

# 超微血流联合超声弹性成像在胸背部肿物中的诊断进展

高鲁伊<sup>1\*</sup> 杨艳秋<sup>2</sup>

1.青海大学附属医院

2.青海省第五人民医院

DOI:10.12238/ffcr.v3i5.16274

**[摘要]** 浅表肿物（年发病率约3%）包括良性（脂肪瘤等）和恶性（纤维肉瘤等）病变，其中恶性占比不足1%。虽然组织活检是诊断金标准，但其侵入性限制了临床应用。超声技术凭借无创、实时和高分辨率等优势，结合超微血流（SMI）及超声弹性成像（UE）等新技术，显著提高了诊断准确性。胸背部肿物来源复杂，临床表现缺乏特异性，超声在鉴别良恶性（如边界清晰的脂肪瘤与血供丰富的转移癌）方面具有重要价值。尽管新兴超声技术（SMI、UE）展现出良好应用前景，仍需进一步验证其诊断效能。未来研究应着重扩大样本量、优化诊断标准，并探索人工智能辅助诊断的可行性，以建立更精准的鉴别诊断体系。

**[关键词]** 浅表肿物；超声诊断；弹性成像；超微血流成像

中图分类号：R445.1 文献标识码：A

## Advances in the Diagnosis of Thoracodorsal Masses Using Super Microvascular Imaging Combined with Ultrasound Elastography: A Review

Luyi Gao<sup>1\*</sup>, Yanqiu Yang<sup>2</sup>

1 The Affiliated Hospital of Qinghai University

2 The Fifth People's Hospital of Qinghai Province

**Abstract:** Superficial masses, with an annual incidence of approximately 3%, include benign lesions such as lipomas, as well as malignant entities like fibrosarcomas, with malignant types accounting for less than 1%. Although tissue biopsy remains the gold standard for diagnosis, its invasive nature limits widespread clinical application. Ultrasound technology has gained prominence due to its non-invasiveness, real-time capability, and high resolution. The integration of advanced techniques such as Superb Microvascular Imaging (SMI) and Ultrasound Elastography (UE) has significantly improved diagnostic accuracy. Masses located in the thoracodorsal region pose particular diagnostic challenges due to their diverse origins and non-specific clinical manifestations. Ultrasound plays a crucial role in differentiating benign from malignant masses—for instance, distinguishing well-circumscribed lipomas from highly vascularized metastatic carcinomas. Despite the promising applications of emerging ultrasound technologies such as SMI and UE, further validation of their diagnostic efficacy is required. Future studies should focus on expanding sample sizes, optimizing diagnostic criteria, and exploring the feasibility of artificial intelligence-assisted diagnosis to establish a more precise differential diagnostic framework.

**Keywords:** superficial tumor; ultrasound diagnosis; elastography; superb microvascular imaging

## 引言

超微血流成像（SMI）与超声弹性成像（UE）作为多模态超声的重要进展，在胸背部浅表肿物的良恶性鉴别中展现出显著潜力。SMI可高分辨率显示病灶内微血管分布，UE能量化评估组织硬度，二者协同应用有效提升诊断敏感性与特异性，弥补了传统超声的局限。本文系统综述SMI与UE的技术原理、临床应用及研究进展，旨在为其在胸背部肿物无创精准诊断中的推广提供理论依据。

## 1 浅表肿物的流行病学与临床挑战

浅表肿物是指位于皮肤、皮下组织及皮肤附件等体表部位的局限性病变，包括非真性肿瘤和真性肿瘤<sup>[1]</sup>。流行病学数据显示，浅表肿物的年发病率约为3%，且近年来呈缓慢上升趋势<sup>[2]</sup>。尽管绝大多数浅表肿物为良性，仍有不足1%的病例可能为恶性肿瘤<sup>[3]</sup>。浅表肿物的发病率上升趋势可能与人口老龄化、环境因素及诊断技术改进有关。目前，组织活检（切除或穿刺）仍是确诊的金标准，但其作为侵入性检查，存在出血、感染甚至针道转移等风险，此外，胸背部深

部肿物（如位于胸壁深层、靠近肺组织）活检难度大。因此，近年来，非侵入性影像学检查（尤其是超声医学）在浅表肿物诊断中的价值日益受到关注，其无创、实时、高分辨率的优势为临床提供了重要的辅助诊断依据。

## 2 胸背部肿物的概述

四肢、颈部、胸背部及腹部的肿块来源差异主要与其解剖结构和组织类型相关。四肢常见良性病变如脂肪瘤和纤维瘤，恶性则以软组织肉瘤为主；颈部肿块多源于淋巴结炎、甲状腺结节，恶性需警惕淋巴瘤或转移癌；胸背部以脂肪瘤、皮脂腺囊肿多见，恶性可能涉及乳腺癌胸壁转移或胸壁骨肉瘤；腹部的良性病变包括腹壁脂肪瘤和疝气，恶性则需考虑肝癌、胰腺癌或纵隔肿瘤转移。临床鉴别需关注肿块生长速度（恶性通常增长快）、质地与活动度（良性较软可推动），以及是否伴随全身症状（如发热、消瘦）。建议对不明肿块，特别是质地硬、固定或快速增大者，及时行影像学或病理检查以明确诊断。

胸背部肿物是临床常见的病变，其组织来源多样，胸壁肿物和背部肿物的来源既有重叠也存在差异。两者均可由软组织肿瘤（如脂肪瘤、纤维瘤）、皮肤及附属器病变（如表皮样囊肿、黑色素瘤）、感染或炎症性病变（如脓肿、肉芽肿）以及转移性肿瘤引起。然而，胸壁肿物更可能涉及骨或软骨来源、乳腺组织延伸（如乳腺癌侵犯或副乳腺肿瘤）或胸膜病变（如间皮瘤）；而背部肿物则需重点关注脊柱相关病变、肌肉来源肿瘤或先天性异常（如脊膜膨出）。

胸背部肿物患者多因局部肿痛或活动受限就诊，临床表现缺乏特异性，早期鉴别诊断难度较大，易延误治疗并影响预后。根据病理性质，胸背部肿物可分为良性和恶性两大类：良性病变通常边界清晰、生长缓慢且血供稀疏；而恶性病变则多呈浸润性生长，血供丰富，这与肿瘤血管生成因子的激活及新生血管的异常增殖密切相关<sup>[4]</sup>。

## 3 胸背部肿物的超声影像学诊断

在浅表肿物的影像学评估中，超声检查因其无创、便捷、实时动态成像等优势，已成为临床首选的初步筛查工具。与其他影像学方法相比，X线对软组织分辨率较低，且易受重叠结构干扰，存在较高的漏诊风险；CT虽可提供较高的软组织对比度，但对于微小病灶可能漏检，并因辐射暴露问题限制其在特殊人群（如孕妇）中的应用；MRI虽具有优异的软组织分辨率，但检查费用较高，且对体内植入金属装置的患者存在绝对禁忌。相比之下，超声检查不仅可清晰显示肿物的形态、边界、内部结构及其与周围组织的解剖关系，还能通过彩色多普勒血流成像（CDFI）评估病灶的血流特征，为良恶性鉴别提供重要依据<sup>[5]</sup>。频率 $\geq 10$  MHz的高频超声可分辨0.1mm结构，对浅表脂肪瘤诊断准确率较高，文献报道超声对诊断脂肪瘤的敏感度、特异度以及准确率分别为92%、100%、96%<sup>[6]</sup>。典型脂肪瘤表现为椭圆形低回声，伴纤细分隔光带，血流稀疏。而恶性肿物则血流信号杂乱（如RI>0.7）。

然而，超声对部分肿物的定性诊断仍存在一定局限性，

其敏感度与操作者经验及设备分辨率密切相关，部分良性病变（如炎症包块）可表现为恶性征象（如高硬度、丰富血流），易导致误诊，需结合临床病史（如外伤、感染史）综合判断。近年来，随着高频超声（High-Frequency Ultrasound, HFUS）、超声弹性成像（Ultrasound Elastography, UE）、超微血流成像（Superb Microvascular Imaging, SMI）及超声造影（Contrast-Enhanced Ultrasound, CEUS）等新技术的应用，超声对浅表肿物的诊断效能得到显著提升，进一步巩固了其在临床实践中的重要地位。

## 4 新兴技术的突破与挑战

SMI是一种先进的多普勒超声技术，以其卓越的分辨率能够清晰显示极低速血流信号，显著提升了对组织微血管的检出能力，优于传统多普勒技术<sup>[7]</sup>。SMI不仅能直观呈现病灶内血流的空间分布与形态学特征，为良恶性鉴别提供重要信息，还可通过手动圈定感兴趣区（Region of Interest, ROI）并利用内置像素分析软件计算血流指数，实现对病变血供丰富程度的定量评估。值得注意的是，研究证实SMI与CEUS的诊断效果显著一致，敏感性（80.8% vs 88.5%），特异性（80.6% vs 83.9%）<sup>[8]</sup>。

UE技术则基于不同组织间弹性系数（硬度）的差异进行成像。该技术通过控制探头对目标区域施加轻微、匀速的“加压-减压”动态应力，诱导组织产生形变（位移、应变、速度变化），并综合应用影像采集与数字图像处理技术，定量分析这些形变参数以评估组织硬度<sup>[9]</sup>。UE主要分为两类：应变弹性成像（Strain Elastography, SE）测量组织在机械应力作用下的相对形变程度。在弹性图中，硬度较高的组织通常呈现蓝色（低应变，弹性评分高），较软组织呈现红色（高应变，弹性评分低），中等硬度组织为绿色。剪切波弹性成像（Shear Wave Elastography, SWE）：通过测量在组织内激发产生的剪切波传播速度来绝对量化组织硬度（速度与硬度呈正相关）。

UE通过检测肿物在外力或内部压力下的形变程度，量化评估组织硬度，而硬度差异是鉴别良恶性病变的重要指标（恶性病变因细胞密度高、纤维增生，通常更硬）。

SMI与UE这两项技术凭借其独特的优势，已在全身各器官及组织的病变评估中得到广泛应用。当前研究表明，SMI和UE技术作为新兴的超声诊断方法，已在甲状腺及乳腺疾病诊断<sup>[10]</sup>、胎盘血流监测<sup>[11-12]</sup>、肿瘤微血管评估、移植脏器功能评价及颈动脉斑块稳定性判断<sup>[13-14]</sup>等多个领域展现出显著优势。SMI和UE联合应用在乳腺病变中已证实可提升准确度至89.3%<sup>[15]</sup>，胸背部肿物的初步研究显示相似潜力，但需大样本验证。

## 5 结语与展望

超声技术凭借高频精细成像、血流动力学评估及组织弹性定量分析，已在浅表肿物（尤其胸背部）的诊断中确立了核心地位。SMI与UE的联合应用，展现出突破传统超声敏感度限制的潜力（如将恶性病变检出率显著提升

至>90%)，但其操作者依赖性仍需通过多学科协作加以克服。未来发展的关键突破口，在于人工智能算法（深度学习模型在辅助诊断皮肤浅表肿物中可辅助30年经验医师提升准确率至89.7%，8年经验医师提升准确率至87.9%，其潜力可扩展至胸背部肿物分析）与现有技术的深度整合，以实现更精准的诊断<sup>[6]</sup>。

后续研究应着力于：（1）扩大样本量，系统验证SMI联合UE诊断体系的可靠性；（2）优化并标准化SMI和UE的操作规范与联合诊断标准（如建立SMI分级0-4级与UE评分1-5分的整合判读体系）；（3）深入探索人工智能在辅助解读联合图像特征、提升诊断效能方面的应用潜力；（4）开展多中心、大样本研究，纳入不同地域、多设备型号数据以最大限度减少偏倚，构建普适性更强的诊断模型。

未来多模态超声的发展方向包括：（1）结合人工智能技术实现肿物特征的自动识别与良恶性预测；（2）开发更高频率的超声探头，提升深部肿物的显示分辨率；（3）探索分子靶向超声造影剂，实现对肿瘤细胞的特异性成像，进一步提高诊断精准度。

随着超声新技术的持续革新与融合，SMI与UE的整合应用有望成为浅表肿物诊断流程中不可或缺的利器，为临床提供更精准、无创的诊断决策支持，最终为实现个体化精准诊疗的目标奠定坚实基础。

#### [参考文献]

[1]王艳,薛思生,何以救,等.高频彩色多普勒超声在浅表软组织肿物诊断及鉴别诊断中的应用[J].中外医疗,2017,36(21):177-179,182.

[2]Pekcevik Y, Kahya MO, Kaya A. Characterization of Soft Tissue Tumors by Diffusion-Weighted Imaging. *Iran J Radiol.* 2015 Jul 22;12(3):e15478. doi: 10.5812/iranjradiol.15478v2. PMID: 26557269; PMCID: PMC4632135.

[3]Long B, Zhang H, Zhang H, Chen W, Sun Y, Tang R, Lin Y, Fu Q, Yang X, Cui L, Wang K. Deep learning models of ultrasonography significantly improved the differential diagnosis performance for superficial soft-tissue masses: a retrospective multicenter study. *BMC Med.* 2023 Oct 26;21(1):405. doi: 10.1186/s12916-023-03099-9. PMID: 37880716; PMCID: PMC10601110.

[4]谢嘉楠. 浅表软组织肿块的常见病理类型、超声图像特征及临床特征[D].重庆医科大学,2018.

[5]贺芬宜,司徒明珠,陈含菡.超声弹性成像引导穿刺活检对浅表器官疾病的临床应用价值分析[J].中国药物与临床,2019,19(23):4078-4080.

[6]Wagner JM, Lee KS, Rosas H, et al. Accuracy of sonographic diagnosis of superficial masses[J]. *Ultrasound*

*Med*,2013,32(8):1443-1450.

[7]Kong J, Li JC, Wang HY, Wang YH, Zhao RN, Zhang Y, Jin J. Role of Superb Micro-Vascular Imaging in the Preoperative Evaluation of Thyroid Nodules: Comparison With Power Doppler Flow Imaging. *J Ultrasound Med.* 2017 Jul;36(7):1329-1337.

[8]张喆.示卓安超声造影与超微血管成像在乳腺病变中的应用价值[D].河北医科大学,2023.

[9]Nayman A, Seher N, Öztürk M, Özer H, Çelik G. The role of superb micro-vascular imaging in detecting low-grade inflammation among adults and those with chronic kidney disease: A preliminary study. *Turk J Med Sci.* 2023 Jun;53(3):692-700.

[10]Luo H, Yin L. Diagnostic value of superb micro-vascular imaging and color doppler for thyroid nodules: A meta-analysis. *Front Oncol.* 2023 Apr 5;13:1029936.

[11]García-Jiménez R, Arroyo E, Borrero C, García-Mejido JA, Sosa F, Fernández-Palacín A, Sainz JA. Evaluation of Placental Micro-vascularization by Superb Micro-vascular Imaging Doppler in Cases of Intra-uterine Growth Restriction: A First Step. *Ultrasound Med Biol.* 2021 Jun;47(6):1631-1636

[12]Hasegawa J, Yamada H, Kawasaki E, Matsumoto T, Takahashi S, Suzuki N. Application of superb micro-vascular imaging (SMI) in obstetrics. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2018 Jan;31(2):261-263.

[13]李喜艳. 超微血管成像技术对痛性关节炎患者滑膜炎改变检测价值的探讨[D].承德医学院,2024.

[14]赵慧. 灰阶超声联合超微血流成像和彩色多普勒在评价溃疡性结肠炎活动性中的应用价值[D].中国医科大学,2020.

[15]杨丽莹.多模态超声对乳腺肿物良恶性的诊断价值分析[D].华北理工大学,2021.

[16]Long B, Zhang H, Zhang H, Chen W, Sun Y, Tang R, Lin Y, Fu Q, Yang X, Cui L, Wang K. Deep learning models of ultrasonography significantly improved the differential diagnosis performance for superficial soft-tissue masses: a retrospective multicenter study. *BMC Med.* 2023 Oct 26;21(1):405.

#### 作者简介:

高鲁伊(1998.01-),女,汉族,吉林省辽源市人,硕士在读,研究方向为超声医学方向。