

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2025.02.003

增强超声引导下经皮微波消融 在甲状腺良性结节中的应用价值

马雪颖, 杨利平, 夏艳

(濮阳市中医医院超声介入科, 河南濮阳 457000)

【摘要】目的 探讨在甲状腺良性结节治疗中, 增强超声 (Contrast-Enhanced Ultrasound, CEUS) 与彩色多普勒超声 (Color Doppler Flow Image, CDFI) 引导下经皮微波消融的治疗效果。**方法** 将濮阳市中医医院 2021 年 5 月至 2024 年 5 月收治的 125 例甲状腺良性结节患者纳入研究。按照随机数字表法进行分组, 对照组 62 例予以 CDFI 引导下经皮微波消融治疗, 观察组 63 例予以 CEUS 引导下经皮微波消融治疗。观察两组的消融效果、甲状腺激素 [游离甲状腺素 (Free Thyroxine, FT4)、促甲状腺激素 (Thyroid-Stimulating Hormone, TSH)、游离三碘甲状腺原氨酸 (Free Triiodothyronine, FT3)] 水平及并发症发生情况。**结果** 观察组完全消融率 (95.24%) 较对照组 (83.87%) 高, 术后不同时间点结节体积较对照组小 ($P < 0.05$); 两组术后 FT4、TSH、FT3 水平对比差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 与对照组并发症发生率 (16.14%) 相比, 观察组 (4.77%) 更低 ($P < 0.05$)。**结论** 在甲状腺良性结节治疗中, 与 CDFI 引导下经皮微波消融相比, CEUS 引导下经皮微波消融可提高消融效果, 不会影响甲状腺激素水平, 可以保持内分泌系统相对稳定, 且有助于降低术后并发症发生率。

【关键词】 增强超声; 彩色多普勒超声; 经皮微波消融; 甲状腺良性结节**【中图分类号】** R581**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2025) 02-0146-06

Application Value of Enhanced Ultrasound-Guided Percutaneous Microwave Ablation in Benign Thyroid Nodules

MA Xueying, YANG Liping, XIA Yan

(Department of Ultrasound Intervention, Puyang Hospital of Traditional
Chinese Medicine, Puyang, Henan 457000, China)

【Abstract】Objective To explore the therapeutic effects of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) and color Doppler flow image (CDFI) -guided percutaneous microwave ablation in the treatment of benign thyroid nodules. **Methods** A total of 125 patients with benign thyroid nodules admitted to Puyang Hospital of Traditional Chinese Medicine from May 2021 to May 2024 were included in the study. According to the random number table group, 62 patients in the control group received CDFI-guided percutaneous microwave ablation, and 63 patients in the observation group received CEUS-guided percutaneous microwave ablation. The ablation effect, levels of thyroid hormone [Free Thyroxine (FT4), Thyroid-Stimulating Hormone (TSH), Free Triiodothyronine (FT3)] and incidence of complications were observed in the two groups. **Results** The total ablation rate of observation group (95.24%) was higher than that of control group (83.87%), and the nodule volume was smaller at different time points after operation ($P < 0.05$). There

收稿日期: 2025-01-21。

作者简介: 马雪颖 (1990—), 女, 汉族, 本科生, 河南濮阳人, 职称: 主治医师; 研究方向: 超声; 单位: 濮阳市中医医院超声介入科。

was no significant difference in FT4, TSH and FT3 levels after operation between the two groups ($P>0.05$). Compared with the control group (16.14%), the incidence of complications in the observation group (4.77%) was lower ($P<0.05$).

Conclusion In the treatment of benign thyroid nodules, compared with CDFI-guided percutaneous microwave ablation, CEUS-guided percutaneous microwave ablation can improve the ablation effect, without affecting thyroid hormone levels, maintain the relative stability of the endocrine system, and help reduce the incidence of postoperative complications.

【Key words】 Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS); Color Doppler Ultrasound; Percutaneous Microwave Ablation; Benign Thyroid Nodules

0 引言

经皮微波消融治疗技术作为一种创新的微创治疗手段,在甲状腺良性结节的治疗中具有重要价值。该技术通过将特制的消融电极精确地植入靶组织,将微波能量转化为热能,使靶区产生高温,从而引发组织凝固性坏死,实现对病灶的局部精准治疗^[1-2]。与传统手术相比,经皮微波消融术创伤小、恢复快,可显著提升患者的术后生活质量^[3-4]。然而,其治疗效果的精确评估仍面临挑战。彩色多普勒超声(Color Doppler Flow Image, CDFI)在甲状腺结节的定位和初步评估中发挥了关键作用,但其成像原理限制了其在三维立体成像和活性组织识别方面的表现,难以精确地判断消融边界和活性组织残留情况,影响治疗的彻底性和安全性^[5]。为此,增强超声(Contrast-Enhanced Ultrasound, CEUS)技术应运而生。CEUS通过引入微泡造影剂,显著增强了组织间的对比度,能够更细致地反映结节内部细胞的代谢活性和微血管血流灌注状态。这一技术不仅弥补了CDFI的不足,还为经皮微波消融治疗提供了更可靠的疗效评估手段,有助于实现更精确的治疗边界划定和疗效监测^[6]。鉴于CEUS在甲状腺结节评估中的独特优势及其在经皮微波消融治疗中的潜在应用价值,本研究旨在深入探讨CEUS在引导经皮微波消融治疗甲状腺良性结节中的具体应用效果,评估其对治疗精准度和安全性的提升作用,通过对比分析CEUS与CDFI引导下经皮微波消融治疗的临床数据,为优化甲状腺良性结节的微波消融治疗方案提供科学依据,推动该领域的技术创新

与临床实践发展。

1 资料与方法

1.1 一般资料

将我院超声介入科收治的125例甲状腺良性结节患者进行分组,病例纳入时间为2021年5月至2024年5月。按照随机数字表法将患者分为对照组和观察组,两组患者人数分别为62例和63例。其中对照组男30例,女32例;年龄20~45岁,平均年龄(36.94 ± 6.01)岁;身体质量指数(Body Mass Index, BMI)20~23 kg/m²,平均BMI(22.69 ± 0.28) kg/m²;结节类型为35例单纯囊性,20例混合性,7例实质性;结节直径0.5~5.0 cm,平均直径(3.26 ± 1.01) cm;结节体积0.5~18.0 cm³,平均体积(5.69 ± 0.28) cm³;40例单发,22例多发。观察组男35例,女28例;年龄21~44岁,平均年龄(37.79 ± 5.94)岁;BMI 20~23 kg/m²,平均BMI(22.71 ± 0.24) kg/m²;结节类型为36例单纯囊性,21例混合性,6例实质性;结节直径0.6~5.0 cm,平均直径(3.29 ± 1.02) cm;结节体积0.6~18.0 cm³,平均体积(5.71 ± 0.29) cm³;43例单发,20例多发。上述资料两组对比无统计学差异($P>0.05$),具有可比性。纳入标准:①经病理学检查证实为甲状腺良性结节^[7];②均为首次就诊;③均接受经皮微波消融治疗;④患者及家属签署知情同意书。排除标准:①合并恶性肿瘤者;②甲状腺结节周围存在神经或血管粘连者;③病灶对侧声带功能异常者;④超声提示结节内存在粗大钙化病灶者。本研究获得了医院伦理委员会的批准。

1.2 方法

两组均完善术前检查，行细针穿刺细胞病理学检查，明确结节的病理类型及甲状腺良性结节发生部位与大小等情况。所有检查工作均由同一位医师完成。

对照组予以 CDFI 引导下经皮微波消融。患者平躺，垫高肩部下方以确保颈部完全展露，执行标准消毒程序并铺设无菌单。采用含 2% 利多卡因的局部麻醉剂（天津金耀湖；5mL : 0.1g）予以局部皮下浸润麻醉。利用飞利浦 eL18-4 线性阵列超声探头调整取样框尺寸，确保覆盖结节及其周围至少 5mm 区域。设置彩色壁滤波 <100 Hz，彩色血流速度为 -6.5 ~ 6.5cm/s。调节血流增益直至清晰显示微小血管后，指示患者维持平稳的呼吸，记录动态超声图像并进行消融治疗。

观察组予以 CEUS 引导下经皮微波消融。麻醉方式和体位同对照组，采用飞利浦 eL18-4 线性阵列超声探头（频率 5 ~ 9 MHz），配备实时造影匹配成像技术，经肘静脉分团注入示卓安（Sonazoid）超声造影剂，0.6mL/次。消融前，采用 CEUS 精确界定结节的边缘及其内部活跃区域，并据此选定针的插入点和行进路线。在颈部外侧将微波消融探针的尖端精确地送达结节中心位置，依据结节的具体尺寸灵活调整微波输出的功率水平（保持在 20 ~ 30 W），正式启动微波消融治疗流程。未见残留增强回声后将消融针退出，结束手术。

两组经皮微波消融后，采用无菌纱布加压包扎穿刺点，以冰袋进行局部压迫，观察穿刺点出血、局部血肿等情况。术后随访 3 个月，无 1 例失访。

1.3 观察指标和评价标准

观察两组的消融效果、甲状腺激素水平及并发

症发生情况。

(1) 消融效果。术后 1 个月、3 个月实施颈部甲状腺超声检查，观察结节体积变化情况，记录结节的体积 $V = nabc/6$ ($n = 8\pi$, $a =$ 结节最大直径, $b =$ 相应的横径, $c =$ 垂直径), 同时记录完全消融率 (CEUS 显示结节内部及边缘未见造影剂则为完全消融)。

(2) 甲状腺激素水平。术前、术后 3 个月抽取患者空腹静脉血 2mL, 采用全自动生化仪 (新产业 X8) 以磁微粒化学发光法测量游离甲状腺素 (Free Thyroxine, FT4)、促甲状腺激素 (Thyroid-Stimulating Hormone, TSH)、游离三碘甲状腺原氨酸 (Free Triiodothyronine, FT3)。

(3) 并发症发生情况。记录患者声音嘶哑、穿刺点出血、局部血肿、疼痛情况。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 22.0 软件进行数据分析, 计数资料用 % 表示, 采用 χ^2 检验; 计量资料用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 采用 t 检验; $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 消融效果对比

观察组完全消融率 (95.24%) 较对照组 (83.87%) 高, 观察组术后不同时间点结节体积较对照组小 ($P < 0.05$), 如表 1 所示。

2.2 甲状腺激素水平对比

两组术后 FT4、TSH、FT3 水平对比差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 如表 2 所示。

2.3 并发症发生情况对比

与对照组并发症总发生率 (16.14%) 相比, 观

表 1 两组消融效果对比
Tab. 1 Comparison of ablation effects between two groups

组别	结节体积 ($\bar{x} \pm s$, cm ³)			完全消融率 [n (%)]
	术前	术后 1 个月	术后 3 个月	
观察组 (n=63)	5.71 ± 0.29	3.12 ± 0.21	1.12 ± 0.21	60 (95.24)
对照组 (n=62)	5.69 ± 0.28	3.54 ± 0.32	1.59 ± 0.32	52 (83.87)
t/χ^2 值	0.932	8.661	9.692	4.333
P 值	0.696	<0.001	<0.001	0.037

表 2 两组甲状腺激素水平对比 ($\bar{x}\pm s$)
Tab. 2 Comparison of thyroid hormone levels between two groups ($\bar{x}\pm s$)

组别	FT4/ (pmol/L)		TSH/ (mIU/L)		FT3/ (pmol/L)	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
观察组 (n=63)	13.12±1.26	14.45±1.31 [*]	2.79±0.49	3.26±0.86 [*]	2.66±0.36	3.22±0.35 [*]
对照组 (n=62)	12.96±1.29	14.30±1.35 [*]	2.81±0.52	4.77±0.75 [*]	2.59±0.40	3.16±0.26 [*]
t 值	0.701	0.630	0.221	0.555	1.028	1.089
P 值	0.484	0.530	0.825	0.580	0.306	0.278

注: * $P<0.05$, 与术前组内比较。

表 3 两组并发症发生情况对比 [n (%)]
Tab. 3 Comparison of incidence of complications between two groups [n (%)]

组别	疼痛	声音嘶哑	局部血肿	穿刺点出血	总发生率
观察组 (n=63)	1 (1.59)	0 (0.00)	1 (1.59)	1 (1.59)	3 (4.77)
对照组 (n=62)	2 (3.23)	3 (4.84)	3 (4.84)	2 (3.23)	10 (16.14)
χ^2 值					4.333
P 值					0.037

察组 (4.77%) 更低 ($P<0.05$), 如表 3 所示。

3 讨论

虽然甲状腺良性结节经确诊后多以随访观察为主, 但部分甲状腺良性结节并未消失甚至出现逐渐增大及恶变趋势^[8]。目前微波消融术已经逐步成为良性甲状腺结节的首选治疗方法, 可在高温下使病灶的细胞蛋白质凝固变性, 达到消灭结节的目的。而在此过程中, CDFI 能从不同的切面和角度实时监测结节, 因此成为常规使用的影像学手段。但 CDFI 显示结节内血供情况较为局限, 可能导致消融不彻底^[9-10]。CEUS 可全程显示微泡灌注过程, 帮助医生客观地评价治疗区的微循环状况。CEUS 引导下经皮微波消融治疗逐步受到临床工作者的重视。

本研究对不同超声引导方式下经皮微波消融治疗甲状腺良性结节的效果进行了对比分析。结果发现, 观察组采用 CEUS 引导下经皮微波消融, 其完全消融率达到了 95.24%, 而对照组采用 CDFI 引导下经皮微波消融, 其完全消融率仅为 83.87%。进一步观察发现, 在术后多个时间点对结节体积进行测量, 观察组的结节体积均小于对照组 ($P<0.05$)。这些结果表明, 相较于传统 CDFI 引导下经皮微波消融, CEUS 引导下经皮微波消融治疗甲状腺良性结节可提高消融效果。CEUS 技术通过增强组织间

的对比度, 提供了更加精确和详尽的结节内部结构信息, 从而帮助医生在实施消融治疗时更准确地判断消融边界, 减少活性组织的残留, 提高治疗的彻底性和安全性。完全灭活结节是经皮微波消融的目的^[11-13], 但在消融时因受其他因素的干扰, CDFI 无法清晰地显示消融后的几何立体图像, 可能导致消融边界残留活性组织, 进而影响消融效果。CEUS 在术前评估结节情况, 将血供丰富区域作为消融治疗的关键靶点, 相较于 CDFI, 其可获取更加详尽的微循环灌注细节, 连续、动态、实时地观测病变部位的血流灌注状态^[14]。同时, CEUS 还利用机械共振原理使内部血管的血流情况可视化, 能基于超声造影剂对病灶的血供进行量化分析, 在显示病灶具体位置的基础上清晰地显示病灶邻近组织结构, 有利于区分病变组织和正常组织, 以实时、动态地评价靶灶情况, 提高完全消融率, 降低结节活性组织残留率, 缩小结节体积。另外, 两组术后 FT4、TSH、FT3 水平对比差异无统计学意义 ($P>0.05$), 说明与 CDFI 引导下经皮微波消融相比, CEUS 引导下经皮微波消融治疗甲状腺良性结节不会影响患者的甲状腺激素水平。这可能与 CDFI、CEUS 技术均能对病灶进行定位, 有利于操作者对病灶周围组织进行探查, 从而减轻手术对甲状腺功能的损伤有关。

在本研究中, 观察组并发症发生率 (4.77%) 较对照组 (16.14%) 低 ($P < 0.05$), 提示 CEUS 引导下经皮微波消融在降低术后并发症发生率方面具有显著优势。CEUS 能更好地显示结节的活性部分, 明确、清晰地展示结节内部血流情况, 这不仅可以帮助医生在术前制订更加精确的治疗计划, 减少不必要的进针次数, 还可以避免在同一部位进行反复多次烧灼操作, 从而有效缩小碳化范围。碳化范围的缩小有利于结节更好地被机体吞噬, 进而降低并发症发生风险。这一结论与陈吉东等^[15]的研究结果相符, 进一步验证了 CEUS 引导下经皮微波消融治疗甲状腺良性结节的临床应用价值和优势。这一发现不仅丰富了医生对甲状腺良性结节治疗策略的理解, 也为未来的临床实践提供了更加坚实的科学依据。

综上所述, 在甲状腺良性结节治疗中, 与 CDFI 引导下经皮微波消融相比, CEUS 引导下经皮微波消融可提高消融效果, 不会影响甲状腺激素水平, 保持内分泌系统的相对稳定, 且有助于降低术后并发症发生率。结节复发情况也是消融效果的重要体现, 本研究尚未对此进行观察且样本量相对较少, 可能导致研究结果出现偏倚。未来的研究方向可以包括以下几个: 扩大样本量并延长随访时间, 以更准确地评估 CEUS 引导下经皮微波消融的疾病复发率和长期疗效; 结合超声成像和人工智能辅助诊断等先进的影像技术进一步提高消融的精准度, 以进一步推动甲状腺良性结节微创治疗技术的发展与应用。

参考文献

- [1] MCGAHAN J P. Microwave ablation deserves a place at the table for percutaneous ablation of benign thyroid nodules[J]. *Radiology*, 2024, 313(1): e242250.
- [2] 朱炳繁, 汪春明, 黄志阳, 等. 经皮微波消融术治疗对甲状腺良性结节患者的影响[J]. *中国医学创新*, 2023, 20(33): 153-157. ZHU Bingfan, WANG Chunming, HUANG Zhiyang, *et al.* Effect of percutaneous microwave ablation therapy in patients with benign thyroid nodules[J]. *Medical Innovation of China*, 2023, 20(33): 153-157.
- [3] 苏梅菊, 吉瑾喆, 宋雅冰. 超声弹性成像评估用于 HT 背景下甲状腺良恶性结节鉴别诊断的价值分析[J]. *生物医学工程学进展*, 2024, 45(4): 287-292. SU Meiju, JI Jinzhe, SONG Yabing. Analysis of the value of ultrasound elastography evaluation for the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules in the context of HT[J]. *Progress in Biomedical Engineering*, 2024, 45(4): 287-292.
- [4] 邱晓俊, 李宁星, 叶盛, 等. 超声造影在甲状腺良性结节微波消融手术中的应用价值[J]. *中国现代药物应用*, 2022, 16(3): 21-24. QIU Xiaojun, LI Ningxing, YE Sheng, *et al.* Value of CEUS in microwave ablation of benign thyroid nodules[J]. *Chinese Journal of Modern Drug Application*, 2022, 16(3): 21-24.
- [5] 莫丹绯, 阳建军, 徐华军. SMI、CDFI 及 PDFI 对甲状腺结节的诊断价值分析[J]. *中国现代医生*, 2022, 60(11): 131-134, 封3. MO Danfei, YANG Jianjun, XU Huajun. Analysis of the diagnostic value of SMI, CDFI and PDFI for thyroid nodules[J]. *China Modern Doctor*, 2022, 60(11): 131-134, cover 3.
- [6] 黄丽芬. 增强超声引导下经皮微波消融治疗甲状腺良性结节的疗效[J]. *现代医用影像学*, 2023, 32(3): 544-546. HUANG Lifen. Effect of enhanced ultrasound-guided percutaneous microwave ablation in the treatment of benign thyroid nodules[J]. *Modern Medical Imagelogy*, 2023, 32(3): 544-546.
- [7] 中国医师协会外科医师分会甲状腺外科医师委员会, 中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会, 中国医学装备协会外科装备分会甲状腺外科装备委员会. 超声引导下甲状腺结节细针穿刺活检专家共识及操作指南(2018版)[J]. *中国实用外科杂志*, 2018, 38(3): 241-244. Thyroid Surgeons Committee of Surgeons Branch of Chinese Medical Doctor Association, Thyroid Diseases Professional Committee of Chinese Research Hospital Association, Thyroid Surgery Equipment Committee of Surgical Equipment Branch of Chinese Medical Equipment Association. Expert consensus and operating guidelines for fine-needle biopsy of thyroid nodules (2018 edition)[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2018, 38(3): 241-244.
- [8] 乔妙, 庄淑莲, 孟令萃, 等. 经皮微波消融术治疗甲状腺良性结节的疗效及影响因素[J]. *中国医师杂志*, 2021, 23(6): 809-812. QIAO Miao, ZHUANG Shulian, MENG Lingcui, *et al.* Efficacy and influencing factors of percutaneous microwave ablation for benign thyroid nodules[J]. *Journal of Chinese Physician*, 2021, 23(6): 809-812.

- [9] 刘会明, 崔晶晶, 李宏宇, 等. 二维影像特征与 CDFI 血流特点在甲状腺结节性质诊断中的价值及与侵袭性的关系 [J]. *河北医学*, 2023, 29 (5): 802-808.
- LIU Huiming, CUI Jingjing, LI Hongyu, *et al.* The value of two-dimensional imaging features and CDFI blood flow features in the diagnosis of thyroid nodules and the relationship with invasiveness[J]. *Hebei Medicine*, 2023, 29 (5): 802-808.
- [10] 罗朋, 王志刚, 任建丽. 甲状腺结节影像组学研究进展 [J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36 (9): 1379-1382.
- LUO Peng, WANG Zhigang, REN Jianli. Progress in imaging omics of thyroid nodules[J]. *Chinese Journal of Medical Imaging Technology*, 2020, 36 (9): 1379-1382.
- [11] 涂清卫. 超声引导下经皮微波消融治疗甲状腺良性结节的效果及对患者甲状腺激素水平的影响 [J]. *实用癌症杂志*, 2020, 35 (12): 2085-2086.
- TU Qingwei. Effect of ultrasound-guided percutaneous microwave ablation for benign thyroid nodules and its effect on thyroid hormone levels in patients[J]. *The Practical Journal of Cancer*, 2020, 35 (12): 2085-2086.
- [12] 王文平, 黄倩, 张爱华, 等. 经皮引导下甲状腺良性结节微波消融的疗效分析 [J]. *中国肿瘤外科杂志*, 2020, 12 (3): 255-258.
- WANG Wenping, HUANG Qian, ZHANG Aihua, *et al.* Analysis of the efficacy of percutaneous guided microwave ablation of benign thyroid nodules[J]. *Chinese Journal of Surgical Oncology*, 2020, 12 (3): 255-258.
- [13] 廖斌. 甲状腺良性结节患者应用超声引导下经皮穿刺微波消融治疗的效果及对甲状腺功能的影响 [J]. *中外医学研究*, 2022, 20 (8): 141-144.
- LIAO Bin. Effect of ultrasound-guided percutaneous microwave ablation in patients with benign thyroid nodules and its effects on thyroid function[J]. *Chinese and Foreign Medical Research*, 2022, 20 (8): 141-144.
- [14] 刘红艳, 许永强, 李小龙, 等. 超声引导下经皮微波消融治疗良性囊实性甲状腺结节疗效的影响因素分析 [J]. *江苏大学学报(医学版)*, 2022, 32 (4): 277-282.
- LIU Hongyan, XU Yongqiang, LI Xiaolong, *et al.* Analysis of factors influencing the efficacy of ultrasound-guided percutaneous microwave ablation in benign cystic solid thyroid nodules[J]. *Journal of Jiangsu University(Medicine Edition)*, 2022, 32(4): 277-282.
- [15] 陈吉东, 岳林先, 陈琴, 等. 增强超声与彩色多普勒超声引导下经皮微波消融甲状腺良性结节的疗效对比研究 [J]. *中国超声医学杂志*, 2019, 35 (5): 392-395.
- CHEN Jidong, YUE Linxian, CHEN Qin, *et al.* Comparative efficacy study of enhanced ultrasound and color Doppler ultrasound-guided percutaneous microwave ablation of benign thyroid nodules[J]. *Chinese Journal of Ultrasound in Medicine*, 2019, 35 (5): 392-395.