

# 探讨健康体检中超声弹性成像应变比值鉴别甲状腺结节良恶性的价值

钟永凤, 叶传江, 曾佩, 覃罗好, 黄荣

(广州市干部健康管理中心/广州市第十人民医院超声科, 广东 广州 510700)

**[摘要]** 目的:探索超声弹性成像应变比值(SR)与常规超声在健康体检中鉴别甲状腺(ACR TI-RADS 4类及以上)结节良恶性的价值。方法:回顾性分析2020年1月1日—2022年12月31日本院健康体检的甲状腺结节(ACR TI-RADS 4类及以上)患者,针对经术后或穿刺病理证实的79个甲状腺结节同时进行常规超声检查(拟定ACR TI-RADS评分5分及以上考虑恶性)和超声弹性成像SR检查,阈值为2.73,以病理结果为金标准,构建受试者工作特征ROC曲线,分析曲线下面积(AUC),评价两种方法在健康体检中鉴别诊断甲状腺结节良恶性的价值。结果:经病理证实79个结节(恶性52个,良性27个)。超声弹性成像SR和常规超声鉴别诊断甲状腺(ACR TI-RADS 4类及以上)结节良恶性的灵敏度、特异度、准确性、阳性预测值、阴性预测值分别为:92.31%、88.89%、91.14%、94.12%、85.71%;67.30%、62.96%、65.82%、77.78%、50.0%。超声弹性成像SR组和常规超声组曲线下AUC分别为0.906和0.651,两种方法测值比较,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。结论:健康体检中超声弹性成像SR在ACR TI-RADS 4类及以上甲状腺结节中鉴别诊断结节良、恶性比常规超声组准确性高。

**[关键词]** 甲状腺结节;超声检查,多普勒,彩色

**[中图分类号]** R736.1;R445.1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1008-1062(2024)01-0021-05

DOI:10.12117/jccmi.2024.01.005

## Exploring the value of strain ratio of ultrasonic elastography in distinguishing benign and malignant thyroid nodules in health examinations

ZHONG Yong-feng, YE Chuan-jiang, ZENG Pei, QIN Luo-hao, HUANG Rong

(Ultrasonic Department, Guangzhou Cadre Health Management Center/

Guangzhou Eleventh People's Hospital, Guangzhou 510700, China)

**Abstract: Objective:** To explore the value of ultrasound elastography strain ratio (SR) and conventional ultrasound in differentiating benign and malignant thyroid nodules (ACR TI-RADS 4 and above) in healthy physical examination. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on patients with thyroid nodules (ACR TI-RADS 4 and above) who underwent health examinations at the hospital from January 1, 2020 to December 31, 2022. A total of 79 thyroid nodules confirmed by postoperative or pathology underwent conventional ultrasound (with a proposed ACR TI-RADS score of 5 or above considering malignancy) and ultrasound elastography SR examination, with a threshold of 2.73. The pathological results were used as the gold standard to construct the receiver operating characteristic (ROC) curve, to analyze the area under the curve (AUC), and evaluate the value of the two methods in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules in physical examination. **Results:** Seventy-nine nodules (52 malignant and 27 benign) were confirmed by pathology. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, and negative predictive value of ultrasound elastography SR and conventional ultrasound in differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules (ACR TI-RADS 4 and above) were 92.31%, 88.89%, 91.14%, 94.12%, 85.71%; 67.30%, 62.96%, 65.82%, 77.78%, 50.0%. The AUC of the ultrasound elastography SR group and the conventional ultrasound group were 0.906 and 0.651, respectively, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** The SR of ultrasound elastography in physical examination is more accurate in the differential diagnosis of benign and malignant nodules in ACR TI-RADS 4 and above thyroid nodules than that in the conventional ultrasound group.

**Key words:** Thyroid Nodule; Ultrasonography, Doppler, Color

随着超声设备的更新换代以及人们对甲状腺疾病的重视,甲状腺结节的检出率逐年增加,特别是在女性人群中,据报道,大约有3%~5%的良性结节发

生癌变,且甲状腺癌中尤其是乳头状癌较易并发淋巴结转移<sup>[1-2]</sup>。目前甲状腺疾病的筛查和结节良恶性的评估主要应用于二维超声,然而普通的二维超声

**[收稿日期]** 2023-05-29; **[修回日期]** 2023-07-16

**[作者简介]** 钟永凤(1980-),女,吉林农安人,主治医师。E-mail:exv\_688@126.com

**[通信作者]** 钟永凤,广州市干部健康管理中心/广州市第十人民医院超声科,510700。E-mail:exv\_688@126.com

**[基金项目]** 广东省广州市科技局科研项目,项目编号:202201011770。

比较依赖于医生的经验,在鉴别结节的良恶性中存在一定的不足<sup>[3]</sup>。现在比较热门的超声弹性成像不依赖医生的经验,可以弥补二维超声的不足,其通过测量正常组织和感兴趣结节的弹性经分析判断结节的性质<sup>[4]</sup>。超声弹性成像应变比值(Strain ration, SR)是定量参数,通过测量正常组织和病灶结节依据计算机软件可直接分析出 SR 值。

由于 TI-RADS 4 类病变的恶性介于 5%~80% 之间,良恶性结节之间亦存在一定程度重叠,为了进一步提高健康体检中甲状腺癌诊断的准确性,本文旨探讨超声弹性成像 SR 鉴别甲状腺结节 (TI-RADS 4 类及以上)良恶性的价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

收集 2020 年 1 月 1 日—2022 年 12 月 31 日我院健康体检和门急诊甲状腺结节患者 79 例,入选标准参照 ACR TI-RADS 4 类及以上甲状腺结节患者,均为术后或穿刺取得病理学活检确诊的患者,男 48 例,女 31 例,年龄 24~76 岁,平均(44.22±10.73)岁。

### 1.2 选取标准

纳入标准:①术前均已常规超声和超声弹性 SR 检查,且资料完整。②甲状腺结节初次确诊未经射频消融治疗,且符合 ACR TI-RADS 分类 4 类及以上,并已取得病理活检结果。③常规超声:甲状腺结节 ACR TI-RADS 评分 5 分以上拟定为恶性结节,小于 5 分拟定为良性结节。④SR:甲状腺结节拟定 SR≥2.73 为恶性结节,SR<2.73 为良性结节。

排除标准:①不能耐受手术或穿刺且不能获取病理活检结果者。②合并重大疾病者。③依从性差者。

### 1.3 方法

仪器设备:采用德国西门子高端彩超机 SIEMENS ACUSON Sequoia,选用频率为 18 MHz 的线阵探头。首先采用常规超声常规扫查甲状腺,入选标准为结节应符合 ACR TI-RADS 4 类及以上,并参照 2017 版 ACR TI-RADS<sup>[5]</sup>分类法根据结节的 5 项特征评分(包括结节的结构、内部回声、形态、边界、内部钙化灶),5 分及以上者拟定为恶性,并存储图像。同时切换超声弹性成像 SR 模式,显示选中结节的二维灰阶图像和弹性应变图像,调节弹性取样框,取样框范围大于结节两倍以上范围。同时监测 QF 值(图像质量监控),QF 值大于 50 以上表示图像质量合格。SR 值参照 2.73<sup>[6]</sup>为阈值,测量三次取平均值,≥2.73 考虑恶性,<2.73 考虑良性。最后以病理活检为金标准,统计分析超声弹性成像 SR 和常规二维超声鉴别 ACR TI-RADS 4 类及以上结节的良、

恶性的敏感度、特异度及准确性。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计软件分析数据。以术后病理活检结果为金标准,进行统计分析 SR 组和常规超声组诊断甲状腺结节的灵敏度、特异度和准确性;构建受试者工作特征(Receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算曲线下面积(Area under curve, AUC),计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,计数资料用  $\chi^2$  检验, $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

79 例患者共检出 79 个(ACR TI-RADS 4 类及以上)结节,其中恶性结节 52 个(乳头状癌 49 个、非典型甲状腺滤泡性腺癌 3 个);良性结节 27 个(急性甲状腺炎 3 个,甲状腺滤泡状腺瘤 6 个,桥本甲状腺炎 14 个,结节性甲状腺肿 4 个)。结节长径 3.8~30 mm。直径<10 mm 38 个,≥10 mm 41 个。

常规超声阳性 45 例,其中病理结果恶性 35 例,良性 10 例。常规超声阴性 34 例,其中病理结果恶性 17 例,良性 17 例。灵敏度 67.30%(35/52),特异度 62.96%(17/27),PPV 77.78%(35/45),NPV 50.0%(17/34),准确率 65.82%(52/79)。

SR 结果阳性 51 例,其中病理恶性 48 例,良性 3 例。SR 结果阴性 28 例,其中病理恶性(图 1)4 例,良性(图 2)24 例。灵敏度 92.31%(48/52),特异度 88.89%(24/27),PPV 94.12%(48/51),NPV 85.71%(24/28),准确率 91.14%(72/79)。

超声弹性成像 SR 组和常规超声组比较,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ );两种方 ROC 曲线下 AUC 见表 1 和图 3。

表 1 常规超声和超声弹性成像 SR 法应用 AUC 比较

区域	标准错误 <sup>a</sup>	渐近显著性 <sup>b</sup>	95%CI	
常规二维超声	0.651	0.054	0.007	0.546~0.757
超声弹性成像 SR 法	0.906	0.033	0.000	0.842~0.970

注:a:是按非参数假定;b:原假设:真区域=0.5。

## 3 讨论

近年甲状腺癌发病率呈逐年上升趋势,由于甲状腺癌发病隐匿,常无明显临床症状,通常在健康体检时偶然发现,因此部分患者已经发生颈部淋巴结转移。据文献报道,甲状腺癌在我国已位居恶性肿瘤第七位,严重威胁人们的健康生活及生命安全,因此甲状腺疾病引起了人们的高度重视<sup>[7]</sup>。健康体检超声检查成为人们筛查甲状腺疾病的首选方法,但是常规超声在鉴别诊断甲状腺结节良恶性时灵敏度较差,容易出现漏诊或误诊现象<sup>[8-9]</sup>。近年来超声弹性

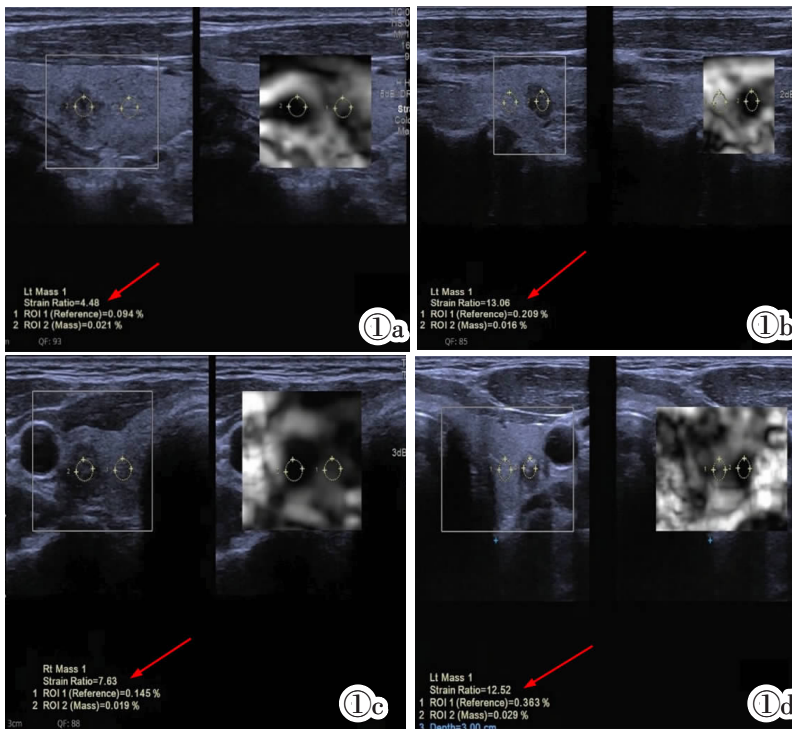


图 1a-1d 恶性病灶 SR 分析示意图。图 1a: 实性低回声, 边界不规则, 纵/横<1, SR:4.48。图 1b: 实性极低回声, 边界光滑, 纵/横>1, SR:13.06。图 1c: 实性极低回声, 侵犯后被摸, 纵/横>1, SR:7.63。图 1d: 实性稍低回声伴粗钙化, 边界分叶, 纵/横>1, SR:12.52。

**Figure 1a-1d.** Schematic diagram of SR analysis of malignant lesions. Figure 1a: Solid hypoechoic, irregular boundary, vertical/horizontal < 1, SR: 4.48. Figure 1b: Solid extremely hypoechoic, smooth boundary, vertical/horizontal > 1, SR: 13.06. Figure 1c: Solid extremely hypoechoic, invading posterior capsule, vertical/horizontal > 1, SR: 7.63. Figure 1d: Solid slightly hypoechoic with coarse calcification, lobulated boundary, longitudinal/transverse > 1, SR: 12.52.

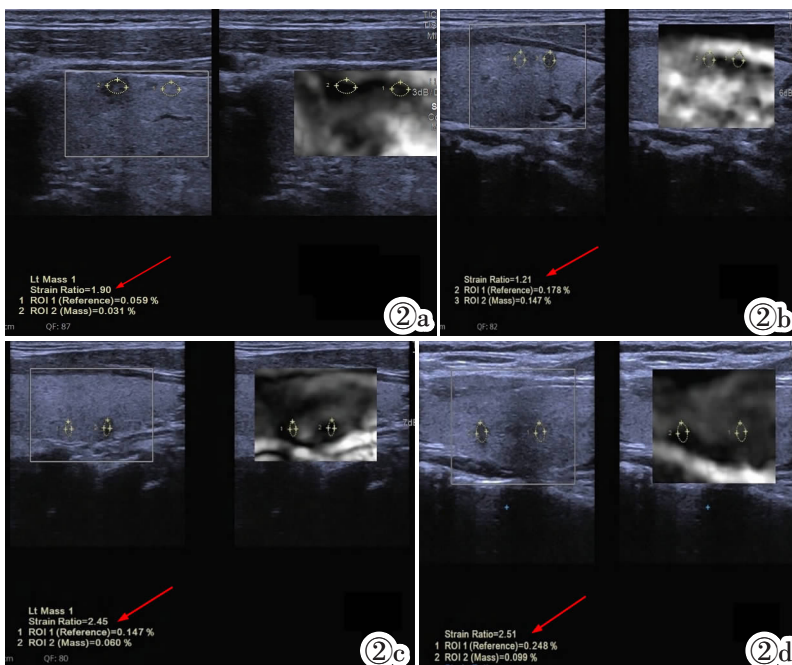


图 2a-2d 良性病灶 SR 分析示意图。图 2a: 实性低回声, 边界模糊, 纵/横<1, SR:1.9。图 2b: 实性低回声, 边界欠清, 纵/横=1, SR:1.21。图 2c: 实性等回声, 边界光滑, 纵/横>1, SR:2.45。图 2d: 实性低回声, 边界模糊, 纵/横>1, SR:2.51。

**Figure 2a-2d.** Schematic diagram of SR analysis of benign lesions. Figure 2a: Solid hypoechoic, fuzzy boundary, vertical/horizontal < 1, SR: 1.9. Figure 2b: Solid hypoechoic, unclear boundary, vertical/horizontal = 1, SR: 1.21. Figure 2c: Solid isoechoic, smooth boundary, vertical/horizontal > 1, SR: 2.45. Figure 2d: Solid hypoechoic, fuzzy boundary, vertical/horizontal > 1, SR: 2.51.

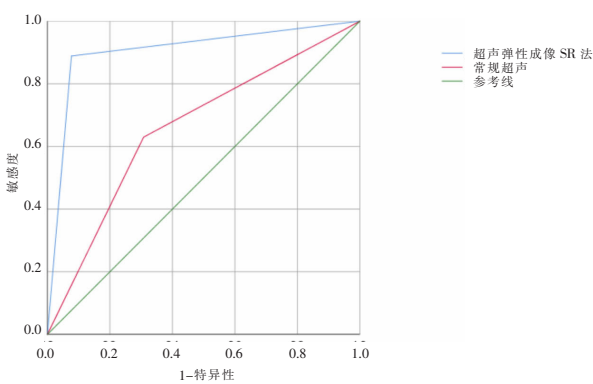


图 3 超声弹性成像 SR 法和常规超声应用的 ROC 曲线。

**Figure 3.** Ultrasound elastography SR and ROC curves for conventional ultrasound applications.

成像备受人们关注, 已广泛应用于乳腺和甲状腺等疾病中。超声弹性成像检查是经过测量目标结节的软硬度来诊断病灶的性质, 超声弹性成像 SR 是通过测量病灶结节周围正常组织与病灶结节内部组织的应变比, 来诊断结节是良性或恶性, 与普通二维超声比较相对客观一些<sup>[10-11]</sup>。

本文研究的超声弹性成像 SR 组恶性结节的 SR 值均大于 2.73, 而且病理活检证实各结节都是乳头状癌, 根据超声弹性成像 SR 的原理可以得出恶性结节周围正常组织的应变力, 即变形的能力是恶性结节的 2.73 倍以上, 从而可得出恶性结节的应变能力较正常组织差, 硬度较硬, 不易变形; 各良性结

节的 SR 值都小于 2.73, 说明良性结节周围正常组织与良性结节应变力相差不大, 即两者变形的能力比较 SR 值小于 2.73 倍, 研究结论得出良性结节的应变能力较大, 结节较软, 容易变形。有文献报道甲状腺结节的恶性风险与结节的硬度成正比关系<sup>[12]</sup>, 与本文研究结果一致。本文中应用超声弹性成像在健康体检中鉴别诊断甲状腺结节(ACR TI-RADS 4 类及以上), 结节良恶性的灵敏度、特异度、准确性分别为 92.31%、88.89%、91.14%, 常规超声组的灵敏度、特异度、准确性分别为 67.30%、62.96%、65.82%, 两组比较, 差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。两种方法检查 ROC 曲线下 AUC 分别为 0.906 和 0.651。从本研究的 AUC 结果得出超声弹性成像 SR 组具有较高的准确性, 常规超声组有较低的诊断价值。聂云雷等<sup>[13]</sup>和王旭东等<sup>[14]</sup>在关于弹性成像应变比研究中的结果与本文一致。

有研究表明甲状腺癌绝大部分是甲状腺乳头状癌, 甲状腺恶性结节中, 特别多见的是乳头状癌, 也是最硬的, 乳头状癌约占甲状腺癌的 80%<sup>[15]</sup>。本研究中乳头状癌占恶性结节的 90%以上(49/52), 与前述研究结果一致。本研究超声弹性应变组中 48 例恶性结节 SR 值均大于 2.73, 病理活检证实都是乳头状癌, 结节较硬; 其中良性结节 SR 值大部分小于 2.73, 表明结节较软。可能原因: 乳头状癌中的乳头分支较多, 乳头中心含有纤维血管间质, 间质内常见同心圆状的钙化小体, 即砂粒体。乳头上皮可呈单层或多层, 细胞排列紧密, 所以结节较硬; 甲状腺良性结节较软可能与病理的组织结构关系很大, 良性结节中滤泡细胞和胶质成分相对较多, 纤维组织和间质成分含量极少, 而且细胞排列疏松, 导致结节较软<sup>[16]</sup>。

有资料报道甲状腺腺灶结节的生物学特性与病灶结节的硬度存在相关性<sup>[17]</sup>。本研究由于超声弹性成像 SR 值小于 2.73 导致漏诊 4 例, 其中 3 例是滤泡性腺癌, 可能原因是滤泡性腺癌其分化较好, 内部组织结构以滤泡细胞为主, 质地柔软, 易变形; 其结构与乳头状癌截然不同, 所以 SR 值偏低, 最终导致了漏诊; 另 1 例漏诊可能是由于采集图像时 QF 值(质控值 QF 低于标准)低于 50, 图像质量不达标, 导致结节的 SR 值低于 2.73, 最终导致了漏诊。本文误诊 3 例, 其中 1 例是甲状腺腺瘤, 可能由于腺瘤内部含有大量钙化灶导致结节组织较硬, 测得的 SR 值大于 2.73, 导致误诊为甲状腺癌; 1 例是急性甲状腺炎, 可能由于其内含有大量的中性粒细胞、巨噬细胞和纤维素, 少量的反应性滤泡细胞, 胶质成分缺少, 导致结节较硬, 测得的 SR 值大于 2.73, 导致误诊为

甲状腺癌; 1 例是桥本甲状腺炎, 可能由于结节内含大量的淋巴细胞、浆细胞浸润和纤维化导致结节质地较硬, 测得的 SR 值大于 2.73, 导致误诊为甲状腺癌。

由此得出超声弹性成像 SR 不受人的主观意识影响, 结节的软硬由结节的细胞组织成分决定, 组织成分又直接影响 SR 值的高低, 所以最终导致组织成分较硬的良性结节出现了误诊, 组织成分较软的滤泡性腺癌漏诊。

由于传统的二维超声在鉴别甲状腺结节良、恶性上离不开医生的临床经验, 又因二维图像上往往是异病同图, 会给医生诊断增加更大的难度<sup>[18]</sup>。因此导致本研究常规超声组准确性低。

超声弹性成像 SR 应用在健康体检中鉴别甲状腺结节(ACR TI-RADS 4 类及以上)良、恶性存在一定优势, 如操作简单方便, 可重复性强, 无辐射、无创伤。同时也存在局限性, 如样本量小, 未进行比较其他影像技术检查等, 需要进一步完善和深入研究。

陈正雷等<sup>[19]</sup>分析 TI-RADS 在甲状腺结节良恶性鉴别诊断中有重要指导意义; 而本文研究的超声 SR 是在(ACR TI-RADS 4 类及以上结节)基础上鉴别结节的良恶性, 因此本文结论得出鉴别结节良恶性的准确性更高。既往研究也证实良恶性结节的细胞组织成分不同, 导致结节的弹性不同, 依据结节的弹性为鉴别结节的良、恶性提供有利依据<sup>[20]</sup>。

综上所述, 超声弹性成像 SR 应用在健康体检中能较准确的鉴别甲状腺(ACR TI-RADS 4 类及以上)结节的良恶性, 对临床治疗方案的制定、预后及减少良性结节的过度诊疗, 都具有重要的意义。

#### 【参考文献】

- [1]陶迅. 超声联合弹性成像及促甲状腺激素水平对甲状腺良恶性病变的诊断价值[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2018.
- [2]魏汝峰, 边希增. 高频超声弹性成像与超声造影在甲状腺结节良恶性鉴别中的应用价值 [J]. 临床医学研究与实践, 2019, 4(1): 134-135.
- [3]Alexander EK. Understanding the ability, and inability of high-resolution ultrasound to guide thyroid nodule evaluation [J]. Cancer Cytopathol, 2020, 128(4): 236-237.
- [4]陈超男, 钱林学, 胡向东, 等. 常规超声及超声新技术诊断甲状腺结节的临床应用[J]. 中国医学装备, 2016, 13(12): 41-43.
- [5]Tessler FN, Middleton WD, Grant EG, 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.
- [6]雷荣强, 胡向东, 贵玉, 等. 超声弹性应变比值对甲状腺结节良恶性的鉴别诊断价值 [J]. 临床和实验医学杂志, 2013, 12 (7): 495-497.
- [7]符美华. 硼替佐米联合地塞米松治疗多发性骨髓瘤的临床分析[J]. 中外医疗, 2019, 39(20): 92-94.

- [8]李岩,肖占森. 健康体检者甲状腺结节检出率及特征分析[J]. 中国临床医生杂志, 2015, 43(6): 54-55.
- [9]王乐华,梅振新,吴煌福,等. 超声造影联合超声弹性实时成像在甲状腺良性结节微波消融术中疗效评估的应用价值[J]. 中国医师杂志, 2019, 21(6): 912-914.
- [10]Wang B, Sun F, Zheng XZ, et al. A novel application of pulmonary transit time to differentiate between benign and malignant pulmonary nodules using myocardial contrast echocardiograph[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2021, 37(4): 1215-1223.
- [11]吴凡,高志玲,何峥. 超声弹性应变率比值法鉴别诊断桥本氏甲状腺炎背景下结节良恶性的价值 [J]. 临床超声医学杂志, 2019, 21(1): 52-54.
- [12]Argalia G, De Bbemardis S, Mariaani D, et al. Ultrasonographic contrast agent: evaluation of timeintensity curves in the characterization of solitary thyroid nodules [J]. *Radiol Med*, 2002, 103(4): 407-413.
- [13]聂云雷,候庆玲,张呈祥. 超声弹性成像应变比值与 MSCT 在诊断甲状腺结节中的应用[J]. 河北医学, 2021, 27(1): 128-131.
- [14]王旭东,李佳,焦秀丽. 超声弹性成像及应变比值在良恶性甲状腺结节体检中的应用[J]. 临床研究, 2021, 29(3): 141-142.
- [15]王晶,鹿皎,王荣,等. 甲状腺乳头状癌常规超声图像特征及声组诊组织成像预测颈部淋巴结转移的价值研究 [J]. 中国临床医学影像杂志, 2020, 31(1): 11-14.
- [16]Cai XZ, Wang J, Li XD, et al. Curcumin suppresses proliferation and invasion in human gastric cancer cells by downregulation of PAK1 activity and cyclin D1 expression [J]. *Cancer Biol Ther*, 2009, 8(14): 1360-1368.
- [17]Lam AC, Pang SW, Ahuja AT, et al. The influence of precompression on elasticity of thyroid nodules estimated by ultrasound shear wave elastography [J]. *Eur Radiol*, 2016, 26 (8): 2845-2852.
- [18]Ham 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.
- [19]陈正雷,罗平,王全江,等. TI-RADS 对甲状腺良恶性结节的诊断效能及一致性分析 [J]. 中国临床医学影像杂志, 2019, 30(12): 837-839.
- [20]徐丹凤,王志利,刘洋,等. 超声弹性成像对甲状腺良恶性结节的诊断价值[J]. 实用医学杂志, 2019, 35(6): 977-981.

(上接 20 页)

- [11]Kullmer K, Sievers KW, Reimers CD, et al. Changes of sonographic, magnetic resonance tomographic, electromyographic, and histopathologic findings within a 2-month period of examinations after experimental muscle denervation [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1998, 117(4): 228-234.
- [12]Kikuchi Y, Nakamura T, Takayama S, et al. MR imaging in the diagnosis of denervated and reinnervated skeletal muscles: experimental study in rats[J]. *Radiology*, 2003, 229(3): 861-867.
- [13]Wessig C, Koltzenburg M, Reiners K, et al. Muscle magnetic resonance imaging of denervation and reinnervation: correlation with electrophysiology and histology [J]. *Exp Neurol*, 2004, 185(2): 254-261.
- [14]Eisenberg HA, Hood DA. Blood flow, mitochondria, and performance in skeletal muscle after denervation and reinnervation[J]. *J Appl Physiol*, 1994, 76(2): 859-866.
- [15]Carpenter S, Karpati G. Necrosis of capillaries in denervation atrophy of human skeletal muscle [J]. *Muscle Nerve*, 1982, 5(3): 250-254.