

# 高频超声联合超声弹性成像对 PTC 淋巴结转移的诊断价值

张玲娟<sup>1</sup>, 杨艳<sup>1</sup>, 陶玉程<sup>1</sup>, 俞群<sup>2</sup>

(1. 江苏省中西医结合医院超声科; 2. 南京市中西医结合医院超声科, 江苏 南京 210000)

**【摘要】目的:** 分析高频超声 (HFU) 联合超声弹性成像 (UE) 对甲状腺乳头状癌 (PTC) 淋巴结转移的诊断价值。**方法:** 选取 112 例 PTC 患者作为研究对象, 所有患者均接受 HFU 及 UE 检查, 以术后病理结果为依据, 根据淋巴结转移情况分为非转移组 ( $n=75$ ) 与转移组 ( $n=37$ ), 比较两组 HFU 特征、UE 参数 (弹性应变率、蓝色面积比值), 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析 HFU 联合 UE 诊断淋巴结转移的价值。**结果:** 转移组血流信号丰富、纵横比  $\geq 1$ 、微钙化、侵犯被膜占比分别为 72.97%、81.08%、72.22%、80.00%, 均高于非转移组的 21.33%、26.32%、24.68%、24.00% ( $P < 0.05$ ); 转移组弹性应变率、蓝色面积比值均高于非转移组 ( $P < 0.05$ ); ROC 曲线显示, 血流信号、纵横比、微钙化、侵犯被膜、弹性应变率及蓝色面积比值联合诊断 PTC 淋巴结转移的 AUC 为 0.904, 高于六者单独诊断的 AUC: 0.758、0.772、0.725、0.758、0.765、0.743 ( $P < 0.05$ )。**结论:** PTC 淋巴结转移患者 HFU 主要表现为血流信号丰富、纵横比  $\geq 1$ 、微钙化及侵犯被膜, UE 参数明显增加, 联合对 PTC 淋巴结转移具有较高的诊断效能。

**【关键词】** 甲状腺乳头状癌; 高频超声; 超声弹性成像; 淋巴结转移

**【中图分类号】** R736.1 **【文献标志码】** A

## Diagnostic value of high-frequency ultrasound combined with ultrasound elastography in lymph node metastasis of PTC

ZHANG Ling-juan<sup>1</sup>, YANG Yan<sup>1</sup>, TAO Yu-cheng<sup>1</sup>, YU Qun<sup>2</sup>

(Department of Ultrasound, 1. Jiangsu Province Hospital on Integration of Chinese and Western Medicine; 2. Nanjing Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Hospital, Nanjing 210000, Jiangsu, China)

**【Abstract】Objective:** To explore the diagnostic value of high-frequency ultrasound (HFU) combined with ultrasound elastography (UE) in lymph node metastasis of papillary thyroid carcinoma (PTC). **Methods:** A total of 112 patients with PTC undergoing underwent HFU and UE examinations were selected as the study subjects. Based on postoperative pathological results, the non-metastasis group ( $n=75$ ) and metastasis group ( $n=37$ ) were evaluated based on lymph node metastasis. HFU characteristics and UE parameters (elastic strain rate, blue area ratio) were compared. The receiver operating characteristic curve (ROC) was used to analyze the value of HFU combined with UE in diagnosing lymph node metastasis. **Results:** The proportions of abundant blood flow signals, aspect ratio  $\geq 1$ , micro-calcification and membrane invasion in metastasis group were 72.97%, 81.08%, 72.22% and 80.00%, which were higher than those in non-metastasis group (21.33%, 26.32%, 24.68%, 24.00%,  $P < 0.05$ ), elastic strain rate and blue area ratio were also higher than those in non-metastasis group ( $P < 0.05$ ). ROC curves analysis showed that AUC of blood flow signal combined with aspect ratio, micro-calcification, membrane invasion, elastic strain rate and blue area ratio was 0.904, greater than that of single index (0.758, 0.772, 0.725, 0.758, 0.765, 0.743,  $P < 0.05$ ). **Conclusion:** In patients with PTC and lymph node metastasis, main manifestations of HFU include abundant blood flow signal, aspect ratio  $\geq 1$ , micro-calcification and membrane invasion, and UE parameters are significantly increased. The combined detection of HFU and UE has high diagnostic efficiency for lymph node metastasis in PTC.

**【Key words】** Papillary thyroid carcinoma; High-frequency ultrasound; Ultrasonic elastography; Lymph node metastasis

甲状腺乳头状癌 (papillary thyroid carcinoma, PTC) 属于头颈部内分泌肿瘤, 临床以呼吸及吞咽困难、甲状腺肿大等表现为主, 具有生长缓慢、恶性程

度较低等特点<sup>[1-2]</sup>。PTC 易出现颈部淋巴结转移, 若患者得不到及时治疗, 病情会不断加重, 引起远处转移, 从而侵袭其他组织及器官, 增加患者预后不良

风险<sup>[3]</sup>。因此,早期诊断 PTC 患者淋巴结转移情况对指导淋巴结清扫、避免不良预后具有重要价值。超声是现阶段辅助判断 PTC 淋巴结转移的重要手段,高频超声(high-frequency ultrasound, HFU)借助超声探头产生超声波分析淋巴结回声、位置及形态等信息以判断转移情况,具有操作便捷、可重复性强等优势<sup>[4]</sup>。超声弹性成像(ultrasound elastography, UE)可量化评估病变组织及周围正常组织的弹性硬度区别,准确反映病灶的形变能力,为淋巴结转移诊断提供参考<sup>[5-6]</sup>。既往研究通常采用 HFU 联合 UE 诊断甲状腺肿瘤良恶性,尚无使用 ROC 曲线分析 HFU 联合 UE 对 PTC 淋巴结转移诊断价值的报道。因此,本研究探讨 HFU 联合 UE 对 PTC 淋巴结转移的诊断价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2021 年 1 月至 2023 年 12 月江苏省中西医结合医院收治的 112 例 PTC 患者作为研究对象。纳入标准:(1)满足《甲状腺癌诊疗规范》<sup>[7]</sup>中 PCT 标准;(2)行颈部淋巴结清扫术;(3)接受 HFU 及 UE 检查;(4)检查前未行化疗、放疗;(5)具备完整的临床及影像学资料。排除标准:(1)存在 HFU 及 UE 检查禁忌症者;(2)甲状腺弥漫性病变、淋巴结肿大、桥本甲状腺炎者;(3)脑、肾等脏器损伤严重者;(4)精神疾病,认知及视听功能损伤者;(5)甲状腺髓样癌等其他类型甲状腺癌者;(6)肾癌、肝癌等其他恶性肿瘤者。以术后病理结果为依据,将 112 例 PTC 患者根据淋巴结转移情况分为转移组( $n=37$ )与非转移组( $n=75$ )。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 1。本研究符合《赫尔辛基宣言》中相关要求。

表 1 两组患者一般资料比较 $[\bar{x}\pm s, n(\%)]$

组别	男/女	年龄(岁)	体质量指数(kg/m <sup>2</sup> )
转移组( $n=37$ )	10(27.03)/27(72.97)	45.87±10.24	23.13±1.42
非转移组( $n=75$ )	23(30.67)/52(69.33)	46.53±12.06	22.98±1.35
$\chi^2/t$ 值	0.158	0.286	0.544
$P$ 值	0.691	0.776	0.588

### 1.2 方法

1.2.1 HFU 检查 选择 Logiq-E9 型超声诊断仪(美国 GE 公司),选择高频线阵探头(5~18 MHz)。检查前,叮嘱患者将部装饰物除去,在检查床上保持仰卧位,并将甲状腺、颈前区和侧区充分暴露,扫描患者颈部中央区和侧区淋巴结,保存可疑淋巴结图像,并记录 HFU 特征,包括内部回声、边界情况、结节直径、位置、血流信号、纵横比、微钙化、侵犯被膜。

1.2.2 UE 检查 完成 HFU 检查后切换至 UE 模

式,使结节最大切面在感兴趣区域内,以 2~4 次/s 频率对探头按压,结节轮廓清楚显示于弹性图像时,进行冻结操作并切换为彩色模式,对图像进行保存。由两名医师分析图像,于图像上选择结节感兴趣区,并维持相同面积及深度,通过分析软件计算感兴趣区及正常组织的弹性比值,即为弹性应变率;此外,勾画感兴趣区蓝色区域边缘,通过分析软件计算蓝色区域及感兴趣区的面积比值,即为蓝色面积比值。

### 1.3 观察指标

(1)HFU 特征:比较两组内部回声、边界情况、结节直径、位置、血流信号、纵横比、微钙化、侵犯被膜。(2)UE 参数:对比两组弹性应变率、蓝色面积比值。(3)分析 HFU 联合 UE 诊断 PTC 淋巴结转移的价值。

### 1.4 统计学分析

使用 SPSS 23.0 对数据进行统计分析。计量资料以 $(\bar{x}\pm s)$ 表示,组间比较行独立样本  $t$  检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较行独立样本  $\chi^2$  检验;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 HFU 联合 UE 对 PTC 淋巴结转移的诊断价值。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组 HFU 特征比较

转移组血流信号丰富、纵横比 $\geq 1$ 、微钙化、侵犯被膜占比分别为 72.97%、81.08%、72.22%、80.00%,均高于非转移组的 21.33%、26.32%、24.68%、24.00%( $P<0.05$ )。见表 2。

表 2 两组 HFU 特征比较 $[n(\%)]$

特征	转移组( $n=37$ )	非转移组( $n=75$ )	$\chi^2$ 值	$P$ 值
内部回声			3.627	0.057
低回声	31(83.78)	50(66.67)		
等或高回声	6(16.22)	25(33.33)		
边界情况			1.895	0.169
清晰	9(24.32)	28(37.33)		
不清晰	28(75.68)	47(62.67)		
结节直径(mm)			2.937	0.087
>5	26(70.27)	40(53.33)		
$\leq 5$	11(29.73)	35(46.67)		
位置			0.042	0.838
左侧叶	17(45.95)	36(48.00)		
右侧叶	20(54.05)	39(52.00)		
血流信号丰富			27.934	<0.001
是	27(72.97)	16(21.33)		
否	10(27.03)	59(78.67)		
纵横比			29.686	<0.001
$\geq 1$	30(81.08)	20(26.67)		
<1	7(18.92)	55(73.33)		
微钙化			20.816	<0.001
有	26(70.27)	19(25.33)		
无	11(29.73)	56(74.67)		
侵犯被膜			27.337	<0.001
是	28(75.68)	18(24.00)		
否	9(24.32)	57(76.00)		

## 2.2 两组 UE 参数比较

转移组弹性应变率、蓝色面积比值均高于非转移组 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 两组 UE 参数比较 ( $\bar{x} \pm s, \%$ )

组别	弹性应变率	蓝色面积比值
转移组 ( $n = 37$ )	$1.99 \pm 0.56$	$47.96 \pm 12.03$
非转移组 ( $n = 75$ )	$1.47 \pm 0.51$	$38.54 \pm 10.27$
$t$ 值	4.913	4.311
$P$ 值	$< 0.001$	$< 0.001$

## 2.3 HFU 联合 UE 对 PTC 淋巴结转移的诊断价值

ROC 曲线显示, 血流信号、纵横比、微钙化、侵犯被膜、弹性应变率及蓝色面积比值联合诊断 PTC 淋巴结转移的曲线下面积 ( $AUC$ ) 为 0.904, 高于六者单独诊断的  $AUC$ : 0.758、0.772、0.725、0.758、0.765、0.743 ( $P < 0.05$ )。见图 1 及表 4。

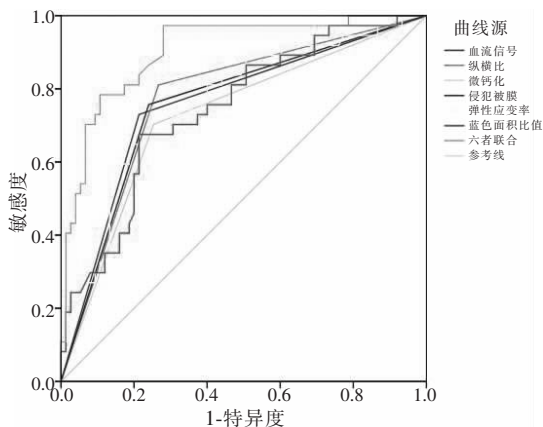


图 1 HFU 联合 UE 诊断 PTC 淋巴结转移的 ROC 曲线

表 4 HFU 联合 UE 对 PTC 淋巴结转移的诊断价值

指标	$AUC$ 值	95% $CI$	$P$ 值	敏感度 (%)	特异度 (%)
血流信号	0.758	0.659 ~ 0.857	$< 0.001$	72.97	78.67
纵横比	0.772	0.678 ~ 0.866	$< 0.001$	81.08	73.33
微钙化	0.725	0.622 ~ 0.828	$< 0.001$	70.27	74.67
侵犯被膜	0.758	0.661 ~ 0.856	$< 0.001$	75.68	76.00
弹性应变率	0.765	0.670 ~ 0.860	$< 0.001$	64.86	80.00
蓝色面积比值	0.743	0.647 ~ 0.839	$< 0.001$	67.57	78.67
六者联合	0.904	0.844 ~ 0.964	$< 0.001$	97.30	72.00

## 3 讨论

PTC 作为甲状腺肿瘤的常见亚型, 具有较高的生存率, 但常伴有颈部淋巴结转移<sup>[8]</sup>。临床报道<sup>[9]</sup>显示, PTC 患者确诊后治疗方案的选择需参考淋巴结转移情况, 且淋巴结转移与患者预后存在密切关系。常规超声是诊断 PTC 的重要方法, 但其对淋巴结转移具有较高的漏诊率<sup>[10]</sup>。因此, 探寻准确度较

高的检查方法判断 PTC 淋巴结转移情况, 有利于促进患者转归。

本研究结果显示, 转移组血流信号丰富、纵横比  $\geq 1$ 、微钙化、侵犯被膜占比均高于非转移组, 表明 PTC 淋巴结转移患者的 HFU 特征主要以血流信号丰富、纵横比  $\geq 1$ 、微钙化、侵犯被膜为主。分析原因可能为: 血流信号丰富提示新生血管增生活跃, 血供相对丰富, 可提高血管通透性, 有利于肿瘤细胞脱落, 从而增加转移风险。国内研究<sup>[11-12]</sup>显示, 血流信号丰富的 PTC 患者肿瘤新生血管较多, 血管生成因子水平增加, 而淋巴管在血管生成因子作用下大量生成, 有利于增加淋巴管密度, 导致淋巴结转移。临床研究<sup>[13]</sup>发现, 甲状腺在正常状态下按上下径方向生长, 纵径小于横径, 而纵横比  $\geq 1$  提示结节直立生长, 纵径增加, 病灶的侵袭性较强, 易发生淋巴结转移。纵横比  $\geq 1$  的 PTC 患者肿瘤细胞发生恶性浸润, 从而破坏甲状腺结构, 引起纵径增加。微钙化是癌组织生成的钙化物不能被有效排出所致的钙盐沉积, 国外报道<sup>[14]</sup>认为微钙化是 PTC 患者淋巴结转移的重要征象。微钙化提示癌组织存在增生过度及坏死, 表明肿瘤具有较高的恶性程度, 相较于恶性程度较低的肿瘤, 其发生淋巴结转移的风险明显升高。临床研究<sup>[15]</sup>发现, 肿瘤侵犯被膜表明病灶侵袭水平较高, 易发生甲状腺器官侵犯并转移至其他组织。

UE 可辅助临床评估组织质地硬度的新型超声技术, 弥补了常规超声不能有效对软组织结构进行定量分析的不足<sup>[16]</sup>。组织弹性程度与病理性变化有关, 受压前后组织存在明显的超声波变化, UE 借助彩色及灰阶方法编码结果, 能获取目标组织及周围正常组织的弹性比值, 从而提示病灶病理性变化情况<sup>[17]</sup>。本研究发现, 转移组弹性应变率、蓝色面积比值均高于非转移组, 说明 PTC 淋巴结转移患者 UE 参数明显增加。PTC 患者肿瘤细胞异常增殖会引起钙化灶数目增加, 从而提高硬度值, 硬度值较高表明恶性浸润程度严重, 淋巴结转移风险升高。未发生淋巴结转移的组织与周围组织的硬度并无显著差异, 而淋巴结转移患者微观结构病理性变化显著, 组织内部的硬组织较多, 受压后与周围组织的硬度存在差异, 使弹性应变率、蓝色面积比值均增加。进一步 ROC 曲线分析显示, 血流信号、纵横比、微钙化、侵犯被膜、弹性应变率及蓝色面积比值联合诊断 PTC 淋巴结转移的  $AUC$  高于六者单独诊断, 提示 HFU 联合 UE 可通过优势互补, 提高对 PTC 淋巴结转移的诊断效能。

综上, PTC 淋巴结转移患者 HFU 主要表现为血流信号丰富、纵横比  $\geq 1$ 、微钙化及侵犯被膜, UE 参

数明显增加,联合诊断对 PTC 淋巴结转移具有较高的诊断效能。

#### 参考文献

- [1] Kim DH, Kim GJ, Kim SW, *et al.* Predictive value of ipsilateral central lymph node metastasis for contralateral central lymph node metastasis in patients with thyroid cancer: systematic review and meta-analysis[J]. *Head & Neck*, 2021, 43(10): 3177-3184.
- [2] 曾焯海,林威,吴海燕,等. 甲状腺乳头状癌中央区(Ⅵ区)淋巴结转移危险因素分析及预测模型构建[J]. *现代实用医学*, 2023, 35(10): 1300-1302.
- [3] Lindner K, Tharun L, Bayer A, *et al.* Cystic lymph node metastasis of papillary thyroid cancer: clinical facts[J]. *Minerva Surgery*, 2021, 76(6): 598-603.
- [4] 程静,张术华,蒋虹静,等. 高频超声联合血清 CK19、TGAbs 对甲状腺乳头状癌淋巴结转移的预测价值[J]. *国际检验医学杂志*, 2021, 42(7): 868-871.
- [5] Zhou L, Zheng Y, Yao J, *et al.* Association between papillary thyroid carcinoma and cervical lymph node metastasis based on ultrasonic radio frequency signals[J]. *Cancer Medicine*, 2023, 12(13): 14305-14316.
- [6] 孙思敬,路忠志,孙博,等. 甲状腺乳头状癌超声弹性成像参数与微血管密度和癌细胞恶性生物学行为的相关性及其在淋巴结转移评估中的价值[J]. *中国医学装备*, 2021, 18(8): 94-99.
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 甲状腺癌诊疗规范(2018年版)[J]. *中华普通外科学文献(电子版)*, 2019, 13(1): 1-15.
- [8] Peng Y, Zhang ZT, Wang TT, *et al.* Prediction of central lymph node metastasis in CNO papillary thyroid carcinoma by CT radiomics[J]. *Academic Radiology*, 2023, 30(7): 1400-1407.
- [9] Masuda T, Nakaura T, Funama Y, *et al.* Machine learning to identify lymph node metastasis from thyroid cancer in patients undergoing contrast-enhanced CT studies[J]. *Radiography*, 2021, 27(3): 920-926.
- [10] Wang C, Yu P, Zhang H, *et al.* Artificial intelligence-based prediction of cervical lymph node metastasis in papillary thyroid cancer with CT[J]. *European Radiology*, 2023, 33(10): 6828-6840.
- [11] Ngo DQ, Le DT, Ngo QX, *et al.* Risk factors for lateral lymph node metastasis of papillary thyroid carcinoma in children[J]. *Journal of Pediatric Surgery*, 2022, 57(10): 421-424.
- [12] Feng JW, Ye J, Qi GF, *et al.* Nomograms for prediction of high-volume lymph node metastasis in papillary thyroid carcinoma patients[J]. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery: Official Journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2023, 168(5): 1054-1066.
- [13] Feng JW, Qin AC, Ye J, *et al.* Predictive factors for lateral lymph node metastasis and skip metastasis in papillary thyroid carcinoma[J]. *Endocrine Pathology*, 2020, 31(1): 67-76.
- [14] Zhuo X, Yu J, Chen Z, *et al.* Dynamic nomogram for predicting lateral cervical lymph node metastasis in papillary thyroid carcinoma[J]. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery: Official Journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2022, 166(3): 444-453.
- [15] 徐思源,任忠峰,刘杰,等. 中央区淋巴结转移甲状腺乳头状癌患者侧颈淋巴结复发风险预测模型的构建[J]. *中华肿瘤杂志*, 2021, 43(7): 775-780.
- [16] Xue J, Li S, Qu N, *et al.* Value of clinical features combined with multimodal ultrasound in predicting lymph node metastasis in cervical central area of papillary thyroid carcinoma[J]. *Journal of Clinical Ultrasound*, 2023, 51(5): 908-918.
- [17] 徐林霞,王素萍,徐国霞,等. 超声弹性成像参数联合血清 MK 和 VEGF 对分化型甲状腺癌的诊断价值及与肿瘤恶性程度关系研究[J]. *影像科学与光化学*, 2021, 39(1): 12-18.

(收稿日期:2024-03-15

修回日期:2024-05-07)