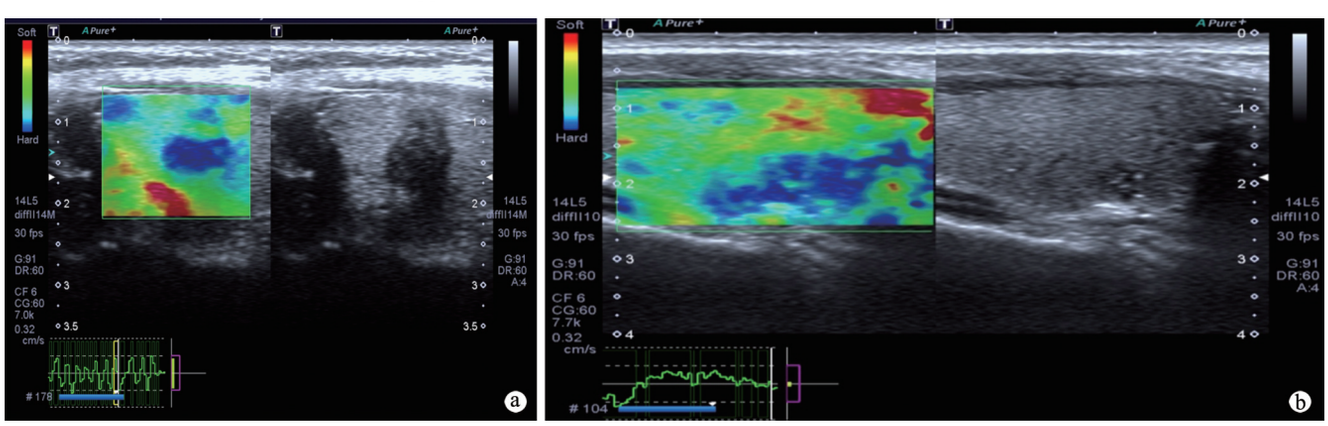
| 检查方法 | | 病理检查 | | 合计 |
|---|---|---|---|---|
| | | 良性 | 恶性 | |
| 二维超声 | 良性 | 60 | 19 | 79 |
| | 恶性 | 15 | 154 | 169 |
| | 合计 | 75 | 173 | 248 |
| | *Kappa*值 | | 0.678 | |
| SWE | 良性 | 53 | 6 | 59 |
| | 恶性 | 22 | 167 | 189 |
| | 合计 | 75 | 173 | 248 |
| | *Kappa*值 | | 0.715 | |

## 2.5 二维超声联合SWE对TI-RADS分级3~5级甲状腺结节良恶性质的诊断价值

以病理检查结果为状态变量,以二维超声、$E_{max}$、$E_{mean}$为检验变量,经*ROC*曲线分析显示,二维超声联合SWE诊断甲状腺结节良恶性的曲线下面积(*area under the curve*,*AUC*)为0.939,高于二者单独诊断($P$<0.001),见表4、图2。

## 3 讨论

近年来,甲状腺结节恶性病变导致患者病死率不断上升,甲状腺结节性质的鉴别逐渐受到临床关注[8]。基于二维超声的TI-RADS分级可通过病灶形态、边界、大小、回声等影像学特征有效评估结节良恶性,但




a:右叶甲状腺低回声结节(TI-RADS分级3级);b:左叶甲状腺中上部低回声结节伴钙化(TI-RADS分级4c级)

**图1 良、恶性甲状腺结节超声特征**

**表4 二维超声、SWE对TI-RADS分级3~5级甲状腺结节良恶性的诊断价值**

| 指标 | *S. E* | *P* | *AUC* | 95%*CI* |
|---|---|---|---|---|
| 二维超声 | 0. 030 | <0. 001 | 0. 845 | 0. 786~0. 904 |
| $E_{max}$ | 0. 034 | <0. 001 | 0. 732 | 0. 666~0. 799 |
| $E_{mean}$ | 0. 032 | <0. 001 | 0. 716 | 0. 653~0. 780 |
| 联合诊断 | 0. 015 | <0. 001 | 0. 939 | 0. 911~0. 968 |

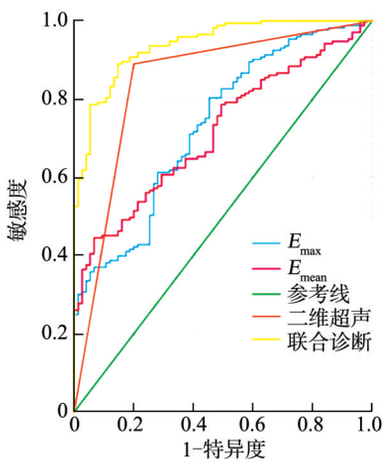



**图2 二维超声联合SWE对TI-RADS分级3~5级甲状腺结节良恶性的诊断价值**

由于TI-RADS分级3~5级结节恶变率跨度较大，仅依靠形态学特征难以精准区分低风险与高风险结节，尤其在4级结节中，良恶性特征重叠显著，易导致过度诊断或漏诊。因此，联合SWE等技术提供组织硬度信息，有望提升鉴别效能[9-10]。SWE作为一种先进的医学超声成像技术，通过定量测量人体组织的弹性提供诊断信息，其在鉴别甲状腺结节良恶性质方面与病理检查一致性较高，但目前研究多聚焦所有TI-RADS分级的结节，未针对临床鉴别难度较大的3~5级结节进行亚组分析[11]。基于此，本研究通过二维超声联合SWE鉴别TI-RADS分级3~5级这一良恶性特征重叠显著、临床鉴别难度较大的结节，验证其在常规临床场景中的应用价值，以期为临床治疗方案的制定提供参考。

本研究发现，恶性结节的二维超声征象以低回声或等回声、边缘不规则模糊、后方回声衰减、囊腔小且钙化呈沙砾状、周围存在部分浸润为主，基于二维超声的TI-RADS分级鉴别TI-RADS分级3~5级甲状腺结节良恶性与病理检查的一致性*Kappa*值为0. 678，证实二维超声对于甲状腺结节良恶性的鉴别具有一定临床指导价值。这是由于二维超声探头通过向甲状腺组织释放高频声波，在接触不同密度的组织界面时会发生反射与散射，通过观察回声强度能够有效了解病灶性质[12]。既往研究显示，甲状腺结节恶变组织细胞异常增殖形成高细胞密度区域，导致声波散射增强，通常表现为低回声或等回声，同时肿瘤呈浸润性生长，周围组织受侵袭会出现边缘不规则或模糊，后方回声衰减则主要与肿瘤内胶原纤维密集沉积及微钙化导致的声能吸收增加相关[13]。姚带章等[14]的研究显示，甲状腺实性恶性结节边界清晰、形态规则、高回声、无钙化的占比更低，本研究结果与之一致。朱道伟等[15]根据C-TIRADS分级标准对不同类型甲状腺结节良恶性质进行分类，结果显示，4b、4c、5级结节的恶性率分别为10%~50%、50%~85%及85%以上，进一步分析其诊断效能显示，C-TIRADS分级标准诊断的敏感度为63. 56%、特异度为59. 38%，提示C-TIRADS分级对甲状腺结节良恶性质具有一定诊断价值，但诊断效能有限。本研究基于二维超声的TI-RADS分级鉴别TI-RADS分级3~5级甲状腺结节良恶性的敏感度为89. 02%，特异度为80. 00%，均高于上述研究。这是由于本研究仅纳入TI-RADS分级3~5级结节，排除了1~2级和6级的结节，使得研究人群的良恶性特征差异更为显著。TI-RADS分级3~5级结节的恶性风险跨度较大，良性与恶性结节在二维超声特征上的差异更为明显，因此基于这些特征的诊断指标区分能力更强。本研究*ROC*曲线分析显示，二维超声鉴别TI-RADS分级3~5级甲状腺结节良恶性的*AUC*为0. 845，进一步证实二维超声在该类结节中的良好诊断价值。

本研究中恶性组患者$E_{max}$、$E_{mean}$均高于良性组，可能是由于恶性甲状腺结节肿瘤细胞增殖速度更快，导致组织细胞密度较大，同时伴随细胞外基质胶原纤维过度沉积与交联，形成致密纤维化间质，使结节组织整体硬度增加，因此恶性结节SWE参数较良性结节高[16-17]。另外，恶性结节新生血管紊乱以及肿瘤相关纤维细胞活化也可进一步促进基质硬化，且微钙化也是导致杨氏模量增高的重要原因[18-19]。从生物力学方面分析，恶性结节基质形成的高阻抗环境，延缓了剪切波衰减，从而导致杨氏模量增加。

SWE能够通过容积扫查获取冠状面、矢状面与横断面等多平面参数，从而减少气管压迫或颈动脉搏动对局部组织产生的干扰，结果更加客观、精准[20]。既往研究发现，因部分良性病变也可表现为高硬度，单纯依赖SWE可能会误判，而二维超声在能够通过结节的其他形态学特征有效鉴别结构异常的恶性结节[21]，二者联合应用的诊断价值可能更高。基于此，本研究联合二维超声和SWE鉴别TI-RADS分级3~5级甲状腺结节的良恶性，结果显示，联合诊断的*AUC*为0. 939，高于SWE和二维超声单独诊断，提示联合诊断价值更

高。Han等[22]研究显示,三维SWE冠状面与矢状面弹性数据离散度诊断效能显著高于二维SWE横断面,临床应用价值较高。因此,笔者建议,临床在条件允许的情况下可使用精确度更高的三维SWE进行评估;同时,在临床诊断过程中,对于单一超声结果难以判断或TIRADS分级3~5级的甲状腺结节,联合SWE可提高诊断敏感度及特异度,有利于后期开展个体化精准治疗策略。

综上所述,基于二维超声的TI-RADS分级与SWE均可有效鉴别TI-RADS分级3~5级甲状腺结节良恶性,且两者联合具有更高的诊断价值。但本研究样本量较少且为单中心研究,可能导致结果存在偏倚,后期将继续优化方案以获得更为准确的结果。

## [参考文献]


[1] 贾天添,薛改琴,薛 莹,等. 超声造影定量分析对C-TIRADS 4类甲状腺结节的诊断价值[J]. 肿瘤研究与临床,2025,37(4):273-279. doi:10.3760/cma.j.cn115355-20240226-00086.

[2] 荣亚洲,刘 辉,朱红岩,等. 剪切波超声弹性成像引导下穿刺活检诊断甲状腺结节良恶性准确率的影响因素[J]. 影像科学与光化学,2025,43(1):108-115. doi:10.7517/issn.1674-0475.2025.01.16.

[3] 陈孑孑,袁莹莹,何莉莉. 二维超声联合BRAF基因检测对FNAC不明确甲状腺结节良恶性的术前诊断价值[J]. 中国医药导报,2023,20(14):128-131. doi:10.20047/j.issn1673-7210.2023.14.27.

[4] 刘会明,崔晶晶,李宏宇,等. 二维影像特征与CDFI血流特点在甲状腺结节性质诊断中的价值及与侵袭性的关系[J]. 河北医学,2023,29(5):802-808. doi:10.3969/j.issn.1006-6233.2023.05.021.

[5] 叶泽呈,陈 瑞,夏 柏. 实时剪切波弹性成像的甲状腺结节图像特征及弹性模量参数对恶性结节的预测价值[J]. 海军医学杂志,2023,44(9):916-920. doi:10.3969/j.issn.1009-0754.2023.09.010.

[6] 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]. 中华内分泌代谢杂志,2023,39(3):181-226. doi:10.3760/cma.j.cn311282-20221023-00589.

[7] 中华医学超声杂志(电子版)编辑委员会浅表器官学组. 甲状腺结节超声诊断规范[J]. 中华医学超声杂志(电子版),2017,14(4):241-244. doi:10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2017.04.001.

[8] 李 冬,马 哲,徐 华. 彩色多普勒超声与二维超声检查对甲状腺癌的诊断价值[J]. 癌症进展,2023,21(17):1949-1951. doi:10.11877/j.issn.1672-1535.2023.21.17.24.

[9] 韩 娟,张立文,宋金岭,等. 局灶性强回声超声征象在鉴别TI-RADS 4类甲状腺结节良恶性中的临床价值[J]. 临床超声医学杂志,2023,25(6):456-459. doi:10.3969/j.issn.1008-6978.2023.06.010.

[10] 王 友,王远勤. 超声弹性成像联合评分应用于甲状腺良恶性结节鉴别诊断中的临床价值[J]. 影像技术,2023,35(4):63-67. doi:10.3969/j.issn.1001-0270.2023.04.12.

[11] 崔 娜,董 磊. 3D-SWE联合S-Detect技术诊断甲状腺良恶性结节价值观察[J]. 生物医学工程与临床,2025,29(1):53-58. doi:10.13339/j.cnki.sglc.20241221.001.

[12] 洪 珈,章 想,邵静涛,等. 彩色多普勒超声联合二维超声对甲状腺乳头状癌颈部中央区淋巴结转移的诊断价值[J]. 医学影像学杂志,2023,33(12):2293-2295. doi:10.20258/j.cnki.1006-9011.2023.12.033.

[13] 郭国强,李泉水,张 璟,等. 剪切波弹性成像及二维超声双模态对桥本甲状腺炎的诊断价值[J]. 中国超声医学杂志,2023,39(7):737-741. doi:10.3969/j.issn.1002-0101.2023.07.006.

[14] 姚带章,李淑娟,马丽杰. 二维超声联合彩色多普勒超声检查在甲状腺实性结节中鉴别良恶性的效果[J]. 影像研究与医学应用,2021,5(23):45-46. doi:10.3969/j.issn.2096-3807.2021.23.018.

[15] 朱道伟,周 建,张 磊,等. 超声弹性成像检查与C-TIRADS诊断在甲状腺结节良恶性鉴别中的应用[J]. 医学影像学杂志,2024,34(7):153-156. doi:10.20258/j.cnki.1006-9011.2024.07.039.

[16] 赵恒达,王 怡. 甲状腺良恶性结节SWE技术参数与超声造影参数的相关性及联合诊断价值分析[J]. 影像科学与光化学,2021,39(4):526-532. doi:10.7517/issn.1674-0475.201207.

[17] 蔡芹芹,刘 辉,高曼丽,等. ACR TI-RADS 5类甲状腺结节患者的剪切波弹性成像杨氏模量最大值与结节钙化的关联[J]. 影像科学与光化学,2024,42(5):512-520. doi:10.7517/issn.1674-0475.2024.05.14.

[18] Hu Z, Lu M, Wang X, et al. Diagnostic value of different 3-D shear wave elastography sections in the diagnosis of thyroid nodules[J]. Ultrasound Med Biol, 2022, 48(9): 1957-1965. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2022.05.036.

[19] 王 倩,吕卓妹,王 静,等. 超声联合弹性成像特征参数在甲状腺乳头状癌微钙化及被膜侵犯诊断中的效能评估[J]. 影像技术,2026,38(1):41-46. doi:10.3969/j.issn.1001-0270.2026.01.07.

[20] 吕新华,杨付红,常亚歌. 超声剪切波弹性成像对甲状腺癌包膜侵犯、淋巴结转移的诊断价值及其与促甲状腺素水平的相关性[J]. 实用癌症杂志,2023,38(2):316-319. doi:10.3969/j.issn.1001-5930.2023.02.036.

[21] Cui XW, Li KN, Yi AJ, et al. Ultrasound elastography[J]. Endosc Ultrasound, 2022, 11(4): 252-274. doi: 10.4103/EUS-D-21-00151.

[22] Han RJ, Du J, Li FH, et al. Comparisons and combined application of two-dimensional and three-dimensional real-time shear wave elastography in diagnosis of thyroid nodules[J]. J Cancer, 2019, 10(9): 1975-1984. doi: 10.7150/jca.30135.


(编辑:龙小芬)