

超声血流参数联合血清学指标在甲状腺乳头状癌颈部淋巴结转移中的诊断价值

许子旻, 何 花*

皖南医科大学附属宣城医院超声科, 安徽 宣城

收稿日期: 2026年6月15日; 录用日期: 2026年7月9日; 发布日期: 2026年7月15日

摘 要

目的: 探讨超声血流参数联合血清学指标在甲状腺乳头状癌颈部淋巴结转移中的诊断价值。方法: 选取2022年1月至2024年12月于本院收治并经手术病理证实的PTC患者92例作为研究对象, 根据术后病理结果分为转移组44例和未转移组48例。所有患者术前均接受常规超声、彩色多普勒超声及血清学检查, 记录血流阻力指数(RI)、收缩期峰值流速(PSV)、舒张末期流速(EDV)以及甲状腺刺激素(TSH)、甲状腺球蛋白(TG)和甲状腺过氧化物酶抗体(TPOAb)等指标。采用受试者工作特征(ROC)曲线评价各参数对颈部淋巴结转移的诊断效能。结果: 转移组患者RI、TSH及TG水平均高于未转移组, 差异有统计学意义($P < 0.05$); PSV、EDV及TPOAb比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。ROC曲线分析显示, RI对颈部淋巴结转移具有一定诊断价值, 联合TSH、TG后诊断效能进一步提高。结论: 超声血流参数联合血清学指标对PTC颈部淋巴结转移具有较好的诊断价值, 其中RI、TSH及TG可作为评估颈部淋巴结转移风险的重要参考指标, 具有一定临床应用前景。

关键词

甲状腺乳头状癌, 颈部淋巴结转移, 彩色多普勒超声, 甲状腺刺激素, 甲状腺球蛋白, 甲状腺抗体

Diagnostic Value of Ultrasound Hemodynamic Parameters Combined with Serological Indicators in Cervical Lymph Node Metastasis of Papillary Thyroid Carcinoma

Zimin Xu, Hua He*

*通讯作者。

文章引用: 许子旻, 何花. 超声血流参数联合血清学指标在甲状腺乳头状癌颈部淋巴结转移中的诊断价值[J]. 临床医学进展, 2026, 16(7): 1252-1257. DOI: 10.12677/acm.2026.1672640

Abstract

Objective: To investigate the diagnostic value of ultrasound hemodynamic parameters combined with serological indicators in predicting cervical lymph node metastasis in patients with papillary thyroid carcinoma (PTC). **Methods:** A total of 92 patients with PTC confirmed by postoperative pathology in our hospital from January 2022 to December 2024 were retrospectively enrolled. According to postoperative pathological results, the patients were divided into a metastasis group ($n = 44$) and a non-metastasis group ($n = 48$). All patients underwent conventional ultrasound, color Doppler ultrasound, and serological examinations before surgery. Resistance index (RI), peak systolic velocity (PSV), end-diastolic velocity (EDV), thyroid-stimulating hormone (TSH), thyroglobulin (TG), and thyroid peroxidase antibody (TPOAb) were recorded. Receiver operating characteristic (ROC) curves were used to evaluate the diagnostic performance of these parameters for cervical lymph node metastasis. **Results:** RI, TSH, and TG in the metastasis group were significantly higher than those in the non-metastasis group ($P < 0.05$), while PSV, EDV, and TPOAb showed no significant differences ($P > 0.05$). ROC analysis indicated that RI had certain diagnostic value, and the combined assessment with TSH and TG further improved diagnostic efficiency. **Conclusion:** Ultrasound hemodynamic parameters combined with serological indicators show good diagnostic value for cervical lymph node metastasis in PTC. RI, TSH, and TG may serve as important indicators for evaluating the risk of cervical lymph node metastasis.

Keywords

Papillary Thyroid Carcinoma, Cervical Lymph Node Metastasis, Color Doppler Ultrasound, Thyroid-Stimulating Hormone, Thyroglobulin, Thyroid Antibodies

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

甲状腺乳头状癌(papillary thyroid carcinoma, PTC)是最常见的分化型甲状腺癌, 约占甲状腺恶性肿瘤的绝大多数[1]。尽管 PTC 总体生物学行为相对温和、长期生存率较高, 但其早期即可出现颈部淋巴结转移, 尤其中央区淋巴结转移较为常见[2]。淋巴结转移不仅与局部复发风险升高、再次手术概率增加密切相关, 还会在一定程度上影响术式选择、手术复杂度、围手术期管理及术后随访策略。因此, 术前准确评估颈部淋巴结转移状态, 对于优化治疗决策、减少不必要的清扫以及实现个体化管理具有重要临床意义。

高分辨率超声因其无创、实时、便捷、可重复及价格相对低廉等优势, 已成为甲状腺及颈部淋巴结评估的一线影像学方法。常规超声能够从病灶形态、边界、内部回声、微钙化、纵横比及血流信号等方面进行综合判断, 而彩色多普勒及频谱多普勒参数则可进一步从肿瘤血流灌注及血流阻力状态等方面反映病灶微循环改变[2]。已有研究提示, 血流阻力相关参数及多模态超声特征在预测 PTC 颈部淋巴结转移中具有一定价值。

除影像学参数外,血清学指标在甲状腺癌风险评估中的作用亦日益受到重视[3]。甲状腺刺激素(TSH)与甲状腺滤泡上皮增殖及肿瘤发生发展密切相关,较高 TSH 水平可能提示肿瘤生物学行为更活跃,并与淋巴结转移等侵袭性特征相关[4][5];甲状腺球蛋白(TG)可反映甲状腺组织负荷及肿瘤相关活动状态,术前 TG 升高与肿瘤负荷及淋巴结转移范围增加存在相关性[6][7];甲状腺自身抗体如甲状腺过氧化物酶抗体(TPOAb)则可在一定程度上反映免疫微环境改变,但其预测价值尚不一致。将超声血流参数与血清学指标联合分析,有望提高术前风险分层的客观性和准确性。

目前,关于超声参数联合血清学指标在 PTC 颈部淋巴结转移评估中的研究仍有待深入。基于此,本研究以经手术病理证实的 PTC 患者为对象,分析 RI、PSV、EDV 及 TSH、TG、TPOAb 等指标与颈部淋巴结转移的关系,并进一步评价其诊断效能,以期术前精准评估提供更具可操作性的临床依据。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

选取 2022 年 1 月至 2024 年 12 月于本院收治并经手术病理证实的 PTC 患者 92 例。

纳入标准: 1) 术后病理确诊为 PTC; 2) 术前完成甲状腺及颈部淋巴结超声检查和血清学检测,且资料完整; 3) 临床资料完整。

排除标准: 1) 既往有甲状腺或颈部手术史; 2) 既往接受颈部放射治疗; 3) 合并其他恶性肿瘤; 4) 检查资料不完整。根据术后颈部淋巴结病理结果,将患者分为转移组 44 例和未转移组 48 例。两组患者在性别、年龄等一般资料比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

2.2. 仪器与方法

采用高频彩色多普勒超声诊断仪,配备 5~14 MHz 线阵探头。患者取仰卧位,肩下适度垫高,使颈前区充分暴露。首先进行常规超声扫查,记录甲状腺病灶的位置、大小、形态、边界、内部回声、钙化情况及血流分布,并对中央区及侧颈区淋巴结进行系统评估。

在频谱多普勒模式下,于病灶内或周边选择较清晰血流信号进行采样,待血流频谱稳定后记录收缩期峰值流速(PSV)、舒张末期流速(EDV)及血流阻力指数(RI)。为减小偶然误差,各参数连续测量 3 次,取平均值用于统计分析。

所有患者术前晨起空腹采集静脉血,检测甲状腺刺激素(TSH)、甲状腺球蛋白(TG)及甲状腺过氧化物酶抗体(TPOAb)水平。血清学检测均由本院检验科按照统一标准流程完成。

2.3. 观察指标

- 1) 比较两组患者超声血流参数(RI、PSV、EDV)差异;
- 2) 比较两组患者血清学指标(TSH、TG、TPOAb)差异;
- 3) 分析各指标及其联合检测对 PTC 颈部淋巴结转移的诊断效能。

其中,RI、PSV 及 EDV 主要反映病灶血流动力学状态;TSH、TG 及 TPOAb 则用于反映甲状腺功能状态、肿瘤相关负荷及免疫学改变。通过比较上述指标在转移组和未转移组中的差异,并结合 ROC 曲线分析,可评价其在术前风险识别中的应用价值。

2.4. 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以 n(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。绘制 ROC 曲线并计算 AUC、灵敏度、特异度及约登指数。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 两组超声血流参数及血清学指标比较

本研究共纳入 PTC 患者 92 例，其中转移组 44 例，未转移组 48 例。两组患者超声血流参数及血清学指标比较结果见表 1。结果显示，转移组 RI、TSH 及 TG 水平均明显高于未转移组，差异均有统计学意义($t = 4.57、3.37、4.09$ ，均 $P < 0.05$)；而 PSV、EDV 及 TPOAb 在两组间比较差异无统计学意义($t = 1.05、0.82、0.63$ ，均 $P > 0.05$)。上述结果提示，血流阻力指数及部分血清学指标与 PTC 颈部淋巴结转移存在一定相关性。

Table 1. Comparison of ultrasound blood flow parameters and serological indicators between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)
表 1. 两组患者超声血流参数及血清学指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	RI	PSV (cm/s)	EDV (cm/s)	TSH (mIU/L)	TG (ng/mL)	TPOAb (IU/mL)
转移组	44	0.78 ± 0.08	32.45 ± 6.12	11.26 ± 3.08	3.21 ± 1.02	48.67 ± 15.34	52.18 ± 20.45
未转移组	48	0.71 ± 0.07	31.12 ± 5.89	10.74 ± 2.95	2.54 ± 0.88	36.92 ± 12.11	49.63 ± 18.72
t 值		4.57	1.05	0.82	3.37	4.09	0.63
P 值		<0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05	>0.05

3.2. 各指标对颈部淋巴结转移的诊断效能

ROC 曲线分析结果见表 2 及图 1：RI、TSH 及 TG 对 PTC 颈部淋巴结转移均具有一定诊断价值，其 AUC 分别为 0.76、0.69 和 0.73。其中，RI 的单项诊断效能相对较好。进一步联合 RI、TSH 及 TG 进行分析，其 AUC 提高至 0.84，灵敏度为 79.5%，特异度为 77.1%，约登指数为 0.57，均优于单一指标。结果表明，多指标联合检测在术前预测 PTC 颈部淋巴结转移方面具有更高的诊断效能。

Table 2. Diagnostic performance of each indicator for neck lymph node metastasis
表 2. 各指标对颈部淋巴结转移的诊断效能

指标	AUC	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
RI	0.76	72.7	70.8	0.44
TSH	0.69	65.9	66.7	0.33
TG	0.73	70.5	68.8	0.39
联合检测	0.84	79.5	77.1	0.57

4. 讨论

PTC 虽总体预后良好，但颈部淋巴结转移发生率较高，尤其是中央区淋巴结转移较为常见[4]。淋巴结转移不仅与肿瘤复发风险增加密切相关，还会影响手术范围的选择及术后管理策略。因此，术前准确评估颈部淋巴结转移风险，对于制定个体化治疗方案具有重要意义[2]。

本研究结果显示，转移组患者 RI 水平显著高于未转移组($P < 0.05$)，提示血流动力学改变与 PTC 转移行为存在一定关联。其可能机制在于：具有较强侵袭性的肿瘤往往伴随异常新生血管形成，这些血管结构不成熟、分布紊乱，导致局部血流阻力升高，从而表现为 RI 增加。相较于 PSV 和 EDV 等流速指标，RI 作为比值参数，受取样角度及瞬时血流变化影响较小，稳定性更高，因此在评估肿瘤微循环状态方面具有一定优势[8]。本研究中 PSV 及 EDV 差异无统计学意义，亦支持其在预测淋巴结转移中的价值有限。

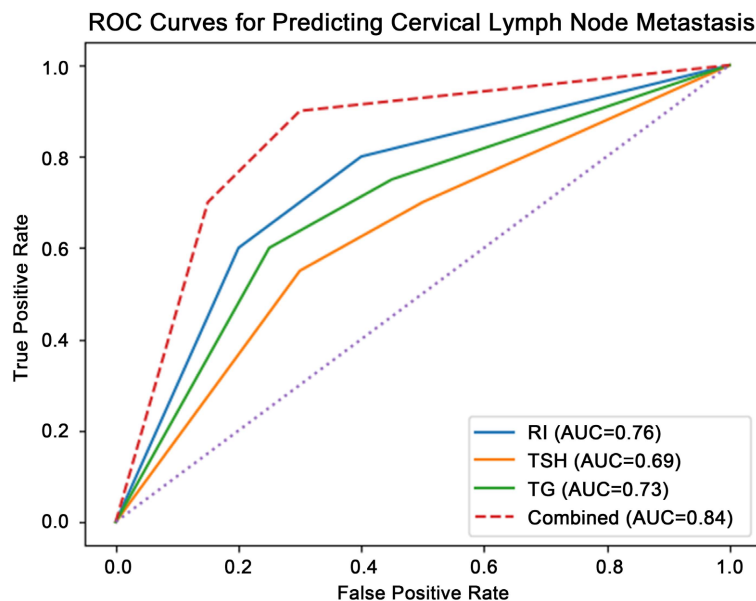


Figure 1. ROC curves of various indicators predicting cervical lymph node metastasis
图 1. 各指标预测颈部淋巴结转移的 ROC 曲线

在血清学指标方面, 本研究发现转移组 TSH 及 TG 水平均明显升高($P < 0.05$)。TSH 作为调控甲状腺细胞生长的重要激素, 其升高可能促进肿瘤细胞增殖及侵袭能力增强, 从而增加转移风险[5] [6]。TG 作为甲状腺特异性蛋白, 其水平变化可反映甲状腺组织负荷及肿瘤活性状态, 较高 TG 水平可能提示肿瘤生物学行为更为活跃[7]。本研究结果与罗彦冰等[9]的研究基本一致, 但与既往研究对比, 罗彦冰等[9]仅纳入微小乳头状癌, 仅采用血流分级联合 TSH、Tg 建模, AUC 仅 0.812, 缺少 PSV、RI 定量血流指标, 预测效能不及本研究; 唐瑾等[10]依托超声造影与 TgAb、TSH 构建模型(AUC = 0.803), 仅针对中央区淋巴结转移, 对颈侧区转移识别能力有限。Song 等[11]联合 STK1 与超声形态指标构建列线图, 外部验证 AUC 达 0.867, 但 STK1 检测费用高, 难以基层普及。而本研究所用血流、甲功指标均为术前常规检查, 临床推广性更强, 影像与血清指标联合可互补短板, 提升诊断准确度。病理机制层面, 肿瘤分泌大量促血管因子, 病灶新生微血管杂乱、管壁缺损, 超声表现为高分级血流、升高的 PSV 与 RI, 肿瘤细胞易经淋巴管转移, 转移组血流参数显著高于无转移组。高 TSH 激活 MAPK、PI3K/AKT 通路, 促进肿瘤增殖、血管生成, 增加转移风险, 该结论与 Mao 等[12]微小乳头状癌研究一致。

ROC 曲线分析结果显示, RI、TSH 及 TG 单独检测均具有一定诊断价值, 其中 RI 的 AUC 最高(0.76), 提示其在单指标中具有较好的预测能力。然而, 单一指标难以全面反映肿瘤的复杂生物学行为。进一步联合 RI、TSH 及 TG 后, AUC 提高至 0.84, 灵敏度和特异度均明显提升, 表明多指标联合检测能够显著提高诊断效能。这种“影像学参数 + 血清学指标”的综合评估模式, 从不同角度反映肿瘤血流特征及内分泌状态, 有助于提高术前风险分层的准确性[2] [7] [13]。

从临床应用角度来看, 本研究结果提示, 在常规超声评估基础上, 结合 RI、TSH 及 TG 等指标, 可为 PTC 患者术前淋巴结转移风险评估提供更加客观可靠的依据, 有助于指导手术范围的选择, 避免过度或不足清扫, 从而实现精准治疗[1] [2] [4]。此外, 该联合评估方法操作简便、无创、成本较低, 具有良好的临床推广价值。

当然, 本研究仍存在一定局限性。首先, 本研究为单中心回顾性研究, 样本量相对有限, 可能存在选择偏倚; 其次, 未进一步纳入肿瘤大小、多灶性及包膜侵犯等病理特征进行综合分析; 再次, 血清学

指标可能受甲状腺功能状态及自身免疫性疾病影响。因此, 未来仍需开展多中心、大样本前瞻性研究, 以进一步验证本研究结果并优化预测模型。

综上所述, 超声血流参数联合血清学指标在 PTC 颈部淋巴结转移预测中具有较好的应用价值, 其中 RI、TSH 及 TG 是重要参考指标, 多指标联合检测可显著提高诊断效能。

5. 结论

超声血流参数联合血清学指标对 PTC 颈部淋巴结转移具有较好的诊断价值。其中, RI、TSH 及 TG 对转移风险评估具有较高参考意义; TPOAb 可作为辅助观察指标。通过联合分析病灶血流状态与血清学变化, 可为 PTC 术前精准分期及个体化治疗提供更为客观的依据。

声 明

本研究已获得患者的知情同意。

参考文献

- [1] 中华医学会内分泌学分会, 中华医学会外科学分会甲状腺及代谢外科学组, 中国抗癌协会头颈肿瘤专业委员会, 等. 甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南(第二版)[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2023, 39(3): 181-226.
- [2] 孙斌, 张明博, 罗渝昆. 超声新技术预测甲状腺乳头状癌颈部淋巴结转移的研究现状与展望[J]. 中国医学科学院学报, 2023, 45(4): 672-676.
- [3] 胡晓萌, 乔宇, 韩朵兰, 等. 甲状腺乳头状癌颈部淋巴结转移的危险因素[J]. 中国肿瘤临床, 2019, 46(11): 557-561.
- [4] Haugen, B.R., Alexander, E.K., Bible, K.C., Doherty, G.M., Mandel, S.J., Nikiforov, Y.E., *et al.* (2016) 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer: The American Thyroid Association Guidelines Task Force on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer. *Thyroid*®, **26**, 1-133. <https://doi.org/10.1089/thy.2015.0020>
- [5] Tam, A.A., Ozdemir, D., Aydın, C., Bestepe, N., Ulusoy, S., Sungu, N., *et al.* (2018) Association between Preoperative Thyrotrophin and Clinicopathological and Aggressive Features of Papillary Thyroid Cancer. *Endocrine*, **59**, 565-572. <https://doi.org/10.1007/s12020-018-1523-6>
- [6] Viola, N., Agate, L., Caprio, S., Lorusso, L., Brancatella, A., Ricci, D., *et al.* (2023) Thyroid Autoimmunity, Thyroglobulin Autoantibodies, and Thyroid Cancer Prognosis. *Endocrine-Related Cancer*, **30**, e230042. <https://doi.org/10.1530/erc-23-0042>
- [7] Kim, H., Park, S.Y., Choe, J., Kim, J.S., Hahn, S.Y., Kim, S.W., *et al.* (2020) Preoperative Serum Thyroglobulin and Its Correlation with the Burden and Extent of Differentiated Thyroid Cancer. *Cancers*, **12**, Article 625. <https://doi.org/10.3390/cancers12030625>
- [8] 李玉龙, 陈先志, 叶磊, 等. 超声诊断甲状腺乳头状癌颈部淋巴结转移的临床价值及其血流参数与淋巴结转移的相关性分析[J]. 现代生物医学进展, 2020, 20(8): 1490-1494.
- [9] 罗彦冰, 符叶柳, 马春燕, 义娜, 苏经智. 彩色多普勒超声征象联合血清 Tg、TSH 对甲状腺微小乳头状癌发生颈部淋巴结转移的预测价值[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(4): 712-716.
- [10] 唐瑾, 张波. 常规超声特征、超声造影参数及血清 TSH、TgAb 水平对甲状腺乳头状癌中央区淋巴结转移的预测价值[J]. 肿瘤研究与临床, 2024, 36(10): 762-766.
- [11] Song, X., Skog, S., Wei, L., Qin, J., Yang, R., Li, J., *et al.* (2024) Nomogram Model of Serum Thymidine Kinase 1 Combined with Ultrasonography for Prediction of Central Lymph Node Metastasis Risk in Patients with Papillary Thyroid Carcinoma Pre-Surgery. *Frontiers in Endocrinology*, **15**, Article ID: 1366219. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1366219>
- [12] Mao, A., An, N., Wang, J., Wu, Y., Wang, T., Wang, Z., *et al.* (2021) Association between Preoperative Serum TSH and Tumor Status in Patients with Papillary Thyroid Microcarcinoma. *Endocrine*, **73**, 617-624. <https://doi.org/10.1007/s12020-021-02690-5>
- [13] 康陈, 石娟娟. 甲状腺乳头状癌超声征象与颈部淋巴结转移的相关性研究[J]. 影像研究与医学应用, 2026, 10(2): 121-123.