

超声技术在四肢血管病变诊断中的现状与挑战

郭泳

罗田县人民医院, 湖北黄冈, 438600;

摘要: 四肢血管病变发病率呈上升趋势, 准确诊断对治疗决策至关重要。超声技术凭借无创、便捷、可重复等优势, 在四肢血管病变诊断中广泛应用。本文阐述其在四肢血管病变诊断中的应用现状, 剖析面临的挑战, 展望未来发展趋势, 旨在为临床合理应用超声技术诊断四肢血管病变提供参考。

关键词: 超声技术; 四肢血管病变; 诊断现状

DOI: 10.69979/3029-2808.26.02.065

引言

四肢血管病变涵盖动脉粥样硬化、血栓形成、血管炎、动脉瘤等多种疾病, 严重影响患者肢体功能与生活质量, 如不及时诊治, 可致肢体缺血坏死甚至危及生命。早期准确诊断是制定有效治疗方案、改善患者预后的关键。超声技术作为一种重要的影像学检查手段, 在四肢血管病变诊断中发挥着重要作用。

1 超声技术原理及类型

1.1 二维超声成像原理

二维超声通过超声探头发射超声波, 声波在人体组织中传播, 遇不同声阻抗组织界面产生反射、折射、散射等, 探头接收反射回波, 经处理后以灰度图像形式呈现人体组织结构二维切面, 能清晰显示四肢血管壁层次结构、管腔内径、有无斑块及血栓形成等。正常四肢动脉管壁呈三层结构, 内膜光滑呈线状高回声, 中膜为低回声带, 外膜为高回声。当发生动脉粥样硬化时, 可见内膜增厚、毛糙, 有粥样斑块形成, 斑块回声依成分不同而异, 脂质斑块多为低回声, 纤维斑块呈等回声, 钙化斑块为强回声伴声影。

1.2 彩色多普勒超声原理

彩色多普勒超声基于多普勒效应, 检测血流中红细胞运动产生的频移信号, 以彩色编码方式叠加于二维超声图像上, 直观显示血流方向、速度及性质。红色表示血流朝向探头, 蓝色表示血流背离探头, 色彩亮度反映血流速度, 色彩紊乱提示血流异常, 如狭窄处血流呈五彩镶嵌状。通过测量血流参数, 如收缩期峰值流速 (PSV)、舒张末期流速 (EDV)、阻力指数 (RI) 等, 可评估血管狭窄程度及血流动力学改变。一般而言, 血管狭

窄时, 狭窄处 PSV 增高, EDV 可增高或降低, RI 可反映远端血管床阻力及侧支循环建立情况。

1.3 频谱多普勒超声原理

频谱多普勒超声将血流中红细胞产生的多普勒频移信号以频谱形式显示, 横坐标为时间, 纵坐标为频移值 (与血流速度相关)。通过分析频谱形态、测量血流参数, 定量评估血流动力学状态。正常四肢动脉频谱呈三相波, 收缩期快速上升的正向波, 舒张早期短暂反向波, 舒张晚期低幅正向波。血管病变时, 频谱形态改变, 如动脉狭窄时, 狭窄处频谱增宽, 频窗消失, 峰值流速明显增高; 动脉闭塞时, 闭塞段血管无血流信号, 远端血管频谱呈低速低阻改变。

1.4 其他超声技术类型及原理

除上述常用超声技术, 还有超声造影、弹性成像、三维超声成像等。超声造影通过静脉注射超声造影剂, 微泡在血管内产生强烈回声信号, 增强血管显影, 提高微小血管病变及低速血流检测能力, 尤其在判断血管狭窄程度、鉴别肿瘤血管等方面有优势。弹性成像基于组织弹性差异成像, 反映组织硬度信息, 可用于评估血管壁弹性, 早期发现血管病变, 如动脉粥样硬化早期血管壁弹性降低。三维超声成像通过采集多平面二维超声图像, 经计算机重建生成血管三维立体图像, 更直观全面展示血管空间结构、病变范围及与周围组织关系, 为复杂血管病变诊断提供更多信息。

2 超声技术在四肢血管病变诊断中的应用现状

2.1 四肢动脉病变诊断

2.1.1 动脉粥样硬化诊断

动脉粥样硬化是四肢动脉常见疾病, 二维超声可清

晰显示动脉内膜增厚、粥样斑块形成,测量斑块大小、形态、回声特征,评估斑块稳定性。低回声或混合回声斑块易破裂,为不稳定斑块;强回声伴声影的钙化斑块较稳定。彩色及频谱多普勒超声可检测血管狭窄处血流动力学改变,准确判断狭窄程度。研究表明,超声诊断四肢动脉粥样硬化狭窄程度与数字减影血管造影(DSA)有良好相关性,对轻度狭窄(狭窄程度 $<50\%$)诊断符合率达80%以上,中重度狭窄(狭窄程度 $\geq 50\%$)诊断符合率超90%。

2.1.2 急性动脉栓塞诊断

急性动脉栓塞起病急,严重威胁肢体存活。超声表现为动脉管腔内强回声或低回声栓子,栓塞处血流信号中断,远端血管血流速度降低,频谱呈单峰改变。超声能快速明确栓塞部位、范围,为急诊治疗提供关键信息,诊断准确率达90%左右,可作为急性动脉栓塞首选筛查方法。

2.1.3 血栓闭塞性脉管炎诊断

血栓闭塞性脉管炎好发于中青年男性,累及四肢中小动脉。超声显示受累动脉管壁增厚,回声增强,管腔内血栓形成,血流信号减少或消失。同时可观察到病变血管节段性分布特点,与动脉粥样硬化累及大血管且病变连续不同,对血栓闭塞性脉管炎诊断有重要提示意义,结合临床症状和体征,诊断符合率较高。

2.1.4 动脉瘤诊断

动脉瘤分为真性动脉瘤、假性动脉瘤和夹层动脉瘤。真性动脉瘤超声表现为动脉管腔局限性扩张,呈梭形或囊状,瘤壁可见动脉壁三层结构,瘤体内可伴有血栓形成。彩色多普勒超声显示瘤体内血流紊乱,呈涡流状。假性动脉瘤多因血管损伤形成,超声可见动脉旁无回声或低回声肿块,与动脉相通,有“双期双向”血流信号。夹层动脉瘤超声可见动脉内膜分离,形成真假两腔,真腔内血流速度快,假腔内血流缓慢,可伴有血栓。超声对动脉瘤诊断敏感性和特异性均较高,可作为首选检查方法,为手术或介入治疗方案制定提供重要依据。

2.2 四肢静脉病变诊断

2.2.1 下肢深静脉血栓形成诊断

下肢深静脉血栓形成是常见周围血管疾病,超声是诊断的首选方法。二维超声可见静脉管腔内血栓回声,急性血栓呈低回声,慢性血栓回声增强,静脉管径增宽,探头加压管腔不能压瘪。彩色及频谱多普勒超声显示血

栓部位血流信号充盈缺损或消失,远端静脉血流速度减慢,频谱呈连续性,呼吸相变化减弱或消失。超声诊断下肢深静脉血栓形成敏感性和特异性均超90%,对近端静脉血栓诊断准确性更高,可用于高危人群筛查、诊断及治疗后随访。

2.2.2 下肢静脉曲张诊断

下肢静脉曲张主要由静脉瓣功能不全、静脉壁薄弱引起。超声显示下肢浅静脉扩张,管径增宽,静脉瓣反流,反流时间延长。彩色多普勒超声可直观显示反流部位和程度,为手术治疗提供详细信息,如确定需结扎或剥脱的静脉分支。超声检查无创、便捷,可准确评估下肢静脉曲张程度及病因,对治疗方案选择和预后判断有重要价值。

2.2.3 上肢静脉血栓形成诊断

上肢静脉血栓形成相对少见,但在中心静脉置管、肿瘤等患者中发病率增加。超声表现与下肢静脉血栓相似,可显示静脉管腔内血栓回声,血流信号异常,管腔不能被探头压瘪。超声可明确血栓部位、范围及血流动力学改变,帮助临床制定治疗方案,在诊断上肢静脉血栓方面也发挥重要作用。

3 超声技术在四肢血管病变诊断中面临的挑战

3.1 肥胖患者检查难度增加

肥胖患者皮下脂肪层厚,超声波在传播过程中衰减明显,导致图像分辨率降低,血管结构显示不清,影响对病变的观察和判断。尤其是对于下肢深部血管及上肢较细血管,肥胖对超声检查的影响更为显著。有研究显示,在体重指数(BMI) $>30\text{kg}/\text{m}^2$ 的肥胖患者中,约30%的四肢血管超声检查图像质量受影响,诊断准确性降低约15%-20%。

3.2 血管位置较深或受骨骼遮挡影响显示

四肢部分血管位置深,如髋关节周围的股深动脉、膝关节后方的腘动脉深部分支等,超声难以穿透足够深度清晰显示血管结构和血流情况。此外,骨骼对超声波有强反射和吸收作用,如上肢血管受肩胛骨、肱骨遮挡,下肢血管受骨盆、股骨遮挡,使部分血管段无法完整显示,容易漏诊病变。据统计,因血管位置深或骨骼遮挡,约10%-15%的四肢血管超声检查存在显示不满意情况。

3.3 操作者依赖性强

超声检查结果受操作者手法、经验和技术水平影响大。不同操作者对探头放置位置、角度、压力控制不同,获取的超声图像质量和病变显示情况差异明显。对图像解读和血流参数测量也依赖操作者经验,缺乏经验的操作者可能误诊或漏诊病变。研究表明,在四肢血管超声检查中,不同年资超声医师对血管狭窄程度判断的一致性仅为60%-70%,尤其在轻度血管病变诊断上差异较大。

3.4 仪器设备限制

部分基层医疗机构超声设备陈旧、性能落后,超声探头分辨率低、频率范围窄,无法清晰显示血管细微结构和低速血流信号,影响对早期或微小血管病变诊断。新型超声技术如超声造影、弹性成像、三维超声成像等,对仪器设备要求高,一些医院因设备不足无法开展,限制了超声技术在四肢血管病变诊断中的全面应用。

3.5 特殊血管病变鉴别诊断困难

对于一些特殊血管病变,如血管炎、血管畸形等,超声表现缺乏特异性,与其他血管疾病相似,鉴别诊断困难。例如,结节性多动脉炎累及四肢血管时,超声可见血管壁增厚、管腔狭窄,但与动脉粥样硬化表现类似;血管畸形中动静脉瘘与动脉瘤在超声图像上有时也易混淆,需结合临床症状、实验室检查及其他影像学检查综合判断,增加诊断复杂性。

4 应对超声技术诊断挑战的策略及未来发展方向

4.1 应对当前挑战的策略

4.1.1 优化检查技术

针对肥胖患者,可选用穿透力强的低频探头,结合组织谐波成像技术,提高深部血管显示能力;采用多体位、多切面扫查,尽量避开骨骼遮挡,全面观察血管。检查时适当增加探头压力,减少皮下脂肪干扰,但注意避免过度加压影响血管形态和血流。对于操作经验不足的人员,加强规范化培训,制定标准化操作流程,定期进行图像质量控制和病例讨论,提高操作技能和诊断水平。

4.1.2 仪器设备更新与维护

医疗机构应定期更新超声设备,选用高分辨率、宽频探头的先进设备,提升对血管病变的检测能力。加强设备日常维护和保养,确保设备性能稳定。对于有条件

的医院,积极引进新型超声技术设备,如超声造影仪、弹性成像设备等,拓展超声诊断范围。

4.1.3 多模态影像融合

将超声与其他影像学检查方法如CT血管造影(CTA)、磁共振血管造影(MRA)、数字减影血管造影(DSA)等结合,取长补短。超声发现血管病变后,对于诊断不明确或复杂病变,进一步行CTA、MRA检查,利用其对血管整体显示和三维成像优势,明确病变范围、程度及与周围组织关系;对于需要介入治疗的患者,DSA可提供精准血管解剖信息,指导治疗。多模态影像融合可提高四肢血管病变诊断准确性和全面性。

4.2 未来发展方向

4.2.1 人工智能辅助诊断技术发展

利用人工智能深度学习算法对大量四肢血管超声图像进行分析和学习,自动识别血管病变特征,如斑块性质、血管狭窄程度、血栓位置等,辅助医师快速准确诊断。人工智能可提高诊断效率,减少人为因素导致的误诊和漏诊,尤其在基层医疗机构和经验不足医师中应用前景广阔。预计未来5-10年,人工智能辅助诊断系统将在四肢血管超声诊断中广泛应用,使诊断准确性提高10%-20%。

4.2.2 新型超声技术研发与应用

持续研发新型超声技术,如超高分辨率超声成像、四维超声成像、定量超声弹性成像等。超高分辨率超声可更清晰显示血管内皮细胞、微小斑块等细微结构,早期发现血管病变;四维超声成像能实时动态显示血管三维结构和血流变化,为临床提供更直观信息;定量超声弹性成像可精确测量血管壁弹性参数,对血管病变程度评估更准确。随着技术不断成熟,这些新型超声技术将逐步应用于临床,推动四肢血管病变诊断水平提升。

4.2.3 床旁超声及远程医疗应用拓展

便携式超声设备发展使床旁超声检查更便捷,在急诊、重症监护病房、手术室等场景中,可快速对四肢血管病变进行初步诊断和评估,为紧急救治争取时间。结合远程医疗技术,基层医疗机构医师可将床旁超声图像实时传输至上级医院,由专家远程指导诊断,实现医疗资源共享,提高基层医疗机构对四肢血管病变诊断能力,改善患者就医体验。未来,床旁超声及远程医疗在四肢血管病变诊断中的应用将不断拓展,覆盖更多医疗场景。

5 结论

超声技术凭借无创、便捷、可重复、实时动态等优势,在四肢血管病变诊断中应用广泛且效果显著,能为临床提供丰富血管病变信息,指导治疗决策。然而,超声技术在诊断中面临肥胖患者检查困难、血管位置深或受骨骼遮挡、操作者依赖性强、仪器设备限制及特殊病变鉴别诊断难等挑战。通过优化检查技术、更新仪器设备、开展多模态影像融合等策略可一定程度克服这些挑战。未来,随着人工智能辅助诊断技术发展、新型超声技术研发应用及床旁超声和远程医疗拓展,超声技术在四肢血管病变诊断中将发挥更重要作用,诊断准确性和效率将进一步提高,为四肢血管疾病防治提供更有力的支持。

参考文献

- [1]林宛华,李春月,张贺晔.医学影像技术在心脑血管疾病诊断和预防中的应用[J].生物产业技术,2014(5):4. DOI:10.3969/j.issn.1674-0319.2014.05.003.
- [2]王金锐,张武,刘吉斌.介入性超声的现状、未来与超声医师面临的挑战[J].中华医学超声杂志(电子版),2006. DOI:CNKI:SUN:ZHCD.0.2006-01-001.
- [3]孙瑞娟,朱毅,汪南平,等.血管病变机制与血管功能调控研究的现状与趋势[J].中国科学:生命科学,2013,43(2):9. DOI:10.1360/052012-448.
- [4]单国华,郭燕飞,郭义彬,等.创伤性四肢主干血管损伤24例的诊断和治疗[J].临床军医杂志,2010(5):2. DOI:CNKI:SUN:JYGZ.0.2010-05-111.
- [5]陈炜越,卢陈英,夏水伟,等.血管影像的研究现状,挑战与展望[J].中国中西医结合影像学杂志,2023,21(4):351-356. DOI:10.3969/j.issn.1672-0512.2023.04.001.

作者简介:郭泳,女,汉族,本科,主治医师,科室:超声科,研究方向:超声诊断。