

# 剪切波弹性成像不同测量方法鉴别 ACR TI-RADS 4 类甲状腺结节良恶性的临床价值

李旭 周黎 卢岷

**摘要** 目的 分析并比较 Q-Box™ Trace 和 Q-Box™ 两种剪切波弹性成像(SWE)测量方法对 ACR TI-RADS 4 类甲状腺结节良恶性的鉴别诊断价值。**方法** 选取经病理确诊的 ACR TI-RADS 4 类甲状腺结节患者 79 例,共 95 个结节,均行 SWE 检查,使用 Q-Box™ Trace 测量整个结节的杨氏模量最大值、平均值及标准差(E<sub>max</sub>、E<sub>mean</sub> 及 E<sub>sd</sub>),使用 Q-Box™ 测量局部结节的 E<sub>max</sub>、E<sub>mean</sub> 及 E<sub>sd</sub>,比较良恶性结节上述测值的差异。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析两种测量方法鉴别甲状腺结节良恶性的诊断效能。采用组内相关系数(ICC)和 Bland-Altman 散点图分析两种测量方法的重复性及一致性。**结果** Q-Box™ Trace 和 Q-Box™ 测得恶性结节 E<sub>max</sub>、E<sub>mean</sub>、E<sub>sd</sub> 均大于良性结节,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析显示,Q-Box™ Trace 和 Q-Box™ 测得 E<sub>max</sub> 鉴别诊断甲状腺结节良恶性的曲线下面积(AUC)、灵敏度、特异度分别为 0.786、75.0%、76.9% 和 0.699、72.9%、66.7%,两种测量方法的 AUC 比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。SPSS 统计显示,Q-Box™ Trace 的操作者 A、操作者 B 及操作者间的变异系数均低于 Q-Box™,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );Q-Box™ Trace、Q-Box™ 的操作者内及操作者间 ICC 均  $> 0.96$ ,且 Q-Box™ Trace 的 ICC 均高于 Q-Box™,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );Bland-Altman 散点图分析显示,Q-Box™ Trace、Q-Box™ 的 95% 一致性界限外的点数分别为 2%、6%,表明 Q-Box™ Trace 的重复性及一致性均优于 Q-Box™。**结论** Q-Box™ 和 Q-Box™ Trace 对 ACR TI-RADS 4 类甲状腺结节良恶性的鉴别均有一定的临床价值,其中 Q-Box™ Trace 重复性更高,变异性更小,是一种受外界客观因素影响较小的标准化 SWE 测量方法。

**关键词** 超声检查;剪切波弹性成像;Q-Box™;Q-Box™ Trace;重复性;甲状腺结节,良恶性

[中图分类号]R445.1;R736.1

[文献标识码]A

## Clinical value of different shear wave elastography methods in differentiating for benign and malignant ACR TI-RADS 4 thyroid nodules

LI Xu, ZHOU Li, LU Min

Department of Ultrasound, Bishan Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 402760, China

**ABSTRACT Objective** To analyze and compare the differential diagnostic value of Q-Box™ Trace and Q-Box™ shear wave elastography methods for benign and malignant ACR TI-RADS 4 thyroid nodules. **Methods** Seventy-nine patients with ACR TI-RADS classification 4 thyroid nodules (totally 95 nodules) were confirmed by pathology were selected, they were examined by shear wave elastography. The Young's modulus maximum, minimum, and standard deviation (E<sub>max</sub>, E<sub>mean</sub> and E<sub>sd</sub>) of the entire nodule were measured by Q-Box™ Trace, while E<sub>max</sub>, E<sub>mean</sub>, and E<sub>sd</sub> of the local nodule were measured by Q-Box™, the differences of the above value in benign and malignant nodules were compared. Receiver operating characteristic (ROC) curves were drawn to analyze the diagnostic efficacy of the two methods in differentiating benign and malignant thyroid nodules. Intra-group correlation coefficients and Bland-Altman plots were used to analyze the repeatability and consistency between the two methods. **Results** E<sub>max</sub>, E<sub>mean</sub>, and E<sub>sd</sub> of malignant nodules measured by Q-Box™ and Q-Box™ Trace were

基金项目:重庆医科大学附属璧山医院(璧山区人民医院)院级课题重点项目(BYKY2023004)

作者单位:402760 重庆市,重庆医科大学附属璧山医院 重庆市璧山区人民医院超声科(李旭、卢岷);重庆医科大学附属第二医院超声科

重庆医科大学超声影像学研究所(周黎)

通讯作者:卢岷,Email:973534798@qq.com

higher than those of benign nodules, and the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC), sensitivity, and specificity of Emax measured by Q-Box™ Trace in the differential diagnosis of malignant thyroid nodules were 0.786, 75.0%, and 76.9%, respectively, and the AUC, sensitivity, and specificity of Q-Box™ were 0.699, 72.9%, and 66.7%, respectively, and there was significant difference of AUC between the two methods ( $P < 0.05$ ). SPSS statistics showed that the coefficient of variation of Q-Box™ Trace between operator A, operator B and inter-operator were lower than those of Q-Box™, and the differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). The intra- and inter-operator the ICCs of two methods were  $> 0.96$ , and the ICCs of Q-Box™ Trace were higher than those of Q-Box™, and the differences were statistically significant (both  $P < 0.05$ ). Bland-Altman plots showed that the number of points outside the 95% confidence interval for Q-Box™ Trace and Q-Box™ were 2% and 6%, respectively, indicating that the repeatability and consistency of Q-Box™ Trace were superior to Q-Box™. **Conclusion** Both Q-Box™ and Q-Box™ Trace have certain clinical value in the differential diagnosis of benign and malignant ACR TI-RADS 4 thyroid nodules. Q-Box™ Trace has higher repeatability and less variability, suggesting that it may be a standardized SWE method that is less affected by external objective reasons.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Shear wave elastography; Q-Box™; Q-Box™ Trace; Repeatability; Thyroid nodules, benign and malignant

目前甲状腺癌已成为头颈部最常见的恶性肿瘤之一<sup>[1]</sup>。研究<sup>[2-6]</sup>表明实时剪切波弹性成像 (shear wave elasticity, SWE) 对甲状腺癌的临床诊断具有重要意义, 但国内外文献报道其所测杨氏模量值诊断甲状腺恶性结节的临界值参考范围跨度较大 (34~90 kPa), 且原因尚未明确。SWE 常用的测量方法有两种, 即 Q-Box™ 和 Q-Box™ Trace, 不同测量方法是否导致测量结果出现偏差目前相关报道较少。本研究通过比较两种测量方法对 ACR TI-RADS 4 类甲状腺结节良恶性的鉴别诊断价值, 分析两种方法的可重复性差异, 旨在减少主观因素的影响, 寻找一种受外界因素影响较小的标准化 SWE 测量方法。

## 资料与方法

### 一、研究对象

前瞻性选取 2020 年 6 月至 2022 年 3 月于重庆医科大学附属第二医院就诊的 ACR TI-RADS 4 类甲状腺结节患者 79 例, 男 12 例, 女 67 例, 年龄 24~67 岁, 平均 (45.60±11.97) 岁。共 95 个结节, 其中结节最大径  $\geq 1.0$  cm 者 16 个, 最大径  $\leq 0.5$  cm 者 25 个, 最大径 0.5 cm~1.0 cm 者 54 个。经病理诊断为良性结节 48 个, 包括结节性甲状腺肿 28 个、甲状腺腺瘤 11 个、桥本氏甲状腺炎 5 个及结节性甲状腺肿伴腺瘤样增生 4 个; 恶性结节 47 个, 均为甲状腺乳头状癌, 其中 16 个存在颈部淋巴结转移。纳入标准: ①均行二维超声和 SWE 检查, 且超声报告提示为 ACR TI-RADS 4 类; ②均经病理检查确诊; ③影像资料清晰, 病历资料完整。排除标准: ①有放疗、化疗或介入治疗史; ②结节巨大钙化灶;

③结节浅面距皮肤  $< 1.0$  cm, 深面深度  $> 4.0$  cm; ④图像质量欠佳; ⑤无明确的病理学及细胞学诊断结果。本研究经重庆医科大学附属第二医院医学伦理委员会批准, 入选者均知情同意。

### 二、仪器与方法

使用法国声科 Aixplorer 彩色多普勒超声诊断仪, 线阵探头, 频率 4~15 MHz。患者取去枕平卧位, 充分暴露颈前区, 首先行二维超声检查, 全面扫查甲状腺纵切及横切面, 详细记录结节的大小、位置、灰阶超声表现和多普勒超声表现, 并按照 2017 版 ACR TI-RADS 标准进行分类。选取 ACR TI-RADS 4 类甲状腺结节, 启动弹性测量工具, SWE 弹性标尺设定为 0~100 kPa, 垂直放置探头且不施加压力, 嘱患者全身放松, 平静呼吸, 避免吞咽动作, 调节弹性取样框大小, 使其包括部分周围正常腺体组织及整个结节, 保持探头静止 5 s 以上, 选取纵切面最佳弹性图像存图 (即整个甲状腺结节无弹性缺失), 观察弹性图像是否均质。启动 Q-Box™ 程序, 调整圆形感兴趣区 (ROI) 直径为 2 mm, 选取弹性图像中结节最硬部分测量其杨氏模量最大值 (Emax)、平均值 (Emean) 及标准差 (Esd); 然后应用 Q-Box™ Trace 程序对同一幅弹性图像进行测量, 将整个结节作为 ROI, 首先通过二维灰阶超声描记结节边界, 确定弹性图像中整个结节的范围后, 测量其 Emax、Emean 及 Esd。由两名具有 5 年以上甲状腺检查经验的超声医师 (操作者 A、B) 独立重复测量 3 次, 记录两种测量方法所测弹性参数纳入研究。

### 三、统计学处理

应用 SPSS 25.0 和 MedCalc 统计软件, 计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 采用配对 *t* 检验。以病理结果为标准, 绘制弹性参数鉴别诊断甲状腺结节良恶性的受试者工作特征(ROC)曲线, 计算其诊断效能。采用组内相关系数(ICC)评价两种测量方法的重复性; 绘制 Bland-Altman 散点图评价两种测量方法的一致性。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、两种测量方法测得甲状腺良恶性结节弹性参数比较

Q-Box™ 和 Q-Box™ Trace 测得恶性结节 Emax、Emean、Esd 均大于良性结节, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表 1 和图 1, 2。

表 1 两种测量方法测得甲状腺良恶性结节弹性参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

病理结果	Q-Box™			Q-Box™ Trace		
	Emax	Emean	Esd	Emax	Emean	Esd
良性	37.89±34.86	30.62±27.26	2.68±1.84	42.04±43.21	27.59±22.21	5.96±8.12
恶性	57.56±40.07	48.11±34.82	4.41±3.69	67.79±51.08	37.41±25.47	10.38±9.16
<i>P</i> 值	0.011	0.006	0.003	0.008	0.042	0.012

Emax: 杨氏模量最大值; Emean: 杨氏模量平均值; Esd: 杨氏模量标准差

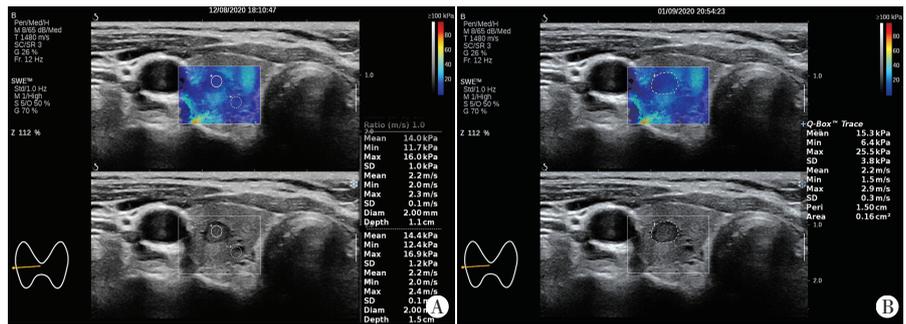
### 二、两种测量方法的诊断效能比较

ROC 曲线分析显示, Q-Box™ Trace 测得 Emax 诊断甲状腺结节良恶性的曲线下面积(AUC)为 0.786, 以 40.95 kPa 为截断值, 其诊断灵敏度为 75.0%, 特异度为 76.9%; Q-Box™ 测得 Emax 诊断甲状腺结节良恶性的 AUC 为 0.699, 以 37.35 kPa 为截断值, 其诊断灵敏度为 72.9%, 特异度为 66.7%。两种测量方法的 AUC 比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见图 3。

### 三、两种测量方法的重复性和一致性分析

Q-Box™ Trace 的操作者 A、操作者 B 及操作者间的变异系数分别为 3.88%、4.96%、4.19%, 均低于 Q-Box™ (17.17%、18.79%、18.83%), 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。Q-Box™、Q-Box™ Trace 的操作者内及操作者间 ICC 均  $> 0.96$ , 且 Q-Box™ Trace 的 ICC 均高于 Q-Box™, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ), 表明两种测量方法均具有较好的重复性, 且 Q-Box™ Trace 的重复性更好。见表 2。

Bland-Altman 散点图分析显示, Q-Box™ 的偏倚为 -3.6%, 95% 一致性界限为 -32.4%~25.2%, 未在界限内点数为 6%; Q-Box™ Trace 的偏倚为 -3.5%, 95% 一致性界限为 -40.1%~33.1%, 未在界限内点数为 2%, 表明 Q-Box™ Trace 测得 Emax 在操作者间的一致性优于 Q-Box™。见图 4, 5。



A: Q-Box™ 测得结节 Emax、Emean、Esd 分别为 16.0 kPa、14.0 kPa、1.0 kPa; B: Q-Box™ Trace 测得结节 Emax、Emean、Esd 分别为 25.5 kPa、15.3 kPa、3.8 kPa

图 1 结节性甲状腺肿患者(女, 37 岁)SWE 图



A: Q-Box™ 测得结节 Emax、Emean、Esd 分别为 61.1 kPa、57.3 kPa、2.4 kPa; B: Q-Box™ Trace 测得结节 Emax、Emean、Esd 分别为 66.4 kPa、51.1 kPa、6.9 kPa

图 2 甲状腺乳头状癌患者(女, 53 岁)SWE 图

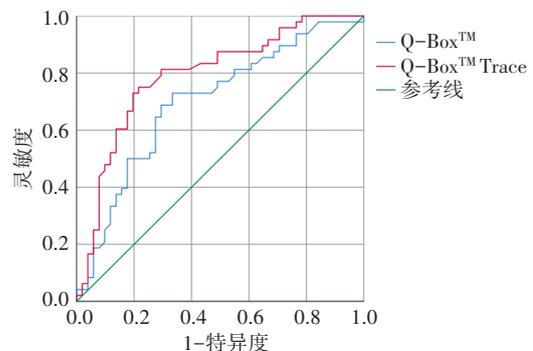


图 3 两种测量方法测得 Emax 诊断甲状腺结节良恶性的 ROC 曲线图

表2 两种测量方法在操作者内及操作者间的重复性分析

测量方法	ICC(95%可信区间)			变异系数(%)		
	操作者A	操作者B	操作者间	操作者A	操作者B	操作者间
Q-Box™	0.967(0.957~0.978)	0.976(0.967~0.984)	0.987(0.983~0.991)	17.17	18.79	18.83
Q-Box™ Trace	0.994(0.992~0.996)	0.996(0.995~0.997)	0.998(0.997~0.998)	3.88	4.96	4.19

ICC:组内相关系数

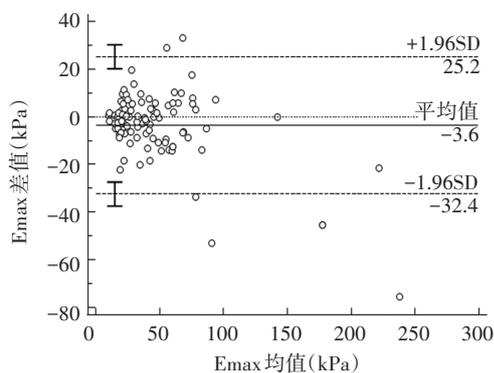


图4 Q-Box™的Bland-Altman散点图

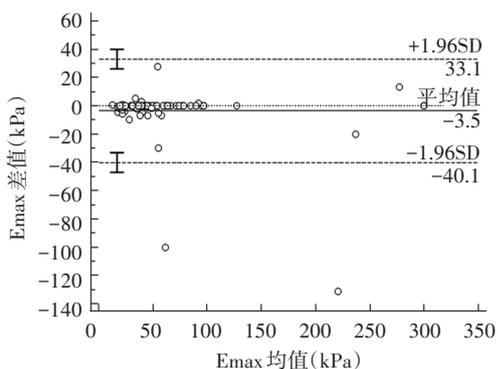


图5 Q-Box™ Trace的Bland-Altman散点图

### 讨论

SWE应用超声探头自主发射脉冲,引起组织振动发生Mach Cone效应,产生横波,无需操作者手动施加压力,弹性成像依赖的弹性模量差异明显大于声阻抗差异,对病变组织的敏感性高,获得的组织弹性值可以反映组织纤维化程度,从而实时、定量测量组织硬度。本研究中两种测量方法所测甲状腺恶性结节 Emax、Emean、Esd均大于良性结节,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ),与结节的病理学特征相符合,与既往研究<sup>[3-5]</sup>结果一致。多项研究<sup>[5-7]</sup>通过绘制 Emax 及 Emean 诊断甲状腺结节的 ROC 曲线,结果发现 Emax 的 AUC 大于 Emean,提示 Emax 的诊断效能更优。国外研究<sup>[8]</sup>也证实 SWE 提示结节弹性值高的区域与纤维化区域相一致,Emax 更具研究价值。本研究对 Emax 的可重复性及一致性进行检验,结果显示 SWE 可重复性好,可作为常规超声的重要补充手段,在鉴别诊断甲状腺结节良恶性方面具有一定的临床价值。本研究中有 1 个恶

性结节病理类型为滤泡型甲状腺乳头状癌,其弹性测值较低,分析可能与滤泡型甲状腺乳头状癌由不同分化程度滤泡构成,间质成分含量较少,纤维化不明显有关。3 个良性结节 SWE 提示为恶性,术后病理证实均为桥本氏甲状腺炎,分析可能与甲状腺组织纤维化程度有关<sup>[9]</sup>。陈雪琴等<sup>[10]</sup>研究也表明桥本氏甲状腺炎可因广泛纤维化表现为结节硬度显著增加。本研究还有 2 个良性结节两种测量方法所测 Emax 均  $> 150$  kPa,明显高于恶性结节平均值,回顾分析发现 2 个结节均位于峡部,位置表浅,受气管干扰较大,导致弹性测值明显升高,提示峡部病变不适宜行 SWE 检查。

由于甲状腺恶性结节组织成分复杂、纤维化明显及砂砾体的存在,SWE 图像多表现为不均质图像,而 Q-Box™ 测量结节局部的弹性值(ROI 直径为 2 mm),仅代表结节局部的纤维化程度,可能并非结节纤维化最明显区域,无法有效评估结节整体的纤维化程度,且 ROI 放置位置有较强的主观性,其大小及放置位置均可能影响测量结果。为了验证这一结论,本研究使用 Q-Box™ Trace 描记整个结节的边界,对结节整体的弹性值进行测量,并就两种测量方法在操作者内及操作者间的重复性进行比较,结果显示 Q-Box™ Trace 的重复性优于 Q-Box™。对于 Q-Box™,即使相同的操作者,也可因 ROI 放置位置不同导致其弹性测值的差异,无法准确反映整个结节的实际硬度。Yoo 等<sup>[8]</sup>研究证实 SWE 显示弹性值高的区域与纤维化区域相一致,若 Q-Box™ 测量时 ROI 放置位置并非结节中纤维化最显著的位置,则可能导致所测弹性值出现偏差,故对整个结节的纤维化程度评估尤为重要。Swan 等<sup>[11]</sup>研究也得出相似结论。Zhuo 等<sup>[12]</sup>对不同体位下胰腺不同部位进行测量,发现 ROI 深度影响剪切波速度测值,提示病灶位置对重复性具有影响;张志君等<sup>[13]</sup>研究证实 SWE 对距体表 1~3 cm 病灶的重复性优于距体表  $< 1$  cm 病灶,也证实了 ROI 放置位置影响弹性测值。Alfuraih 等<sup>[14]</sup>以不同大小的 ROI 分组,评估对肌肉弹性测值的可重复性,结果显示小面积的 ROI 变异系数最高(6.8%),提示弹性测值的重复性受 Q-Box™ 的 ROI 大小影响,分析小面积 ROI 所测参数重复性欠佳的原因因为 ROI 越大,包含最硬组织的概率越大。因此,虽然 SWE 无需操作者手动施加压力,但受 ROI 大小及放置

位置的影响,本研究中 Q-Box™ Trace 的重复性优于 Q-Box™,提示 Q-Box™ Trace 可最大限度地避免主观因素造成的影响,测量更稳定,得到的数据更准确,受操作者影响更小,在临床应用中可能是一种有价值的标准化方法。

Kishimoto 等<sup>[15]</sup>研究表明,异质性、运动、ROI 放置位置及目标器官大小均可影响 SWE 可重复性。Bouchet 等<sup>[16]</sup>研究也证实探头频率、仪器自带剪切波技术的算法、组织各向异性、组织固有刚度差异、分析深度、运动伪影、ROI 大小及放置位置均影响弹性测值。故诊断甲状腺结节的截断值尚无统一标准,以下因素均可能导致同一部位的不同组织测值产生偏差,包括:①结节病理类型;②结节纤维化程度,存在广泛钙化或结节弹性图缺失;③不同厂家仪器剪切波振动的平均频率和带宽、计算及矫正剪切波速度的算法差异;④涂抹耦合剂的厚度;⑤检测部位存在瘢痕组织;⑥测量组织距探头的深度;⑦缺乏标准化的操作程序。目前 SWE 虽在甲状腺结节良恶性的鉴别诊断中表现出较高的效能,但甲状腺癌检出的首选影像学方法仍是常规高分辨率灰阶超声<sup>[17]</sup>,SWE 仅作为一种补充手段。

本研究的局限性:①样本量较小,未能对两种测量方法的差异进行全面分析;②Q-Box™ Trace 和 Q-Box™ 是大多数厂家同时提供的 SWE 测量方法,原则上在正式投入临床应用前必已进行大量试验对比,二者的诊断效能及重复性差异应较小,但本研究结果显示 Q-Box™ Trace 较 Q-Box™ 在鉴别诊断甲状腺结节良恶性方面显示了更高的灵敏度及特异度,且重复性更高,可能与本研究纳入均为 ACR TI-RADS 4 类结节,存在一定的选择偏倚有关;③纳入结节的大小不一,且未考虑结节大小对数据的影响;④仅评估了单次测量中操作者内及操作者间的重复性,并未对同日内或不同日间的重复性进行评估。Q-Box™ Trace 能否成为早期诊断甲状腺结节的标准化弹性测量方法,尚需不同厂家、不同机型、固定结节大小区间、更多临床大样本,尤其来自不同人口和地区的多中心的研究进一步证实。

综上所述,Q-Box™ 和 Q-Box™ Trace 对 ACR TI-RADS 4 类甲状腺结节良恶性鉴别均有一定的临床价值,但 Q-Box™ Trace 重复性更高,变异性更小,提示其可能是一种受外界客观因素影响较小的标准化 SWE 的测量方法。

#### 参考文献

[1] Cai Z, Liu Q. Understanding the Global Cancer Statistics 2018: implications for cancer control[J].Sci China Life Sci, 2021, 64(6):

- 1017-1020.
- [2] Wang F, Chang C, Chen M, et al. Does lesion size affect the value of shear wave elastography for differentiating between benign and malignant thyroid nodules? [J]. J Ultrasound Med, 2017, 37(3): 601-609.
- [3] 薛海燕,叶新华,邓红艳,等.实时剪切波弹性成像杨氏模量最大值在甲状腺结节良恶性病变风险评估中的价值[J].医学影像学杂志,2017,27(11):2069-2072.
- [4] Azizi G, Keller JM, Mayo ML, et al. Shear wave elastography and afirma gene expression classifier in thyroid nodules with indeterminate cytology: a comparison study [J]. Endocrine, 2018, 59(3): 573-584.
- [5] 樊秀齐,薛继平,李慧展,等.甲状腺微小乳头状癌常规超声特征及剪切波弹性成像定量参数与中央区淋巴结转移的关系[J].临床超声医学杂志,2020,22(3):175-179.
- [6] 陈顺军,宋乐乐,贺军领,等.剪切波弹性成像诊断甲状腺癌术后经 131I 治疗后颈部淋巴结良恶性的价值[J].中国医学影像学杂志,2019,27(2):128-130.
- [7] 李小强,陈红娜,杨智,等.剪切波弹性成像对甲状腺结节良恶性的鉴别诊断价值[J].临床超声医学杂志,2016,18(4):233-236.
- [8] Yoo MH, Kim HJ, Choi IH, et al. Shear wave elasticity by tracing total nodule showed high reproducibility and concordance with fibrosis in thyroid cancer[J]. BMC Cancer, 2020, 20(1): 118.
- [9] 王南,刘辉,朱成涛,等.实时剪切波弹性成像杨氏模量最大值诊断甲状腺乳头状癌 BRAF V600E 基因突变的价值[J].中国医学物理学杂志,2020,37(8):1040-1044.
- [10] 陈雪琴,李拾林,蔡敏娴,等.ACR TI-RADS 分类结合 VTQ 鉴别诊断甲状腺结节的价值[J].中国超声医学杂志,2020,36(5):391-393.
- [11] Swan KZ, Nielsen VE, Bibby BM, et al. Is the reproducibility of shear wave elastography of thyroid nodules high enough for clinical use? A methodological study [J]. Clin Endocrinol (Oxf), 2017, 86(4): 606-613.
- [12] Zhuo ML, Zhang XJ, Tang Y, et al. Two-dimensional shear wave elastography of the pancreas: measurement success rate, repeatability, and factors affecting measurement values [J]. J Med Ultrason, 2022, 49(2): 261-268.
- [13] 张志君,王惠,何妹,等.剪切波弹性成像在乳腺不同深度病变中的可重复性评价[J].肿瘤影像学,2022,31(3):264-268.
- [14] Alfuraih AM, O' Connor P, Tan AL, et al. An investigation into the variability between different shear wave elastography systems in muscle [J]. Med Ultrason, 2017, 19(4): 392-400.
- [15] Kishimoto R, Kikuchi K, Koyama A, et al. Intra- and inter-operator reproducibility of US point shear wave elastography in various organs: evaluation in phantoms and healthy volunteers [J]. Eur Radiol, 2019, 29(11): 5999-6008.
- [16] Bouchet P, Gennisson JL, Podda A, et al. Artifacts and technical restrictions in 2D shear wave elastography [J]. Ultraschall Med, 2020, 41(3): 267-277.
- [17] 赵俊丽,赵俊峰,刘瑞霞,等.超声 TI-RADS 分级法和弹性成像技术对甲状腺结节定性诊断的效能比较[J].临床超声医学杂志,2018,20(4):267-270.

(收稿日期:2022-08-12)