



· 论 著 ·

# SE及SWE技术对 $\leq 1$ cm的TI-RADS 4类甲状腺结节的鉴别诊断价值

李刚, 贾超, 刘龙, 张凡, 匡祎, 高峰, 史秋生, 杜联芳, 李凡

上海交通大学医学院附属第一人民医院超声科, 上海 200080

[摘要] 目的: 探索应变弹性成像 (strain elastography, SE) 与剪切波弹性成像 (shear-wave elastography, SWE) 对最大径 $\leq 1$  cm的甲状腺影像报告和数据系统 (Thyroid Imaging Reporting and Data System, TI-RADS) 4类甲状腺结节的鉴别诊断价值。方法: 回顾并分析251例患者的263个甲状腺结节的超声检查结果, 患者术前均行常规超声、SE及SWE检查, 以手术后病理学检查或细针穿刺活检结果为金标准。在SE图像上, 以结节周围同深度的甲状腺组织为参照, 测量弹性应变率比值 (strain ratio, SR); 在SWE图像上同理测量剪切波速度比 ( $E_{\text{ratio}}$ )。通过受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线得到SR及 $E_{\text{ratio}}$ 诊断截断值, 评估不同检查方法的诊断效能。结果: 研究共纳入恶性病灶144个, 良性病灶119个。恶性组的SR和 $E_{\text{ratio}}$ 值分别高于良性组 (SR: 3.14 vs 1.20;  $E_{\text{ratio}}$ : 2.13 vs 1.21;  $P < 0.05$ )。SR、 $E_{\text{ratio}}$ 及常规超声检查的ROC曲线的曲线下面积分别为0.896、0.840及0.746 ( $P < 0.05$ )。以 $SR \geq 2.32$ 对最大径 $\leq 1$  cm的TI-RADS 4类恶性结节的灵敏度、特异度及诊断准确度分别为87.5%、88.2%及87.8%; 联合常规超声及SR将诊断特异度提升至90.8%; 常规超声与SR及 $E_{\text{ratio}}$ 联合将诊断特异度提升至97.8%。结论: 对于最大径 $\leq 1$  cm TI-RADS 4类甲状腺结节, 相较于 $E_{\text{ratio}}$ 指标, SR指标对良恶性鉴别诊断具有较高效能, SR与常规超声联用, 或进一步与SWE中 $E_{\text{ratio}}$ 联用, 可以提高诊断特异度, 避免良性结节患者接受侵入性操作可能性。

[关键词] 甲状腺结节; 应变弹性成像; 剪切波弹性成像; 超声

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2022.03.010

中图分类号: R736.1; R445.1 文献标志码: A 文章编号: 2096-6210(2022)03-0275-06

**Value of SE and SWE elastic ultrasound in differential diagnosis of TI-RADS 4 thyroid nodule with a maximum diameter  $\leq 1$  cm** LI Gang, JIA Chao, LIU Long, ZHANG Fan, KUANG Yi, GAO Feng, SHI Qiusheng, DU Lianfang, LI Fan (Department of Ultrasound, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200080, China)

Correspondence to: LI Fan E-mail: medicineli@163.com

[Abstract] **Objective:** To explore the value of strain elastography (SE) and shear wave elastography (SWE) in the differential diagnosis of Thyroid Imaging Reporting and Data System (TI-RADS) 4 thyroid nodules with a maximum diameter  $\leq 1$  cm. **Methods:** The ultrasonic imaging results of 263 thyroid nodules in 251 patients who underwent conventional ultrasound, SE and SWE before surgery were retrospectively analyzed, and the pathological results of surgical resection or fine-needle aspiration biopsy were the gold standard. On the SE image, the thyroid tissue around the nodule at the same depth was used as a reference to measure the strain ratio (SR); on the SWE image, the  $E_{\text{ratio}}$  was similarly measured. The diagnostic cutoff values of SR and  $E_{\text{ratio}}$  were obtained by receiver operating characteristic (ROC) curve to evaluate the diagnostic efficacy of different examination methods. **Results:** A total of 144 malignant lesions and 119 benign lesions were included in the study. The SR and  $E_{\text{ratio}}$  values of the malignant group were higher than those of the benign group (SR: 3.14 vs 1.20;  $E_{\text{ratio}}$ : 2.13 vs 1.21;  $P < 0.05$ ). The areas under the ROC curves of SR,  $E_{\text{ratio}}$  and ultrasound were 0.896, 0.840 and 0.746, respectively ( $P < 0.05$ ). The sensitivity, specificity and diagnostic accuracy of  $SR \geq 2.32$  in the diagnosis of TI-RADS 4 malignant nodules with a maximum diameter  $\leq 1$  cm were 87.5%, 88.2% and 87.8%, respectively; combined with ultrasound and SR, the diagnostic specificity was increased to 90.8%; ultrasound combined with SR

通信作者: 李凡 E-mail: medicineli@163.com

and  $E_{\text{ratio}}$  improved the diagnostic specificity to 97.8%. **Conclusion:** For TI-RADS 4 thyroid nodules with a maximum diameter  $\leq 1$  cm, compared with the  $E_{\text{ratio}}$  index, the SR index has higher efficacy in the differential diagnosis of benign and malignant. The combination of SR with conventional ultrasound, or further combined with  $E_{\text{ratio}}$  in SWE, can improve the diagnostic specificity and avoid the possibility of invasive procedures in patients with benign nodules.

[ **Key words** ] Thyroid nodule; Strain elastography; Shear wave elastography; Ultrasound

随着健康体检的普及和超声仪器分辨率的提高,越来越多的甲状腺结节在体检中被偶然发现<sup>[1-2]</sup>。甲状腺影像报告和数据系统(Thyroid Imaging Reporting and Data System, TI-RADS)可规范判定结节的危险度分级<sup>[3]</sup>。由于TI-RADS 4类良恶性结节常规超声声像图特征有重叠,常需行超声引导下细针穿刺活检(fine-needle aspiration biopsy, FNAB)对其定性。对于最大径 $>1$  cm的结节,有FNAB指征,而最大径 $\leq 1$  cm的结节常表现出惰性或非侵犯性<sup>[4]</sup>,无需全部进行FNAB<sup>[5]</sup>。因此,探索无创检查技术进一步预测结节恶性风险尤为重要。近年来,超声弹性成像在甲状腺结节诊断中的应用已被证实是一种很有前景的工具。它是基于组织力学性能无创评估的新型超声诊断技术,可获得各种病理学改变的组织弹性硬度等特性<sup>[6]</sup>。目前临床常用的弹性成像包括应变弹性成像(strain elastography, SE)与剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)技术。前期研究<sup>[7-10]</sup>发现,采用SWE或SE技术有助于甲状腺结节良恶性鉴别诊断,但对最大径 $\leq 1$  cm的TI-RADS 4类结节的诊断效能研究尚少。本研究拟探讨SE和SWE两种弹性技术对此类结节的鉴别诊断价值。

## 1 资料和方法

### 1.1 一般资料

收集2018年7月—2019年12月于上海交通大学医学院附属第一人民医院检查的甲状腺病变患者的超声影像学结果,并对其进行回顾性分析。纳入标准:①根据2017版美国放射学会(American College of Radiology, ACR) TI-RADS评分标准,超声图像符合TI-RADS 4类的甲状腺结节;②在灰阶超声图像的横切面或纵切

面上结节最大径 $\leq 1$  cm;③患者同时进行了SE及SWE检查,图像质量好;④常规超声及弹性超声检查前无临床治疗或侵入性检查;⑤在超声检查后1个月内,对结节进行了FNAB或手术切除,取得最终病理学检查结果。若不符合以上条件之一则剔除。

### 1.2 仪器与检查方法

采用日本Toshiba公司的Aplio i900超声检查仪器,选择14L5型线阵探头(频率为5~14 MHz)。患者以颈过伸位仰卧,完全暴露颈前部,检查前对患者进行呼吸配合(需配合屏气10~20 s),以确保检查图像稳定性。先行常规超声检查,再行SWE及SE检查,存储标准化超声图像。

选取甲状腺纵切面进行SWE检查,探头轻置于患者皮肤,将病灶放置于取样框中央,取样框面积覆盖病灶2倍或以上范围,嘱患者屏气同时启动SWE,在图像稳定、彩色充填全取样框且重复性好时冻结定帧,存储图像,重复操作3次后,切换至SE模式进行检查。调整取样框大小,包括病变及其周围甲状腺组织,同样嘱患者屏气,探头施加均匀一致压力(频率3~4次/s),使压力指数恒定且压力曲线呈频率及幅度基本一致的正弦波,周期 $\geq 5$ 个,图像稳定且重复性较好时冻结定帧,存储图像,如此反复3次。由有12及15年超声诊断工作经验的高年资医师完成常规超声和弹性超声检查。

### 1.3 观察指标

由2名分别具备8及15年工作经验的医师在了解病史和病理学检查结果的前提下进行图像分析。灰阶图像上观察结节大小、组成成分、内部回声、边缘、微钙化、纵横比(aspect ratio, A/T),并予以记录。依据2017版ACR TI-RADS评分标准对结节进行判定<sup>[3]</sup>,结节评分为4~6分则归类为TI-RADS 4类。

在SWE图像上,将感兴趣区(region of interest, ROI)置于病灶显示最硬区域及同一深度甲状腺组织,测定剪切波速度比值( $E_{\text{ratio}}$ );同样,在SE图像上,将ROI置于病灶最硬区域及同一深度的周边甲状腺组织,测定弹性应变率比值(strain ratio, SR)。以2名医师分别在3张静态图像上测的平均值进行统计。

#### 1.4 统计学处理

采用SPSS 24.0软件与Medcalc 19.0.7软件进行统计学分析。研究中计量资料如患者年龄使用单因素方差分析方法,计数资料如患者性别分布用 $\chi^2$ 分析,配对符号秩和检验方法用于比较良恶性组弹性测值差异,Cohen's kappa系数分析2名医师判断的一致性。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,确定SR及 $E_{\text{ratio}}$ 的最佳诊断截断值,用Delong方法比较常规超声、SE及SWE诊断效能差异。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 最大径 $\leq 1$ cm的TI-RADS 4类结节患者一般情况

最终251例患者的263个结节纳入本研究,其中男性57例,女性194例,良恶性组结节患者性别差异有统计学意义( $P < 0.05$ );239例患者为单发病灶,12例患者为多发病灶,年龄范围为24~73岁,平均年龄( $48.6 \pm 11.3$ )岁,良恶性组结节患者年龄差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。263个结节中,恶性结节144个,包括乳头状癌132个,滤泡性癌5个,髓样癌4个,甲状腺嗜酸细胞癌2个,转移性鳞癌1个;良性结节119个,包括结节性甲状腺肿93个,滤泡性腺瘤10个,桥本甲状腺炎8个,局灶结节样增生3个,甲状腺嗜酸细胞腺瘤3个,亚急性肉芽肿性甲状腺炎2个。215个结节经手术切除后病理学检查证实,48个结节经FNAB确诊。

### 2.2 最大径 $\leq 1$ cm的TI-RADS 4类结节的常规超声、SE及SWE检查结果

2名医师独立评估了所有患者的超声特征。

观察者间具有高度一致性,所有kappa $> 0.87$ (表1)。如表2所示,恶性组结节SR及 $E_{\text{ratio}}$ 测值均明显高于良性组( $P < 0.05$ )。利用ROC曲线得到SR及 $E_{\text{ratio}}$ 诊断最大径 $< 1$  cm的TI-RADS 4类恶性结节的截断值为2.32和1.82。比较常规超声、SR和 $E_{\text{ratio}}$ 的诊断效能,结果发现,ROC曲线的曲线下面积分别为0.746、0.896和0.840(图1),三者差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),其中以SR的诊断效能为最高,其次为 $E_{\text{ratio}}$ 及常规超声。利用SR $\geq 2.32$ 诊断最大径 $< 1$  cm的TI-RADS 4类恶性结节的灵敏度、特异度及准确度分别为87.5%、88.2%及87.8%;联合常规超声、SR及 $E_{\text{ratio}}$ 诊断特异度提升至97.8%(表3,图2、3)。

表1 医师A、B的对良恶性甲状腺结节超声特征的观察结果

特征	医师A	医师B	kappa值	<i>n</i>
成分				0.87
囊性	0	0		
海绵状	8	6		
囊实性	28	30		
实性	227	227		
回声				0.91
无回声	0	0		
高/等回声	46	40		
低回声	150	158		
极低回声	67	65		
纵横比				0.90
$\geq 1$	134	137		
$< 1$	129	126		
边缘				0.94
光滑	74	73		
不确定	12	13		
分叶状或不规则	173	172		
甲状腺外侵犯	4	5		
微钙化				0.89
无	141	140		
粗大钙化	7	7		
环状钙化	5	5		
微小钙化	110	111		

表2 最大径≤1 cm的TI-RADS 4类结节SE及SWE测值结果

弹性指标	<i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> )			
	恶性组 ( <i>n</i> =144 )	良性组 ( <i>n</i> =119 )	统计值 <i>Z</i>	<i>P</i> 值
SR	3.14 ( 2.47, 4.27 )	1.20 ( 1.05, 2.09 )	-11.054	0.000
<i>E</i> <sub>ratio</sub>	2.13 ( 1.42, 2.54 )	1.21 ( 1.06, 1.44 )	-9.485	0.000

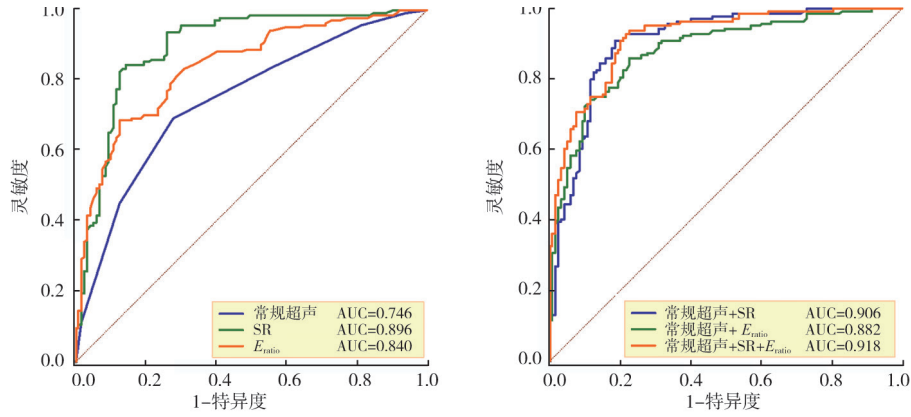


图1 常规超声、SE及SWE对最大径≤1 cm的TI-RADS 4类结节的ROC曲线

表3 常规超声、SE及SWE对最大径≤1 cm的TI-RADS 4类结节的诊断效能比较

检查方法	灵敏度/%	特异度/%	AUC	准确度/%	95% CI
常规超声	97.2	24.4	0.746	63.1	0.689~0.797
SR	87.5	88.2	0.896	87.8	0.853~0.930
<i>E</i> <sub>ratio</sub>	66.7	81.5	0.840	73.4	0.790~0.882
常规超声+SR	85.1	90.8	0.906	81.7	0.864~0.938
常规超声+ <i>E</i> <sub>ratio</sub>	64.8	85.7	0.882	78.7	0.836~0.918
常规超声+SR+ <i>E</i> <sub>ratio</sub>	56.7	97.8	0.918	79.3	0.878~0.948

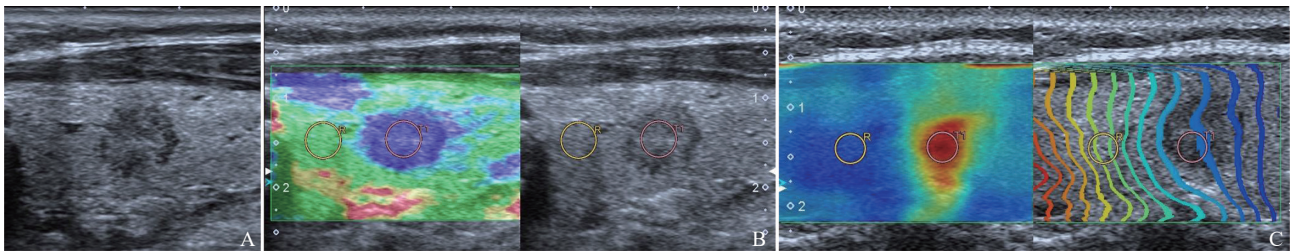


图2 微小甲状腺乳头状癌的超声声像图表现

A: 灰阶超声图上显示实性低回声结节, 边缘不规则, A/T<1, 无钙化, ACR TI-RADS评分为6分; B: A图结节对应的SE图像, 结节整体为纯蓝色, SR测值为4.85; C: A图结节对应的SWE图像, 结节为整体红色充填, *E*<sub>ratio</sub>测值为3.68。

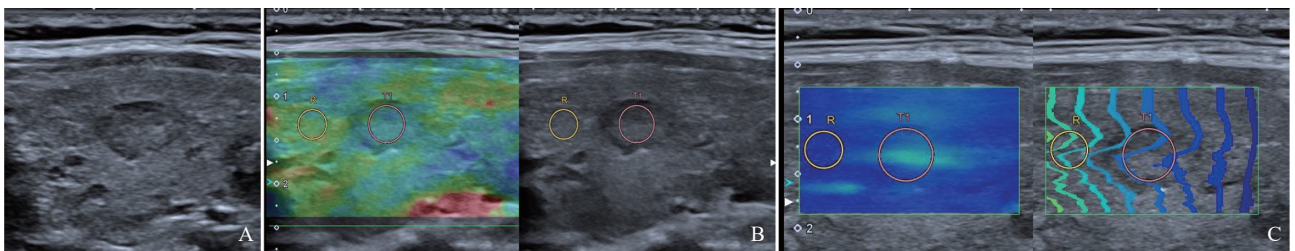


图3 结节性甲状腺肿的超声声像图表现

A: 灰阶超声图上显示实性低回声结节, 边缘光滑, A/T<1, 无钙化, ACR TI-RADS评分为4分; B: A图结节对应的SE图像, 结节显示为蓝色和绿色相间, SR测值为1.13; C: A图结节对应的SWE图像, 结节为整体蓝色充填, *E*<sub>ratio</sub>测值为1.21。

### 3 讨 论

本研究比较了常规超声、SE和SWE弹性超声技术对最大径 $\leq 1$  cm的TI-RADS 4类结节的诊断效能,结果表明,采用SE技术SR指标可实现与常规超声及SWE中 $E_{\text{ratio}}$ 指标相比更高的诊断效能,常规超声及SR指标联合使用可提高此类结节的诊断特异度(90.8%),联合常规超声、SR及 $E_{\text{ratio}}$ 诊断特异度可提升至97.8%。

超声检查具备分辨率高、简便及无辐射的优势,目前是甲状腺结节首选的影像学检查方法。研究<sup>[11]</sup>表明,灰阶超声诊断甲状腺结节灵敏度、特异度和准确度可高达95.1%、85.1%和89.5%,但对微小甲状腺结节诊断效能报道结果不一<sup>[12]</sup>。当结节体积较小时,声像图特征不典型,良恶性特征常有重叠,且超声检查具有较高操作者依赖性,受医师手法和经验影响,对图像评估结果参差不齐<sup>[13-15]</sup>。Tan等<sup>[16]</sup>的研究表明,常规超声对微小甲状腺癌的诊断灵敏度、特异度及准确度分别为93.0%、33.3%和81.2%,特异度较低。本研究由2名具有丰富临床经验的医师评估灰阶超声图像,2名医师的观察者间一致性较好( $\kappa=0.90$ ),常规超声对 $< 1$  cm的甲状腺癌诊断特异度仅24.4%,反映了常规超声对 $< 1$  cm的甲状腺结节诊断的局限性。

超声弹性成像技术在近10年来得到快速发展,在甲状腺结节的鉴别诊断上显示出了极大优势,目前临床上常用的是SE及SWE技术。SE技术是利用手动或探头加压使组织产生形变,以杨氏模量为量化指标测量组织形变程度,并以彩色或灰度编码图像显示ROI内应变分布情况。由于无法直接测得组织受力大小,常用定性和半定量诊断标准进行评估。既往研究<sup>[10, 17]</sup>表明,在SE中,将病灶与周围组织的硬度进行比较得到SR指标,诊断评估准确度高且特异度好。SWE技术是应用“马赫锥”原理,利用探头晶片产生连续聚集的辐射脉冲波,通过超高速成像技术探测横向剪切波,再通过彩色编码技术实时显现出组织弹性图像。SWE可直接测出组织硬度,以剪切波速度或杨氏模量为定量参数指标。定量参数中常用杨氏模量最大值、杨氏模量平

均值、标准差以及病灶与周围组织杨氏模量之比指标,其中,利用病灶与周围组织杨氏模量之比指标对病变硬度进行诊断评估可以避免操作者手法和患者个体差异的影响。

既往研究<sup>[18-19]</sup>表明,SR和 $E_{\text{ratio}}$ 测值在甲状腺良恶性结节间差异有统计学意义,因此两种弹性技术均可辅助甲状腺结节鉴别诊断。Cantisani等<sup>[10]</sup>研究发现,相较于SWE技术,SE技术中SR指标对甲状腺结节具有最佳诊断性能,诊断灵敏度为82.7%、特异度为92.7%,曲线下面积为0.877。迄今为止,对 $< 1$  cm的甲状腺结节的弹性超声评估研究报告尚少<sup>[11, 18-19]</sup>。本研究通过对最大径 $< 1$  cm的TI-RADS 4类的甲状腺结节应用SE和SWE分别进行研究,结果发现,SR指标诊断性能最高,诊断灵敏度、特异度和准确度分别为87.5%、88.2%及87.8%。常规超声和SR联用,可进一步提高诊断特异度(90.8%)。虽然 $E_{\text{ratio}}$ 单独诊断效能不及SR和常规超声,但若将常规超声和SR、SWE两者联合,可显著提高诊断特异度,由此表明,对于 $< 1$  cm的甲状腺TI-RADS 4类的结节,当SR和 $E_{\text{ratio}}$ 同时低于截断值时,提示结节良性可能,从而避免不必要的活检和手术。既往研究<sup>[20-22]</sup>报道,SR截断值区间为1.96~3.59, $E_{\text{ratio}}$ 截断值区间为2.11~2.70<sup>[8, 23-24]</sup>。本研究对 $< 1$  cm的TI-RADS 4类的甲状腺结节进行探索,结果显示,其对应的SR截断值为2.32,在上述报道的测值区间范围内,而 $E_{\text{ratio}}$ 截断值为1.82,略小于上述报道,原因可能与结节大小有关。

本项研究尚有一定局限性。首先,恶性组中绝大部分为微小甲状腺乳头状癌,而滤泡性癌、髓样癌等其他类型较少,有待于后续进一步扩大患者样本种类进行研究;其次,本研究中48例患者通过FNAB获得结节的病理学诊断结果,可能存在一定的假阴性;再次,本研究中仅纳入了两种弹性技术的两个具有代表性的指标,未纳入视觉定性评估指标及其他定量参数如杨氏模量最大值、杨氏模量最小值等,这是由于半定量指标较定性视觉评估更为精准,且能避免操作者及个体差异的影响,而且,由于结节直径较小,弹性成像上结节呈现彩色充填均匀性较好,ROI可包括

结节绝大部分进行测量, 由此反映出结节整体与周围组织的硬度差异。

综上所述, 对于最大径 $\leq 1$  cm的TI-RADS 4类甲状腺结节, 相较于SWE技术中的 $E_{\text{ratio}}$ 指标, SE技术中SR指标对其良恶性鉴别诊断有较高效能, SR可作为常规超声检查的必要补充指标, 在实际工作中, SR与常规超声检查联用, 或进一步与SWE中 $E_{\text{ratio}}$ 指标联用, 可提高诊断特异度, 降低良性结节患者接受手术或FNAB等侵入性操作的概率。

### [参 考 文 献]

- [ 1 ] DURANTE C, GRANI G, LAMARTINA L, et al. The diagnosis and management of thyroid nodules: a review [ J ] . JAMA, 2018, 319(9): 914–924.
- [ 2 ] HAUGEN B R, ALEXANDER E K, BIBLE K C, et al. 2015 American thyroid association management guidelines for adult patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer: the American Thyroid Association guidelines task force on thyroid nodules and differentiated thyroid cancer [ J ] . Thyroid, 2016, 26(1): 1–133.
- [ 3 ] TESSLER F N, MIDDLETON W D, GRANT E G, 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.
- [ 4 ] DAVIES L, WELCH H G. Current thyroid cancer trends in the United States [ J ] . JAMA Otolaryngol Head Neck Surg, 2014, 140(4): 317–322.
- [ 5 ] ZHENG W, WANG X, RUI Z Y, et al. Clinical features and therapeutic outcomes of patients with papillary thyroid microcarcinomas and larger tumors [ J ] . Nucl Med Commun, 2019, 40(5): 477–483.
- [ 6 ] BARR R G, NAKASHIMA K, AMY D, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: part 2: breast [ J ] . Ultrasound Med Biol, 2015, 41(5): 1148–1160.
- [ 7 ] LIU Z, JING H, HAN X, et al. Shear wave elastography combined with the thyroid imaging reporting and data system for malignancy risk stratification in thyroid nodules [ J ] . Oncotarget, 2017, 8(26): 43406–43416.
- [ 8 ] MORAES P H M, TAKAHASHI M S, VANDERLEI F A B, et al. Multiparametric ultrasound evaluation of the thyroid: elastography as a key tool in the risk prediction of undetermined nodules (Bethesda III and IV)–histopathological correlation [ J ] . Ultrasound Med Biol, 2021, 47(5): 1219–1226.
- [ 9 ] WANG J M, WEI W B, GUO R. Ultrasonic elastography and conventional ultrasound in the diagnosis of thyroid micro-nodules [ J ] . Pak J Med Sci, 2019, 35(6): 1526–1531.
- [ 10 ] CANTISANI V, DAVID E, GRAZHDANI H, et al. Prospective evaluation of semiquantitative strain ratio and quantitative 2D ultrasound shear wave elastography (SWE) in association with TI-RADS classification for thyroid nodule characterization [ J ] . Ultraschall Med, 2019, 40(4): 495–503.
- [ 11 ] YEON E K, SOHN Y M, SEO M, et al. Diagnostic performance of a combination of shear wave elastography and B-mode ultrasonography in differentiating benign from malignant thyroid nodules [ J ] . Clin Exp Otorhinolaryngol, 2020, 13(2): 186–193.
- [ 12 ] 尹景乐, 李士星. 二维超声对不同大小甲状腺结节良恶性的鉴别诊断价值 [ J ] . 慢性病学杂志, 2020, 21(10): 1468–1472.
- [ 13 ] 王 泽, 杨小欢. 超声造影联合甲状腺影像报告和数据分析系统分级对甲状腺结节的诊断价值 [ J ] . 中国药物与临床, 2019, 19(11): 1810–1813.
- [ 14 ] KIM S H, PARK C S, JUNG S L, et al. Observer variability and the performance between faculties and residents: US criteria for benign and malignant thyroid nodules [ J ] . Korean J Radiol, 2010, 11(2): 149–155.
- [ 15 ] CHUNG R, ROSENKRANTZ A B, BENNETT G L, et al. Interreader concordance of the TI-RADS: impact of radiologist experience [ J ] . AJR Am J Roentgenol, 2020, 214(5): 1152–1157.
- [ 16 ] TAN S, SUN P F, XUE H, et al. Evaluation of thyroid micro-carcinoma using shear wave elastography: initial experience with qualitative and quantitative analysis [ J ] . Eur J Radiol, 2021, 137: 109571.
- [ 17 ] HU X D, LIU Y J, QIAN L X. Diagnostic potential of real-time elastography (RTE) and shear wave elastography (SWE) to differentiate benign and malignant thyroid nodules: a systematic review and meta-analysis [ J ] . Medicine, 2017, 96(43): e8282.
- [ 18 ] 王亚冬, 赵中千, 李 倩. 超声造影参数与应变率比值鉴别诊断甲状腺良恶性结节的价值 [ J ] . 临床超声医学杂志, 2021, 23(9): 688–691.
- [ 19 ] XU J, WANG P, YUE W S, et al. Application of ultrasonic shear wave elastography and contrast-enhanced ultrasound in the differential diagnosis of patients with benign and malignant thyroid lesions [ J ] . Gland Surg, 2020, 9(6): 2136–2143.
- [ 20 ] GÖRGÜLÜ O, GÖRGÜLÜ F F, KOÇ A S. Can the unnecessary operations for suspected thyroid nodules be avoided by the combined use of the strain ratio and elastography score? [ J ] . Braz J Otorhinolaryngol, 2021, 87(3): 338–345.
- [ 21 ] OKASHA H H, MANSOR M, SHERIBA N, et al. Role of elastography strain ratio and TIRADS score in predicting malignant thyroid nodule [ J ] . Arch Endocrinol Metab, 2021, 64(6): 735–742.
- [ 22 ] CELLETTI I, FRESILLI D, DE VITO C, et al. TIRADS, SRE and SWE in INDETERMINATE thyroid nodule characterization: which has better diagnostic performance? [ J ] . Radiol Med, 2021, 126(9): 1189–1200.
- [ 23 ] 陆 鑫, 李 苗, 姜 珏, 等. 剪切波弹性成像诊断甲状腺结节及预测恶性结节淋巴结转移的价值 [ J ] . 临床超声医学杂志, 2021, 23(1): 9–12.
- [ 24 ] 杨晓云, 陆 鑫, 王理蓉, 等. 剪切波弹性成像定量技术对不同大小甲状腺良恶性结节的诊断价值 [ J ] . 现代肿瘤医学, 2019, 27(24): 4433–4437.