

· 专家论坛 ·



肖和平 同济大学附属上海市肺科医院结核科主任医师、教授、硕士生导师。国家卫生部专家咨询委员会委员，中华医学会结核病学分会前任主任委员，中国防痨协会常务理事，上海市防痨协会副理事长，中华预防医学会名誉理事，上海市医学会肺科学分会副主任，西藏防痨协会顾问，国际肺病与防痨联盟会员。从事结核病临床和防治工作近40年，擅长难治性肺结核的诊断和处理。作为第一作者或通信作者发表论文70余篇，主编专著和译著7部，参编专著和教材多部。主持并完成国家自然科学基金国际合作项目3项。先后被国家卫生部、中国人民解放军总后勤部卫生部、上海市卫生局等部门评为优秀科技工作者、有突出贡献的优秀专家和优秀共产党员，被评为中国防痨协会全国“最美防痨人”。先后3次获省部级科技成果奖，享受国务院政府特殊津贴。



王茵 同济大学附属上海市肺科医院超声科主任，影像医学与核医学超声专业博士，副主任医师。中国医疗保健国际交流促进会结核病防治分会第一届委员会委员、超声学组副组长，上海市医学会超声专科分会腹部学组成员，上海市社会医疗机构协会超声医学专业委员会委员。从事超声诊断工作18年，擅长疑难杂症超声诊断及超声新技术应用，目前致力于超声新技术以及介入性超声在肺疾病诊断与治疗中的应用。主持及参与多项国家及省部级科研项目。作为第一作者或通信作者发表科研论文30余篇，其中SCI收录论文6篇。主持2项教改基金项目，发表7篇教学论文。《中华航海医学与高气压医学杂志》《海军医学杂志》审稿专家。曾获评海军军医大学（第二军医大学）A级优秀教员及雨善课堂主讲教员称号。2017年被评为同济大学附属上海市肺科医院优秀科主任。

DOI:10.16781/j.0258-879x.2018.10.1065

结核病超声诊断的现状与思考

王茵¹，肖和平^{2*}

1. 同济大学附属上海市肺科医院超声科，上海 200433
2. 同济大学附属上海市肺科医院结核病临床研究中心，上海市结核病（肺）重点实验室，上海 200433

[摘要] 我国结核病发病人数全球排名第三，防痨工作十分严峻。近年来，超声影像学技术被广泛应用于肺及肺外结核病的诊断，由于其操作简便易行以及具有多脏器诊断功能，逐步成为结核病又一有效的辅助诊断方法。本文对多种超声技术在结核病中的应用现状、存在问题及发展前景进行阐述，以期对结核病的诊断提供新的思路。

[关键词] 结核病；超声造影检查；超声介入技术；超声弹性成像；早期诊断

[中图分类号] R 52；R 445.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2018)10-1065-06

Current situation and thinking of ultrasonic diagnosis of tuberculosis

WANG Yin¹, XIAO He-ping^{2*}

1. Department of Ultrasound, Shanghai Pulmonary Hospital, Tongji University, Shanghai 200433, China
2. Clinic and Research Center of Tuberculosis, Shanghai Key Laboratory of Tuberculosis, Shanghai Pulmonary Hospital, Tongji University, Shanghai 200433, China

[收稿日期] 2018-07-18 **[接受日期]** 2018-09-20

[基金项目] “十三五”国家科技传染病重大专项(2018ZX10722302)。Supported by “13th Five-Year” National Science and Technology Major Project for Infectious Diseases of China (2018ZX10722302)。

[作者简介] 王茵，博士，副主任医师。E-mail: lpbb1@aliyun.com

*通信作者(Corresponding author)。Tel: 021-65115006, E-mail: xiaoheping_sars@163.com

[Abstract] China has the third largest tuberculosis burden in the world, with a heavy anti-tuberculosis task. In recent years, ultrasound imaging technology has been widely used in the diagnosis of pulmonary and extrapulmonary tuberculosis. Because of its simplicity, convenience, and diagnostic function for multiple organs, ultrasound has gradually become an effective auxiliary diagnostic method for tuberculosis. In this paper, we reviewed the application status, problems and prospects of ultrasonic techniques in tuberculosis, hoping to provide new methods for the diagnosis of tuberculosis.

[Key words] tuberculosis; contrast-enhanced ultrasound; interventional ultrasound; ultrasonic elasticity imaging; early diagnosis

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(10): 1065-1070]

2016年世界卫生组织(World Health Organization, WHO)统计数据显示,全球有1 040万人感染结核分枝杆菌,其中170万人因结核病死亡,死亡人数远多于艾滋病、疟疾等其他传染病死亡人数,是全球十大死因之一^[1-2]。我国是全球发病人数排名第三的结核大国,防痨工作形势严峻^[3]。目前隐匿、复杂性结核病不断增多,诊断难度随之增加^[4],临床亟需探索更多有效的诊断方法。

近年来,超声影像学技术被应用于诊断肺及肺外结核病,由于其简便易行、无创伤、无辐射,并可对多脏器(结核病具有多脏器受累的特点)进行检查,逐步成为X线、计算机断层扫描(computed tomography, CT)之外又一临床依赖的有效影像学诊断方法。

1 超声影像学技术在结核病诊断中的应用

结核病是由结核分枝杆菌引起的一种慢性传染性疾病,其中肺结核占全身结核病总数的85%~90%^[5]。肺结核临床表现多样,与肺炎、支气管扩张、肺癌等难以鉴别;肺外结核病种类多样,除发病率最高的淋巴结结核外,还可累及胸膜、乳腺、心包、肝脏、脾脏、肾脏、生殖系统、骨骼肌肉系统等^[5]。

由于正常肺组织富含气体,超声波会在肺脏的表面形成全反射,加之胸壁骨骼遮盖、患者肥胖等因素,超声检查一般不作为肺部病变的常规筛查手段,仅能对侵及胸膜的肺周围型病灶进行显像。另外,超声不能提供肺部的整体结构图,也不能对病灶部位进行精准的分叶和分段。因此,应用于肺结核的超声研究明显少于肺外结核病,目前仅有数篇应用二维超声及超声造影引导经皮肺穿刺活组织检查(以下简称“活检”)的报道^[6-9]。由于研究病例数少、方法不统一,目前临床尚无可靠的肺结核超声诊断标准。

与肺结核不同,肺外结核病(包括胸膜结核、胰腺结核、淋巴结结核等结核病)的超声检查应用十分广泛,介入性超声、超声造影、超声弹性成像等在多系统、多组织结核病诊断中的应用取得了较好的临床价值^[10-12]。

2 介入性超声在结核病诊断中的应用

应用超声导向穿刺技术进行疾病的诊断和治疗,称为介入性超声。诊断性介入性超声包括超声引导下的穿刺活检、细针吸取细胞学检查、置管引流液检查等。超声引导下的穿刺活检以其操作简便、取材成功率高、并发症发生率低等优势受到临床重视。

2.1 介入性超声在淋巴结结核诊断中的应用 淋巴结结核的表现多样、病情反复,同一病例不同病灶之间分期也存在差异,给临床诊断造成很大困难^[13]。超声检查是浅表淋巴结疾病最常用的检查方法^[14],超声引导下淋巴结穿刺活检的安全性和准确性均高于盲穿,尤其对于血管旁、神经旁等特殊部位的淋巴结更具优势,已成为淋巴结结核诊断的重要方法^[12]。另外,超声引导下可实时显示淋巴结及周围血管等结构,提高淋巴结穿刺活检的准确性。曹兵生等^[15]在超声引导下对178例颈部淋巴结行经皮穿刺活检,取材满意率为96.7%,对淋巴结结核诊断的灵敏度、特异度和准确度分别为81.7%、99.1%和92.1%。Rammeh等^[16]在超声引导下采用细针吸取细胞学检查对颈部淋巴结进行诊断,其灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为96.77%、100%、100%和96.67%,与组织学活检相当,且取材效果满意、创伤更小,易于推广。结合超声造影可以显示淋巴结血流灌注情况,辨认坏死区,从而指导穿刺取材部位,可进一步提高活检阳性率。张文智等^[17]发现超声造影引导下的经皮颈部淋巴结穿刺活检较常规超声引导下取得的组

织标本完整率 (98.21% vs 52.17%, $P < 0.001$) 和病理确诊率 (100% vs 73.91%, $P < 0.001$) 均明显提高。

但目前尚有部分病灶由于位置、内部结构等原因造成介入性超声取材阳性率低^[18], 未来可着力于探索超声新技术以识别有价值的穿刺部位以及改进取材器具和方法等, 从而提高穿刺成功率。

2.2 介入性超声在经皮肺穿刺活检中的应用 既往对肺部病变的穿刺活检多在 CT 引导下进行, 但该方法费时、烦琐、费用较高, 且操作中需要多次扫查 CT, 辐射剂量较大。近年来, 临床上对于贴壁型肺部肿块已开始应用超声引导下穿刺, 取得良好效果。超声引导下的经皮肺穿刺能清晰显示大部分胸壁、胸膜及胸膜下肺组织占位, 并可全程显示穿刺进针的方向、路径以及针尖到达的位置、深度, 使经皮肺穿刺更具安全性和可靠性; 还能避免 CT 电离辐射对操作人员及患者造成的放射性损伤, 且用时更短、费用低廉^[19]。研究发现, 超声引导下的经皮肺穿刺导致咯血、气胸等并发症的发生率明显低于 CT 引导下肺穿刺 (7% vs 24%), 且操作时间短 [(31±16) min vs (45±26) min], 获得相同组织样本的操作次数少 (3.1±1.8 vs 4.4±1.9)^[20]。Khosla 等^[21]也在超声引导下对 86 例边缘型肺病变行肺穿刺活检, 取材成功率达到 92.1%。

新近发展的超声造影技术不仅能很好地帮助鉴别肺部病灶的良恶性, 还能准确区分正常、坏死及病变组织, 对操作者准确选取取样位置、提高穿刺活检阳性率也有较大帮助。Lei 等^[8]认为超声造影可以很好地鉴别肺部病灶与阻塞性肺不张, 从而帮助准确选择病灶区进行穿刺, 提高穿刺活检阳性率 (98.0%)。Dong 等^[22]报道超声造影能有效区分坏死区域和病变组织, 与常规超声引导相比明显提高了病理确诊率 (98.1% vs 91%~96%)。

目前超声引导下的经皮肺穿刺活检在肺结核诊断中的应用尚少, Cao 等^[23]的研究数据表明超声造影引导下的经皮肺穿刺活检对肺结核的诊断准确度较常规超声引导下明显提高 (75% vs 60%), 证明超声造影引导经皮肺穿刺活检能获得较为满意的细菌学与病理学诊断结果, 对肺结核的诊断具有重要价值。因此, 超声是一种准确性较高的经皮肺穿刺活检引导方式, 且安全性明显优于其他影像学引导方法, 这使超声引导下的经皮肺穿刺活检有

望成为肺结核诊断的一种有效途径。另外, 对于不贴壁、无法通过超声进行较好显像的深部肺病灶, 有望通过容积导航技术解决这一难题。该技术是将 CT 的容积数据导入超声诊断仪, 通过电磁定位实现 CT 与超声的融合成像与实时匹配, 从而指导超声引导下肺穿刺完成深部病灶活检, 将极大拓展介入性超声的应用范畴。

3 超声造影在结核病诊断中的应用

超声造影是在常规超声检查基础上, 将超声造影剂注入血管、体腔或管道内, 通过造影剂的对比增强作用提高对脏器或病变显示能力的超声技术。

3.1 超声造影在肺结核诊断中的应用 在肺部病灶的诊断中, 超声造影可以通过病灶和正常肺组织的始增时间或始增时间差判断病变血供来源, 对病灶进行良恶性鉴别。早期超声造影以病灶始增时间 10 s (即病灶始增时间 ≥ 10 s 为恶性、 < 10 s 为良性) 作为病灶良恶性的判断标准, 诊断准确度为 74.1%^[24]; 新近提出了以病灶与正常肺组织间的始增时间差 ≥ 2.5 s 为恶性、 < 2.5 s 为良性的判断标准, 其准确度可达 97.1%^[25], 明显高于之前病灶始增时间为 10 s 的判断标准。

超声造影应用于肺结核诊断的文献报道较少, 曹兵生等^[10,26]发现超声造影增强能反映病变组织不同的病理变化过程, 他们据此将肺结核瘤的超声造影表现分为 3 类: (1) 病灶呈环形增强, 即病灶周围呈环形高增强, 中央部分低增强或无增强, 此类最多见, 病理显示周围环形高增强区为淋巴细胞浸润、胶原纤维增生及较多的朗格汉斯细胞; (2) 病灶呈均匀增强, 病理可见病变区域炎性细胞浸润, 包括淋巴细胞以及中性粒细胞, 肺泡内亦可见炎性渗出及扩张的微血管; (3) 病灶呈不均匀增强, 病灶高增强区与片状低增强或无增强区相间散布, 病理表现为炎性肉芽肿与片状坏死区交织排列。其中环形增强是周围型肺结核瘤的典型表现, 同时与不同病程阶段病理表现密切相关^[27]。

新近研究在应用超声造影始增时间差鉴别病灶良恶性的基础上, 进一步发现肺结核病灶表现出快进慢退、规则树枝状的血管征、不均匀的低增强、筛孔样坏死、形态规则的大片坏死等特征, 为肺结核的诊断提供了新的依据^[28]。超声造影对肺

部病灶的良恶性鉴别具有一定价值,但不同良性病灶之间,如肺结核与肺部不同类型炎症等的鉴别尚存在困难,需扩大样本量进一步研究,并进行更为细致的定量分析,以期对肺结核的诊断提供新的方法。

3.2 超声造影在肺外结核病诊断中的应用 肺外结核病是指肺部以外其他部位的结核病,是结核病的重要组成部分,占有结核病患者9.7%~11.9%^[29]。肺外结核病的全身症状轻,早期诊断困难。

淋巴结核是发病率最高的肺外结核病,占肺外结核病的80%~90%,由于其临床症状常不典型而易被误诊、漏诊,从而延误治疗时机^[30]。二维声像图对其诊断具有一定价值,但缺乏特异性改变,与其他类型淋巴结核鉴别困难。超声造影的应用为淋巴结核提供了新的诊断依据。阿布都克热木等^[31]对68例淋巴结核患者进行常规超声与超声造影检查,发现病灶的超声造影表现为均匀性增强、中央蜂窝状增强、边缘环形增强等特征,与病理表现的多样性相关,并证明应用超声造影对淋巴结核的初步诊断及程度分型明显优于常规超声。赵丹等^[32]也有相似报道,并发现边缘环形增强和(或)中央不规则增强的病灶占淋巴结核病灶的87.34%,但在淋巴瘤、淋巴转移性癌、反应性增生中占比均不高于30.77%。Zhang等^[33]应用这些特点指导选择淋巴结核穿刺取样位置,得到了较好的病理诊断率(80.9%)。

腹部实质性脏器结核也是肺外结核病的常见类型^[29],涉及范围广泛,发病率仅次于淋巴结核^[34]。常规二维超声在发现病灶方面具有较高的临床应用价值,但由于结核病灶病理变化的多样性使良恶性鉴别困难。众多学者的超声造影研究发现腹部实质性脏器结核有一定共性:病灶常为不均匀增强或环形增强,其中增强区为有活性区,多为炎性细胞浸润和肉芽肿形成等早期阶段;而无增强区已失去活性,为干酪样坏死和液化坏死等晚期阶段^[35]。由于结核病新老病灶相互交替,同一病灶内也会出现不同的病理变化阶段,因此超声造影尚无法对良恶性病灶进行准确鉴别^[35]。其最大的价值是在引导病灶穿刺活检过程中,对活性区域进行准确判定,指导穿刺针避开坏死区,从而提高穿刺活检阳性率^[36]。

体表肿块也是肺外结核病的重要表现形式^[37],尽管发病比例不高,但可侵及全身各处。由于高频超声对浅表器官和组织的高分辨率,超声已成为体表肿块最常用、最重要的诊断方法,不仅可以对病灶初步进行良恶性判断,还可引导穿刺活检或置管引流注药治疗等。超声造影在二维超声检查基础上增加了对病灶微循环血流的观察;对于结核分枝杆菌直接侵袭病灶,超声造影常表现为周围高增强、中心无增强,并可于深部发现无增强的脓液流出道;对于由深部病灶侵袭导致的病灶,超声造影则表现为以环状增强居多,内部也可有不均匀增强区^[38-39]。与腹部实质性脏器结核类似,体表肿块的超声造影能帮助对坏死区进行辨认,指导穿刺活检,从而提高阳性率^[40]。

综上所述,对于肺外结核病的诊断,超声造影能提供较常规二维及彩色多普勒超声更多的血供特征,提高肺外结核病的诊断率,以及在引导穿刺活检中提高阳性率。肺外结核病的超声造影目前尚无规范的操作方法,对于造影特征和诊断结果的分析也多不深入,这些都需在未来的临床研究中改进。

4 超声弹性成像技术在结核病诊断中的应用

4.1 超声弹性成像技术在淋巴结核中的应用 实时超声弹性成像技术可以通过与周围软组织对比客观反映病灶组织的硬度,在浅表病灶良恶性鉴别诊断方面已有明确的价值,并逐步应用于淋巴结核的诊断中。王志远等^[41]研究发现I型、II型淋巴结核的弹性评分较低,多为1~2分,提示病灶较软,其病理改变为炎性渗出及局部坏死;III型由于存在大片液化坏死区,硬度也较低;只有IV型病灶内夹杂纤维条索和钙化灶而表现为硬度较高,弹性评分多为4~5分。笔者近期研究发现,I型、II型和IV型颈部淋巴结核均表现为弹性评分较高的恶性特征,III型多表现为弹性评分较低的良性特征,认为颈部淋巴结核病灶普遍偏硬,与颈部淋巴转移性癌的鉴别仍较困难^[42]。由于相关研究较少,且病例数据量较小,因此对超声弹性成像在淋巴结核诊断中的价值还需要进一步探索。

4.2 超声弹性成像的其他应用 超声弹性成像在乳腺结核中也有应用,袁冰等^[43]将乳腺结核病灶分为实块、脓肿、混合、溃疡窦道4种类型,最

终 91.3% 的病灶弹性评分较低 (1~2 分, 提示病灶较软), 仅 8.7% 的病灶评分较高 (3~4 分, 提示病灶硬度较高), 与病灶的病理改变一致。王国涛等^[44]报道超声弹性成像在引导诊断性介入操作中具有一定优势, 如剪切波弹性成像可以定量分析某一点的弹性数据, 从而精准引导穿刺硬度较大的区域, 最终获取最佳取材, 其在结核性腹膜炎中的应用已获得了 100% 的取材成功率, 明显高于常规超声组 (84%, $P=0.037$), 且并发症发生率明显低于常规超声组 (8% vs 32%, $P=0.034$)。但目前由于结核病病理变化多样、病情复杂, 各研究之间弹性评分结果差异较大, 想要获得更有价值的诊断标准还需更深入的研究。

5 小结和展望

随着超声技术的发展与成熟, 其在结核病诊断中的应用日益广泛。二维、彩色多普勒超声能较好地检出病灶, 超声造影和超声弹性成像能提供更多的微循环和病灶硬度等信息, 有助于提高诊断准确性, 尤其是超声造影能辨认结核病灶的特征性坏死区, 提高了穿刺活检阳性率, 为结核病的诊断提供了新的、有效的诊断方法。

肺结核的超声诊断研究目前尚为该领域的薄弱点, 但肺结核病灶大部分侵及胸壁的特点以及超声引导下肺穿刺活检的高安全性和准确性, 使超声技术在肺结核的诊断方面有着巨大的应用潜力。对于肺外结核病的超声新技术应用, 未来应当建立更完善的多中心研究体系, 以期得到更科学规范的结果, 为结核病的早期诊断提供新的有效方法与途径。

[参考文献]

- [1] World Health Organization. The end TB strategy[EB/OL]. Geneva: World Health Organization, 2015[2016-07-08]. http://www.who.int/tb/End_TB_brochure.pdf.
- [2] World Health Organization. Global strategy and targets for tuberculosis prevention, care and control after 2015[EB/OL]. Geneva: World Health Organization, 2013[2017-05-26]. http://www.who.int/tb/post2015_TBstrategy.pdf.
- [3] 全国第五次结核病流行病学抽样调查技术指导组, 全国第五次结核病流行病学抽样调查办公室. 2010 年全国第五次结核病流行病学抽样调查报告[J]. 中国防痨杂志, 2012, 34: 485-508.
- [4] XU K, WANG S, WU J, LIU Z, JI Z, ZHENG L, et al. Performance of Biochip system in detecting drug resistant and multidrug-resistant tuberculosis using sputum collected from multiple clinical settings in Zhejiang, China[J/OL]. *Sci Rep*, 2018, 8: 10587. doi: 10.1038/s41598-018-28955-0.
- [5] JIA Z, CHENG S, MA Y, ZHANG T, BAI L, XU W, et al. Tuberculosis burden in China: a high prevalence of pulmonary tuberculosis in household contacts with and without symptoms[J/OL]. *BMC Infect Dis*, 2014, 14: 64. doi: 10.1186/1471-2334-14-64.
- [6] HUNTER L, BÉLARD S, JANSSEN S, VAN HOVING D J, HELLER T. Miliary tuberculosis: sonographic pattern in chest ultrasound[J]. *Infection*, 2016, 44: 243-246.
- [7] AGOSTINIS P, COPETTI R, LAPINI L, BADONA MONTEIRO G, N'DEQUE A, BARITUSSIO A. Chest ultrasound findings in pulmonary tuberculosis[J]. *Trop Doct*, 2017, 47: 320-328.
- [8] LEI Z, LOU J, BAO L, LV Z. Contrast-enhanced ultrasound for needle biopsy of central lung cancer with atelectasis[J]. *J Med Ultrason* (2001), 2018, 45: 461-467.
- [9] 张培先, 石岚, 丁万宝, 邓磊, 龙轶. 超声造影指导肺周边病灶经皮活检的临床观察[J]. 医药前沿, 2013(8): 394.
- [10] CAO B S, LIANG Y M, LI X L, DENG J, ZHANG G C. Contrast-enhanced sonography of juxtapleural pulmonary tuberculoma[J]. *J Ultrasound Med*, 2013, 32: 749-756.
- [11] DONG Y, JÜRGENSEN C, PURI R, D'ONOFRIO M, HOCKE M, WANG W P, et al. Ultrasound imaging features of isolated pancreatic tuberculosis[J]. *Endosc Ultrasound*, 2018, 7: 119-127.
- [12] MOON I S, KIM D W, BAEK H J. Ultrasound-based diagnosis for the cervical lymph nodes in a tuberculosis-endemic area[J]. *Laryngoscope*, 2015, 125: 1113-1117.
- [13] PANG P, DUAN W, LIU S, BAI S, MA Y, LI R, et al. Clinical study of tuberculosis in the head and neck region—11 years' experience and a review of the literature[J/OL]. *Emerg Microbes Infect*, 2018, 7: 4. doi: 10.1038/s41426-017-0008-7.
- [14] OBINU A, GAVINI E, RASSU G, MAESTRI M, BONFERONI M C, GIUNCHEDI P. Lymph node metastases: importance of detection and treatment strategies[J]. *Expert Opin Drug Deliv*, 2018, 15: 459-467.
- [15] 曹兵生, 张华, 梁建琴, 刘倩, 邓娟. 超声引导下穿刺活检对颈部淋巴结病变的诊断价值[J]. 临床超声医学杂志, 2010, 12: 268-270.
- [16] RAMMEH S, ROMDHANE E, ARFAOUI TOUMI A, HOUCINE Y, LAHIANI R, SASSI A, et al. Efficacy of fine-needle aspiration cytology in the diagnosis of tuberculous cervical lymphadenitis[J]. *Acta Cytol*, 2018, 62: 99-103.
- [17] 张文智, 杨高怡, 裴宇, 孟君, 李晓虹. 超声造影在颈部淋

- 巴结结核穿刺活检术中的应用价值[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志,2014,49:240-242.
- [18] DIETRICH C F. EFSUMB guidelines 2015 on interventional ultrasound[J]. *Med Ultrason*, 2015, 17: 521-527.
- [19] 中国抗癌协会肿瘤介入专业委员会,中国抗癌协会肿瘤介入专业委员会青年委员会. 胸部肿瘤经皮穿刺活检中国专家共识[J]. *中华医学杂志*,2018,98:1822-1831.
- [20] LEE M H, LUBNER M G, HINSHAW J L, PICKHARDT P J. Ultrasound guidance versus CT guidance for peripheral lung biopsy: performance according to lesion size and pleural contact[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2018, 210: W110-W117.
- [21] KHOSLA R, MCLEAN A W, SMITH J A. Ultrasound-guided versus computed tomography-scan guided biopsy of pleural-based lung lesions[J]. *Lung India*, 2016, 33: 487-492.
- [22] DONG Y, MAO F, WANG W P, JI Z B, FAN P L. Value of contrast-enhanced ultrasound in guidance of percutaneous biopsy in peripheral pulmonary lesions[J/OL]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015: 531507. doi: 10.1155/2015/531507.
- [23] CAO B S, WU J H, LI X L, DENG J, LIAO G Q. Sonographically guided transthoracic biopsy of peripheral lung and mediastinal lesions: role of contrast-enhanced sonography[J]. *J Ultrasound Med*, 2011, 30: 1479-1490.
- [24] CAREMANI M, BENCI A, LAPINI L, TACCONI D, CAREMANI A, CICCOTOSTO C, et al. Contrast enhanced ultrasonography (CEUS) in peripheral lung lesions: a study of 60 cases[J]. *J Ultrasound*, 2008, 11: 89-96.
- [25] BAI J, YANG W, WANG S, GUAN R H, ZHANG H, FU J J, et al. Role of arrival time difference between lesions and lung tissue on contrast-enhanced sonography in the differential diagnosis of subpleural pulmonary lesions[J]. *J Ultrasound Med*, 2016, 35: 1523-1532.
- [26] 曹兵生. 胸部病变超声造影应用[J]. *中华临床医师杂志(电子版)*,2012,6:16-17.
- [27] 曹兵生,黎晓林,邓娟,梁玉梅. 周围性肺结核瘤超声造影表现及其病理基础[J]. *临床超声医学杂志*,2014,16:153-155.
- [28] 张怡,毕珂,汤春红,施洪,沈梦君,王茵. 超声造影在胸膜下肺结核与肺癌鉴别诊断中的价值[J]. *第二军医大学学报*,2018,39:1071-1076.
- ZHANG Y, BI K, TANG C H, SHI H, SHEN M J, WANG Y. Value of contrast-enhanced ultrasound in differential diagnosis of pleural-based pulmonary tuberculosis and lung cancer[J]. *Acad J Sec Mil Med Univ*, 2018, 39: 1071-1076.
- [29] 江红,臧国庆. 肺外结核[J]. *中华全科医学*,2012,10: 103-104.
- [30] 杨高怡. 临床结核病超声诊断[M]. 北京:人民卫生出版社,2016:261.
- [31] 阿瓦古丽·阿布都克热木,段晓玲,热依汗·吐尼亚孜,郭倩如,梁萍,努比亚·阿不力孜,等. 超声造影在诊断淋巴结结核中的应用价值分析[J]. *影像研究与医学应用*,2017,1:16-17.
- [32] 赵丹,杨高怡,何宁,孟君,于秀蕾. 超声造影模式在诊断颈部淋巴结结核中的应用价值[J]. *中国超声医学杂志*,2015,31:683-686.
- [33] ZHANG J, HAO X, YANG Y, YAN C S, MA C, XIAO M, et al. Evaluation of supplementary diagnostic value of contrast-enhanced ultrasound for lymph node puncture biopsy[J]. *J Thorac Dis*, 2017, 9: 4791-4797.
- [34] 黄建生,沈梅,孙亚玲,李永祥,夏珍. 上海市肺外结核的流行病学分析[J]. *中华结核和呼吸杂志*,2000,23: 606-608.
- [35] 杨高怡,赵丹,张文智,闻波平,王彩芬. 超声介入及造影在肺外结核诊疗中的应用[C]//2015年浙江省超声医学学术年会论文汇编. 浙江省医学会超声医学分会,2015:2.
- [36] 王万静. 超声对肺外结核病的临床价值[J]. *中国社区医师(医学专业)*,2011,13:151.
- [37] 汤贞彦,龚伟,徐少杰,王春峰. 体表非淋巴结软组织结核超声表现(附31例报告)[J]. *浙江实用医学*,2011,16:57-58.
- [38] 何宁,杨高怡,于秀蕾,李军,徐建平. 胸壁结核的超声造影表现[J]. *中国超声医学杂志*,2016,32:271-273.
- [39] 张文智,杨高怡,裴宇,徐建平. 超声造影在腹壁结核性脓肿穿刺活检中的应用价值[J]. *中华全科医学*,2016,14:1193-1195.
- [40] 何宁,杨高怡,王大力,李军,赵丹,徐建平. 超声造影引导下胸壁结核穿刺活检的应用[J]. *浙江中西医结合杂志*,2016,26:851-852.
- [41] 王志远,吴泽惠,谭永刚,杨通明,周纯芝,梁霞,等. 超声弹性成像诊断颈部淋巴结结核的价值[J]. *中国临床医学*,2011,18:304-306.
- [42] 毕珂,陈宏伟,朱惠铭,曾小凡,袁静,王茵. 超声弹性成像在颈部淋巴结结核诊断中的价值[J]. *第二军医大学学报*,2018,39:1082-1086.
- BI K, CHEN H W, ZHU H M, ZENG X F, YUAN J, WANG Y. Value of ultrasound elastography in diagnosis of cervical tuberculous lymphadenopathy[J]. *Acad J Sec Mil Med Univ*, 2018, 39: 1082-1086.
- [43] 袁冰,黄小平,李开林,吴向东,谭莹,梁志超. 实时超声弹性成像对乳腺结核的诊断价值[J]. *当代医学*,2012(33):19-20.
- [44] 王国涛,陈钦奇,李盈,黄云霞,彭清海,刘明辉. 剪切波弹性成像引导穿刺活检诊断结核性腹膜炎[J]. *中国介入影像与治疗学*,2018,15:156-159.