

# 剪切波弹性成像诊断甲状腺结节及预测恶性结节淋巴结转移的价值

陆鑫 李苗 姜珏 周琦

**摘要** **目的** 探讨剪切波弹性成像(SWE)对甲状腺良恶性结节的诊断价值及其对恶性结节淋巴结转移的预测价值。**方法** 回顾性分析经手术病理证实的甲状腺结节患者230例,分为恶性组122例和良性组108例,均行SWE检查,记录并比较两组结节杨氏模量最大值( $E_{max}$ )、平均值( $E_{mean}$ )、最小值( $E_{min}$ )及结节与周围正常组织的弹性比值( $E_{ratio}$ )。绘制受试者工作特征(ROC)曲线,确定上述杨氏模量值预测甲状腺结节良恶性的截断值并计算其曲线下面积。应用Logistic回归分析甲状腺恶性结节颈部淋巴结转移与杨氏模量值的相关性。**结果** 恶性组与良性组 $E_{max}$ 、 $E_{mean}$ 、 $E_{ratio}$ 比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ), $E_{min}$ 值比较差异无统计学意义。ROC曲线分析表明, $E_{max}$ 、 $E_{mean}$ 、 $E_{ratio}$ 截断值分别为57 kPa、39 kPa、2.7时,对应的曲线下面积分别为0.877、0.776、0.866,以 $E_{max}$ 的曲线下面积最大。Logistic回归分析显示,甲状腺恶性结节颈部淋巴结转移与结节大小、 $E_{max}$ 、 $E_{ratio}$ 均相关(均 $P<0.05$ ),且转移淋巴结多位于中央区。**结论** SWE对甲状腺结节良恶性的鉴别诊断有一定价值,以 $E_{max}$ 诊断效能最高; $E_{max}$ 和 $E_{ratio}$ 可预测甲状腺恶性结节淋巴结转移。

**关键词** 剪切波弹性成像;杨氏模量值;甲状腺结节,良恶性;侵袭性

[中图分类号]R445.1;R736.1

[文献标识码]A

## Value of shear wave elastography in the diagnosis of thyroid nodules and its prediction value of malignant nodules metastasis

LU Xin, LI Miao, JIANG Jue, ZHOU Qi

Medical Ultrasound Laboratory, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710000, China

**ABSTRACT Objective** To explore value of shear wave elastography (SWE) in the diagnosis of thyroid benign and malignant nodules and its prediction value of invasiveness of malignant nodules. **Methods** A total of 230 patients with thyroid nodules confirmed by surgery and pathology were retrospectively analyzed, which were divided into malignant group ( $n=122$ ) and benign group ( $n=108$ ). All patients underwent SWE examination. The maximum Young's modulus ( $E_{max}$ ), average value ( $E_{mean}$ ), minimum value ( $E_{min}$ ) of nodules and the elastic ratio of nodules to surrounding normal tissues ( $E_{ratio}$ ) were recorded and compared between the two groups. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to determine the cut-off value of Young's modulus in predicting benign and malignant thyroid nodules, and the diagnostic efficacy was calculated. Logistic regression was used to analyze the correlation between cervical lymph node metastasis and Young's modulus. **Results** There were statistically significant differences in  $E_{max}$ ,  $E_{mean}$  and  $E_{ratio}$  between malignant group and benign group (all  $P<0.05$ ), and there was no statistically significant difference in  $E_{min}$ . ROC curve analysis showed that when the cut-off values of  $E_{max}$ ,  $E_{mean}$  and  $E_{ratio}$  were 57 kPa, 39 kPa and 2.7 respectively, the corresponding areas under the curve were 0.877, 0.776 and 0.866 respectively, and the area under the curve of  $E_{max}$  was the largest. Logistic regression analysis showed that cervical lymph node metastasis of malignant thyroid nodules was correlated with nodule size,  $E_{max}$  and  $E_{ratio}$  (all  $P<0.05$ ), and the metastatic lymph nodes were mostly located in the central region. **Conclusion** SWE has a certain significance in the differential diagnosis of thyroid nodule, and  $E_{max}$  has the highest diagnostic efficiency.  $E_{max}$  and  $E_{ratio}$  can be used as

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(81701717)

作者单位:710000 西安市,西安交通大学第二附属医院医用超声研究室

通讯作者:周琦,Email:15044046918@163.com

predictors of lymph node metastasis of thyroid malignant nodules.

**KEY WORDS** Shear wave elastography; Young's modulus; Thyroid nodules, benign and malignant; Invasiveness

目前临床甲状腺恶性结节发病率高达 5%~10%<sup>[1-3]</sup>。常规超声为甲状腺结节的首选检查方法,但因良恶性结节的常规超声表现可能重叠,容易出现漏、误诊<sup>[4-5]</sup>。超声弹性成像可对常规超声的诊断进行补充和完善,其中剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)作为新型的超声弹性成像技术,将传统的定性弹性诊断转化成定量弹性诊断<sup>[6]</sup>,结果较为客观准确。本研究旨在应用 SWE 技术定量诊断甲状腺结节良恶性,探讨其预测恶性结节淋巴结转移的可能性。

### 资料与方法

#### 一、研究对象

选取 2016 年 9 月至 2018 年 2 月我院经穿刺活检或手术病理证实的甲状腺结节患者 230 例,其中男 54 例,女 176 例,年龄 20~70 岁,平均(36.2±12.7)岁。按病理结果分为良性组 108 例和恶性组 122 例。纳入标准<sup>[7]</sup>:①实性或囊实性结节,囊性成分<25%;②未行任何治疗;③结节最大径<3 cm;④均为单发;⑤均行常规超声和 SWE 检查,有完整的检查资料。两组在年龄、性别、结节最大径等方面比较差异均无统计学意义。本研究经我院医学伦理委员会批准,入选者均知情同意。

#### 二、仪器与方法

使用法国声科 Aix Ploer 彩色多普勒超声诊断仪, L4~L15 线阵探头,频率 4~15 MHz;配备实时定量 SWE 软件。嘱患者取仰卧位,先行常规超声扫查观察结节回声、边界、纵横比、声晕、钙化和血流情况。然后行 SWE 检查,设定感兴趣区半径为结节大小两倍且应包含正常甲状腺组织,记录感兴趣区内结节的杨氏模量最大值(E<sub>max</sub>)、平均值(E<sub>mean</sub>)和最小值(E<sub>min</sub>),杨氏模量值测量范围为 0~100 kPa;计算取样框内甲状腺结节与周围正常组织的弹性比值(E<sub>ratio</sub>),公式为<sup>[8]</sup>: E<sub>ratio</sub>=结节 E<sub>max</sub>/结节周边正常甲状腺组织的杨氏模

量值。合格图像标准为:①取样框内几乎全部被颜色填充;②无明显的压迫伪像;③甲状腺组织表现为均匀的蓝色。

#### 三、统计学处理

应用 SPSS 19.0 统计软件,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,行独立样本 *t* 检验。以病理结果为金标准,绘制杨氏模量值诊断甲状腺结节良恶性的受试者工作特征(ROC)曲线,确定其截断值并计算曲线下面积。应用 Logistic 回归分析颈部淋巴结转移的可能性。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

### 结 果

#### 一、两组常规超声表现

良性组结节中,88 个实性结节,20 个囊实性结节;106 个边界清晰,2 个边界模糊;16 个结节内出现钙化;90 个结节内未探及明显血流信号或仅探及点状血流信号,13 个周边可探及环状血流信号,5 个血流信号丰富。

恶性组结节均为实性;114 个边界模糊;96 个纵横比≥1;98 个结节内可见砂粒样钙化;72 个结节内未探及明显血流信号或仅探及点状血流信号,4 个周边可探及环状血流信号,46 个血流信号丰富。见表 1。

#### 二、两组 SWE 参数比较

恶性组 E<sub>max</sub>、E<sub>mean</sub>、E<sub>ratio</sub> 均高于良性组,差异均有统计学意义(均 *P*<0.05),E<sub>min</sub> 值比较差异无统计学意义。见表 2 和图 1。

#### 三、ROC 曲线分析

各杨氏模量值诊断甲状腺结节良恶性的 ROC 曲线图见图 2。当 E<sub>max</sub>、E<sub>mean</sub>、E<sub>ratio</sub> 截断值分别为 57 kPa、39 kPa、2.7,对应的曲线下面积分别为 0.877、0.776、0.866,其中 E<sub>max</sub> 值诊断效能最高,敏感性、特异性、准确率分别为 90.6%、87.7%、89.4%。

表 1 两组常规超声表现比较

组别	回声		边界		纵横比		声晕		钙化			血流			
	实性	囊实性	清晰	模糊	<1	≥1	完整	不完整	无	小钙化	粗大钙化	无	无或点状血流信号	内部血流信号丰富	周边环状血流信号
良性组(108)	88	20	106	2	94	26	14	4	90	2	14	92	90	5	13
恶性组(122)	122	0	8	114	14	96	14	5	103	98	8	16	72	46	4

表2 两组SWE参数比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	E <sub>max</sub> (kPa)	E <sub>mean</sub> (kPa)	E <sub>min</sub> (kPa)	E <sub>ratio</sub>
良性组	44.44±9.71	29.64±7.96	15.86±4.61	1.61±0.52
恶性组	88.65±19.30	42.00±12.07	18.03±5.12	3.06±1.84
t值	6.483	4.361	1.037	3.539
P值	0.000	0.001	0.259	0.013

E<sub>max</sub>: 杨氏模量最大值; E<sub>mean</sub>: 杨氏模量平均值; E<sub>min</sub>: 杨氏模量最小值; E<sub>ratio</sub>: 甲状腺结节与周围正常组织的弹性比值

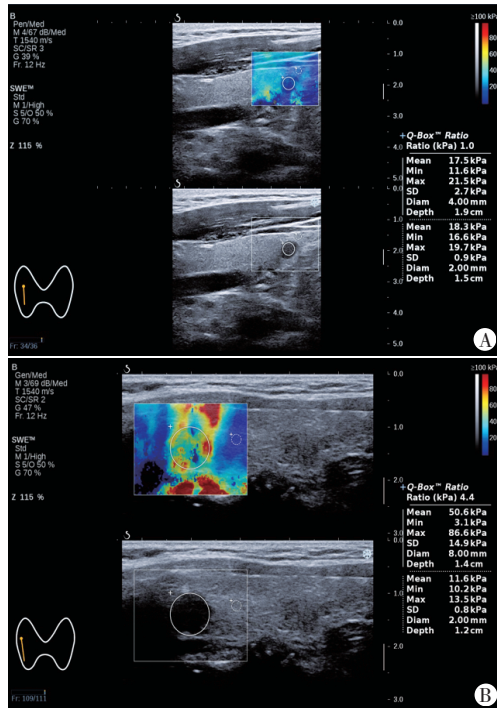


图1 两组结节SWE图  
A: 良性组, E<sub>max</sub> 为 21.5 kPa, E<sub>mean</sub> 为 17.5 kPa, E<sub>ratio</sub> 为 1.0, E<sub>min</sub> 为 11.6 kPa; B: 恶性组, E<sub>max</sub> 为 86.6 kPa, E<sub>mean</sub> 为 50.6 kPa, E<sub>ratio</sub> 为 4.4, E<sub>min</sub> 为 3.1 kPa

图1 两组结节SWE图

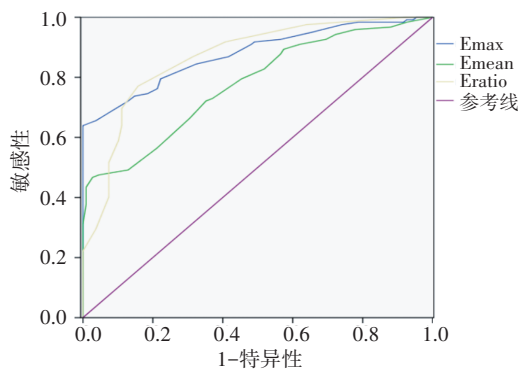


图2 各杨氏模量值诊断甲状腺结节良恶性的ROC曲线图

#### 四、杨氏模量值与甲状腺恶性结节颈部淋巴结转移的相关性分析

122例恶性结节中, 43例发生颈部淋巴结转移。以122例恶性甲状腺结节有无颈部淋巴结转移为因变量, 年龄、性别、结节大小、E<sub>max</sub>、E<sub>mean</sub>、E<sub>ratio</sub>为自变

量, 应用Logistic回归分析颈部淋巴结转移与杨氏模量值的相关性, 见表3。结果提示, 甲状腺恶性结节颈部淋巴结转移与结节大小、E<sub>max</sub>、E<sub>ratio</sub>均相关(均P<0.05)。对颈部转移淋巴结的分区别统计, 79.1%(34/43)分布于中央区(Ⅵ区), 余区相对较少, 由大到小依次为Ⅲ区、Ⅳ区、Ⅱ区、Ⅴ区、Ⅰ区。

表3 甲状腺恶性结节颈部淋巴结转移的Logistic回归分析

因素	β值	S.E.	Wald χ <sup>2</sup> 值	P值	OR值
常数项	8.896	1.714	16.944	0.000	22.728
年龄	1.342	0.076	12.165	0.546	1.543
性别	-0.452	0.056	0.456	0.542	0.876
结节大小	2.053	0.543	10.876	0.009	1.134
E <sub>max</sub>	0.057	0.015	10.168	0.000	1.054
E <sub>ratio</sub>	0.054	0.031	10.737	0.001	1.076
E <sub>mean</sub>	1.472	0.449	0.613	0.434	2.229

#### 讨 论

常规超声检查为甲状腺结节首选检查方法, 但由于甲状腺良恶性结节常规超声表现具有重叠性, 容易出现漏、误诊。超声弹性成像可对常规超声检查进行补充和完善<sup>[7]</sup>。以往临床上较多使用助力式应变弹性成像技术, 得到定性和半定量结果, 但受人为干扰较大, 重复性较差。SWE作为新型超声弹性成像技术, 可以在二维图像上定量显示组织的弹性绝对值, 并以杨氏模量值表示, 结果较为客观准确。本研究旨在探讨SWE技术定量分析诊断甲状腺结节良恶性的价值及其预测恶性结节淋巴结转移的可行性。

本研究中恶性组E<sub>max</sub>、E<sub>mean</sub>、E<sub>ratio</sub>均大于良性组, 差异均有统计学意义(均P<0.05), 两组E<sub>min</sub>比较差异无统计学意义, 表明E<sub>max</sub>、E<sub>mean</sub>、E<sub>ratio</sub>对甲状腺结节良恶性的鉴别诊断具有一定价值。分析其原因, 组织的病理成分与生物组织的硬度相关, 甲状腺结节可能存在着组织学变异和复杂的病理学改变, 部分恶性结节生长速度较良性快, 内部易发生变性如液化、出血等, 由于剪切波在液体中不可传播, E<sub>min</sub>绝对值减低, 致使恶性结节难以与良性结节相鉴别。本研究结果还发现, 尽管部分良性结节出现钙化, 但杨氏模量值仍低于恶性结节, 这可能与良、恶性结节细胞外基质硬度存在一定差异有关<sup>[9]</sup>。

相关文献<sup>[10-12]</sup>总结了E<sub>max</sub>诊断甲状腺恶性结节的截断值为35~95 kPa, E<sub>mean</sub>的截断值为24~85 kPa, 但目前尚未建立统一标准。本研究以病理结果为金标准, 绘制杨氏模量值诊断甲状腺结节良恶性的ROC曲线, 结果显示当E<sub>max</sub>、E<sub>mean</sub>、E<sub>ratio</sub>截断值分别为

57 kPa、39 kPa、2.7, 其对应的曲线下面积分别为 0.877、0.776、0.866, 以 Emax 的诊断效能最高。

本研究中恶性组 122 个结节均为乳头状癌, 有别于其他类型的甲状腺癌, 乳头状癌可能较早发生颈部淋巴结转移。研究<sup>[13]</sup>报道 20%~35% 的乳头状癌患者在初次确诊时已发生淋巴结转移, 本研究中 53%(122/230) 的甲状腺结节为恶性, 其中 35%(43/122) 发生了淋巴结转移。根据甲状腺恶性结节有无淋巴结转移分类, 本研究建立 Logistic 回归模型, 结果表明结节大小、Emax、Eratio 与淋巴结转移均相关, 即随着结节增大和 Emax、Eratio 增加, 发生淋巴结转移的可能性越大, 分布以 VI 区(中央区)最多, 占 79.1%, 余区相对较少, 由大到小依次为 III 区、IV 区、II 区、V 区、I 区。Emax 和 Eratio 可作为评价甲状腺癌颈部淋巴结转移的预测因子, 本研究中 Emax、Eratio 其值高者更易发生淋巴结转移, 究其原因: ①恶性结节的病理结构复杂且存在差异, 结节内含有不同程度及类型的钙化, 致使结节内部 Emax、Eratio 增加, 转移率增大; ②与某些基因(如 Beclin 1、VEGF、原癌基因 ras 等)的表达有关<sup>[14-15]</sup>; ③可能与癌细胞相应含量有关, 结节内癌细胞含量越多, 浸润包膜及周围组织的机会变大, 转移的几率也会相应增加。

综上所述, 对于高度怀疑恶性的甲状腺结节, 当其 Emax、Eratio 越大, 合并淋巴结转移的几率增加, 其中中央区淋巴结转移可能相应增加, 对于此类侵袭性较高的恶性结节, 临床上应重视淋巴结检查。本研究纳入样本量较少, 且未讨论中央区淋巴结转移可能性, 在今后工作中将进一步扩大样本量进行研究。

#### 参考文献

- [1] 中华医学会内分泌学分会. 甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2013, 33(2): 96-115.
- [2] Rho MH, Kim DW. Computed tomography features of incidentally detected diffuse thyroid disease [J]. Int J Endocrinol, 2014; 921934. doi:10.1155/2014/921934.
- [3] Magreni A, Bann DV, Schubart JR, et al. The effects of race and ethnicity on thyroid cancer incidence [J]. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg, 2015, 141(4): 319-323.
- [4] 齐育彬, 陈光喜. 改进 SPIHT 图像压缩算法在弹性成像中的应用 [J]. 桂林电子科技大学学报, 2011, 31(3): 234-237.
- [5] 吕国荣, 杨海南, 李尚清, 等. 微钙化灶联合其他超声征象提高甲状腺微小结节诊断效能的研究 [J]. 中国超声医学杂志, 2020, 36(8): 673-675.
- [6] 樊秀齐, 薛继, 李慧展, 等. 甲状腺微小乳头状癌常规超声特征及剪切波弹性成像定量参数与中央区淋巴结转移的关系 [J]. 临床超声医学杂志, 2020, 22(3): 175-179.
- [7] 刘利平, 张立, 刘静静, 等. TI-RADS 分级结合弹性成像对甲状腺结节鉴别诊断及不同医师一致性研究 [J]. 中国超声医学杂志, 2015, 31(6): 490-493.
- [8] 陆鑫, 贾琬莹, 王理容, 等. 剪切波弹性成像定量技术鉴别甲状腺结节性质及其临床意义 [J]. 中华实用诊断与治疗, 2019, 33(6): 595-597.
- [9] Berg WA, Cosgrove DO, Doré CJ, et al. BE1 investigators. Shear-wave elastography improves the specificity of breast US: the BE1 multinational study of 939 masses [J]. Radiology, 2012, 262(2): 435-438.
- [10] Kim H, Kim JA, Youk JH, et al. Quantitative assessment of shear-wave ultrasound elastography in thyroid nodules: diagnostic performance for predicting malignancy [J]. Eur Radiol, 2013, 23(9): 2532-2537.
- [11] Szczepanek-Parulska E, Woliński K, Stangierski A, et al. Comparison of diagnostic value of conventional ultrasonography and shear wave elastography in the prediction of thyroid lesions malignancy [J]. PLoS One, 2013, 8(11): 81532.
- [12] 黄炎, 李俊来, 王知力, 等. 实时剪切波弹性模量评价乳腺良恶性病灶 [J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(3): 561-564.
- [13] 周梁. 分化型甲状腺癌的诊断与治疗 [J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2007, 42(12): 962-964.
- [14] Rak J, Mitsuhashi Y, Sheeham C, et al. Oncogenes and tumor angiogenesis: differential modes of vascular endothelial growth factor up-regulation in ras-transformed epithelial cells and fibroblasts [J]. Cancer Res, 2000, 60(2): 490.
- [15] 朱照, 郝霁萍, 姜珏, 等. 剪切波弹性成像鉴别乳腺肿块性质的价值 [J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2020, 10(5): 502-504.

(收稿日期: 2020-03-20)