

论 著

超声弹性成像、增强MRI用于甲状腺风险结节诊断和鉴别诊断*

王 伟^{1,*} 张俊玮² 鲁雪红²1.南方医科大学第七附属医院医学影像科
(广东 佛山 528244)2.新疆维吾尔自治区中医医院影像中心
(新疆 乌鲁木齐 830000)

【摘要】目的 探讨超声弹性成像和增强磁共振成像(MRI)在甲状腺良恶性结节上的诊断及鉴别诊断价值。方法 收集2018年1月至2020年1月于我院进行手术治疗的甲状腺结节患者的临床资料,以手术病理结果为“金标准”,分析超声弹性成像和增强MRI的征象表现以及诊断效能。结果 与“金标准”对照,超声弹性成像诊断诊断良性甲状腺结节67个,恶性甲状腺结节46个,良恶性甲状腺结节患者的超声弹性成像评分分布情况差异有统计学意义($P<0.05$);与金标准对照,增强MRI诊断良性甲状腺结节72个,恶性甲状腺结节41个,恶性结节形状不规则、边界不清晰、囊变以及时间-信号曲线(TIC) II型分别占92.86%、90.48%、85.71%、66.67%,良恶性结节的形状、结节边界、囊变差异以及TIC类型差异有统计学意义($P<0.05$);受试者工作特征曲线(ROC)曲线分析发现,超声弹性成像的曲线下面积值(AUC)为0.877,敏感度为88.10%,特异度为87.32%,增强MRI诊断的AUC为0.931,敏感度为90.48%,特异度为95.77%,增强MRI诊断的AUC值显著高于超声弹性成像诊断($P<0.05$)。结论 超声弹性成像和MRI可用于甲状腺风险结节的诊断和鉴别诊断,超声弹性成像评分4~5分、MRI结节形状不规则、边界不清、囊变以及时间-信号曲线(TIC) II型等是甲状腺恶性结节的常见征象。

【关键词】甲状腺结节; 超声弹性成像; 增强MRI; 诊断; 鉴别诊断

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(2022D01C168)
佛山市南海区“十四五”医学重点专科建设项目”

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.02.016

Value of Ultrasound Elastography and Enhanced MRI in the Diagnosis and Differential Diagnosis of Thyroid Nodules*

WANG Wei^{1,*}, ZHANG Jun-wei², LU Xue-hong².

1.Imaging Department, The seventh Affiliated Hospital of Southern Medical University, Foshan 528244, Guangdong Province, China

2.Image Center, Xinjiang Uygur Autonomous Region Hospital of Traditional Chinese Medicine, Urumqi 830000, Xinjiang, China

ABSTRACT

Objective To investigate the value of ultrasound elastography and enhanced magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis and differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. **Methods** The clinical data of patients with thyroid nodules who underwent surgical treatment in the hospital were collected between January 2018 and January 2020. Surgical pathological results were taken as the golden standard to analyze the findings and diagnostic performance of ultrasound elastography and enhanced MRI. **Results** Compared with the golden standard, ultrasound elastography diagnosed 67 benign thyroid nodules and 46 malignant thyroid nodules. There was a statistically significant difference in ultrasound elastography scores between patients with benign and malignant thyroid nodules ($P<0.05$). Compared with the golden standard, enhanced MRI diagnosed 72 benign thyroid nodules and 41 malignant thyroid nodules. The proportions of malignant nodules with irregular shape, unclear boundaries, cystic degeneration, and type II time-intensity curve (TIC) were 92.86%, 90.48%, 85.71%, and 66.67%, respectively. There were statistically significant differences in shape, boundary, cystic degeneration and TIC type between benign and malignant thyroid nodules ($P<0.05$). Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis found that the area under the curve (AUC), sensitivity and specificity of ultrasound elastography were 0.877, 88.10% and 87.32%, which of enhanced MRI were 0.931, 90.48% and 95.77%. The AUC of enhanced MRI was significantly larger than that of ultrasound elastography ($P<0.05$). **Conclusion** Both ultrasound elastography and enhanced MRI can be used for the diagnosis and differential diagnosis of thyroid nodules. Ultrasound elastography scores of 4~5, irregular shape, unclear boundary, and cystic degeneration are common signs of malignant thyroid nodules.

Keywords: Thyroid Nodule; Ultrasound Elastography; Enhanced MRI; Diagnosis; Differential Diagnosis

甲状腺结节可由多种因素形成,包括机体摄入及分泌异常,环境、生活等干扰、自身免疫性疾病以及遗传等^[1]。据报道^[2]甲状腺结节恶性的发病率约为19%~67%,而其中甲状腺癌的发病率约占5%~15%。有研究发现^[3],对甲状腺结节进行早期诊断和干预可以有效的提高患者的五年生存率,因此对早期甲状腺结节良恶性的准确诊断和鉴别诊断意义重大。目前,临床上诊断鉴别甲状腺风险结节的常用影像学技术是超声造影,操作相对简单,并且不会对患者产生创伤^[4]。然而,超声造影诊断甲状腺结节良恶性的效果不够理想,此外还有研究发现在常规的超声造影下有部分恶性甲状腺结节表现为低增强和无增强,与良性甲状腺结节表现相似,导致影像重叠,无法准确鉴别两者,很可能造成漏诊、误诊情况发生,耽误患者接受及时治疗,危害患者的生命健康^[5-6]。随着医疗影像学技术的发展,超声弹性成像和磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)已经逐步被用于诊断甲状腺结节,本研究收集2018年1月~2020年1月于我院进行手术治疗的甲状腺结节患者的临床资料,分析超声弹性成像和增强MRI诊断甲状腺结节的效能,并观察两种检查方式的影像学特征,以其为超声弹性成像和增强MRI在甲状腺风险结节的鉴别诊断提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料 收集2018年1月~2020年1月于我院进行手术治疗的甲状腺结节患者的临床资料。

纳入标准:所有患者甲状腺结节均经过手术病理或穿刺活检确认;所有患者均经超声弹性成像和增强MRI检查;年龄 ≥ 18 岁;临床资料完整,影像资料清晰。排除标准:患者甲状腺结节部位或周围合并其他肿瘤者;患有血液系统疾病者;有影像检查禁忌症者;心、肝、肾等脏器功能不全者。根据纳入、排除标准入组102例患者。年龄33~68岁,平均年龄(50.24 $\pm$ 6.75)岁;男性20例,女性82例;经穿刺活检或手术病理证实102例患者共113个结节,其中良性结节71个,恶性结节42个。本次研究符合《赫尔辛基宣言》相关要求。

1.2 方法

1.2.1 超声弹性成像检查 患者呈仰卧位,使用超声诊断仪(LQGIQ E9,上海涵飞医疗器械有限公司)。以弹性成像模式进行检查,将探头置于患者甲状腺结节处皮肤表面,根据结节大小设置感兴趣区(region of interest, ROI)(≥ 2 倍结节大小)。探头保持垂直于皮

【第一作者】王 伟,男,主任医师,主要研究方向:磁共振诊断及功能成像方面。E-mail: wwy2965208977@163.com

【通讯作者】王 伟

肤，以2次/s匀速按压，深度1mm~2mm，压力指数3~4。重复多次操作，保证图像稳定后根据图片颜色进行评估。

1.2.2 增强MRI检查 患者呈仰卧位使用核磁共振仪(Magnetom Avanto 1.5T, 德国西门子子公司)进行增强扫描，经肘静脉以2.0mL/s速率注射0.1mmol/kg对比剂(Gd-DOTA, 法国)，注射完成后以相同速率注射生理盐水15mL。扫描图像包括横断面、冠状位以及矢状位，扫描序列包括同反相位T₁加权成像(T₁ weighted imaging, T₁WI)和同反相位T₂加权成像(T₂ weighted imaging, T₂WI)。设置参数：层厚(5.0mm)、层间距(1.0mm)、视野(260mm260mm)，矩阵(256256)，反转角(90°)。

1.3 图像处理分析 所有影像学资料由2名临床经验丰富、影像学诊断经验的医生采用双盲法，意见不同则协商统一。超声弹性成像检查结果按照5级评分法进行评估：1分(结节区域红绿蓝相间)；2分(结节区域以绿色为主，面积>90%)；3分(结节区域以绿色为主，周围部分组织可见蓝色)；4分(结节区域以蓝色为主，蓝色面积>90%)；5分(结节区域以及周围部分组织完全被蓝色覆盖)。MRI增强扫描观察患者结节的形状、边界、囊变情况、周围组织浸润、以及淋巴结转移等，并以各参数绘制时间-信号曲线(time intensity curve, TIC)，判断TIC类型，共分为3类，I型为持续上升型、II型为速升缓降性、III型为速升速降型。

1.4 统计学方法 本研究使用SPSS 22.0进行统计分析，计量数据结果以($\bar{x} \pm s$)表示， χ^2 组间独立样本t检验，3组间计量资料的比较采用方差分析，两两比较采用LSD-t检验；计数资料用例(%)描述， χ^2 检验。使用Medcalc软件绘制受试者工作特征曲

线(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线进行分析，以穿刺活检或手术病理结果为“金标准”，计算超声弹性成像和增强MRI扫描的曲线下面积值(area under curve, AUC)值。 $P<0.05$ 表示有统计学意义。

2 结果

2.1 超声弹性成像检查良恶性甲状腺结节评分 与“金标准”对照，超声弹性成像诊断图像显示，良性甲状腺结节中检出1~3分共62个，4~5分共9个；恶性甲状腺结节中检出1~3分共5个，4~5分共37个。良恶性甲状腺结节患者超声弹性成像评分分布情况差异有统计学意义($P<0.05$)，见表1。

表1 超声弹性成像检查甲状腺结节评分(个)

组别	1	2	3	4	5
良性(n=71)	8	17	37	8	1
恶性(n=42)	0	2	3	21	16
统计值	33.894				
P	<0.001				

2.2 增强MRI检查良恶性甲状腺结节征象 与“金标准”对照，增强MRI诊断显示，恶性结节形状不规则、边界不清晰、囊变以及TIC II类型分别占92.86%、90.48%、85.71%、66.67%。良恶性结状的形状、结节边界、囊变差异以及TIC类型差异有统计学意义($P<0.05$)，见表2。

表2 增强MRI检查良恶性甲状腺结节

组别	结节形状		结节边界		囊变		TIC类型		
	规则	不规则	清晰	不清晰	有	无	I	II	III
良性(n=71)	69	2	68	3	4	67	3	5	63
恶性(n=42)	3	39	4	38	36	6	0	28	14
统计值	92.543		84.917		74.004		45.785		
P	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		

2.3 超声弹性成像、增强MRI与金标准诊断结果比较 超声弹性成像诊断良性甲状腺结节67个，恶性甲状腺结节46个；增强MRI诊断良性甲状腺结节72个，恶性甲状腺结节41个，见表3~表4。

表3 超声弹性成像诊断结果

金标准	超声弹性成像		合计
	良性	恶性	
良性	62	9	71
恶性	5	37	42
合计	67	46	113

表4 增强MRI诊断结果

金标准	增强MRI		合计
	良性	恶性	
良性	68	3	71
恶性	4	38	42
合计	72	41	113

表5 超声弹性成像和增强MRI诊断甲状腺风险结节的效能比较

参数	AUC(95%CI)	Z、P	约登指数	敏感度(%)	特异度(%)
超声弹性成像	0.877(0.802-0.931)	11.723、<0.001	0.754	88.10	87.32
增强MRI	0.931(0.868-0.970)	16.662、<0.001	0.863	90.48	95.77

研究发现，良恶性甲状腺结节的软硬度差异较大，可以通过评估其软硬程度来判断结节良恶性，而超声弹性成像技术可以通过影像图中的红、绿、蓝三种颜色来反映结节的软件程度，因此认为超声弹性成像可以用于甲状腺良恶性结节诊断^[10]。本文结果表明，良恶性结节在超声弹性成像评分上表现差异显著，良性结节以1~3分为主，恶性结节以4~5分为主，提示恶性甲状腺结节硬

2.4 超声弹性成像和MRI诊断甲状腺风险结节的效能比较 ROC曲线分析发现，超声弹性成像的AUC为0.877，敏感度为88.10%，特异度为87.32%，增强MRI诊断的AUC为0.931，敏感度为90.48%，特异度为95.77%，增强MRI诊断的AUC值显著高于超声弹性成像诊断($P<0.05$)，见表5、图1。

2.5 影像资料 影像资料见图2。

3 讨论

甲状腺结节是最常见的疾病之一，治疗甲状腺结节必须要诊断其良恶性并评估其恶性风险，临床上常以病理活检作为诊断甲状腺良恶性的金标准，然而病理活检是一种有创性检查，且其操作较麻烦，不利于患者的早期诊断^[7]。而以往早期诊断甲状腺结节的良恶性一般是使用常规的超声技术，但是由于部分良恶性结节在影像表现上存在交叉重叠的现象，导致误诊率较高^[8]。随着影像学技术的发展，超声弹性成像技术已被广泛应用，有研究发现超声弹性成像技术用于诊断甲状腺结节良恶性准确性较好^[9]。

度要显著高于良性甲状腺结节，对其进行ROC曲线分析发现，超声弹性成像诊断的AUC值为0.877，敏感度为88.10%，特异度为87.32%，提示超声弹性成像对甲状腺结节良恶性有一定的诊断价值。但是值得注意的是，本研究中超声弹性成像检查中有部分良性结节显示为4~5分，部分恶性结节显示为1~3分，这可能与检查过程中的操作问题有一定关系，研究发现，超声弹性成像技术检

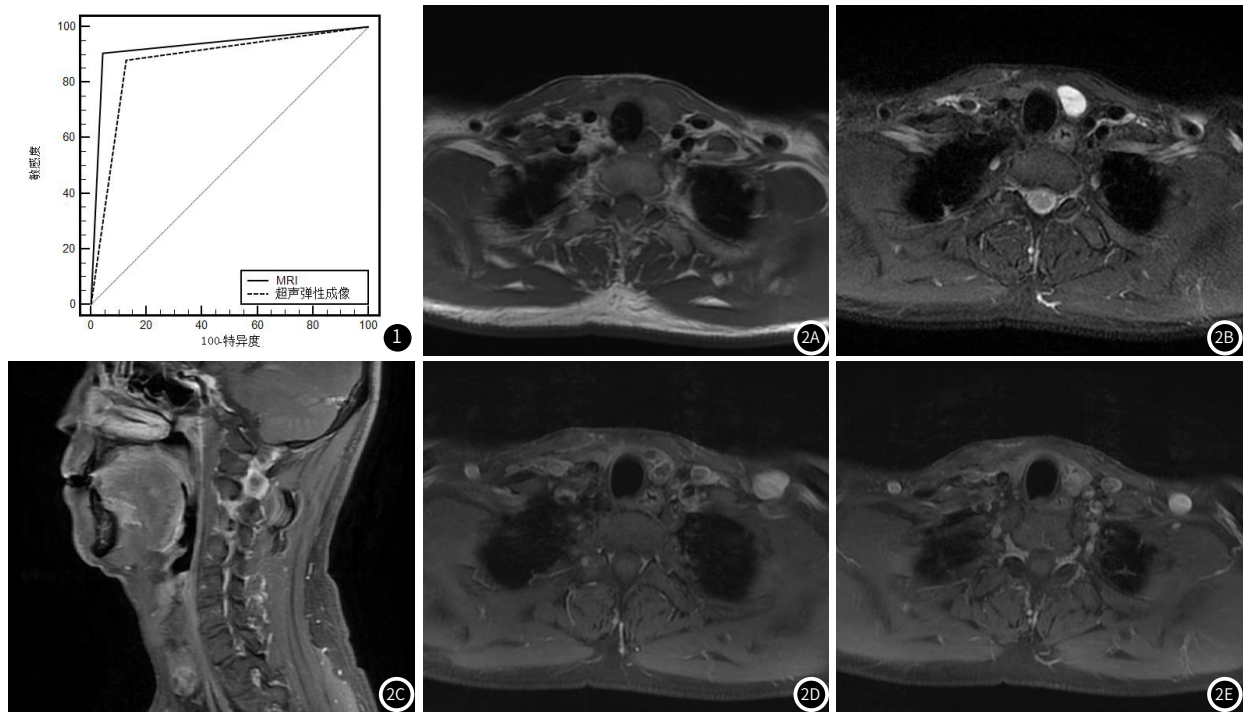


图1 超声弹性成像和增强MRI诊断甲状腺风险结节的效能比较。**图2** 图2A: 轴位T₁WI示甲状腺左侧叶可见等低信号结节, 直径约为15mm; 图2B: 轴位T₂WI示甲状腺左侧叶可见高信号结节, 直径约为15mm; 图2C: 矢状位呈分隔状及环形明显强化; 图2D~2E: 增强扫描轴位可见病灶呈明显环形强化改变(图2D)及分隔状强化(图2E)。

查时需要手持探头进行操作, 对操作者的手法要求较高, 可能会导致误差发生^[11]。因此认为使用超声弹性成像诊断时可以结合其他方法来防止误诊发生。

MRI是目前使用较多的影像学技术, 而增强MRI在常规MRI的基础上进一步加强了诊断的准确性, 其可以较为清晰的显示甲状腺肿瘤的大小、形态、位置以及周围组织的情况, 并可以判断甲状腺结节的血流动力学情况, 具有检查软组织分辨率较高、定位准确等优点, 相比于超声弹性成像诊断较为客观^[12-13]。本文研究发现, 增强MRI诊断恶性甲状腺结节主要表现为形状不规则、边界不清晰以及囊变, TIC以II型为主, 而良性结节则主要表现为结节形状规则, 边界清晰, 无囊变, TIC以III型为主等, 良性结节的增强MRI表现差异较显著, 因此可以通过观察结节的形状、边界、囊变情况以及TIC曲线类型对其良恶性做出判断, 进一步使用ROC曲线分析其诊断价值发现, 增强MRI诊断良性甲状腺结节的AUC值为0.931, 敏感度为90.48%, 特异度为95.77%, 且增强MRI诊断AUC值显著高于超声弹性成像诊断, 提示增强MRI用在甲状腺结节良恶性上的诊断价值要优于超声弹性成像诊断。此外, 良性结节在MRI上的信号表现也存在差异, 甲状腺腺癌MRI检查常表现为T₁WI低或等信号、T₂WI高信号, 而良性结节则常表现为低信号, 但是, 有研究发现, 甲状腺结节钙化、出血等都会导致MRI信号不均匀, 只使用信号强度评估结节良恶性准确性可能不佳, 因此MRI诊断需要结合多种参数对结节情况进行综合评估^[14-15]。

综上所述, 超声弹性成像和MRI可以用于甲状腺风险结节的诊断和鉴别诊断, 其中MRI诊断甲状腺结节良恶性的敏感度和特异度较高。此外, 超声弹性成像评分4~5分、MRI示结节形状不规则、边界不清晰以及囊变等是恶性甲状腺结节的常见征象, 可以作为判断甲状腺结节良恶性的重要指标。

参考文献

[1] Grani G, Sponziello M, Pecce V, et al. Contemporary Thyroid Nodule Evaluation and Management[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2020, 105(9): 2869-2883.

- [2] Wong R, Farrell S G, Grossmann M. Thyroid nodules: Diagnosis and management[J]. Med J Aust, 2018, 209(2): 92-98.
- [3] Durante C, Grani G, Lamartina L, et al. The diagnosis and management of thyroid nodules: A review[J]. JAMA, 2018, 319(9): 914-924.
- [4] Zhan J, Ding H. Application of contrast-enhanced ultrasound for evaluation of thyroid nodules[J]. Ultrasonography, 2018, 37(4): 288-297.
- [5] 朱皖, 裴莉, 罗礼云, 等. 超声造影与增强CT鉴别诊断良恶性甲状腺结节[J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(6): 871-874.
- [6] Zhao H, Liu X, Lei B, et al. Impact of thyroid nodule sizes on the diagnostic performance of Korean thyroid imaging reporting and data system and contrast-enhanced ultrasound[J]. Clin Hemorheol Microcirc. 2019, 72(3): 317-326.
- [7] 张玉莹, 巴黎, 张锋, 等. 计算机辅助检测和诊断系统对甲状腺结节细针穿刺活检的评估价值[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2020, 17(12): 1236-1240.
- [8] Zhang Y, Zhang X, Li J, et al. Contrast-enhanced ultrasound: A valuable modality for extracapsular extension assessment in papillary thyroid cancer[J]. Eur Radiol, 2021, 31(7): 4568-4575.
- [9] Pan X, Wang L. Comparison of diagnostic values between ultrasound elastography and ultrasound-guided thyroid nodular puncture in thyroid nodules[J]. Oncol Lett, 2018, 16(4): 5209-5213.
- [10] 徐涛, 朱忆萍, 杨礼, 等. 高频超声联合超声弹性成像在老年甲状腺无增强表现结节鉴别诊断中的应用[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(7): 1451-1454.
- [11] 贾红飞, 牛宁宁, 张学娜. 超声弹性成像技术联合血清uPA检测对甲状腺结节良恶性鉴别诊断的价值分析[J]. 中华地方病学杂志, 2020, 39(7): 516-520.
- [12] 岳秀慧, 孔维丹, 任继亮, 等. 3.0-T磁共振扩散加权成像联合动态增强成像对甲状腺良恶性结节的鉴别价值[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2020, 40(10): 1393-1397.
- [13] Traylor K S. Computed Tomography and MR Imaging of Thyroid Disease[J]. Radiol Clin North Am, 2020, 58(6): 1059-1070.
- [14] 孔维丹, 岳秀慧, 陶晓峰. 动态对比增强MRI在甲状腺良恶性结节鉴别诊断中的应用价值[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(1): 21-24.
- [15] 李文晶, 王浩, 陈永其, 等. 结节性甲状腺肿的MRI表现及与病理分型的对照分析[J]. 放射学实践, 2020, 35(11): 1403-1408.

(收稿日期: 2021-10-16)

(校对编辑: 姚丽娜)