

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.23.001
文章编号: 1005-8982 (2024) 23-0001-06

影像诊断学专题·论著

超声弹性成像联合二维超声诊断下肢 深静脉血栓的价值分析*

钱奎¹, 马红英¹, 郑志友²

(合肥市第一人民医院 1.超声科, 2.检验科, 安徽 合肥 230061)

摘要: **目的** 探讨超声弹性成像联合二维超声诊断下肢深静脉血栓(DVT)的价值。**方法** 选取2020年1月—2022年12月合肥市第一人民医院收治的疑似下肢DVT患者100例为研究对象。回顾相关临床资料,比较一般资料、二维超声检查结果、下肢深静脉造影结果、超声弹性成像评分与应变值,并分析超声弹性成像联合二维超声诊断下肢DVT的价值。**结果** 100例疑似DVT患者经下肢深静脉造影后确诊为DVT 34例(DVT组),确诊为非DVT 66例(非DVT组)。两组性别、体质量指数、高血压、糖尿病及高脂血症比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。二维超声诊断DVT的敏感性为73.53%(25/34),特异性为92.42%(61/66);超声弹性成像诊断DVT的敏感性为82.35%(28/34),特异性为84.85%(56/66)。二维超声、超声弹性成像、超声弹性成像联合二维超声诊断DVT的敏感性分别为73.53%(95% CI:0.697, 0.970)、82.35%(95% CI:0.589, 0.862)、88.24%(95% CI:0.673, 0.909),特异性分别为92.42%(95% CI:0.806, 0.937)、84.85%(95% CI:0.823, 0.958)、89.39%(95% CI:0.868, 0.977)。**结论** 超声弹性成像联合二维超声诊断下肢DVT的价值较高,可以在临床推广使用。

关键词: 下肢深静脉血栓; 超声弹性成像; 多普勒超声; 下肢深静脉造影

中图分类号: R445.1

文献标识码: A

Value of ultrasound elastography combined with two-dimensional ultrasound in the diagnosis of lower limbs deep vein thrombosis*

Qian Kui¹, Ma Hong-ying¹, Zheng Zhi-you²

(1. Department of Ultrasound, 2. Department of Laboratory, The First People's Hospital of Hefei City, Hefei, Anhui 230061, China)

Abstract: **Objective** To explore the value of ultrasound elastography combined with two-dimensional ultrasound in the diagnosis of deep vein thrombosis (DVT) of lower limbs. **Method** A total of 100 suspected DVT patients admitted to the Ultrasound Department of Hefei First People's Hospital from January 2020 to December 2022 were selected as the research objects, and their related clinical data were reviewed. Their general data, two-dimensional ultrasound examination results and lower limb deep vein angiography results, ultrasonic elastography scores and strain values were compared, and the value of ultrasonic elastography combined with two-dimensional ultrasound in the diagnosis of lower limb deep vein thrombosis was analyzed. **Result** Among the 100 patients with suspected DVT, 34 were diagnosed with DVT and 66 were diagnosed with non-DVT after deep venography of the lower extremities. Thirty-four patients with DVT were enrolled in the DVT group and 66 patients with non-DVT were enrolled in the non-DVT group. There was no significant difference in gender composition, body mass index, prevalence of hypertension, prevalence of diabetes mellitus and prevalence of hyperlipidemia between DVT patients and non-DVT patients ($P>0.05$). The sensitivity and specificity of two-dimensional ultrasound for the diagnosis of

收稿日期: 2024-06-23

* 基金项目: 安徽省自然科学基金(No:Ky2021008)

DVT were 73.53% (25/34) and 92.42% (61/66). The sensitivity and specificity of ultrasound elastography in the diagnosis of DVT were 82.35% (28/34) and 84.85% (56/66). The sensitivity, ultrasound elastography, and ultrasound elastography combined with two-dimensional ultrasound diagnosis were 73.53% (95% CI: 0.697, 0.970), 82.35% (95% CI: 0.589, 0.862) and 88.24% (95% CI: 0.673, 0.909), respectively, and the specificity was 92.42% (95% CI: 0.806, 0.937), 84.85% (95% CI: 0.823, 0.958), and 89.39% (95% CI: 0.868, 0.977). **Conclusion** Ultrasound elastography combined with two-dimensional ultrasound is of high value in the diagnosis of lower limb deep vein thrombosis and can be widely used in clinical practice.

Keywords: lower limbs deep vein thrombosis; ultrasound elastography; doppler ultrasound; lower limb deep venous angiography

下肢深静脉血栓 (deep vein thrombosis, DVT) 是血管外科常见的静脉血管疾病之一。DVT 的发生与多种因素有关, 常见的有静脉管壁受损、血液凝固度升高、血流缓慢、血液中出现湍流等^[1]。DVT 患者早期可无症状, 但如果未能早期诊断和干预, 部分血栓可能脱落后形成栓子, 导致脑栓塞及肺栓塞等, 造成严重后果^[2]。因此, 加强下肢 DVT 的早期诊断和干预十分必要。下肢静脉造影是诊断 DVT 的金标准, 但是下肢静脉造影属于侵入性检查, 且对设备要求较高, 因此不能够适用于所有人群^[3]。二维超声能够观察不同时期下肢 DVT 的状况, 并且通过彩色多普勒技术能够观察到下肢 DVT 的血流信号, 因此临床常将其用于 DVT 的早期诊断^[4]。但是二维超声检查的效果与医生的操作经验、患者的静脉情况有很大关系, 在实际操作中容易出现漏诊, 从而错过最佳治疗时机^[5]。超声弹性成像是一种新的超声成像技术, 该技术能够对组织进行定量评估并构造弹性模量, 从而判断被测组织的弹性, 能够较好地诊断不同时期的 DVT^[6]。但目前未见超声弹性成像联合二维超声诊断下肢 DVT 的相关报道, 本研究旨在探讨超声弹性成像联合二维超声诊断下肢 DVT 的价值, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2020 年 1 月—2022 年 12 月合肥市第一人民医院收治的疑似 DVT 患者 100 例为研究对象, 回顾相关临床资料。纳入标准: ①疑似患有下肢 DVT, 并出现相关症状, 如一侧肢体肿胀、疼痛或压痛等; ②近期未服用过抗凝及抗血小板药物; ③处于急性期和亚急性期; ④临床数据等均完整,

没有缺失或遗漏。排除标准: ①有严重的心脑血管疾病; ②合并下肢静脉炎; ③有全身性的感染症状; ④合并有严重肝肾功能障碍及其他并发症。本研究经医院医学伦理委员会审核和批准。

1.2 检查方法

1.2.1 二维超声检查 下肢静脉造影前, 使用二维多普勒超声 (mindray R7, 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司), 将配置探头 (L9-3U、L14-5WU) 频率设为 3~14 MHz。嘱患者取仰卧位, 对患者下肢静脉自上而下进行超声探查, 观察下肢静脉走行、血管壁情况、管腔内径等, 使用脉冲多普勒对血管血液流速进行测定。无血流显示即确定为血栓性完全闭塞段目标血管, 以邻近病变段血管周围肌肉的肌束回声为标准, 判断血栓回声强度: 高于肌束回声记为高回声, 等于肌束回声记为等回声、低于肌束回声记为低回声。血栓呈多种回声混合表现时, 以血栓整体回声即最大比例的回声强度为最终结果。低回声计 1 分, 等回声计 2 分, 高回声计 3 分。检查完毕后由 3 名主任医师对二维超声检查结果进行诊断。见图 1。

1.2.2 超声弹性成像检查 下肢深静脉造影前, 在二维超声检查基础上, 确定疑似血栓位置后,



图 1 右下肢深静脉血栓二维超声影像

震动探头, 使用不同颜色评估相应位置组织弹性大小并进行评分(蓝色为大于平均硬度, 计 5 分; 蓝绿相间计 4 分; 绿色为平均硬度, 计 3 分; 红绿相间计 2 分; 红色为小于平均硬度, 计 1 分)。疑似血栓部位定位 1 区, 其他周围组织定为 2 区, 计算 2 个区域内的组织应变值。检查完毕后由 3 名主任医师对超声弹性成像检查结果进行诊断。超声弹性成像诊断下肢 DVT 标准参考王春辉等^[7]研究标准。见图 2。

1.2.3 下肢深静脉造影检查 患者在数字减影血管造影导管床上取仰卧位, 然后用止血带结扎脚



图 2 右下肢深静脉血栓超声弹性成像影像

踝上方和大腿根部组织, 切断浅部静脉, 采用高压注射器将 320 g/L 碘佛醇[国药准字 H20113430, 江苏恒瑞医药股份有限公司, 100 mL : 32 g(I)]注入足背静脉, 并将数字减影血管造影导管床移动至下肢近部, 观察静脉形态和功能, 造影结束后对患者进行抗凝治疗。检查完毕后由 3 名主任医师对下肢深静脉造影检查结果进行诊断。

1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 25.0 统计软件。计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 比较用 *t* 检验; 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用 χ^2 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者临床资料的比较

100 例疑似 DVT 患者经下肢深静脉造影后确诊为 DVT 34 例, 确诊为非 DVT 66 例。将 34 例 DVT 患者纳入 DVT 组, 66 例非 DVT 患者纳入非 DVT 组。DVT 患者与非 DVT 患者的性别构成、年龄、体质量指数、高血压、糖尿病及高脂血症比较, 经 χ^2 或 *t* 检验, 差异均无统计学意义 (*P* > 0.05)。见表 1。

表 1 两组患者的临床资料比较

| 组别 | <i>n</i> | 男/女/例 | 年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$) | 体质量指数/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$) | 高血压/例 | 糖尿病/例 | 高脂血症/例 |
|--------------|----------|-------|--------------------------|--|-------|-------|--------|
| DVT 组 | 34 | 18/16 | 61.7 ± 14.15 | 22.89 ± 2.12 | 28 | 30 | 25 |
| 非 DVT 组 | 66 | 36/30 | 64.72 ± 5.74 | 22.54 ± 2.09 | 50 | 58 | 56 |
| χ^2/t 值 | | 0.023 | 1.080 | 0.789 | 0.569 | 0.003 | 1.868 |
| <i>P</i> 值 | | 0.879 | 0.283 | 0.432 | 0.451 | 0.959 | 0.172 |

2.2 二维超声诊断 DVT 的结果分析

二维超声检查诊断 DVT 的敏感性为 73.53% (25/34), 特异性为 92.42% (61/66)。见表 2。

表 2 二维超声检查与下肢深静脉造影结果 例

| 诊断方式 | 下肢深静脉造影 | | | |
|------|---------|-------|----|-----|
| | DVT | 非 DVT | 总计 | |
| DVT | 25 | 5 | 30 | |
| 二维超声 | 非 DVT | 9 | 61 | 70 |
| | 总计 | 34 | 66 | 100 |

2.3 超声弹性成像诊断 DVT 的结果分析

超声弹性成像诊断 DVT 的敏感性为 82.35% (28/34), 特异性为 84.85% (56/66)。见表 3。

表 3 超声弹性成像检查与下肢深静脉造影结果 例

| 诊断方式 | 下肢深静脉造影 | | | |
|--------|---------|-------|----|-----|
| | DVT | 非 DVT | 总计 | |
| DVT | 28 | 10 | 38 | |
| 超声弹性成像 | 非 DVT | 6 | 56 | 62 |
| | 总计 | 34 | 66 | 100 |

2.4 超声弹性成像联合二维超声诊断 DVT 的结果分析

超声弹性成像联合二维超声诊断 DVT 的敏感性为 88.24% (30/34), 特异性为 89.39% (59/66)。见表 4。

表 4 超声弹性成像联合二维超声与下肢深静脉造影结果 例

| 诊断方式 | 下肢深静脉造影 | | | |
|--------------|---------|-------|----|-----|
| | DVT | 非 DVT | 总计 | |
| 超声弹性成像联合二维超声 | DVT | 30 | 7 | 37 |
| | 非 DVT | 4 | 59 | 63 |
| | 总计 | 34 | 66 | 100 |

2.5 超声弹性成像联合二维超声诊断下肢 DVT 的价值

二维超声诊断 DVT 的敏感性为 73.53% (95% CI: 0.697, 0.970), 特异性为 92.42% (95% CI: 0.806, 0.937)。超声弹性成像诊断 DVT 的敏感性为 82.35% (95% CI: 0.589, 0.862), 特异性为 84.85% (95% CI: 0.823, 0.958)。超声弹性成像联合二维超声诊断 DVT 的敏感性为 88.24% (95% CI: 0.673, 0.909), 特异性为 89.39% (95% CI: 0.868, 0.977)。联合诊断的价值更高。见表 5。

表 5 超声弹性成像结合二维超声诊断下肢 DVT 的效能分析

| 检查方法 | 约登指数 | 敏感性/% | 95% CI | | 特异性/% | 95% CI | | P 值 |
|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | | 下限 | 上限 | | 下限 | 上限 | |
| 二维超声诊断 | 0.670 | 73.53 | 0.697 | 0.970 | 92.42 | 0.806 | 0.937 | 0.003 |
| 超声弹性成像 | 0.672 | 82.35 | 0.589 | 0.862 | 84.85 | 0.823 | 0.958 | 0.000 |
| 联合诊断 | 0.776 | 88.24 | 0.673 | 0.909 | 89.39 | 0.868 | 0.977 | 0.000 |

3 讨论

DVT 的主要病因是下肢静脉内壁损伤及血液出现静滞状态, 如日常生活中的外伤、手术操作、药物注射、放疗等^[8-10]。当静脉壁遭受损伤时, 血小板会迅速黏附于受损的内皮上, 这一系列的反应会进一步促使血小板血栓的形成, 血栓一旦形成, 便会激活内源性凝血途径, 导致更为复杂的混合血栓形成^[11]。对于 DVT 的诊断, 医生通常会采取多种方法以确保诊断的准确性, 包括详细的病史询问以了解是否存在可能导致 DVT 的高危因素; 体格检查以观察患者下肢肿胀和疼痛情况、感觉异常等症状。B 型超声可以无创观察下肢静脉内的血流情况, 判断是否有血栓形成。下肢静脉造影能够准确且直观地显示静脉内血栓位置和范围, 是 DVT 的金标准。DVT 患者的临床表现多样, 轻度患者可能仅表现为下肢肿胀和疼痛, 而重度患者则可能出现发热、泡沫尿、心悸等严重症状。这些症状不仅影响患者的日常生活, 还可能预示着更严重的并发症, 如果不及时对 DVT 进行诊断和治疗, 血栓有可能脱落并随血液流入肺部, 形成肺栓塞, 引发一系列严重的并发症, 从而导致患者出现呼吸困难、胸痛等, 严重时可能危及生

命。此外, DVT 还会对静脉内壁造成损害, 导致静脉瓣膜功能受损, 进而影响下肢静脉的正常回流, 长期如此, 还可能导致皮肤溃疡和组织坏死, 为细菌感染提供温床。因此, DVT 的早期诊断至关重要。通过早期诊断, 医生可以尽早制订治疗方案, 这对降低患者并发症的发生风险至关重要, 并且可以促进患者康复^[8]。虽然下肢静脉造影是目前诊断下肢 DVT 的金标准, 但是下肢静脉造影属于有创性检查, 且费用昂贵、设备精密, 不适用于所有人群, 临床亟需无创且诊断效能较高的方法, 以更广泛地应用于 DVT 的诊断中。

二维超声检查是一种运用超声波对下肢血管进行影像学诊断的方法, 其联合彩色多普勒后, 可以直观地观察到下肢静脉内的血流情况及血栓位置、形态、大小等^[11-13]。该方法不仅避免了传统有创检查的诸多风险, 还具有非侵入性、无辐射的特点, 且无需患者禁食, 不耗费时间, 因此在临床得到了广泛应用^[14]。对于下肢静脉血栓的诊断, 二维超声检查可以从多个角度、多个层面观察下肢深静脉内的血流情况, 对于血栓的定位与定量都具有很高的准确性。此外, 其还能实时评估深静脉瓣膜的功能状态, 了解静脉回流情况,

有助于早期发现下肢 DVT 和评估患者治疗的效果, 同时还能在患者接受治疗期间进行动态监测, 实时观察血栓的变化, 这对于指导后续治疗、调整治疗方案具有重要意义^[15]。但是二维超声诊断下肢静脉血栓的干扰因素较多, 主要有以下几点^[16-17]: ①部分肥胖患者由于下肢肢体皮下脂肪较厚, 影响 DVT 观察, 导致声波穿透表层组织时损耗能量较多, 致使深静脉情况探查不清; ②部分患者下肢静脉存在解剖变异, 致使血流信号出现变化, 容易误诊为血栓; ③部分患者下肢静脉瓣功能障碍, 导致下肢静脉部分静脉段血流信号不均或出现反流信号, 容易误诊为血栓。在本研究中, 单一的二维超声检查特异性高, 而敏感性较差, 也印证了以上结论。

超声弹性成像是一种结合 B 型超声技术和组织弹性学原理的检查手段, 该技术可以通过 B 型超声技术获取血管内部的图像信息, 以及检测组织的弹性属性^[18]。不同时期的血栓在组织结构、纤维化程度等方面存在差异, 这些差异导致了其具有不同的弹性特性。超声弹性成像可以利用这一特性, 通过彩色编码显示组织的硬度, 从而帮助医生更准确地判断血栓的性质^[19]。此外, 超声弹性成像还可以评估血栓的脱落风险。急性血栓由于组织结构较为松散, 其弹性相对较大, 容易发生脱落并导致严重的并发症, 如肺栓塞等; 而慢性血栓则由于组织纤维化程度较高, 其弹性相对较小, 脱落风险相对较低。因此, 可以利用超声弹性成像评估血栓的弹性, 从而帮助医生初步判断其脱落风险, 并及时采取相应的预防措施^[20]。另外, 超声弹性成像还能够提供丰富的组织硬度信息, 可以帮助判断在传统超声中存在困难的血栓 (如低回声病变)。然而尽管超声弹性成像诊断 DVT 具有一定的优势, 但在实际操作过程中, 其成像结果可能受操作者经验、探头压力控制等因素的影响。此外, 虽然超声弹性成像在急性与慢性血栓方面表现出色, 但对于亚急性血栓的区分能力仍有待提高。既往研究结果显示, 超声弹性成像与其他影像诊断技术联合应用对妇科手术后下肢 DVT 的预测价值较高^[21]。本研究结果显示, 超声弹性成像

联合二维超声诊断下肢 DVT 的敏感性和特异性均较好, 应用价值较高, 与既往研究结果相似。然而, 本研究纳入的下肢 DVT 患者样本量较少, 因此仍然需要大量临床试验加以论证。

综上所述, 超声弹性成像联合二维超声诊断下肢 DVT 的价值较高, 可以在临床推广使用。

参 考 文 献 :

- [1] 徐瑞敏, 甘惠玲, 代伟宏, 等. 血清 microRNA-374b-5p 水平预测多发性创伤患者下肢深静脉血栓风险的价值[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(8): 74-80.
- [2] BRILL A. Multiple facets of venous thrombosis[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(8): 3853.
- [3] 吴英宁, 韦勤将, 柴梦琪, 等. 间接法 CT 静脉造影在诊断盆腔和下肢深静脉血栓中的价值[J]. 广西医学, 2021, 43(4): 434-437.
- [4] HIDAKA H, UOJIMA H. Ultrasonography in the diagnosis of complications in patients with portal hypertension[J]. J Med Ultrason (2001), 2022, 49(3): 347-358.
- [5] 邱燕, 田芹, 马超. 产前超声检查联合凝血标志物检测预测产前后下肢深静脉血栓发生价值[J]. 中国计划生育学杂志, 2023, 31(1): 144-147.
- [6] de FRANCHIS R, BOSCH J, GARCIA-TSAO G, et al. Baveno VII - renewing consensus in portal hypertension[J]. J Hepatol, 2022, 76(4): 959-974.
- [7] 王春辉, 袁红维. 超声弹性成像参数及 CT 值与妇科术后下肢深静脉血栓形成临床分期的相关性[J]. 血栓与止血学, 2022, 28(3): 477-478.
- [8] 张进华, 徐立利, 吴刚. 急性期下肢深静脉血栓的 T1 mapping 成像特征及诊断价值[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2023, 52(1): 79-82.
- [9] 霍艳兵, 彭琪, 彭星华, 等. MicroRNA-374a-5p 水平与混合型深静脉血栓形成患者临床特征的关系及在预后判断中的价值[J]. 中国现代医学杂志, 2020, 30(19): 23-28.
- [10] 范锐, 满达, 李志. 利伐沙班联合经腘静脉穿刺导管吸栓、溶栓治疗下肢深静脉血栓的效果及其对凝血因子水平的影响[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2023, 9(3): 350-354.
- [11] 侯宇, 代博文, 张晓培. 高频超声及应变式弹性成像诊断骨折后下肢静脉血栓的临床价值[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(4): 736-739.
- [12] 李亚楠, 高梦颖, 薛丽丽, 等. 超声剪切波弹性成像评价亚急性期下肢深静脉血栓弹性硬度的价值[J]. 中国超声医学杂志, 2023, 39(3): 325-329.
- [13] 郝君霞, 胡金花, 夏群, 等. 2D-B/W、CDFI 联合血浆 Fib、D-D

- 检测对 DVT 的诊断价值[J]. 中国医药导报, 2022, 19(7): 104-107.
- [14] 王晓萌, 黄诗玫, 周炜, 等. 多普勒超声参数联合血清 sCD40L 在产褥期下肢深静脉血栓评估中的应用价值[J]. 疑难病杂志, 2022, 21(5): 502-506.
- [15] 张玮, 李阳. 彩色多普勒超声联合凝血指标检测对骨折后下肢深静脉血栓的预测价值[J]. 实用临床医药杂志, 2022, 26(24): 20-23.
- [16] BARROSSE-ANTLE M E, PATEL K H, KRAMER J A, et al. Point-of-care ultrasound for bedside diagnosis of lower extremity DVT[J]. Chest, 2021, 160(5): 1853-1863.
- [17] BOSIO G, ZENATI N, DESTREMPES F, et al. Shear wave elastography and quantitative ultrasound as biomarkers to characterize deep vein thrombosis *in vivo*[J]. J Ultrasound Med, 2022, 41(7): 1807-1816.
- [18] SANTINI P, ESPOSTO G, AINORA M E, et al. Ultrasound elastography to assess age of deep vein thrombosis: a systematic review[J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13(12): 2075.
- [19] DURMAZ F, GULTEKIN M A. Efficacy of shear wave elastography in the differentiation of acute and subacute deep venous thrombosis[J]. Ultrasound Q, 2021, 37(2): 168-172.
- [20] 冯鹤云, 陈子亮, 包天舒, 等. 超声弹性成像参数联合 D-二聚体诊断下肢深静脉血栓形成的临床研究[J]. 川北医学院学报, 2022, 37(9): 1152-1156.
- [21] 胡剑, 任魁, 牟欢. 超声弹性成像参数及 CT 值与妇科术后下肢深静脉血栓形成临床分期的相关性及其疗效预测价值[J]. 医疗卫生装备, 2021, 42(3): 51-55.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 钱奎, 马红英, 郑志友. 超声弹性成像联合二维超声诊断下肢深静脉血栓的价值分析[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(23): 1-6.

Cite this article as: QIAN K, MA H Y, ZHENG Z Y. Value of ultrasound elastography combined with two-dimensional ultrasound in the diagnosis of lower limbs deep vein thrombosis[J]. China Journal of Modern Medicine, 2024, 34(23): 1-6.