

## Research progresses of three dimensional power Doppler ultrasound in diagnosis of thyroid nodules

LIU Chen, SHI Tiemei\*, ZHOU Zheng, NIU Wang, ZHANG Yuanxi

(Department of Ultrasound, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China)

**[Abstract]** Thyroid nodule is a common diseases of neck, which property is usually identified by ultrasound examination. Color doppler ultrasonography can reflect the distribution of blood vessels and blood flow within the nodules. And with development of new technologies, three-dimensional ultrasound increase the accuracy of identification. Three-dimension power doppler ultrasound (3D-PDUS) can reflect blood flow information within the nodule space, which is more accurate than two-dimensional ultrasound and it can be used to evaluate the blood flow in nodules qualitatively and quantitatively, provide a new reference for clinical diagnosis of thyroid nodule.

**[Key words]** Thyroid nodule; Ultrasonography; Imaging, three dimensional; Power Doppler; Research progresses

**DOI:**10.13929/j.1672-8475.201702015

## 三维能量多普勒超声诊断甲状腺结节性质的研究进展

刘 晨, 史铁梅\*, 周 铮, 牛 旺, 张原溪

(中国医科大学附属盛京医院超声科, 辽宁 沈阳 110004)

**[摘 要]** 甲状腺结节为颈部常见疾病, 超声是鉴别甲状腺结节性质的常用方法。彩色多普勒超声可反映甲状腺结节内部血管分布及血流情况, 且三维超声等新技术的发展也增加了鉴别诊断的准确率。三维能量多普勒超声(3D-PDUS)可反映结节内部血流信息, 比二维断面血流显示更加精确, 并且可以定性、定量判断结节内部血流情况, 为临床判断甲状腺结节性质提供新的参考依据。

**[关键词]** 甲状腺结节; 超声检查; 成像, 三维; 能量多普勒; 研究进展

**[中图分类号]** R581; R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8475(2017)06-0382-04

甲状腺结节是一种常见的颈部疾病, 近年随着医疗质量的提高, 有效增加甲状腺结节诊断准确率的问题也成为关注的焦点。随着超声新技术不断发展, 超声诊断甲状腺结节不仅依赖于传统二维彩色多普勒超声, 三维超声技术及其他超声检查新方法如超声引导下细针穿刺、CEUS 和超声弹性成像等均可有效增加甲状腺结节诊断的准确率。三维能量多普勒超声(three-dimension power Doppler ultrasound, 3D-PDUS)可定性、定量分析血流动力学信息, 来提高鉴

别诊断甲状腺结节性质的准确率, 为临床判断甲状腺结节性质提供新的参考依据。

### 1 超声诊断甲状腺结节的现状

甲状腺结节有良性及恶性两种, 良性病变包括结节性甲状腺肿、甲状腺腺瘤、囊性改变及炎性改变等; 恶性病变多为乳头状癌, 此外还有髓样癌、滤泡癌以及未分化癌等。随着超声技术的发展, 越来越多的甲状腺结节可以被早期发现, 但并不是所有发现的结节均需手术切除或活检。有学者<sup>[1]</sup>报道, 无恶性提示或者淋巴结未肿大至 5 mm 以上的结节仅需进行超声随访, 因此鉴别结节性质对早期诊断与治疗临床意义显著。超声可为判断甲状腺结节的良恶性提供有效证据, 虽然超声并不能对其性质进行确诊, 但是超声作为一种无创性检查, 与 CT 相比, 有更高的结节检出率。

**[第一作者]** 刘晨(1992—), 男, 辽宁锦州人, 在读硕士。研究方向: 超声诊断学。E-mail: 465155119@qq.com

**[通信作者]** 史铁梅, 中国医科大学附属盛京医院超声科, 110004。

E-mail: shitm@sj-hospital.org

**[收稿日期]** 2017-02-15 **[修回日期]** 2017-04-13

王晓红等<sup>[2]</sup>研究显示,甲状腺结节的超声检出率为 85.8%,而 CT 为 78.8%,且超声具有价格低廉、无辐射、可重复等优点,并可获得关于甲状腺结节的更加全面的信息<sup>[3]</sup>,因此超声是甲状腺结节筛查的重要手段。美国甲状腺学会指南认为超声是甲状腺结节首选筛查方法<sup>[4]</sup>,我国《甲状腺癌诊疗指南》也建议进行常规超声来鉴别结节性质。

## 2 二维超声鉴别甲状腺结节性质

多项研究<sup>[5-8]</sup>发现,结节大小与良恶性呈负相关,结节回声低或极低、边界不整、边缘模糊、形状不规则、声晕不整厚薄不一、纵径大于横径、实性并存在微钙化、中心血流丰富等均提示结节为恶性,利用这些超声表现所建立的甲状腺影像报告和数据分析系统(Thyroid Imaging-Reporting And Data System, TI-RADS)分级<sup>[9-10]</sup>可使超声结果更加规范,并且易于进行研究分析和同行间的交流。二维超声下颈部淋巴结呈圆形、淋巴门消失、有微钙化、周边显示血流及囊性改变时,提示结节恶性可能性大且存在淋巴结转移<sup>[11]</sup>。彩色多普勒超声可以显示结节内血流分布情况,从而鉴别甲状腺结节性质。良性结节多为无血流或血流不丰富,外周环状血流多见;恶性结节血流丰富,分布不均匀,走行紊乱迂曲。孙秀莲等<sup>[12]</sup>研究显示,良性结节血流多为 I 级和 II 级,而恶性结节血流多为 III 级,且血流阻力指数(resistive index, RI)高,局部血流聚集。于春英等<sup>[13]</sup>研究显示,彩色多普勒超声可以发现临床未触及或核素扫描未发现的结节,其鉴别甲状腺结节性质的能力优于 CT。Palaniappan 等<sup>[14]</sup>发现彩色多普勒超声显示恶性结节多呈现中心血流,良性结节多呈现外周血流;频谱多普勒超声搏动指数(pulsatility index, PI) $>1.3$  与 RI $>0.73$  提示恶性。由于彩色多普勒超声只能从断面分析结节血流情况,且过多依赖于医师经验判断,虽然可以有效鉴别结节良恶性,但是主观依赖性强,缺乏定量分析能力,故其诊断准确率仍受到一定限制。

## 3 三维超声诊断甲状腺结节性质

3.1 三维超声技术 随着 1961 年 Baum 首次提出三维超声技术,以及现今数字技术的飞速发展,三维超声技术与计算机后处理的结合已经越来越多地应用于临床实践工作中。三维超声技术分为图像采集、计算机重建及后期显示 3 部分<sup>[15]</sup>。图像采集目前有 4 种方式<sup>[16]</sup>:手动三维扫描、外接传导装置、自动三维机械容积探头及三维电子相控阵探头。三维重建利用计算机后处理将采集的图像信息进行整合,包括对二维灰阶

图像的整合以及对彩色多普勒血流信息的整合。三维超声图像的显示有动态显示、表面成像、透明成像等多种模式,尤其可以与能量多普勒联合应用,生成三维能量多普勒图像并且在三维图像上可以进行定量测定,如容量与体积<sup>[17]</sup>及一些血管相关参数包括血管指数(vascularization index, VI)、血流指数(flow index, FI)及血管血流指数(vascularization flow index, VFI)等<sup>[18]</sup>。

3.2 三维超声的优势 三维超声技术能够立体观察脏器的解剖结构,直观观察病灶的立体形态,因此能够提升对病变性质判断的精确性,并且对脏器病变的局部显示比二维超声更加精准且可准确测量脏器和病变的体积。韩露等<sup>[19]</sup>对三维超声与二维超声诊断 57 个甲状腺结节(46 例患者)的准确率进行对比,发现三维超声诊断甲状腺结节准确率为 91.7%,而二维超声仅为 75.0%,分析原因可能是三维超声从立体角度整体观测病变,能从空间上了解病变内部结构及血运情况,尤其在形态学特点方面可对病变进行准确判断,直观观察病变的结构特征及其与周边组织在空间上的关系及血运上的关系。徐甫等<sup>[20]</sup>对三维超声与细针穿刺诊断甲状腺结节性质的结果比较发现,三维超声诊断敏感度为 90%、特异度为 86%、准确率为 94%,而细针穿刺结果的敏感度为 92%、特异度为 94%、准确率为 96%。三维超声作为无创检查,准确率仅略低于穿刺活检,且方便易行。

## 4 3D-PDUS 诊断甲状腺结节性质

甲状腺血流丰富,因此可通过观察其血流灌注情况及分析其血流动力学情况判断甲状腺结节的良恶性,并建立客观评价标准,避免医师经验等主观因素的干扰。

4.1 3D-PDUS 定性判断甲状腺结节性质 3D-PDUS 可定性判断甲状腺结节性质,3D-PDUS 联合计算机后处理技术,自动对病变内血流信息进行分析,可对脏器血管进行三维重建,从而对血管的走行分布及形态有全面的了解、判断病变与血管在空间上的联系,对判断疾病良恶性提供帮助。3D-PDUS 通过对血液中红细胞密度及其散射强度进行分析而成像,可探测到小血管和低速流动血流,且不产生混叠现象,可准确显示结节空间内的血流,因此对显示病灶血管分布情况的准确率优于二维超声。3D-PDUS 可立体显示结节内部及周边血流走行情况:良性结节走行多呈球状,形似毛线团,或呈现规则的向周边发散的细枝状分布;恶性结节血流多为偏心分布,分布紊乱迂曲,多为树枝样或者

麻花样。江泉等<sup>[21]</sup>对 62 例甲状腺结节的研究显示,不同性质甲状腺结节的 3D-PDUS 表现明显不同,良性结节血运散布均匀,大部分为周边丰富,管径细小;而恶性结节血运散布混乱无序,管径常增宽。林锦蓉等<sup>[22]</sup>对 117 例甲状腺结节患者进行分析,根据 3D-PDUS 的血流情况鉴别结节良恶性,其准确率为 95.35%。Riaz 等<sup>[23]</sup>提出甲状腺结节的这种血运分布情况是受血管内皮细胞的影响,生长因子作用尤为明显。

4.2 3D-PDUS 定量判断甲状腺结节性质 随着后处理软件功能的增加,除了定性分析外,3D-PDUS 还能进行定量分析,后处理软件可自动辨认三维彩色体素,并且进一步进行加权计算,可以得出单位 VI、FI、VFI 值等血流相关信息。近年,3D-PDUS 在甲状腺、乳腺等浅表器官的应用逐渐增多,自动后处理软件也在不断更新,为临床诊断提供了新的依据。李文波等<sup>[24]</sup>对 96 个甲状腺结节进行分析,显示良性结节总体及周边的 VI、FI 和 VFI 均大于恶性结节,其原因可能为良性结节血管分布规则,而恶性结节血管结构被破坏,动静脉瘘的存在使血管分布更加不均衡,而新生微血管难以被准确探测。但马振等<sup>[25]</sup>对 74 例甲状腺结节患者进行研究,发现恶性结节 VI、FI 和 VFI 全部大于良性结节,且 VI 以 1.168 为阈值鉴别结节良恶性的准确率为 79.73%;FI 以 32.408 为阈值鉴别结节良恶性的准确率为 70.27%;VFI 以 0.437 为阈值鉴别结节良恶性的准确率为 77.03%;原因可能与良性的结节血管相对细小,恶性的结节血管管腔较大、聚集有关。鲁玉婷等<sup>[26]</sup>利用 3D-PDUS 平均灰阶值(mean gray, MG)联合平均能量(mean power, MP),综合诊断甲状腺结节,其敏感度为 95.3%,特异度为 69.0%,准确率为 82.4%。由于目前研究结论尚存分歧,故还应进行大样本研究以验证 VI、FI 及 VFI 等血流参数鉴别甲状腺结节性质的意义。多项研究<sup>[25-26]</sup>显示,单独使用 VI、FI 及 VFI 等三维血管定量指标鉴别甲状腺结节性质敏感度较高,但特异度有限,故需进一步研究将 3D-PDUS 与传统二维超声联合应用以提高诊断甲状腺结节性质的准确率。Lee 等<sup>[27]</sup>分析甲状腺癌 VI 与其淋巴结转移的关系时发现,VI 与结节微血管密度显著相关,但其与淋巴结转移的相关性未得到确切证实。3D-PDUS 兼具三维超声和彩色多普勒超声的优势,具有便利且可重复的优点,其可存储分析整个病变的信息,尤其能对病变空间内血流信息进行定量分析,应将三维超声数据纳入甲状腺癌数据库。

综上所述,与其他影像技术相比,超声判断甲状腺结节性质具有动态性及可重复性等独特优势。在二维超声基础上,三维超声可以立体观察、整体分析,并且通过 3D-PDUS 可以定量分析结节内血流空间分布情况,避免二维断面血流分析的主观片面性,在判断甲状腺结节良恶性的准确率方面远优于二维超声,且兼具信息采集全面、客观指标可存储、便于进行二次分析等优势;VI、FI 及 VFI 等空间血流相关参数的应用为判断结节内血流空间分布情况提供了客观数据,对判断甲状腺结节性质有较高敏感度,可以为临床医生诊断提供参考。

### [参考文献]

- [1] Kim SY, Lee HS, Kim EK, et al. Follow-up ultrasound may be enough for thyroid nodules from 5 mm to 1 cm in size. *Endocrine*, 2016, 52(1):1-9.
- [2] 王晓红,葛鹏,侯明伟.彩色多普勒超声和多层螺旋 CT 对甲状腺结节显示能力的比较分析. *医学综述*, 2015, 21(13):2470-2471.
- [3] Yamamoto H, Kitaoka M. Thyroid ultrasonography—considerations and progress in routine diagnostic examinations. *Rinsho Byori*, 2014, 62(1):67-74.
- [4] Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, et al. 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*, 2016, 26(1):1-133.
- [5] Cavallo A, Johnson DN, White MG, et al. Thyroid nodule size at ultrasound as a predictor of malignancy and final pathologic size. *Thyroid*, 2017 Feb 3. [Epub ahead of print].
- [6] Palaniappan MK, Aiyappan SK, Ranga U. Role of gray scale, color doppler and spectral doppler in differentiation between malignant and benign thyroid nodules. *J Clin Diagn Res*, 2016, 10(8):TC01-TC06.
- [7] Remonti LR, Kramer CK, Leitão CB, et al. Thyroid ultrasound features and risk of carcinoma: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Thyroid*, 2015, 25(5):538-550.
- [8] 金占强,何文,蔡文佳,等.超声多因素 Logistic 回归分析鉴别甲状腺结节的良恶性. *中国医学影像技术*, 2016, 32(5):646-650.
- [9] Xue J, Cao XL, Shi L, et al. The diagnostic value of combination of TI-RADS and ultrasound elastography in the differentiation of benign and malignant thyroid nodules. *Clin Imaging*, 2016, 40(5):913-916.
- [10] Russ G. Risk stratification of thyroid nodules on ultrasonography with the French TI-RADS: Description and reflections. *Ultrasonography*, 2016, 35(1):25-38.
- [11] Wang WH, Xu SY, Zhan WW. Clinicopathologic factors and thyroid nodule sonographic features for predicting central lymph

- node metastasis in papillary thyroid microcarcinoma: A retrospective study of 1 204 patients. *J Ultrasound Med*, 2016, 35(11):2475-2481.
- [12] 孙秀莲. 探讨彩色多普勒超声对甲状腺结节良恶性判断的临床价值. *世界最新医学信息文摘*, 2015, 15(16):137.
- [13] 于春英, 胡东明. 彩色多普勒超声及 CT 诊断甲状腺结节良恶性对比研究. *实用医学影像杂志*, 2015, 16(6):540-541.
- [14] Palaniappan MK, Aiyappan SK, Ranga U. Role of gray scale, color doppler and spectral doppler in differentiation between malignant and benign thyroid nodules. *J Clin Diagn Res*, 2016, 10(8): TC01-TC06.
- [15] 王艺, 韩若凌, 高洁宁. 三维超声技术进展及其在浅表器官诊断中的应用. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2015, 12(3):184-187.
- [16] Slapa RZ, Jakubowski WS, Slowinska-Srzednicka J, et al. Advantages and disadvantages of 3D ultrasound of thyroid nodules including thin slice volume rendering. *Thyroid Research*, 2011, 4(1):1-12.
- [17] 袁南兵. 三维超声体积测量研究进展. *四川医学*, 2015, 36(11):1602-1604.
- [18] 闫岩, 王志远, 石卫东. 三维超声对正常甲状腺血流的定量评价. *中国社区医师*, 2014, 30(19):115-116.
- [19] 韩露, 赵海, 宫术娟. 二维超声与三维超声在甲状腺结节诊断中的应用. *黑龙江医学*, 2015, 39(10):1149-1150.
- [20] 徐甫, 肖仕琪, 邱华文, 等. 三维超声成像在甲状腺复杂结节定性诊断的价值与细针穿刺组织活检对比. *中国医疗前沿*, 2012, 7(11):62-63.
- [21] 江泉, 柏宁野, 赵玉华, 等. 三维血管能量图超声在甲状腺结节诊断中的应用. *中国超声医学杂志*, 2008, 24(7):598-600.
- [22] 林锦蓉, 郑笑娟, 蒋勇, 等. 三维超声成像在甲状腺肿块良恶性鉴别诊断中的价值(附 117 例分析). *福建医药杂志*, 2008, 30(1):115-116.
- [23] Riaz SK, Iqbal Y, Malik MF. Diagnostic and therapeutic implications of the vascular endothelial growth factor family in cancer. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2015, 16(5):1677-1682.
- [24] 李文波, 张波, 姜玉新, 等. 三维能量多普勒超声定量分析在甲状腺良恶性结节鉴别中的应用价值. *中国医学科学院学报*, 2015, 37(3):300-304.
- [25] 马振, 刘雪玲, 雷蓓, 等. 三维能量多普勒超声对良恶性甲状腺肿瘤的鉴别诊断. *西部医学*, 2015, 27(4):574-576.
- [26] 鲁玉婷, 宋涛, 赵琴, 等. 三维能量多普勒血管成像及其定量参数在甲状腺结节诊断中的应用. *中国超声医学杂志*, 2014, 30(9):769-771.
- [27] Lee JH, Shin HJ, Yoon JH, et al. Predicting lymph node metastasis in patients with papillary thyroid carcinoma by vascular index on power Doppler ultrasound. *Head Neck*, 2017, 39(2):334-340.

## 2016 版中国科技期刊引证报告相关数据 ——《中国介入影像与治疗学》

由中国科学技术信息研究所主持的“2015 中国科技论文统计结果发布会”于 2016 年 10 月 12 日在北京国际会议中心举行。《中国介入影像与治疗学》杂志在《2016 版中国科技期刊引证报告》(核心版)的相关数据为:

- 1 文献来源量:181 篇;
- 2 基金论文比:0.34;
- 3 总被引频次:704;
- 4 影响因子:0.464;
- 5 学科扩散指标:10.14;
- 6 学科影响指标:0.95;
- 7 综合评价总分:38.48。