

超声新技术鉴别亚甲炎与甲状腺乳头状癌的研究进展

张美涵 沈红梅* (通讯作者)

(延边大学附属医院(延边医院) 吉林延吉 133000)

【摘要】亚急性甲状腺炎(SAT)与甲状腺乳头状癌(PTC)超声表现相似,常规超声鉴别困难。本文综述超声弹性成像、超微血流成像、超声造影、超声引导下细针穿刺活检、人工智能超声及超声影像学在二者鉴别中的应用进展。上述技术分别从组织硬度、血流特征、微循环灌注、细胞学、智能分析及高通量特征量化等方面弥补了传统超声不足,显著提高鉴别诊断准确性。其中剪切波弹性成像、超微血流定量分析、影像学联合模型优势突出。目前各技术仍存在诊断标准不统一、受图像质量影响等局限。未来需开展多中心大样本本研究,完善规范并构建综合诊断体系,为临床精准诊疗提供依据。

【关键词】亚急性甲状腺炎;甲状腺乳头状癌;甲状腺超声;超声诊断新技术

Research Progress on Novel Ultrasound Techniques for Differentiating Subacute Thyroiditis (SAT) and Papillary Thyroid Carcinoma (PTC)

Zhang Meihan Shen Hongmei* (Corresponding Authors)

(Yanbian University Affiliated Hospital (Yanbian Hospital), Yanji, Jilin 133000)

[Abstract] The ultrasound manifestations of subacute thyroiditis (SAT) and papillary thyroid carcinoma (PTC) are similar, making conventional ultrasound difficult to differentiate between the two conditions. This review summarizes the application progress of ultrasound elastography, ultrafine blood flow imaging, ultrasound contrast imaging, ultrasound-guided fine-needle aspiration biopsy, artificial intelligence ultrasound, and ultrasound imagingomics in distinguishing between SAT and PTC. These techniques address the limitations of traditional ultrasound by evaluating tissue stiffness, blood flow characteristics, microcirculatory perfusion, cytological features, intelligent analysis, and high-throughput quantitative analysis, significantly improving diagnostic accuracy. Among them, shear wave elastography, ultrafine blood flow quantification, and integrated imagingomics models demonstrate particular advantages. However, current techniques still face limitations such as non-uniform diagnostic criteria and dependence on image quality. Future research should focus on multicenter, large-sample studies to establish standardized protocols and comprehensive diagnostic frameworks, providing a basis for precise clinical diagnosis and treatment.

[Key words] Subacute thyroiditis; Papillary thyroid carcinoma; Thyroid ultrasound; New ultrasonic diagnostic techniques

亚急性甲状腺炎(subacute thyroiditis, SAT)和甲状腺乳头状癌(papillary carcinoma of the thyroid, PTC)均为临床常见的甲状腺疾病。甲状腺乳头状癌是临床最常见的甲状腺癌类型,约占甲状腺癌总数的80%,且发病率呈逐年上升趋势。中国癌症协会数据显示,我国甲状腺癌发病率正以每年20%的速度持续增长,已位居所有恶性肿瘤的第4位。亚急性甲状腺炎的发病机制目前尚未明确,有研究认为其发病可能与病毒感染相关,临床主要表现为颈前区的疼痛或压痛。SAT的典型超声表现为片状低回声区且边界模糊,该表现与PTC超声特征极其相似,导致常规超声难以对二者进行有效鉴别。因此,本文就超声新技术在亚急性甲状腺炎与甲状腺乳头状癌鉴别诊断中的新进展进行综述,旨在为二者的早期诊断及临床医生制定合理治疗方案时提供参考。

1 超声弹性成像技术

超声弹性成像(Ultrasound Elastography, UE)是基于生物力学原理的组织定量评估技术,通过检测组织受外力压迫后的应变分布特征,将杨氏模量所反映的组织弹性属性进行可视化呈现。研究证实,亚急性甲状腺炎(SAT)与甲状腺乳头状癌(PTC)硬度存在本质差异: SAT硬度随病程动态变化,早期偏硬、恢复期逐渐变软; PTC则呈持续高硬度。目前,临床上使用的超声弹性成像技术中SWE不受操作者主观影响,诊断结节的准确率更高主要有两种:应变式弹性成像和剪切波弹性成像(Shear wave elastography, SWE),其中SWE可定量、重复性好、不受操作者主观影响,诊断准确率更高。相关研究进一步表明,剪切波弹性成像联合多模态超声检查,可通过量化分析组织弹性差异,突破常规超声仅依靠形态学特征诊断的局限,大幅提升亚急性甲状腺炎与甲状腺乳头状癌鉴别诊断的准确性。同时, SWE的定量弹性指数可预测病理性甲状腺外侵犯(ETE), SWE可作为灰度超声波的辅助方法,用于术前预测PTC预后,为临床制定

个体化治疗方案、评估疾病进展风险提供重要参考。总之，SWE 在甲状腺相关病变鉴别诊断中稳定的高准确性，使其成为衔接影像评估与临床诊疗的重要桥梁，对优化 SAT 与 PTC 的诊疗流程、改善患者预后具有重要临床意义。

2 超微血流成像技术

超微血流成像 (SMI) 可区分运动伪影与血流信号，清晰显示微小血管，在血流模式识别与血管密度定量方面优势明显，对 SAT 与 PTC 鉴别具有重要价值。SAT 多呈“车轮状 / 树枝状血流”，PTC 以“穿支状 / 蟹爪状血流”为主，为鉴别提供特异性依据。Hong MJ 等通过血管密度定量建立诊断阈值，实现从定性到定量的突破，提升诊断客观性。SMI 无需造影剂即可接近超声造影效果，操作便捷、高效。荟萃分析证实，灰阶超声联合 SMI 鉴别效能稳定，具备循证医学支撑。目前该技术缺乏统一诊断标准，需开展多中心、大样本研究完善规范，指导临床应用。

3 超声造影技术

超声造影为高精度微血管显像技术，通过静脉注射微泡造影剂，动态显示病灶微循环灌注特征，弥补常规超声对微小血管显示不足的缺陷。薛莹等联合 VueBox 软件定量分析，对甲状腺乳头状癌 (PTC) 鉴别特异度达 81.1%。Lin He 等构建的超声造影评分模型，可评估中央区淋巴结转移，AUC 为 0.79。Gal-3 靶向微泡能提高高侵袭性 PTC 诊断精准度。程利恒等将造影参数与甲状腺影像报告和数据系统评分结合，诊断灵敏度升至 95.24%。此外，超声造影通过定性与定量参数，可鉴别分化型甲状腺癌与良性结节，峰值强度特异度 80.6%、外部锐利度灵敏度 73.0%，提供多维度影像学依据。

4 超声引导下细针穿刺活体检查术

超声引导下细针穿刺细胞学检查 (FNAB) 是在超声实时监测下，对甲状腺病灶进行细针取样、通过细胞学分析明确病变性质的微创技术。相较于粗针穿刺活检，FNAB 具有创伤小、安全性高、操作简便等优势，临床应用更为广泛。刘琪等研究显示，FNAB 对直径 ≤ 10 mm、触诊阴性的甲状腺结节，诊断符合率达 94.27%，且无假阳性，可靠性高。褚一川等报道，其诊断甲状腺微小乳头状癌的灵敏度为 80.90%、特异度 76.76%。魏霖等证实，FNAB 单独诊断甲状腺乳头状癌敏感度为 77.24%，联合 BRAF V600E 基因检测后，敏感度

提升至 92.41%，特异度保持 100%。Vural 等指出，FNAB 可通过多核巨细胞、炎症背景、上皮样肉芽肿等细胞学特征，有效鉴别亚急性甲状腺炎与甲状腺乳头状癌。

5 动态人工智能超声技术

人工智能依托深度学习算法，可挖掘医学影像多维特征、模拟临床诊断思维，是甲状腺超声诊断领域的新兴技术。研究显示，人工智能辅助诊断系统能自动分割结节区域、量化提取形态与纹理特征，实现甲状腺结节良恶性的快速、客观评估。临床研究表明，该技术鉴别良恶性结节的 AUC 达 0.939、准确率 89.8%，对 ≤ 10 mm 微小结节诊断特异度 76.8%，优于超声医师水平，在微小结节鉴别中优势显著。传统超声易受操作者经验与主观判断影响，误诊率较高；而人工智能可减少主观偏差，诊断一致性 Kappa 值 0.819，明显高于常规超声的 0.633，且无创便捷，能降低漏诊、误诊风险。Yao S 等发现，其诊断甲状腺乳头状癌中央区淋巴结转移的 AUC 达 0.878，显著优于人类专家的 0.561，对复杂病变评估效能更高。人工智能虽优势突出，但准确性受图像质量、数据异质性及病理类型影响，存在局限性，临床需结合患者临床特征与实验室检查综合判断，不可单独作为确诊依据。

6 超声影像组学

超声影像组学依托图像处理技术，从超声图像中提取形态、纹理、灰度分布等高通量化特征，挖掘其与病理生物学特征的关联并构建模型，为甲状腺病变鉴别与评估提供客观依据。汪永凤等证实，影像组学模型可多维度量化病灶特征，助力亚急性甲状腺炎 (SAT) 与甲状腺乳头状癌 (PTC) 鉴别。杨雅茹等研究显示，影像组学联合临床特征鉴别二者的 AUC 达 0.823、准确率 80.9%，对 ≤ 1 cm 微小病灶特异度 65.2%，非典型病例鉴别优势显著，一致性优于单一超声。常规超声易受炎症背景干扰、误诊风险高，而超声联合 CT 影像组学模型可减少主观偏差，AUC 高达 0.928，且无创、重复性好。该技术鉴别 SAT 与 PTC 的灵敏度 77.3%，高于传统超声的 64.3%。Gao 等构建的深度学习、影像组学与临床特征联合模型，鉴别 PTC 转移灶与炎性病变的 AUC 达 0.841，优于单一模型，提升了复杂场景下的诊断效能。

综上所述，各类超声新技术有效弥补传统超声不足，显著提高亚急性甲状腺炎与甲状腺乳头状癌的鉴别准确率。影像组学可高通量化病灶特征，但受采集参数与感兴趣区影

响;超声造影能清晰显示微灌注,提升不典型病例诊断效能,但定量结果依赖感兴趣区范围;细针穿刺细胞学检查可靠性高,但操作偏复杂且存在取样失败风险;人工智能辅助系统鉴别效能突出,但受图像质量、数据异质性限制,对异病同

像病例特异性不足。超声弹性成像与超微血流成像则分别从硬度与血流特征提供多维度依据。未来需开展多中心、大样本研究,完善诊断标准,探索联合方案并构建综合鉴别体系,以提高诊断精准度、优化诊疗并改善预后。

参考文献:

- [1]李惠霖,张波.超声特征与甲状腺乳头状癌基因突变及病理亚型的相关性[J].中国医学科学院学报,2024,46(05):747-755.
- [2]文静,段海松,罗立娟,等.常规超声及超声造影在伴声晕甲状腺结节超声诊断中的价值[J].遵义医科大学学报,2023,46(11):1094-1100.
- [3]魏君慈,孙园园,巩雪,等.二维超声联合超声弹性成像在亚急性肉芽肿性甲状腺炎与甲状腺乳头状癌鉴别诊断中的价值[J].中国超声医学杂志,2024,40(12):1336-1340.
- [4]赵娜,杜凯,郑帅,等.多模态超声诊断乳腺癌切除术后局部复发研究进展[J].中国医学影像技术,2023,39(11):1745-1748.
- [5]刘颖,徐娟,冯华梅,等.多模态超声在甲状腺炎性疾病与结节鉴别诊断中的应用[J].中国医学物理学杂志,2024,41(04):444-448.
- [6]Hong MJ,Ahn HS,Ha SM,et al.Quantitative analysis of vascularity for thyroid nodules on ultrasound using superb microvascular imaging:Can nodular vascularity differentiate between malignant and benign thyroid nodules[J].Medicine(Baltimore),2022,101(5):e28725.
- [7]王莹,张岱,杨凡,等.超微血流显像与超声造影对甲状腺实性结节的诊断价值[J].中国肿瘤临床,2021,48(14):711-715.
- [8]Li W,Ge Z,Cai S,et al.Diagnostic value of greyscale ultrasound combined with superb microvascular imaging in thyroid nodules:a systematic review and meta-analysis[J].Quant Imaging Med Surg,2025,15(1):440-454.
- [9]薛莹.超声造影定量分析对甲状腺乳头状癌的诊断价值[D].山西医科大学,2024.
- [10]He L,Chen X,Hu J,et al.Score based on contrast-enhanced ultrasound predict central lymph node metastasis in papillary thyroid cancer[J].Frontiers in Endocrinology,2024,15:1336787.
- [11]程利恒,吴豪杰,段亚杰.超声造影参数联合甲状腺影像报告和数据系统评分鉴别诊断甲状腺乳头状癌价值探讨[J].社区医学杂志,2023,21(19):1010-1015.
- [12]刘琪,康劲松,马珩,等.超声引导下细针吸取细胞病理学诊断甲状腺乳头状癌的临床研究[J].华中科技大学学报(医学版),2024,53(5):676-681.
- [13]褚一川.超声智能化诊断技术、超声引导下细针穿刺细胞学检查及 BRAF V600E 基因对甲状腺微小乳头状癌的诊断价值[J].影像研究与医学应用,2025,9(20):98-100.
- [14]魏霖,钟国栋.细针穿刺联合 BRAF V600E 基因检测在甲状腺乳头状癌中的临床价值[J].罕少疾病杂志,2025,32(6):44-46.
- [23]VuralÇ,Paksoy N,Gök ND,et al.Subacute granulomatous(De Quervain's)thyroiditis:Fine-needle aspiration cytology and ultrasonographic characteristics of 21 cases[J].CytoJournal,2015,12:9.
- [15]张华,王霞.多模态超声与人工智能对甲状腺乳头状癌中央区淋巴结转移诊断的研究进展[J].中国现代医生,2025,63(35):51-54+59.
- [16]Yao S,Shen P,Dai F,et al.Thyroid cancer central lymph node metastasis risk stratification based on homogeneous positionin g deep learning[J].Research(Wash D C),2024,7:432.
- [17]Lambin P,Rios-Velazquez E,Leijenaar R,et al.Radiomics:Extracting more information from medical images using advanced feature analysis[J].Eur J Cancer,2012,48(4):441-446.
- [18]汪永凤,欧小红,陈思元,等.影像组学分类甲状腺结节良恶性的研究进展[J].中国医疗设备,2023,38(7):170-176.
- [19]杨雅茹.基于影像组学鉴别非典型亚急性甲状腺炎及甲状腺乳头状癌的临床研究[D].重庆医科大学,2025.
- [20]Gao Y,Wang W,Yang Y,et al.An integrated model incorporating deep learning,hand-crafted radiomics and clinical and US features to diagnose central lymph node metastasis in patients with papillary thyroid cancer[J].BMC Cancer,2024,24(1):69.

第一作者:张美涵(1999年10月-),女,汉族,吉林省大安市人,硕士研究生,研究方向:超声医学;

*通讯作者:沈红梅,生日:1975年6月-,女,朝鲜族,吉林省延吉市人,研究生,职称:正高,研究方向:甲状腺超声技术。