

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.01.036

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2021.01.036>

超声诊断技术鉴别良、恶性淋巴结的研究进展

左梦 综述 吴长君 审校

(哈尔滨医科大学附属第一医院超声科, 哈尔滨 150001)

[摘要] 淋巴结作为人体的免疫器官, 分布于人体的各个部位, 炎症、病毒直接侵袭、其他器官恶性肿瘤的转移及淋巴结自身的原发性肿瘤等均会引起淋巴结内部的免疫应答, 从而引起淋巴结大小、形态等的改变。因此, 淋巴结异常提示其所属区域器官可能存在病变。在临床疾病的治疗过程中, 准确判断淋巴结的性质不仅影响疾病的诊断, 还可以指导治疗方案的选择并极大程度地改善患者的预后。淋巴结的定性诊断在恶性肿瘤临床治疗中具有举足轻重的作用, 目前超声检查技术已成为评估淋巴结的常用影像方法, 本文就不同超声技术在淋巴结的诊断价值进行综述。

[关键词] 超声; 淋巴结; 超声造影; 弹性成像技术

Research progress in ultrasound diagnosis technology to distinguish benign and malignant lymph nodes

ZUO Meng, WU Changjun

(Department of Medical Ultrasonics, First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, China)

Abstract As the immune organ of human body, lymph nodes are distributed in all parts of human body. Inflammation, virus direct invasion, the metastasis of malignant tumors in other organs, as well as the primary tumor of lymph node, will cause the immune response inside the lymph node, resulting in the change of lymph node size, shape and so on. Therefore, lymph node abnormalities may indicate the possibility of lesions to the organ in its region. In the course of treatment of clinical diseases, accurately judging the nature of lymph nodes not only affects the diagnosis of disease, but also can guide the choice of treatment plan and greatly improve the prognosis of patients. The qualitative diagnosis of lymph nodes plays an important role in the clinical treatment of malignant tumors and ultrasound examination technology has nowadays become a common imaging method for evaluating lymph nodes. This paper reviews the diagnostic value of different ultrasound techniques in lymph nodes.

Keywords ultrasound; lymph node; contrast-enhanced ultrasound; elastography

收稿日期 (Date of reception): 2019-12-29

通信作者 (Corresponding author): 吴长君, Email: bccjw1964@126.com

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金 (81271648, 81671697)。This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (81271648, 81671697).

国际抗癌联盟提出的TNM(Tumor Node Metastasis)分期法是目前肿瘤分期常用的方法,可有效判断患者的预后,帮助临床医生制订合理的治疗方案和正确评价治疗效果^[1]。而评估肿瘤转移是肿瘤分期中最重要的内容。淋巴结评估是肿瘤学分期的一个组成部分,不仅影响到肿瘤分期和预后的评估,还影响是否选择如细针抽吸细胞学(fine needle aspiration cytology, FNAC)等必要的侵入性试验。临床触诊仅容易发现表浅肿大的淋巴结,而影像学诊断不仅可以发现肿大的淋巴结,还可区分其良、恶性。现如今超声、CT和MRI等传统影像学方法主要依赖淋巴结的大小及形态改变情况来判别淋巴结性质。对于淋巴结的评价,传统的超声方法以其分辨率高、实时性好、成本相对较低成为理想的成像方法。经皮超声可以用于淋巴结的检测和定性,并作为FNAC的指导。由于人们对于美学的要求越来越高,恶性肿瘤的术式选择对于淋巴结定性的要求也越来越高,而对于淋巴结性质的检测,二维常规超声的灵敏度和特异度并不能达到临床要求。弹性成像技术是一种对病变进行无创操作评判组织硬度来鉴别良恶性的新型超声技术,其在淋巴结良恶性的诊断方面逐渐得到临床认可。

1 常规超声

淋巴结作为人体的免疫器官,分布于人体不同的位置,正常情况下,淋巴结很小,但是当人体某器官病变时,如炎症改变、淋巴结的原发肿瘤或者恶性肿瘤的转移等均会引起所属的淋巴结肿大,故淋巴结转移不能通过单纯的触诊或单独测量大小来可靠地鉴定,通常需要细胞学或组织病理学来确定恶性疾病的存在。目前病理活检是确诊淋巴结性质的金标准。然而根据肿瘤的位置和类型,发生转移时不止会向某一个淋巴结转移,所以病理活检需要多个淋巴结样本,这不仅会导致额外的经济成本,同时病理活检作为有创的检查,也会带来更高的潜在并发症。FNAC诊断效果较好,根据以往经验,在90%的病例中FNAC样品提供了足够的样品速率^[2],但是其具有创伤性;外科手术淋巴结切除也可提供足够的组织用于分析,但创伤性更大。二维超声检查作为有效的无创检查,通过如大小、形状、回声、边缘、结构和血管分布等征象用于区分正常和异常淋巴结。大量研究^[3-4]表明:长/短径 ≤ 1.5 mm,最大皮质厚度 ≥ 3 mm,皮质回声减低,皮髓质分界模

糊,淋巴门结构消失等征象提示恶性淋巴结可能性大。

2 彩色多普勒血流显像技术

在淋巴结的诊断方面,彩色多普勒血流显像技术(color doppler flow imaging, CDFI)相较常规超声有更多有价值的信息。Risvanli等^[4]对颈淋巴结内血管分布类型、血管化强度及形态进行了评价,根据淋巴结血管化的定位,确定血管分布类型为中央型、包膜型、混合型、无血管型、马赛克型、外周型或不确定型;根据血管化程度,分为了1, 2, 3和4型。王尚等^[5]则从血流模式及血流阻力(resistive index, RI)方面分类,正常和炎症反应性淋巴结通常是门型或没有血流信号的表现,外周型或混合型血流则多是转移性淋巴结血流分布特点,而淋巴瘤多表现为丰富的网状型;良性淋巴结通常具有较低的RI,恶性淋巴结的RI值明显增高。肿瘤细胞增殖生长较迅速,需要更多的营养供应,当肿瘤细胞浸润淋巴结时,原已存在的淋巴结门血管已经不能提供肿瘤细胞生长所需,会被破坏并生成新的血管,并成为肿瘤细胞的供血血管,从而产生异常的中央血管形态^[6],无论淋巴结是否存在门型血流,只要有外周血流信号出现,该淋巴结较大可能为转移性淋巴结,应重点关注。有研究^[7-8]表明:能量多普勒超声评价淋巴结血管形态具有较高的敏感度(83%~89%)和特异度(87%~100%),可鉴别转移性和反应性结节。但是血管模式分析并不能提供明确的诊断,因为良性和恶性淋巴结的血管模式有很大的重叠^[6]。故而在鉴别淋巴结良恶性中,血管阻力的作用仍存在较大的争议和不一致性,所以为临床诊断提供的价值就具有局限性。

3 超声造影技术

对比增强超声(contrast-enhanced ultrasound, CEUS),又称为超声造影技术,它在二维超声基础上将超声微泡造影剂注射入人体,使人体的微血管显示,而达到实时评价组织灌注情况的新技术,目前已广泛用于肝、肾、胰、脾、卵巢、甲状腺、乳腺、前列腺等病变的评价,更常用的是前哨淋巴结的定位。造影剂对于人体来说是一种外来物,都会有一定的不良反应,但是目前超声微泡造影剂不良反应的相关报导较少。Esfehani等^[9]对50例早期诊断为乳腺癌的患者进行了CEUS

和导线定位, 亚甲基蓝染料以及同位素扫描方法进行淋巴结检测。将带有导丝的淋巴结的病理结果与用亚甲基蓝染料和同位素扫描方法获得的结果进行比较发现CEUS检测淋巴结的敏感性为96%和100%。Miyake等^[10]提出了“Sona-Hook”这一说法, 即使用Sonazoid和染料作示踪剂, CEUS检测到前哨淋巴结在钩线(hookwire)引导下采样的过程, 观察50例病例结果发现, “Sona-Hook”采样得到的每位患者的平均淋巴结数量比染色程序采样得到数量少(1.48 vs 1.88, $P < 0.01$), 且基于“SonaHook”程序取样的前哨淋巴结发现的转移诊断反映了基于整个前哨淋巴结的诊断。目前相关研究^[11-13]表明: 超声造影鉴别淋巴结良恶性的增强模式有4种, 1)整个淋巴结均匀性增强, 提示淋巴结无转移, 但并没有证据表明其特异性为100%, 例如改变注射方式如囊下注射, 对于在静脉注射CEUS成像中表现出均匀增强的淋巴结可以降低假阴性率^[14]。2)结节内的不均匀增强, 可能是由于肿瘤局部浸润并形成局部的充盈缺损所致。3)周围完整或不完整的环形增强, 中心增强低或无中心增强, 提示肿瘤可能在实质中形成, 与周围的淋巴组织混合, 并诱导新血管形成。因此表现为周围开始的环形增强, 实质中的不均匀分布以及低或无灌注区域可能代表转移结点。4)淋巴管增生相关的淋巴结无增高或弱增强, 这可能是大部分正常淋巴组织被肿瘤细胞浸润, 或阻塞主要淋巴管, 导致造影剂填充失败。Dudau等^[15]以峰值时间、到达时间和冲洗时间的特征来判断转移性淋巴结的敏感度100%, 特异度85.7%, 淋巴结造影峰值时间比较, 恶性较良性淋巴结明显延迟。通过分析CEUS灌注模式及时间-强度曲线参数, Cui等^[16]证实与结核性淋巴结比较, 转移性淋巴结k值明显降低, 峰值强度明显增高。Mei等^[17]分析发现CEUS对良性和转移性浅表淋巴结的鉴别诊断的综合敏感性和特异性分别为0.88(95%CI: 0.83~0.92)和0.80(95%CI: 0.74~0.85)。合并的阳性LR, 阴性LR和诊断OR分别为4.36(95%CI: 2.38~7.99), 0.17(95%CI: 0.10~0.31)和32.75(95%CI: 11.08~96.84)。曲线下的SROC面积(AUC)为0.9288。排除异常值的亚组分析表明: 合并的敏感性和特异性分别为0.87(95%CI: 0.81~0.92)和0.79(95%CI: 0.71~0.85), 这表明在诊断恶性浅表淋巴结中有很高的敏感性和特异性。CEUS在鉴别多普勒技术无法检测到的低血管或高血管的小区域方面具有较高的敏感性^[18-19]。然而, 对于早期淋巴结的转移,

由于转移浸润范围太小, 尚且不能改变血管结构和淋巴结的实际形态特征, 外周灌注很难检测到, 导致淋巴结造影存在很高的假阴性^[20], 而且CEUS诊断成本高、缺乏客观性, 所以目前CEUS在淋巴结定性诊断方面尚局限尚有限, 或许进一步研究其诊断标准可望提高其诊断价值。

4 超声弹性成像技术

超声弹性成像技术是近年来提出的在二维超声基础上成像的一种超声诊断方法。超声弹性成像的成像原理是在相似的力作用下, 僵硬组织的变形小于较软的组织, 与良性组织或正常组织相比, 恶性组织由于组织成分高、胶原含量高、灌注异常和包膜器官(包括淋巴结)内间质压力高等因素导致硬度增加, 所以癌变组织比正常组织更坚硬, 因此在受压时变形程度较小。通常淋巴结的皮质较髓质硬度高, 这一点与淋巴结的性质无关, 但转移性淋巴结的皮质硬度会更高^[21]。目前可以分为使用内部或外部压缩刺激的应变成像(strain imaging)和使用超声波产生的剪切波刺激的剪切波成像(shear wave imaging, SWI)^[22-23]。美国放射学学会的乳腺成像报告和数据库系统(第五版)词典已经将弹性成像纳入了诊断分类标准, 说明弹性成像技术价值已经得到认可, 可以用来帮助诊断乳腺癌^[24]。

4.1 应变成像

应变成像包括应变弹性成像(strain elastography, SE)和声辐射力脉冲应变成像。手动或生理(血管搏动、呼吸运动等)施加的应力是不可量化的, 而应变成像的组织位移是通过压缩前后组织间射频回波信号的相关性来测量的, 通过假设均匀的法向应力, 测量的法向应变提供了杨氏模量的定性度量, 从而提供了组织弹性。应变测量表示为弹性图像, 是叠加在常规的灰阶超声模式图像上的, 有点类似于彩色多普勒图像, 用彩色图像的表现形式在感兴趣区域(region of interest, ROI)框中实时体现。弹性成像图像通过如红色、黄色、绿色和蓝色等不同的颜色来显示应变模式, 描绘组织弹性的定性评估, 显示出被检查组织之间的相对弹性差异。组织应变是相对于相邻组织计算的, 即通过比较选定的ROI中的两个不同区域获得的。在传统的应变弹性成像中, 通过将附近参考组织的应变除以被测组织的应变来计算应变比。如检查颈部淋巴结时, 应变比等

于颈肌应变比淋巴结应变^[25]。研究^[26]表明:应变比 >1 表明靶病变具有比对照组织更低的应变,表明较高的硬度。Havre等^[27]以纤维化分级为参考标准,对比病理结果,发现转移性与正常淋巴结的应变率有显著差异。组织硬度目测表VAS评分(0~100)比无转移淋巴结的平均值高,但差异无统计学意义。应变率与恶性肿瘤发生率存在相关性,应变率越高,淋巴结恶性的可能性越大。但该方法具有一定的局限性,例如操作依赖性大,可重复性低,观察者间可变性高,以及只提供定性或半定量信息。所以不断发展超声新技术以寻找可重复的定量弹性成像技术成为超声诊断界的下一个目标。

4.2 剪切波成像

在平行或垂直方向下,SWI采用动态应力产生剪切波,测量剪切波速可以定性和定量地估计组织弹性^[22-23]。在等高线平行的区域,剪切波的传播一定程度上确保了所获得的数据的可靠性。然后,切换剪切速度模式和杨氏模量,在杨氏模量中,根据弹性图中的颜色编码的与弹性指数,在5~10 mm的圆形区域内测量节点内的最硬区域。最大的杨氏模量在最硬区域获得。如果肿瘤细胞浸润某组织,则该组织的剪切波速度不再是此组织的速度,应该以周围组织剪切波速度为准;如果该组织比周围组织更硬,则剪切波传播得更快,并且如果比周围组织更软,则剪切波传播得更慢。目前,SWI有三种技术方法:一维瞬态弹性成像(1D transient elastography, 1D-TE)、点剪切波弹性成像(point shear wave elastography, pSWE)和二维剪切波弹性成像(2 dimensional shear wave elastography, 2D-SWE)。1D-TE是通过机械振动装置在身体表面施加一个受控的振动外力以产生剪切波,通过组织进行传播,然后测量剪切波速,计算杨氏模量。pSWE即声触诊组织量化和声触诊组织成像量化,在该技术中,声辐射力脉冲成像(acoustic radiation force impulse, ARFI)被用来在一个单一的焦点位置诱导正常方向的组织位移,类似于声辐射力脉冲成像应变成像,但该技术不测量组织位移本身,且ARFI产生的一部分纵波通过吸收声能被内部转换为剪切波^[22-23,28]。测量垂直于激发平面的剪切波的速度,直接报告或转换杨氏模量,并报告提供组织弹性的定量估计。2D-SWE是目前较新的使用声辐射力的SWI方法,不同于ARFI应变成像和PSW中的单个焦点,它是多个焦点区域被连续快速地查

询,速度比剪切波速还快,类似于创造了一个近圆柱形的剪切波锥,并能够实时监测2D-SWE,以测量剪切波速或杨氏模量和产生定量弹性图^[22-23,29]。既往研究^[30-32]通过分析剪切波速度的平均值、最大值、最小值,发现转移性淋巴结弹性指数较高,诊断性能良好。Lo等^[33]对109例淋巴结在穿刺活检前进行了检查,目的是评价SWE的性能和预测恶性颈部淋巴结的扩展模型,得出了相同的结论,而且敏感度、特异度、总准确率分别是83.3%, 64.7%, 68.8%。Chen等^[30]对62名新诊断的鼻咽癌患者(47名男性, 15名女性)颈部小淋巴结进行了评估发现平均值的诊断价值最高(曲线下面积为 0.879 ± 0.036 , $P < 0.001$),且相应的敏感度是84.6%、特异度是83.0%、阳性预测值是59.5%、阴性预测值为94.8%和准确度为83.3%。Chae等^[31]分析38例转移性淋巴结与24例淋巴瘤,得出转移性淋巴结的平均弹性和速度分别为94.87 kPa和5.63 m/s,淋巴瘤的平均弹性和速度为42.75 kPa和3.49 m/s,转移性淋巴结的绝对值和比值较淋巴瘤均明显增高。Tanaka等^[34]回顾性分析了21例淋巴结(分别来自鳞状细胞癌、乳腺外Paget病以及恶性黑色素瘤患者),根据淋巴结中高弹性(硬)面积的百分比,最终得出结论为实时组织弹性成像技术有助于鉴别反应性淋巴结与转移淋巴结,尤其是对鳞癌的诊断。

Wojcinski等^[35]研究发现常规超声在术前检查淋巴结的敏感度、特异度、阴性预测值、假阴性率上分别为76.92%, 87.10%, 75.00%, 24.36%。弹性成像技术在判定淋巴结性质上的敏感度、特异度与准确度为60.26%, 96.77%和76.43%。而将常规超声与弹性成像技术两者相联合时,敏感度得到提高,为84.62%。同样的, Xu等^[36]认为在检测甲状腺乳头状癌(thyroid papillary carcinoma, PTC)是否存在颈部淋巴结转移方面,ARFI较常规超声更好,而两者联合使用时效果更优。这些研究均表明在淋巴结的定性诊断方面,弹性成像技术诊断价值良好,而且多种超声技术相结合效果更优。

5 结语

目前定性诊断淋巴结的超声技术主要包括二维、多普勒超声、CEUS、弹性成像等,其中超声弹性技术是一种新型的、有用的辅助工具,目前用于淋巴结的诊断研究较少,但其诊断价值已逐渐被临床认可。弹性成像技术与多种不同超声技术相结合可以使诊断的敏感度和特异度进一步

提高, 目前大多数仅将其中两者相互联合, 而多种技术同时联合研究较少, 这方面值得进一步研究。

参考文献

- 薛卫成. 介绍乳腺癌TNM分期系统(第7版)[J]. 诊断病理学杂志, 2010, 17(4): 241-244.
XUE Weicheng. Introducing the TNM classification system for breast cancer (version 7)[J]. Journal of Diagnostic Pathology, 2010, 17(4): 241-244.
- Morency D, Dumitra S, Parvez E, et al. Axillary lymph node ultrasound following neoadjuvant chemotherapy in biopsy-proven node-positive breast cancer: results from the SN FNAC study[J]. Ann Surg Oncol, 2019, 26(13): 4337-4345.
- Prativadi R, Dahiya N, Kamaya A, et al. Chapter 5 ultrasound characteristics of benign vs malignant cervical lymph nodes[J]. Semin Ultrasound CT MR, 2017, 38(5): 506-515.
- Risvanli A, Dogan H, Safak T, et al. The relationship between mastitis and the B-mode, colour Doppler ultrasonography measurements of supramammary lymph nodes in cows[J]. J Dairy Res, 2019, 86(3): 315-318.
- 王尚, 陈文卫. 超声诊断颈部转移性淋巴结的应用进展[J]. 临床超声医学杂志, 2018, 20(10): 698-700.
WANG Shang, CHEN Wenwei. Progress of ultrasound in diagnosis of metastatic cervical lymph nodes[J]. Journal of Clinical Ultrasound Medicine, 2018, 20(10): 698-700.
- Sim JK, Lee JY, Hong HS. Differentiation between malignant and benign lymph nodes: role of superb microvascular imaging in the evaluation of cervical lymph nodes[J]. J Ultrasound Med, 2019, 38(11): 3025-3036.
- Ying M, Bhatia KS, Lee YP, et al. Review of ultrasonography of malignant neck nodes: greyscale, Doppler, contrast enhancement and elastography[J]. Cancer Imaging, 2014, 13(4): 658-669.
- Bayramoglu Z, Caliskan E, Karakas Z, et al. Diagnostic performances of superb microvascular imaging, shear wave elastography and shape index in pediatric lymph nodes categorization: a comparative study[J]. Br J Radiol, 2018, 91(1087): 20180129.
- Esfehani MH, Yazdankhah-Kenari A, Omranipour R, et al. Validation of contrast enhanced ultrasound technique to wire localization of sentinel lymph node in patients with early breast cancer[J]. Indian J Surg Oncol. 2015 Dec;6(4):370-373.
- Miyake T, Shimazu K, Tanei T, et al. Hookwire-guided sentinel lymph node biopsy using contrast-enhanced ultrasonography followed by a One-step Nucleic Acid Amplification (OSNA) assay for breast cancer[J]. Anticancer Res, 2019, 39(11): 6183-6192.
- Liu J, Liu X, He J, et al. Percutaneous contrast-enhanced ultrasound for localization and diagnosis of sentinel lymph node in early breast cancer[J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 13545.
- 李艺, 王燕, 常婷, 等. 经皮超声造影对乳腺癌腋窝前哨淋巴结良恶性鉴别诊断的价值[J]. 中国超声医学杂志, 2015, 31(6): 546-548.
LI Yi, WANG Yan, CHANG Ting, et al. The value of subcutaneous contrast-enhanced ultrasound in differentiating malignant SLN in metastatic breast cancer model[J]. Chinese Journal of Ultrasonic Medicine, 2015, 31(6): 546-548.
- Chen L, Chen L, Liu J, et al. Value of qualitative and quantitative contrast-enhanced ultrasound analysis in preoperative diagnosis of cervical lymph node metastasis from papillary thyroid carcinoma[J]. J Ultrasound Med, 2020, 39(1): 73-81.
- Liu SR, Liu C, Jing HM, et al. Subcapsular injection of ultrasonic contrast agent distinguishes between benign and malignant lymph node lesions exhibiting homogeneous enhancement in intravenous contrast-enhanced ultrasound images[J]. Ultrasound Med Biol, 2020, 46(3): 582-588.
- Dudau C, Hameed S, Gibson D, et al. Can contrast-enhanced ultrasound distinguish malignant from reactive lymph nodes in patients with head and neck cancers?[J]. Ultrasound Med Biol, 2014, 40(4): 747-754.
- Cui QL, Yin SS, Fan ZH, et al. Diagnostic value of contrast-enhanced ultrasonography and time-intensity curve in differential diagnosis of cervical metastatic and tuberculous lymph nodes[J]. J Ultrasound Med, 2018, 37(1): 83-92.
- Mei M, Ye L, Quan J, et al. Contrast-enhanced ultrasound for the differential diagnosis between benign and metastatic superficial lymph nodes: a meta-analysis[J]. Cancer Manag Res, 2018, 10: 4987-4997.
- Butler M, Perperidis A, Zahra JM, et al. Differentiation of vascular characteristics using contrast-enhanced ultrasound imaging[J]. Ultrasound Med Biol, 2019, 45(9): 2444-2455.
- Dellaportas D, Koureas A, Contis J, et al. Contrast-enhanced color doppler ultrasonography for preoperative evaluation of sentinel lymph node in breast cancer patients[J]. Breast Care (Basel), 2015, 10(5): 331-335.
- Zhang JP, Liu HY, Ning CP, et al. Quantitative analysis of enlarged cervical lymph nodes with ultrasound elastography[J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2015, 16(16): 7291-7294.
- Wojcinski S, Dupont J, Schmidt W, et al. Real-time ultrasound elastography in 180 axillary lymph nodes: elasticity distribution in healthy lymph nodes and prediction of breast cancer metastases[J]. BMC Med Imaging, 2012, 12: 35.
- Shiina T, Nightingale KR, Palmeri ML, et al. WFUMB guidelines and

- recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: basic principles and terminology[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2015, 41(5): 1126-1147.
23. Săftoiu A, Gilja OH, Sidhu PS, et al. The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of elastography in non-hepatic applications: update 2018[J]. *Ultraschall Med*, 2019, 40(4): 425-453.
24. Bamber J, Cosgrove D, Dietrich CF, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology[J]. *Ultraschall Med*, 2013, 34(2): 169-184.
25. Özel D, Özel BD. Evaluation of diagnostic value of conventional and color Doppler ultrasound with elastography strain ratios in differentiation between benign and malignant lymph nodes[J]. *Pol J Radiol*, 2018, 83: e32-e36.
26. Choi YJ, Lee JH, Baek JH. Ultrasound elastography for evaluation of cervical lymph nodes[J]. *Ultrasonography*, 2015, 34(3): 157-164.
27. Havre RF, Leh SM, Gilja OH, et al. Differentiation of metastatic and non-metastatic mesenteric lymph nodes by strain elastography in surgical specimens[J]. *Ultraschall Med*, 2016, 37(4): 366-372.
28. Nightingale K. Acoustic radiation force impulse (ARFI) imaging: a review[J]. *Curr Med Imaging Rev*, 2011, 7(4): 328-339.
29. Săftoiu A, Gilja OH, Sidhu PS, et al. The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of elastography in non-hepatic applications: update 2018[J]. *Ultraschall Med*, 2019, 40(4): 425-453.
30. Chen BB, Li J, Guan Y, et al. The value of shear wave elastography in predicting for undiagnosed small cervical lymph node metastasis in nasopharyngeal carcinoma: A preliminary study[J]. *Eur J Radiol*, 2018, 103: 19-24.
31. Chae SY, Jung HN, Ryoo I, et al. Differentiating cervical metastatic lymphadenopathy and lymphoma by shear wave elastography[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 12396.
32. Bae SJ, Park JT, Park AY, et al. Ex vivo shear-wave elastography of axillary lymph nodes to predict nodal metastasis in patients with primary breast cancer[J]. *J Breast Cancer*, 2018, 21(2): 190-196.
33. Lo WC, Hsu WL, Wang CT, et al. Incorporation of shear wave elastography into a prediction model in the assessment of cervical lymph nodes[J]. *PLoS One*, 2019, 14(8): e0221062.
34. Tanaka T, Kamata M, Fukaya S, et al. Usefulness of real-time elastography for diagnosing lymph node metastasis of skin cancer; does elastography potentially eliminate the need for sentinel lymph node biopsy in squamous cell carcinoma?[J]. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2020, 34(4): 754-761.
35. Wojcinski S, Dupont J, Schmidt W, et al. Real-time ultrasound elastography in 180 axillary lymph nodes: elasticity distribution in healthy lymph nodes and prediction of breast cancer metastases[J]. *BMC Med Imaging*, 2012, 12: 35.
36. Xu JM, Xu XH, Xu HX, et al. Prediction of cervical lymph node metastasis in patients with papillary thyroid cancer using combined conventional ultrasound, strain elastography, and acoustic radiation force impulse (ARFI) elastography[J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(8): 2611-2622.

本文引用: 左梦, 吴长君. 超声诊断技术鉴别良、恶性淋巴结的研究进展[J]. 临床与病理杂志, 2021, 41(1): 227-232. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.01.036

Cite this article as: ZUO Meng, WU Changjun. Research progress in ultrasound diagnosis technology to distinguish benign and malignant lymph nodes[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2021, 41(1): 227-232. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.01.036