doi:10.11659/jjssx.12E025049

·乳腺甲状腺精准诊疗新径·

多点平行消融术与扇形移动消融术在甲状腺良性结节治疗中的对比

黄振宇[1],覃焕英[2],杨世登[3],黄庆飞[1],黄宝锋[1],杨 婵[1] (1.梧州市人民医院胸外腺体外科,广西 梧州 543000;2.梧州市人民医院产科,广西 梧州 543000;3.梧州市人民医院麻醉科,广西 梧州 543000)

[摘 要] **目的** 比较多点平行消融术和扇形移动消融术在甲状腺良性结节中的治疗效果和安全性。**方法** 选取2023年9月至2025年1月梧州市人民医院收治的92例甲状腺良性结节患者,按随机数字表法分为对照组和观察组,每组46例。对照组患者予以扇形移动消融术治疗,观察组患者给予多点平行消融术治疗。比较2组患者术中相关指标、临床疗效、术后疼痛数字分级评分法(NRS)评分、结节体积缩小率(VRR)、甲状腺功能[血清促甲状腺激素(TSH)、游离三碘甲状腺原氨酸(FT-3)、游离甲状腺素(FT-4)]水平及术后并发症发生情况。**结果** 观察组患者消融时间较对照组缩短($P<0.05$)。与对照组相比,观察组患者补充消融率更低,术后结节最大直径更小,差异均有统计学意义($P<0.05$)。2组患者术后1个月的VRR无统计学差异($P>0.05$),观察组患者术后3个月和6个月的VRR较对照组明显升高($P<0.05$)。观察组患者术后1 d的NRS评分较对照组升高($P<0.05$),2组患者术后3 d和7 d的NRS评分无统计学差异($P>0.05$)。2组患者术后TSH、FT-3、FT-4水平及并发症总发生率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 与扇形移动消融术相比,多点平行消融术可缩短消融时间、降低补充消融率并提高近期结节体积缩小率,但术后1 d疼痛程度较高;两种术式对甲状腺功能的短期影响及总体安全性相近。

[关键词] 多点平行消融术;扇形移动消融术;微波消融术;甲状腺良性结节;甲状腺激素

[中图分类号] R581 [文献标志码] A [收稿日期] 2025-12-10

Comparison of multi-point parallel needle insertion and sector scanning ablation in the treatment of benign thyroid nodules

HUANG Zhen-yu[1], QIN Huan-ying[2], YANG Shi-deng[3], HUANG Qing-fei[1], HUANG Bao-feng[1], YANG Chan[1] (1. Department of Thoracic and Glandular Surgery, Wuzhou People's Hospital, Wuzhou Guangxi 543000, China; 2. Department of Obstetrics, Wuzhou People's Hospital, Wuzhou Guangxi 543000, China; 3. Department of Anesthesiology, Wuzhou People's Hospital, Wuzhou Guangxi 543000, China)

Abstract: Objective To compare the therapeutic efficacy and safety of multi-point parallel needle insertion and sector scanning ablation for the treatment of benign thyroid nodules. **Methods** A total of 92 patients with benign thyroid nodules admitted to Wuzhou People's Hospital from September 2023 to January 2025 were selected and divided into the control group and the observation group by

[基金项目] 梧州市卫健委基金资助项目(WZWS-R2023027)

[通信作者] 黄振宇,E-mail:18579883435@163.com

[14] 陈春龙,吴祥虎,丁 皓.改良根治术与保乳手术治疗对乳腺癌患者的临床疗效比较[J].贵州医药,2025,49(6):922-924.doi:10.3969/j.issn.1000-744X.2025.06.025.

[15] 施海虹,戴 磊,陈 琳.腔镜乳腺癌改良根治术与开放手术的临床效果比较[J].中华实验外科杂志,2024,41(8):1806-1810.doi:10.3760/cma.j.cn421213-20230828-01306.

[16] 刘海亮,张贤周,王昆明.保乳手术联合前哨淋巴活检术治疗早期乳腺癌患者的效果观察[J].黑龙江医学,2025,49(9):1064-1066.doi:10.3969/j.issn.1004-5775.2025.09.012.

[17] 王晓娇,练孝春,韩 涛,等.新辅助化疗联合保乳术对早期乳腺癌患者的临床运用分析[J].河北医学,2022,28(11):1887-1891.doi:10.3969/j.issn.1006-6233.2022.11.026.

[18] Zhang J, Wei Q, Dong D, et al. The role of TPS, CA125, CA15-3 and CEA in prediction of distant metastasis of breast cancer[J]. Clin Chim Acta,2021,52(3):19-25.doi:10.1016/j.cca.2021.08.027.

[19] 王浩宇,石文达,赵晓彬,等.乳腺X线征象、ADC值联合血清CA125、CEA水平预测乳腺癌新辅助化疗后腋窝淋巴结病理状态的价值[J].放射学实践,2024,39(9):1178-1183.doi:10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.09.010.

[20] 容亚娟,张 坤,黄 雪,等.超声血流参数联合血清CA153、miR-335水平在乳腺癌诊断中的应用[J].国际免疫学杂志,2025,48(2):138-143.doi:10.3760/cma.j.issn.1673-4394.2025.02.004.

[21] 田二军,王 滨,姜 楠.血清CYFRA21-1、CA125、CA153、CEA对乳腺癌的诊断及预测术后复发的价值[J].河南医学研究,2024,33(11):2037-2040.doi:10.3969/j.issn.1004-437X.2024.11.029.

[22] 杨 乐,张 宇,徐 鑫,等.CEUS-FNAC联合血清CA153、VEGF检测对乳腺癌转移SLN的诊断价值[J].分子诊断与治疗杂志,2025,17(5):927-930.doi:10.3969/j.issn.1674-6929.2025.05.035.

[23] 肖 强.保乳术与改良根治术治疗绝经期乳腺癌患者的疗效及对心理状态、远期生活质量的影响[J].辽宁医学杂志,2023,37(2):13-15.

(编辑:杨 颖)

random number table method, with 46 patients in each group. Patients in the control group received sector scanning ablation, while patients in the observation group received multi-point parallel needle insertion. The intraoperative indicators, clinical efficacy, postoperative pain numerical rating scale (NRS) scores, nodule volume reduction rate (VRR), thyroid function indicators [serum thyroid-stimulating hormone (TSH), free triiodothyronine (FT-3), and free thyroxine (FT-4)] levels, and the incidence of postoperative complications were compared between the two groups. **Results** The ablation time of the observation group was shorter than that of the control group (P<0.05). Compared with the control group, the supplementary ablation rate in the observation group was lower, and the maximum nodule diameter after surgery was smaller, with statistically significant differences (P<0.05). There was no statistically significant difference in VRR at 1 month postoperatively between the two groups (P>0.05). The VRRs at 3 and 6 months postoperatively in the observation group were significantly higher than those in the control group (P<0.05). Compared with the control group, the NRS score at 1 day postoperatively in the observation group was higher than that in the control group (P<0.05), while there was no statistically significant difference in NRS scores at 3 and 6 days postoperatively between the two groups (P>0.05). There was no statistically significant difference in TSH, FT-3, or FT-4 levels after surgery or the overall incidence of complications between the two groups (P>0.05). **Conclusion** Compared with sector scanning ablation, multi-point parallel needle insertion can shorten ablation time, reduce supplementary ablation rate, and improve the short-term nodule volume reduction rate, but it is associated with greater pain at 1 day postoperatively. The two techniques have comparable short-term effects on thyroid function and overall safety.

Keywords: multi-point parallel needle insertion; sector scanning ablation; microwave ablation; benign thyroid nodules; thyroid hormone

近年来甲状腺良性结节发病率逐步上升，成人甲状腺结节的检出率为20%~70%，其中90%~95%是良性的[1-2]。甲状腺微波消融术作为一种微创治疗手段，因创伤小、恢复快、能保留甲状腺功能，已成为良性结节的首选治疗方式[3]。多点平行消融术在结节表面设计多个穿刺点，电极以平行方向推进，形成重叠的消融圆柱体单元，覆盖整个结节截面，操作较简单[4-5]。而扇形移动消融术随着上下径增加，补充消融率增加，需要操作医师有较高的消融技巧及经验[6]。然而，多点平行消融术增加了穿刺通道，其是否会导致术后疼痛加重或并发症风险增加，仍需进一步观察。目前关于上述两种消融策略在甲状腺良性结节治疗中的直接比较研究仍较少，尤其缺乏从消融时间、补充消融率、结节体积缩小率、术后疼痛、甲状腺功能及并发症等方面进行综合评价的临床研究。本研究通过前瞻性对照分析，比较多点平行消融术和扇形移动消融术治疗甲状腺良性结节的效果，以期为临床提供治疗选择的依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取2023年9月至2025年1月于梧州市人民医院行甲状腺微波消融术的92例患者，根据随机数字表法分为对照组（46例）和观察组（46例）。对照组患者行扇形移动消融术，观察组患者行多点平行消融术。2组患者性别、年龄、体质量指数、结节最大直径、结节位置、结节成分、血供情况、与被膜关系、甲状腺相关抗体阳性情况、甲状腺结节家族史、吸烟史、饮酒史及合并基础疾病等基线资料比较，差异无统计学意义（P>0.05）。本研究已通过梧州市人民医院伦理委员会审批（批准号：2023072），患者及家属已知晓研究内容并签署同意书。

纳入标准：①年龄18~70岁；②经超声、细针穿刺活检确诊为良性病变；③病灶均为距离气管、食管、喉返神经≥5 mm适合微波消融的单个结节；④无严重肝肾功能障碍、凝血功能异常。排除标准：①合并甲状腺恶性肿瘤或疑似恶变；②存在麻醉禁忌证，对局部麻醉药物过敏；③妊娠期及哺乳期妇女；④合并严重心血管疾病、精神类疾病。

样本量计算：以临床甲状腺结节消融率为最终结局进行计算，预计观察组和对照组相比可使完全消融率降低25%($\mu1-\mu2$)，2组患者比例为1∶1。常规α为0.05，检验效能为90%，假设标准差σ为0.25。根据公式：$n=[(Z\alpha/2+Z\beta)^2\times\{2(\sigma)^2\}]/(\mu1-\mu2)^2$，计算可得：$n$=21，考虑10%的失访和脱落率，因此每组46例患者有足够的统计检验效能。

1.2 方法

术前均完善血常规、凝血功能、甲状腺功能及颈部超声等检查，评估病灶位置、大小及与周围组织关系。2组患者均行局部麻醉，患者取仰卧位暴露颈部，完成常规消毒铺巾后即可开始手术操作。

对照组患者行扇形移动消融术。在结节与气管/喉返神经/颈动脉间隙注入10~20 mL隔离液，形成≥5 mm安全隔离带，超声引导下经峡部或结节最近路径穿刺，消融针精准置入结节最深部或边缘，由结节的上叶至下叶从左到右缓慢回撤消融，针尖呈扇形移动，并超出结节边界2~3 mm的安全边缘。消融结束后检查有无活动性出血，在穿刺点用纱布加压包扎。

观察组患者行多点平行消融术。将微波消融针经皮穿刺至病灶内,启动消融设备,在结节与气管/喉返神经/颈动脉间隙注入5~10 mL隔离液,形成≥5 mm安全隔离带,分别于结节前上叶、前下叶、后上叶、后下叶四个区域的边缘进针,间距≥15 mm,平行于气管,与皮肤呈30°,启动同步消融,超声实时监测,逐层后退消融直至覆盖全部结节。

所有患者术中持续监测生命体征,术后即刻压迫穿刺点10~15 min止血,密切观察声音嘶哑、呛咳等并发症。

1.3 观察指标

记录患者术中情况,包括术中出血量、心率、收缩压、舒张压及消融时间。记录患者术后1个月结节最大直径、补充消融率、完全消融率及症状评分,其中补充消融率=接受补充消融的患者例数/首次接受消融的患者总例数×100%;完全消融率=完全消融的结节数/结节总数×100%;症状评分包括患者颈部疼痛、语言障碍、异物感、不适、咳嗽等项目,总分0~10分,分值越高表示相关症状越明显[5]。于术前及术后1个月、3个月、6个月通过颈部超声测量结节体积,计算体积缩小率(volume reduction rate,VRR),VRR=(术前体积-术后体积)/术前体积×100%[4]。术后1 d、3 d、7 d,采用数字分级评分法(numerical rating score,NRS)[5]评估患者术后疼痛情况,总分为0~10分,评分越高表明疼痛越重。检测患者术前和术后1个月血清促甲状腺激素(thyroid-stimulating hormone,TSH)、游离三碘甲状腺原氨酸(free triiodothyronine,FT-3)和游离甲状腺素(free thyroxine,FT-4)等甲状腺功能水平。记录患者术后并发症发生情况,包括术后24 h内疼痛、发热、出血或血肿,以及术后1个月内吞咽异物感、喉返神经损伤、感染、结节残留、食管损伤、气管损伤和甲状旁腺损伤等。其中,结节残留依据术后超声或超声造影检查判断,表现为原结节区域内仍存在未被完全消融的活性组织。

1.4 统计学方法

采用SPSS 27.0统计学软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较采用独立样本t检验;同组术前、术后比较采用配对样本t检验;多个时间点重复测量资料采用重复测量方差分析,并进一步分析时间效应、组间效应及交互效应,事后两两比较采用*Bonferroni*法校正。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2组患者术中情况对比

2组患者心率、收缩压、舒张压、术中出血量比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),观察组患者消融时间短于对照组($P<0.05$),见表1。

表1 2组患者术中情况对比($\bar{x}\pm s$)

组别	n	心率(次/分)	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)	术中出血量(mL)	消融时间(min)
对照组	46	95.20±3.46	151.24±6.22	94.72±3.24	4.36±1.13	48.91±3.20
观察组	46	94.28±2.88	149.51±5.29	95.72±2.89	4.51±0.80	44.74±2.99
t		1.386	1.437	1.562	0.735	6.458
P		0.169	0.154	0.122	0.464	<0.001

2.2 2组患者临床疗效对比

与对照组相比,观察组患者补充消融率更低,术后1个月结节最大直径更小,差异均有统计学意义($P<0.05$);2组患者完全消融率、症状评分比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表2。

表2 2组患者临床疗效对比($\bar{x}\pm s$)

组别	n	补充消融率(%)	完全消融率(%)	结节最大直径(mm)	症状评分(分)
对照组	46	48.03±2.53	94.83±2.82	21.20±2.25	0.45±0.09
观察组	46	26.94±1.13	94.21±1.99	17.28±1.84	0.42±0.08
t		51.620	1.218	9.147	1.690
P		<0.001	0.226	<0.001	0.095

2.3 2组患者VRR对比

2组患者术后VRR均随时间延长逐渐升高($P<0.05$);2组患者术后1个月的VRR无明显差异($P>0.05$),观察组患者术后3个月和6个月的VRR较对照组明显升高($P<0.05$),见表3。

2.4 2组患者术后NRS评分对比

2组患者术后NRS评分均随着时间延长逐渐降低($P<0.05$);观察组患者术后1 d的NRS评分较对照组更高($P<0.05$),2组患者术后3 d和7 d的NRS评分无统计学差异($P>0.05$),见表4。

表3 2组患者VRR对比($\bar{x}\pm s$)

组别	n	术后1个月	术后3个月	术后6个月	F	P
对照组	46	35.93±5.52	51.41±4.25	72.74±5.32	$F_{时间}$=1 219.0	$P_{时间}$<0.001
观察组	46	37.01±5.48	57.75±5.82	78.53±5.76	$F_{组别}$=46.2	$P_{组别}$<0.001
P		0.999	<0.001	<0.001	$F_{交互}$=6.6	$P_{交互}$=0.002

2.5 2组患者甲状腺功能水平对比

与术前相比,2组患者术后1个月的TSH水平升高($P<0.05$),FT-3和FT-4水平明显降低($P<0.05$);2组患者术后1个月的TSH、FT-3和FT-4水平比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表5。

2.6 2组患者并发症对比

2组患者均未发生食管、气管损伤和甲状旁腺损伤等严重并发症。2组患者术后并发症总发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表6。

表4 2组患者术后NRS评分对比($\bar{x}\pm s$)

组别	n	术后1 d	术后3 d	术后7 d	F	P
对照组	46	5.15±1.09	3.84±0.83	2.03±0.74	$F_{时间}$=324.4	$P_{时间}$<0.001
观察组	46	5.78±1.26	3.94±0.74	2.08±0.63	$F_{组别}$=5.6	$P_{组别}$=0.018
P		0.003	0.999	0.999	$F_{交互}$=2.9	$P_{交互}$=0.058

表5 2组患者甲状腺功能水平对比($\bar{x}\pm s$)

组别	n	TSH (mIU/L)		FT-3(pmol/L)		FT-4(pmol/L)	
		术前	术后1个月	术前	术后1个月	术前	术后1个月
对照组	46	2.65±0.83	3.58±0.74*	6.63±1.48	5.18±1.23*	17.82±3.16	16.43±2.96*
观察组	46	2.62±0.91	3.35±0.97*	6.71±1.22	5.24±1.14*	17.76±2.92	16.52±2.41*
t		0.165	1.279	0.283	0.243	0.095	0.873
P		0.869	0.204	0.778	0.809	0.925	0.160

*:与术前相比,$P<0.05$

表6 2组患者并发症对比[例(%)]

组别	n	术后疼痛	吞咽异物感	发热	出血/血肿	喉返神经损伤	感染	结节残留	合计	χ^2	P
对照组	46	2(4.35)	3(6.52)	2(4.35)	1(2.17)	1(2.17)	1(2.17)	3(6.52)	13(28.26)	0.357	0.550
观察组	46	8(17.39)	3(6.52)	1(2.17)	1(2.17)	1(2.17)	0(0)	1(2.17)	15(32.61)		

3 讨论

甲状腺结节多为良性,但出于美观考虑或对自身症状、恶性病变的担心,部分患者会选择手术治疗[7-8]。甲状腺微波消融术可通过电极引入高频交流电产生射频波,从而将电能转化为热能,使局部结节组织凝固、坏死[9-10]。多点平行消融术和扇形移动消融术是两种较为常用的方法。多点平行消融术是在结节内平行放置多根消融针,同步发射微波能量,形成重叠热场覆盖整个结节;扇形移动消融术采用单针动态移动,形成多个连续的小消融区覆盖病灶[11]。本研究对比了这两种方法的治疗效果以及术后并发症,旨在为临床应用提供参考和理论依据。

本研究结果显示,与扇形移动消融术相比,多点平行消融术消融时间更短,术后补充消融率更低,术后1个月结节最大直径更小。这得益于多点进针通过多次调整穿刺点位置(由深到浅、由远及近),多个点平行消融,形成连续消融区,避免遗漏,其不受颈部长度和下颌骨或肩部的影响,简化电极与结节的空间关系,更容易规划电极的放置调整,更快地有序完成消融治疗,因此可以最大程度缩短消融时间。多点平行消融术可在单次操作中创建出更完整的环形损伤灶[12]。因此,在完成初始消融环后,补充消融率更低。

研究发现,超声引导下多点平行消融术微波治疗甲状腺良性结节术后3个月和12个月的VRR分别为60.37%、74.59%,且对周围组织损伤小,尤其对于初始体积较小的结节,治疗效果更佳[13]。本研究仅观察到术后6个月的VRR,与上述研究相近,且观察组术后3个月、6个月的VRR均高于对照组,进一步印证了多点平行消融术在缩小结节体积方面的优势。其潜在原因可能在于,多点平行消融术可通过多个相对平行的穿刺路径形成连续、重叠的消融区域,从而减少不规则结节边缘遗漏的可能;相比之下,扇形移动消融术依赖单针反复移动和回撤,其消融覆盖可能更易受到结节形态及术者操作经验的影响[14]。本研究还显示,观察组患者术后1 d的NRS评分高于对照组,而2组患者术后3 d和7 d的NRS评分差异均无统计学意义,提示多点平行消融术可能仅增加术后早期疼痛,而未造成持续性疼痛加重。其原因可能与多点平行消融术穿刺通道较多、术后早期局部软组织刺激及炎症反应相对明显有关。随着穿刺部位组织反应逐渐消退,2组疼痛程度趋于一致。因此,临床上可加强多点平行消融术后早期疼痛评估和对症镇痛,但不宜据此认为该术式会增加中后期疼痛负担。

在甲状腺功能方面,本研究结果显示,2组患者术后1个月的TSH水平均升高,FT-3和FT-4均降低,提示微波消融后短期内可能对甲状腺功能产生一定影响。这可能与消融后局部热损伤及炎症反应有关,短期内可使部分正常腺体组织功能受到抑制,从而出现TSH代偿性升高及FT-3、FT-4轻度下降[15-16]。但术后

1个月2组间患者TSH、FT-3和FT-4水平比较差异均无统计学意义,说明多点平行消融术与扇形移动消融术对甲状腺功能的短期影响程度相近。以上结果表明,多点平行消融术可提高结节体积缩减效果,且并未增加术后甲状腺功能异常风险。然而临床上仍需关注消融范围较大或术前甲状腺功能储备较差的患者,术后定期复查甲状腺功能,必要时给予相应处理。

本研究结果显示,2组患者术后并发症总发生率比较差异无统计学意义,且均未发生食管、气管损伤及甲状旁腺损伤等严重并发症,提示两种消融方式总体安全性均较好。具体来看,观察组患者术后疼痛发生例数较对照组多,这与前述NRS评分结果一致,可能与多点平行消融术穿刺通道较多、局部软组织刺激相对明显有关。吞咽异物感、发热及出血/血肿多为消融术后常见的一过性反应,可能与局部组织水肿、炎症反应及穿刺损伤有关,经对症处理后通常可缓解。2组各有1例患者出现喉返神经损伤相关声音嘶哑症状。既往研究亦提示,微波消融术后可发生喉返神经损伤等神经相关并发症[17]。因此,对于邻近气管、食管、喉返神经及颈部血管等危险结构的结节,术中应严格控制热场范围,并建立充分的"液体隔离区",从而保护神经免受热损伤。观察组患者结节残留比例低于对照组,可能与多点平行消融术形成连续、重叠消融区,提高消融覆盖完整性有关,但由于本研究样本量有限,仍需扩大样本量并延长随访时间进一步验证。总体而言,两种术式均具有较高的安全性,但多点平行消融术在提高消融覆盖的同时,应重视术后疼痛管理及穿刺路径规划。

本研究也存在一些局限性,作为单中心小样本的前瞻性研究,缺乏大样本随机对照试验严谨地比较两种技术的疗效;术后仅随访至6个月,对于判断良性结节消融后的长期稳定性与复发率而言过短,后续需延长随访时间进一步观察;缺乏标准化、经过验证的症状评估量表,难以客观比较两种技术对患者生活状态和主观获益的影响。

综上所述,与扇形移动消融术相比,多点平行消融术可以在甲状腺良性结节治疗中表现出更优的体积缩减效果,且消融时间短,但患者术后1 d的疼痛更明显,整体安全性相近。

[参考文献]

[1] 李玉姝,单忠艳. 甲状腺结节:精准诊断指导个体化治疗[J]. 中华内科杂志,2024,63(6):531-534. doi:10.3760/cma.j.cn112138-20240409-00223.

[2] Xu J,Lau P,Ma Y,et al. Prevalence and associated factors of thyroid nodules among 52,003 Chinese 'healthy' individuals in Beijing:a retrospective cross-sectional study[J]. Risk Manag Healthc Policy,2024,17:181-189. doi:10.2147/RMHP.S442062.

[3] 李昱江,张 雅,褚晓秋,等. 微波消融治疗良性甲状腺结节的疗效及影响因素研究[J]. 国际内分泌代谢杂志,2025,45(2):82-87. doi:10.3760/cma.j.cn121383-20231223-12065.

[4] 李超男,罗 俊,陈吉东,等. 超声引导下微波热消融治疗甲状腺良性结节的临床效果[J]. 重庆医学,2024,53(14):2110-2114. doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.14.006.

[5] Chen S,Dou J,Cang Y,et al. Microwave versus radiofrequency ablation in treating predominantly solid benign thyroid nodules:a randomized controlled trial[J]. Radiology,2024,313(1):e232162. doi:10.1148/radiol.232162.

[6] Shi W,Cai W,Wang S,et al. Safety and efficacy of microwave ablation for symptomatic benign thyroid nodules in children[J]. Eur Radiol,2024,34(6):3851-3860. doi:10.1007/s00330-023-10282-2.

[7] 徐利花,张仲良,王燕玲. 甲状腺结节影响因素的研究进展[J]. 中华地方病学杂志,2024,43(1):82-86. doi:10.3760/cma.j.cn231583-20221124-00383.

[8] 谢田伟,庞于樊,吴 丽. 超声引导下不同消融术对甲状腺良性结节体积缩减率,复发率的影响[J]. 中华普外科手术学杂志电子版,2025,19(1):80-83. doi:10.3877/cma.j.issn.1674-3946.2025.01.022.

[9] 王克邪,李 峰,陆伟逸,等. 超声引导下微波消融术与传统开放手术治疗甲状腺良性结节临床效果[J]. 北华大学学报(自然科学版),2025,26(3):80-85. doi:10.11713/j.issn.1009-4822.2025.03.013.

[10] Mei X,Fu Q,Li G,et al. Clinical study on the impact of microwave ablation energy on the treatment efficacy of benign thyroid nodules[J]. Front Oncol,2025,15:1568697. doi:10.3389/fonc.2025.1568697.

[11] 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. doi:10.13312/j.issn.1671-7783.y220069.

[12] 吴 萍,秦 敏,李 尊,等. 微波消融治疗T1N0M0乳头状甲状腺癌伴包膜侵犯的初步研究[J]. 介入放射学杂志,2023,32(10):975-979. doi:10.3969/j.issn.1008-794X.2023.10.006.

[13] Zhang Y,Feng J,Fu G. Evaluation of the clinical efficacy of microwave ablation for benign thyroid nodules based on contrast-enhanced ultrasound[J]. Medicine,2024,103(49):e40774. doi:10.1097/MD.0000000000040774.

[14] Tang Q,Chen J,Zhang D,et al. Safety and feasibility of US-guided microwave ablation for the treatment of Bethesda III Thyroid nodules with negative eight-gene panel mutational profile[J]. Radiol Imaging Cancer,2024,7(1):e240058. doi:10.1148/rycan.240058.

[15] Chang Y,Yan C,Wang Y,et al. Comparative meta-analysis of radiofrequency ablation and microwave ablation for the treatment of benign thyroid nodules[J]. Current Science,2025,5(3):2896-2906. doi:10.52845/CS/2025-5-3-64.

[16] 高如峰. 超声引导下微波消融术治疗甲状腺良性结节的效果及对甲状腺激素水平的影响[J]. 影像研究与医学应用,2024,8(7):194-196. doi:10.3969/j.issn.2096-3807.2024.07.063.

[17] Ding J,Zhou X,Zhao X,et al. Ultrasound-guided radiofrequency and microwave ablation in the management of benign thyroid nodules:a systematic review and meta-analysis[J]. Ultrasound Q,2023,39(1):61-68. doi:10.1097/RUQ.0000000000000636.

(编辑:刘 艺)