

## ·综述·

## 超声新技术诊断甲状腺结节的应用进展

王萱 芮忠颖 郑薇 谭建

天津医科大学总医院核医学科 300052

通信作者: 郑薇, Email: zhengw@tmu.edu.cn

**【摘要】** 目前,临床上甲状腺结节的发病率持续上升,且良、恶性结节的治疗方案和预后差别非常明显,因此,在患病早期准确地定性诊断甲状腺结节对于患者的治疗和预后都有非常重要的价值。超声是甲状腺结节影像学检查的首选方法,其具有检查费用低、无创伤、重复性高和诊断快速的优点。但是,常规超声在鉴别良性与恶性肿瘤的特异度和准确率上均存在一定的局限。近几年出现了一些新的超声技术,其可以改善常规超声的局限性,与常规的甲状腺超声技术相结合,能更加准确地对甲状腺结节进行定性,并引导临床医师制定出更精准的个体化治疗方案。笔者针对超声特别是超声新技术在甲状腺结节诊断中的应用进展进行综述。

**【关键词】** 甲状腺结节; 超声检查; 弹性成像技术; 超声造影; 超微血管成像

**基金项目:** 天津医科大学总医院青年孵育基金(ZYYFY2019027); 2020 甲状腺中青年医生研究项目

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202103018-00071](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202103018-00071)

**Application of new ultrasonic technology in the diagnosis of thyroid nodule**

Wang Xuan, Rui Zhongying, Zheng Wei, Tan Jian

Department of Nuclear Medicine, General Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin 300052, China

Corresponding author: Zheng Wei, Email: zhengw@tmu.edu.cn

**【Abstract】** At present, the incidence rate of thyroid nodules is rising, and the treatment and prognosis of benign and malignant nodules are greatly different. Therefore, the early and accurate qualitative diagnosis of thyroid nodules is of great value to the treatment and prognosis of patients. Ultrasound is now the first choice for imaging examination of thyroid nodules due to its low cost, non-invasivity, high repeatability, and rapid diagnosis. In recent years, a number of new ultrasonic technologies have emerged, which have certain supplementary value to the limitations of conventional ultrasound imaging. Conventional thyroid ultrasound combined with various thyroid ultrasound examination techniques can be more accurate in determining thyroid nodules, which can guide the clinical development of precise individual treatment. In this study, the application progress of ultrasonic diagnosis of thyroid nodule is reviewed.

**【Key words】** Thyroid nodule; Ultrasonography; Elasticity imaging techniques; Contrast-enhanced ultrasound; Superb microvascular imaging

**Fund programs:** Youth Incubation Fund of Tianjin Medical University General Hospital (ZYYFY2019027); Thyroid Research Program of Young and Middle-aged Physicians in 2020

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202103018-00071](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202103018-00071)

随着临床上疾病诊疗技术的发展以及人们自我健康意识的提高,近些年来,甲状腺结节的发病率逐步上升,发病人群大多数为青年及中年女性<sup>[1]</sup>,成人甲状腺结节的发病率为4%~8%,其中7%~

15%会发展为甲状腺癌<sup>[2]</sup>。良性与恶性甲状腺结节的治疗方案和预后完全不同,为了提供给患者更加优化的治疗方案,结节的定性诊断非常重要。超声检查由于具有检查费用低、无创伤、重复性高和诊

断快速的优点,目前仍是甲状腺结节影像学检查的首选方法。笔者针对超声特别是超声新技术在甲状腺结节诊断中的应用进展进行综述。

## 1 常规超声

### 1.1 二维灰阶超声

常规超声检查包括二维灰阶超声和彩色多普勒超声。其中,二维灰阶超声根据声阻抗的不同,可以显示甲状腺组织的解剖学结构,包括甲状腺结节的大小、所处区域、边界、形状、包膜、纵横比和颈部淋巴结是否存在可疑转移以及内部回声情况等,其对甲状腺组织的诊断效能较高。

2015年版美国甲状腺协会(ATA)指南<sup>[3]</sup>建议对甲状腺结节患者或疑似患者进行甲状腺超声检查,记录并叙述结节的特征(包括结节的大小、回声、边界、钙化情况和纵横比),如果存在任何可疑的颈部淋巴结,需要详细说明。根据超声特征的不同,美国甲状腺协会(ATA)指南将甲状腺结节分为5类:高风险、中风险、低风险、极低风险和良性结节,其恶性率分别为70%~90%、10%~20%、5%~10%、<3%和<1%。其超声特征如下。(1)高风险结节。实性低回声结节或部分囊性结节的实性成分至少包括以下超声特征之一:不规则的边界(浸润、分叶或毛刺)、微钙化、纵横比>1、边缘钙化中断伴软组织成分突出和甲状腺外侵犯。(2)中风险结节。低回声实性结节,边界光滑、无微钙化,甲状腺外侵犯或纵横比>1。(3)低风险结节。具有等回声或高回声的实性结节,或包含偏心实性成分的一些囊性结节,无微钙化、边界不规则,甲状腺外侵犯或纵横比>1。(4)极低风险结节。无低、中和高风险结节中的任何一项特征的海绵状或部分囊性结节。(5)良性结节。纯粹的囊性结节(无固体成分)。

甲状腺影像报告和数据系统(thyroid imaging reporting and data system, TI-RADS)将甲状腺结节的下列超声特征归结为恶性征象:(1)纵横比 $\geq 1$ ;(2)边缘形态不规则;(3)回声非常低;(4)轻微钙化;(5)腺体被膜中断或不清楚;(6)颈部淋巴结转移。TI-RADS最初由Horvath等<sup>[4]</sup>提出用于甲状腺结节恶性风险评估和分类诊断,将甲状腺结节分为以下6类。TI-RADS 1类:正常甲状腺;TI-RADS 2类:良性结节(恶性率为0);TI-RADS 3类:良

性结节可能性(恶性率<5%);TI-RADS 4类:疑似恶性结节[4a(恶性率为5%~10%) and 4b(恶性率为10%~80%)];TI-RADS 5类:恶性结节可能性(恶性率>80%);TI-RADS 6类:经活检证实的恶性结节。

### 1.2 彩色多普勒超声

血液供应是肿瘤生长的基础。良性与恶性甲状腺结节的血液供应方式不同<sup>[5]</sup>,能够成为鉴别甲状腺结节良恶性的一项可靠指标。

从20世纪80年代后期开始,彩色多普勒血流显像(color Doppler flow imaging, CDFI)开始应用于甲状腺疾病的诊断<sup>[6]</sup>。1993年,Lagalla等<sup>[7]</sup>将甲状腺结节的血流信号分为4种类型。I型:结节无明显血流信号;II型:结节的周边出现血流信号;III型:结节的周边及内部均显示有血流信号;IV型:结节血管化增加。其中,甲状腺癌的血流信号主要为III型。CDFI可以显示结节周边及内部的血液流动特性及相关参数,提供甲状腺结节的血液供应和血流分布情况。

## 2 超声新技术

### 2.1 超高频超声

超高频超声是将普通高频超声探头的频率升高,其探头的频率为20 MHz<sup>[8]</sup>,而普通高频超声探头的频率为7~12 MHz。超高频超声是浅表器官疾病的个体化、精准化诊断方法,通过超高频超声能够清晰地观察选定的患病位置,病变部位的界限、形状和内部暗区等细小的变化,并根据图像分析得出相应的诊断。超声诊断技术中探头频率的逐步提升,使得分辨率也得到了明显地优化,可以明确显示浅表器官的微小的病变区和细小管状结构的变化情况,为提升浅表器官疾病诊断的精确性提供了有利的帮助<sup>[9]</sup>。与此同时,一些研究结果也显示超高频超声能更准确地显示结节内部微钙化等的微结构特性;且能够将组织内部的血液供应情况更加真实地显示出来<sup>[10]</sup>。

### 2.2 超声弹性成像(elasticity imaging, EI)

EI包括剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)和应变弹性成像(strain elastography, SE),可以无创且准确地实时测量软组织硬度的变化<sup>[11]</sup>。其中,SE又包括声脉冲辐射力成像(acoustic radiation force impulse imaging, ARFI)和实时组织弹性成像

(real-time tissue elastography, RTE)<sup>[12-13]</sup>, 其原理是通过压力诱发组织位移来评价靶组织的弹性。SWE使用声触诊组织量化(virtual touch tissue quantification, VTQ)技术检测剪切波速度。剪切波速度与组织弹性的平方根成正比可以间接地反映组织的弹性<sup>[14]</sup>。VTQ技术可以使探测器释放辐射脉冲激发局部组织, 导致局部组织发生细微的变形, 避免人工压力造成的误差, 减少操作者依赖性, 更客观地反映组织的弹性或硬度。VTQ在检测恶性肿瘤的剪切波速度方面优于良性肿瘤, 以剪切波速度 2.995 m/s 为诊断阈值时, VTQ 诊断肿瘤良恶性的特异度和灵敏度分别为 90.2%、92.3%<sup>[13]</sup>。

EI 可将受到压力前后的回波信号的移动幅度变化转换为实时的彩色图像, 通过成像颜色的不同, 展示不一样的组织硬度<sup>[15]</sup>。其采用 EI 5 分法<sup>[16]</sup>对肿瘤进行评分: 病灶呈红蓝相间或蓝绿红相间为 0 分; 病灶呈相对均匀的绿色为 1 分; 病灶呈蓝绿相间为 2 分; 病灶中心以蓝色为主为 3 分; 整个病灶均为蓝色为 4 分。EI 评分 $\leq 2$  分考虑为良性,  $\geq 3$  分考虑为恶性。

虽然常规超声常因其无创性和良好的重复性而被作为甲状腺结节影像学检查的首选方法, 但是其在鉴别良性与恶性肿瘤中的特异度和准确率不高, 分别为 71%、73%<sup>[17]</sup>。然而, 单纯采用 EI 评分也有一些局限性。例如, 受桥本甲状腺炎的影响, 甲状腺容易纤维化, 导致组织硬度变高; 由于腺体本身的硬化, 结节的弹性结果有可能会不准确<sup>[10]</sup>。因此, 将常规超声检查结果与 EI 评分相结合, 即采用 EI 评分替代内部回声这一特征, 根据 EI 评分、形态、纵横比、边界和血流信号这些特征诊断结节的良恶性的效能更高。

### 2.3 超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)

CEUS 主要涉及两方面内容: 造影技术与超声造影剂。第三代超声微泡造影剂在临床上已经被广泛使用, 其主要成分为脂质材料包裹的惰性气体, 在声场交替声压的作用下, 超声微泡造影剂会发生膨胀和收缩, 并产生机械共振现象。机械共振现象可以大大增加微泡的散射强度, 大幅提升成像的对比度<sup>[18]</sup>。造影技术的主要机制在于声场激励下造影剂产生的非线性散射回波信号, 经过设定接收频率, 探测器可以接收和增强微泡的非线性回波, 同时过滤固有组织的基本回波。因此, CEUS 可以显

示出常规超声无法检测出的腔隙与小血管, 明确地呈现出血流动力学与微循环灌注的不同, 提高了诊断的客观性<sup>[19-20]</sup>。

CEUS 是以实时观察结节及其内部和周边的血流情况为基础, 判断结节的良恶性<sup>[21]</sup>。其图像解析包括以下方面。(1)增强均匀度: 均匀增强、不均匀增强(包括局部不增强), 重点是指病变增强达到其最高值时内部增强的均匀性;(2)增强程度: 高增强、等增强和低增强, 重点是指发生病变的位置增强达到其最高值时病变的回声强度与其四周甲状腺实质的比较。甲状腺恶性结节由于新生血管的迅速形成, 其结构无序且不规则, 故大部分表现出不均匀增强, 若存在微钙化结构与间质性纤维化的情况, 可表现为低增强和不均匀增强<sup>[22-23]</sup>。因此, 如果是均匀的高增强或等增强, 则诊断为良性结节; 如果是不均匀增强或低增强, 则诊断为恶性结节<sup>[24-25]</sup>。

有研究表明, SWE 在鉴别诊断 CEUS 无增强的甲状腺结节的良恶性时有其独特的价值, 其主要是通过测量弹性模量最大值及弹性模量平均值来进行综合评估; SWE 与 CEUS 的结合应用, 可对临床工作提供有价值的指导, 减少一部分不必要的穿刺活检及手术治疗<sup>[26]</sup>。然而, CEUS 检测甲状腺结节也存在一些局限性: 由于甲状腺结节实时 CEUS 灌注时间短暂, 准确地判断病变的增强模式是很困难的; 另外, 甲状腺为浅表器官, 受到目前造影剂共振频率较低和线阵探头频率较高的限制, 在高频声场中共振的微气泡数量少, 限制了其检查<sup>[18]</sup>。

### 2.4 超微血管成像(superb microvascular imaging, SMI)

SMI 包括灰阶超微血管成像(monochrome superb microvascular imaging, mSMI)与彩色超微血管成像(color superb microvascular imaging, cSMI)2 种成像模式。这 2 种成像的机制不一样。其中, mSMI 通过抑制二维组织信息来强调血液流动信息, 而 cSMI 可同时显示二维灰阶和彩色血流信息。这 2 种方法都能在不使用造影剂的情况下, 使细微、低流速的血流成像, 因此可以灵敏地呈现出组织的血流灌注情况<sup>[27]</sup>。

甲状腺结节的血流信号的丰富程度参照 Adler 分级分为 4 个等级<sup>[28]</sup>。0 级: 在结节中找不到明显的血流信号; 1 级: 结节内可见 1~2 个点状血流信

号或点条状血流信号；2级：结节内有一个明确的条状血流信号或者3~4个星形血流信号；3级：结节内可以看到多个血流信号或网片状血流信号。甲状腺结节内血管走行的形态分为5种类型<sup>[28]</sup>。I型：散在的点带状血流；II型：血流呈“涡轮”状；III型：血流呈穿支状态；IV型：丰富的分支状血流；V型：无规则的团块状血流。良性甲状腺结节多有膨胀生长的趋势，其生长会推挤但不会侵犯正常甲状腺组织。良性结节内几乎没有新生血管，血管的走行相对有规律且血管的粗细均匀<sup>[29]</sup>。因此，良性甲状腺结节的血流在Adler分级中多表现为0级或1级，血管走行多为I型或II型。

CDFI采用一个壁滤波器来消除噪声和运动伪像，且无法从运动伪像里区分实际血流信号，因此很容易造成低速血流的损失<sup>[29]</sup>。SMI不使用CEUS就能显示其他多普勒技术无法显示的小血管<sup>[30]</sup>，从而更为准确地呈现出原有甲状腺结节的血流灌注情况。还有一些研究结果显示，在TI-RADS 4类的甲状腺结节中，SMI检测微血管的效果比CDFI更优，有望成为诊断甲状腺结节良恶性的一种辅助手段<sup>[31]</sup>。但是，钙化和其他因素的影响使得SMI容易产生伪像，无法区分紊乱重叠的血管<sup>[20]</sup>。

### 3 小结与展望

超声在甲状腺结节良恶性的鉴别诊断中应用广泛。常规的二维超声和CDFI由于具有检查费用低、无创伤、重复性高、诊断快速的优势，经常被作为甲状腺结节影像学检查的首选方法。但将高频超声检查结果与EI评分相结合，即采用EI评分替代内部回声这一特征，根据EI评分、形态、纵横比、边界和血流信号这些特征诊断结节的良恶性的效能更高。另外，CEUS与SMI是评价甲状腺结节血流的创新方法，能够灵敏地显示甲状腺结节内的低速血流和微血管结构，从而为甲状腺结节性质的判断提供依据。这2种方法在诊断方面都有各自的优势，因此，将常规的二维超声与CDFI结合，并联合使用超声新技术，可以大大提高甲状腺结节诊断的准确率。

未来，超声仪器与人工智能辅助的整合诊断是必然趋势，人工智能作为医学影像诊断的“第三只眼”，在智能时代扮演着重要角色。但辅助诊断不能完全替代医师诊断，在超声诊断中，如何更好地

将人机结合以及如何完善超声新技术诊断的评分标准仍是不小的挑战。综上，在常规超声检查的基础上，联合使用多种超声新技术，可以有效提高甲状腺结节诊断的准确率。随着智能时代的到来，在智慧医疗中运用人工智能辅助诊断有望提升诊断效能，并指导临床医师制定出更精准的个体化治疗方案。

**利益冲突** 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展，不涉及任何利益冲突。

**作者贡献声明** 王莹负责综述的撰写；芮忠颖负责文献的查阅和收集；郑薇负责综述最终版本的修订；谭建负责命题的提出、综述的审阅。

### 参 考 文 献

- [1] Cañete EJ, Sison-Peña CM, Jimeno CA. Clinicopathological, biochemical, and sonographic features of thyroid nodule predictive of malignancy among adult Filipino patients in a tertiary hospital in the Philippines[J]. *Endocrinol Metab*, 2014, 29(4): 489–497. DOI: 10.3803/EnM.2014.29.4.489.
  - [2] Wong R, Farrell SG, Grossmann M. Thyroid nodules: diagnosis and management[J]. *Med J Aust*, 2018, 209(2): 92–98. DOI: 10.5694/mja17.01204.
  - [3] Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, 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. DOI: 10.1089/thy.2015.0020.
  - [4] Horvath E, Majlis S, Rossi R, et al. An ultrasonogram reporting system for thyroid nodules stratifying cancer risk for clinical management[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2009, 94(5): 1748–1751. DOI: 10.1210/jc.2008-1724.
  - [5] Shao Y, Shen Y, Lü JQ, et al. Ultrasound scoring in combination with ultrasound elastography for differentiating benign and malignant thyroid nodules[J]. *Clin Endocrinol*, 2015, 83(2): 254–260. DOI: 10.1111/cen.12589.
  - [6] Razavi SA, Haddock TA, Sadigh G, et al. Comparative effectiveness of elastographic and B-mode ultrasound criteria for diagnostic discrimination of thyroid nodules: a meta-analysis[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 200(6): 1317–1326. DOI: 10.2214/AJR.12.9215.
  - [7] Lagalla R, Caruso G, Romano M, et al. Echo-color Doppler in thyroid disease[J]. *Radiol Med*, 1993, 85(5 Suppl 1): S109–113.
  - [8] 尹书月, 汪朝霞, 高惠, 等. 超声检查在婴幼儿浅表部位肌纤维瘤诊断中的应用价值[J/OL]. *中华医学超声杂志: 电子版*, 2019, 16(3): 207–210[2021-03-17]. [http://chaosheng.cma\\_cmc.com.cn/CN/10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2019.03.010](http://chaosheng.cma_cmc.com.cn/CN/10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2019.03.010). DOI: 10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2019.03.010.
- Yin SY, Wang ZX, Gao H, et al. Application of high frequency ultrasonography in diagnosis of superficial infantile

- myofibromatosis[J/OL]. *Chin J Med Ultrasound (Electron Ed)*, 2019, 16(3): 207–210[2021-03-17]. [http://chaosheng.cma\\_cmc.com.cn/CN/10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2019.03.010](http://chaosheng.cma_cmc.com.cn/CN/10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2019.03.010). DOI: 10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2019.03.010.
- [9] Landry TG, Bance ML, Leadbetter J, et al. *In vivo* measurement of basilar membrane vibration in the unopened chinchilla cochlea using high frequency ultrasound[J]. *J Acoust Soc Am*, 2017, 141(6): 4610–4621. DOI: 10.1121/1.4985622.
- [10] Mathai TS, Jin LB, Gorantla V, et al. Fast vessel segmentation and tracking in ultra high-frequency ultrasound images [C]//Proceedings of the 21st International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention. Granada: Springer, 2018: 746–754.
- [11] Lacout A, Chevenet C, Marcy PY. Mummified thyroid syndrome[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2016, 206(4): 837–845. DOI: 10.2214/AJR.15.15267.
- [12] Cantisani V, Lodise P, Grazhdani H, et al. Ultrasound elastography in the evaluation of thyroid pathology. Current status[J]. *Eur J Radiol*, 2014, 83(3): 420–428. DOI: 10.1016/j.ejrad.2013.05.008.
- [13] 曹丽, 高娜, 张凯, 等. 超声助力式弹性成像和声触诊组织成像量化技术对浅表软组织肿物诊断的价值[J]. *国际医学放射学杂志*, 2020, 43(2): 174–178. DOI: 10.19300/j.2020.L17430.
- Cao L, Gao Y, Zhang K, et al. The value of ultrasound-assisted elasticity imaging and virtual touch tissue quantification in the diagnosis of superficial soft tissue masses[J]. *Int J Med Radiol*, 2020, 43(2): 174–178. DOI: 10.19300/j.2020.L17430.
- [14] 张艳, 罗渝昆, 杨明, 等. 助力式弹性成像与声触诊组织成像和定量法对甲状腺良性结节诊断价值的比较[J]. *中国医学科学院学报*, 2019, 41(3): 383–387. DOI: 10.3881/j.issn.1000-503X.10772.
- Zhang Y, Luo YK, Yang M, et al. Comparison of elasticity imaging and virtual Touch™ tissue imaging and quantification in the diagnosis of thyroid nodules[J]. *Acta Acad Med Sin*, 2019, 41(3): 383–387. DOI: 10.3881/j.issn.1000-503X.10772.
- [15] Fang C, Huang DY, Sidhu PS. Elastography of focal testicular lesions: current concepts and utility[J]. *Ultrasonography*, 2019, 38(4): 302–310. DOI: 10.14366/usg.18062.
- [16] Rubaltelli L, Corradin S, Dorigo A, et al. Differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules at elastosonography[J]. *Ultraschall Med*, 2009, 30(2): 175–179. DOI: 10.1055/s-2008-1027442.
- [17] Charnock M, Kotnis N, Fernando M, et al. An assessment of Ultrasound screening for soft tissue lumps referred from primary care[J]. *Clin Radiol*, 2018, 73(12): 1025–1032. DOI: 10.1016/j.crad.2018.07.102.
- [18] Zhang B, Jiang YX, Liu JB, et al. Utility of contrast-enhanced ultrasound for evaluation of thyroid nodules[J]. *Thyroid*, 2010, 20(1): 51–57. DOI: 10.1089/thy.2009.0045.
- [19] Xu Y, Qi XJ, Zhao X, et al. Clinical diagnostic value of contrast-enhanced ultrasound and TI-RADS classification for benign and malignant thyroid tumors[J/OL]. *Medicine*, 2019, 98(4): e14051 [2021-03-17]. [https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2019/01250/Clinical\\_diagnostic\\_value\\_of\\_contrast\\_enhanced.12.aspx](https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2019/01250/Clinical_diagnostic_value_of_contrast_enhanced.12.aspx). DOI: 10.1097/MD.00000000000014051.
- [20] 王明阳, 唐纓, 于慧敏. 超声新技术评价甲状腺结节血流的研究进展[J]. *影像研究与医学应用*, 2020, 4(9): 5–7. DOI: CNKI:SUN:YXYY.0.2020-09-003.
- Wang MY, Tang Y, Yu HM. The research progress of new ultrasound technology in the evaluation of thyroid nodule blood flow[J]. *J Imaging Res Med Appl*, 2020, 4(9): 5–7. DOI: CNKI:SUN:YXYY.0.2020-09-003.
- [21] Zhang HP, Bai M, Gu JY, et al. Value of contrast-enhanced ultrasound in the differential diagnosis of gallbladder lesion[J]. *World J Gastroenterol*, 2018, 24(6): 744–751. DOI: 10.3748/wjg.v24.i6.744.
- [22] 姜月茗茗, 许幼峰, 陈立斌, 等. 实时超声造影技术在甲状腺微小乳头状癌诊断中的应用研究[J]. *中华超声影像学杂志*, 2015, 24(10): 882–885. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2015.10.016.
- Jiang YMM, Xu YF, Chen LB, et al. Preliminary application of real-time contrast-enhanced ultrasound in diagnosis of papillary thyroid microcarcinoma[J]. *Chin J Ultrason*, 2015, 24(10): 882–885. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2015.10.016.
- [23] Deng J, Zhou P, Tian SM, et al. Comparison of diagnostic efficacy of contrast-enhanced ultrasound, acoustic radiation force impulse imaging, and their combined use in differentiating focal solid thyroid nodules[J/OL]. *PLoS One*, 2014, 9(3): e90674[2021-03-17]. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0090674>. DOI: 10.1371/journal.pone.0090674.
- [24] 石波, 徐可, 李景, 等. 剪切波弹性成像联合超声造影对甲状腺小结节的诊断价值[J]. *成都医学院学报*, 2020, 15(5): 578–582. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2257.2020.05.008.
- Shi B, Xu K, Li J, et al. Diagnostic value of shear wave elastography combined with contrast-enhanced ultrasound in thyroid nodules[J]. *J Chengdu Med Coll*, 2020, 15(5): 578–582. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2257.2020.05.008.
- [25] 楼军, 雷志锴, 孔凡雷, 等. 超声造影增强模式对 TI-RADS 4 类甲状腺结节良恶性的鉴别诊断价值[J]. *全科医学临床与教育*, 2018, 16(2): 217–219. DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2018.02.031.
- Lou J, Lei ZK, Kong FL, et al. The value of contrast-enhanced ultrasound in the differential diagnosis of TI-RADS 4 types of benign and malignant thyroid nodules[J]. *Clin Educ Gen Pract*, 2018, 16(2): 217–219. DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2018.02.031.
- [26] 任玲, 罗渝昆, 宋青, 等. 超声造影及弹性成像技术对超声造影无增强甲状腺结节良恶性的鉴别诊断价值 [J/OL]. *中华医学超声杂志: 电子版*, 2020, 17(6): 552–557[2021-03-17]. [http://chaosheng.cma\\_cmc.com.cn/CN/10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2020.06.012](http://chaosheng.cma_cmc.com.cn/CN/10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2020.06.012). DOI: 10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2020.06.012.
- Ren L, Luo YK, Song Q, et al. Value of contrast-enhanced ultrasonography and shear wave elastography in differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules without

- enhancement[J/OL]. *Chin J Med Ultrasound (Electron Ed)*, 2020, 17(6): 552-557[2021-03-17]. [http://chaosheng.cma\\_cmc.com.cn/CN/10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2020.06.012](http://chaosheng.cma_cmc.com.cn/CN/10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2020.06.012). DOI: 10.3877/cma.j.issn.1672-6448.2020.06.012.
- [27] Wu L, Yen HH, Soon MS. Spoke-wheel sign of focal nodular hyperplasia revealed by superb micro-vascular ultrasound imaging[J]. *QJM*, 2015, 108(8): 669-670. DOI: 10.1093/qjmed/hcv016.
- [28] 王欢, 邱建民, 骆圣辉. 灰阶模式超微血管成像技术评估甲状腺结节良恶性的应用价值[J]. *实用放射学杂志*, 2020, 36(5): 714-717. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2020.05.007.
- Wang H, Qiu JM, Luo SH. Application value of mSMI in evaluating benign and malignant thyroid nodules[J]. *J Pract Radiol*, 2020, 36(5): 714-717. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2020.05.007.
- [29] Remonti LR, Kramer CK, Leitão CB, et al. Thyroid ultrasound features and risk of carcinoma: a systematic review and meta-analysis of observational studies[J]. *Thyroid*, 2015, 25(5): 538-550. DOI: 10.1089/thy.2014.0353.
- [30] Zhan J, Diao XH, Jin JM, et al. Superb Microvascular Imaging—a new vascular detecting ultrasonographic technique for avascular breast masses: a preliminary study[J]. *Eur J Radiol*, 2016, 85(5): 915-921. DOI: 10.1016/j.ejrad.2015.12.011.
- [31] 张丽波, 张波, 曹京, 等. 超微血管成像技术在 TI-RADS 4 类甲状腺结节检测中的应用价值[J]. *中华超声影像学杂志*, 2017, 26(12): 1029-1033. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2017.12.004.
- Zhang LB, Zhang B, Cao J, et al. Value of superb micro-vascular imaging in TI-RADS 4 thyroid nodules[J]. *Chin J Ultrason*, 2017, 26(12): 1029-1033. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2017.12.004.

(收稿日期: 2021-03-18)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 论文中有效数字的确定及数字使用的注意事项

1. 有效数字的确定: 有效数字是在测量中所能得到的有实际意义的数字。一个由有效数字构成的数值, 只有末位数字是估计数字, 其余各位数字都是准确的。有效数字与测量仪器的灵敏度有关, 以天平称重为例, 如果天平的灵敏度为 0.1 mg, 那么称重结果 12.34 mg 中, 12.3 mg 为准确数字, 0.04 mg 为估计数字, 2 项合在一起组成有效数字。(1) 计量资料: 平均值 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )的位数, 除了取决于测量仪器的精密度外, 还取决于样本内个体的变异, 一般按标准差的 1/3 来确定。例如: (3.61 $\pm$ 0.42) kg, 标准差的 1/3 为 0.14, 标准差波动在百克位, 即小数点后第 1 位上, 故应取到小数点后第 1 位, 即 3.6 $\pm$ 0.4, 过多的位数并无意义。但是在一系列数值并列时, 小数点后的位数应一致。例如在 3.61 $\pm$ 0.42、5.86 $\pm$ 0.73、2.34 $\pm$ 0.15 这样一组数据中, 第 3 组数据标准差 0.15 的 1/3 为 0.05, 在小数点后第 2 位, 则这组数据的有效位数均可取到第 2 位。(2) 计数资料: 以相对数表示时, 其有效位数要以分母确定, 分母 $<$ 10 时, 一般不用百分数表示, 如 5/8; 分母 10~99, 百分数到个位, 如 68%; 分母 100~999, 百分数到小数点后 1 位, 如 34.5%; 余类推。

2. 数字使用中的注意事项: (1) 尾数“0”多的 5 位以上数字, 可以改写为以万和亿为单位的数。一般情况下不得以十、百、千、十万、百万、千万、十亿、百亿、千亿等作单位(百、千、兆等词头除外)。例如: 1 800 000 可写成 180 万; 142 500 可写成 14.25 万, 不能写成 14 万 2 千 5 百; 5000 字不能写成 5 千字。(2) 纯小数必须写出小数点前用以定位的“0”。数值有效位数末尾的“0”也不能省略, 应全部写出。例如: 1.500、1.750、2.000 不能写作 1.5、1.75、2。(3) 数值的修约按照 GB 8170-1987《数值修约规则》进行, 其简明口诀为“4 舍 6 入 5 看右, 5 后有数进上去, 尾数为 0 向左看, 左数奇进偶舍弃”。例如: 修约到 1 位小数, 12.149 修约为 12.1; 12.169 修约为 12.2; 12.150 修约为 12.2; 12.250 修约为 12.2。(4) 附带长度单位的数值相乘, 每个数值后单位不能省略。例如: 5 cm $\times$ 8 cm $\times$ 10 cm, 不能写成 5 $\times$ 8 $\times$ 10 cm 或 5 $\times$ 8 $\times$ 10 cm<sup>3</sup>。(5) 一系列数值的计量单位相同时, 可以仅在最末 1 个数字后写出单位符号, 例如: 60、80、100 mol/L, 不必写作 60 mol/L、80 mol/L、100 mol/L。(6) 用数字作分层或分组标志时, 要注意避免含混不清或数值不连续。