

## ·综述 General review·

## 静脉血栓栓龄的影像学诊断

庄乃君, 顾建平

**【摘要】** 静脉血栓栓塞是一种常见疾病,目前诊断静脉血栓形成并能判断血栓栓龄的常用影像学方法有超声、CT、磁共振成像、血管造影及核医学检查等。血栓栓龄的准确判断对静脉血栓栓塞性疾病的治疗、评估疗效和预后具有指导价值。本文就以上各种检查方法进行综述。

**【关键词】** 静脉血栓形成; 影像; 诊断; 治疗

中图分类号: R543.6 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2010)-07-0584-04

**Imaging diagnosis of the age of venous thrombus** ZHUANG Nai-jun, GU Jian-ping. Department of Radiology, the Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 210006, China

Corresponding author: GU Jian-ping, E-mail: cjr.gujianping@vip.163.com

**【Abstract】** Venous thromboembolism is not a rare disorder. The imaging methods mostly used nowadays to diagnose thrombosis and to determine the age of thrombus include ultrasonography, CT, magnetic resonance imaging, venography and nuclear medicine. Accurate determination of the age of thrombus is of great clinical value in guiding the clinical management, in evaluating the therapeutic results and in predicting the prognosis. This paper aims to make a comprehensive review of the above mentioned imaging examinations. (J Intervent Radiol, 2010, 19: 584-587)

**【Key words】** venous thrombosis; imaging diagnosis; therapy

血栓形成(thrombosis)是指活体内的血液发生凝固或血液中某些有形成分凝集形成固体质块的过程,所形成的固体质块称为血栓(thrombus)。由血栓或血栓的一部分脱落引起的栓塞称为血栓栓塞(thromboembolism)。

下肢深静脉血栓形成(deep venous thrombosis, DVT)和肺栓塞(pulmonary embolism, PE)通常被认为是同一种血栓栓塞性疾病在不同部位、不同阶段的不同表现,超过 90%的 PE 栓子来自下肢深静脉血栓的脱落<sup>[1]</sup>。下肢 DVT 的治疗目的包括消除血栓、恢复血流、防止血栓复发、保护静脉瓣功能、防止和减少 PE 的发生,以及血栓形成后综合征的发生<sup>[2]</sup>。

有研究表明 3 d 内进行溶栓与取栓成功率最高,这与血栓尚未发生机化、未与血管壁粘连有关;7 d 以内可试行取栓术,但此时由于血栓已与血管壁发生粘连,剥离血栓时会损伤血管内皮细胞,易引起再栓塞;7 d 后,血栓发生收缩,但仍与管壁粘

连,同时有新生毛细血管及组织细胞长入;15 d 以后血栓进一步收缩,与管壁粘连、机化,粘连区血管内皮细胞大部分丧失<sup>[3]</sup>。Leach 等<sup>[4]</sup>报道随着血栓形成时间的进展,成纤维细胞进入血栓内形成胶原,降低了纤维素与纤溶酶的接触,导致纤维素异常聚集,降低了溶栓治疗效果。Mewissen 等<sup>[2]</sup>对 287 例下肢 DVT 患者研究发现,病程 < 10 d 的 DVT 患者中有 34%达到完全溶栓,即溶栓后管腔通畅,无残余血栓,而病程 > 10 d 的 DVT 患者仅有 19%达到完全溶栓( $P < 0.01$ )。因此,尽早判断血栓形成时间,即血栓栓龄,对血栓的治疗具有重要意义。

临床上判断 DVT 病程,通常认为 2 周以内为急性期,2 周至 2 个月为亚急性期,2 个月以上为慢性期。PE 根据发病时间分为急性 PE 和慢性 PE,急性 PE 是指发病时间在 10 d 及 10 d 以内的 PE。慢性 PE 是指发病时间超过 11 d 或更长时间,既往有 PE 史或急性 PE 症状缓解后再次发生的 PE<sup>[5]</sup>。影像学检查可以明确静脉血栓存在的部位,并且能大致判断血栓栓龄。目前对血栓栓龄的研究越来越多,以下对目前常用的影像学检查方法进行综述。

基金项目:国家“十一五”支撑计划(2007BA105B04)

作者单位:210006 南京医科大学附属南京第一医院放射科

通信作者:顾建平 E-mail: cjr.gujianping@vip.163.com

## 1 超声(ultrasound)

回声是判断急、慢性血栓的重要标准。急性期血栓表现为无回声或弱回声,低于周围肌肉回声,血栓处静脉管径扩张。由于血流缓慢,血栓上游和下游可见流动的点状回声。当静脉完全堵塞时,血栓近心端静脉血流回声增强、消失或减弱,而远心端静脉频谱变为连续性,失去周期性;Valsalva 试验反应减弱甚至消失。静脉管腔是否能被压瘪是鉴别正常静脉和堵塞静脉的可靠征象之一。但 Giannini 等<sup>[6]</sup>在通过犬血栓模型探讨超声诊断静脉急性期血栓形成的准确性的实验中发现,血栓形成组及对照组静脉均可被压瘪,因此不能仅根据静脉不可压瘪性来诊断急性期血栓形成。急性血栓者有时还可见到血栓自由漂动或随肢体挤压而漂动,这是急性血栓的另一诊断依据,且是非常危险的征象,预示可能发生 PE。

亚急性血栓回声逐渐增强,由于血栓的溶解和吸收,血栓变小且固定,静脉扩张程度减轻或消失,血栓处的静脉壁常增厚。此期由于血栓再通,静脉腔内血流回声增强,另外还可发现侧支循环形成。

慢性期血栓发生纤维化、机化,这种纤维化会持续,导致静脉瓣膜功能受损。血栓与静脉壁广泛粘连、紧密地附在管壁上,使管壁呈不规则增厚、凹凸不平,管腔有不同程度的血流再通。因此,大多数慢性血栓的静脉内可见异常回声,包括管腔内实性强回声、“条索”状回声、静脉管径明显小于正常,管壁不规则;血流异常包括反流、侧支静脉循环形成。

超声检查虽然对急性期和慢性期血栓易区分,但对于具体血栓栓龄的判断只能大概地估测。在很多情况下,对于有血栓史的患者,仅凭血栓的超声表现很难鉴别新旧血栓。有资料表明超声结合光声成像(photoacoustic imaging)能有效鉴别急性期和慢性血栓,超声提供血栓所在的位置及结构、成分方面的信息,再结合光声信号(血栓对光的吸收参数)能判断血栓处于哪一阶段<sup>[7]</sup>。

## 2 CT

急性 DVT 在 CT 横断位表现为静脉腔内条状、椭圆形或不规则低密度充盈缺损;可呈特征性的“靶征”,在 MIP、CPR 及 VR 重建图像上 DVT 表现为典型的“轨道征”,即静脉管腔中心为低密度血栓,周围绕以高密度对比剂;慢性 DVT 表现为静脉管腔节段性不规则狭窄或中断,狭窄段血管腔内见低密度血栓;完全阻塞静脉段的远端或其周围的表

浅静脉扩张,可有周围迂曲的侧支血管形成;常有患侧肢体软组织增厚。

急性 PE 与急性 DVT 表现相似,即“轨道征”,“轨道征”被认为是急性 PE 的有力证据<sup>[8]</sup>;有时可表现为偏心性充盈缺损(血栓与管壁呈锐角)<sup>[9]</sup>。慢性 PE 则表现为肺动脉管腔内偏心性和附壁性的充盈缺损(血栓与管壁呈钝角),肺动脉断面比伴行支气管管径细,且内膜面不光整<sup>[9]</sup>。

有研究认为,依据血栓的 CT 值可推断血栓形成的时间<sup>[9-11]</sup>。秦乃姗等<sup>[9]</sup>报道,56 例 PE 中慢性 PE 栓子的 CT 值在统计学上明显高于急性 PE 栓子,可能是由于栓子收缩,血红蛋白浓聚,其内二价铁和钙质沉积,从而使机化的血栓强化更明显。但邓鑫等<sup>[11]</sup>研究发现,新鲜血栓密度较高(平均 CT 值 60 ~ 80 HU),但高密度血栓与血管内对比剂之间的密度差减低,不利于血栓的检出。然而,用 CT 值诊断静脉血栓栓龄鲜有报道,值得进一步研究。

多层螺旋 CT 血管成像可用于估计抗凝溶栓治疗效果,对制定 PE 的治疗方案具有参考意义<sup>[12-13]</sup>。在一组 28 例溶栓疗效的研究中,根据 PE 在多层螺旋 CT 横断面上的表现共分为 4 型,Ⅰ型:管腔内中心性充盈缺损,有效率最高达 95%;Ⅱ型:凸面向腔内的附壁充盈缺损,有效率为 77%;Ⅲ型:凹面向腔内的附壁充盈缺损,有效率为 29%;Ⅳ型:血管腔完全堵塞,有效率为 67%<sup>[13]</sup>。中心性腔内充盈缺损和凸面向腔内的附壁性充盈缺损被认为是急性 PE 的早期表现;凹向腔内的附壁性充盈缺损是血栓逐渐发生机化、向慢性转化的阶段。

## 3 MRI

磁共振直接成像(magnetic resonance direct thrombus imaging, MRDTI)可以诊断血栓形成,且能判断血栓新旧。众多研究表明<sup>[3,14-16]</sup>,急性期血栓血管流空效应消失,血栓在 T1 加权成像(T1 weighted imaging, T1WI)呈等信号, T2 加权成像(T2 weighted imaging, T2WI)呈低信号,然后 T1WI 逐渐转为高信号, T2WI 则呈明显低信号。亚急性期血栓在 T1WI 和 T2WI 均呈高信号。慢性期血栓再通,重新出现流空效应,血栓在 T1WI 和 T2WI 均呈低信号。从血栓的信号特征判断血栓新旧,其原理是血栓形成后将经历一系列变化,红细胞内含氧血红蛋白逐渐转变成去氧血红蛋白,而后再转化为高铁血红蛋白,血红蛋白被吞噬细胞吞噬,降解产生含铁血黄素,这些成分的变化会影响血栓的 MRI 信号。含氧血红蛋

白没有不成对电子,不具有顺磁性,对血栓信号无影响;而去氧血红蛋白具有顺磁性,可造成血栓 T2 弛豫时间缩短。高铁血红蛋白为较强的顺磁性物质,造成血栓 T1 弛豫时间缩短,在 T1WI 上表现为高信号;对血栓 T2 弛豫时间的影响较复杂,红细胞内高铁血红蛋白缩短 T2 弛豫时间,游离的高铁血红蛋白延长 T2 弛豫时间;含铁血黄素可以造成血栓 T2 弛豫时间缩短。因 MRI 有较好的软组织分辨能力,故 MRDTI 除反映血管情况外,还能反映周围软组织肿胀、血管壁等变化。Westerbeek 等<sup>[16]</sup>研究发现,MRDTI 诊断为急性 DVT 的灵敏度为 95%,并认为 MRDTI 可用于复发性急性 DVT 的检查,但其灵敏度仍需进一步实验证明。

有研究表明血栓的 DWI (diffusion weighted imaging, MRI 弥散加权成像) 信号改变与血栓成分的演变存在相关性,急性期呈低信号,亚急性期呈高信号,慢性期呈周围低信号环<sup>[3]</sup>。DWI 是在常规 MRI 序列的基础上,在 X、Y、Z 轴三个相互垂直的方向上施加弥散敏感梯度,从而获得体内水分子弥散运动状况的 MR 图像。在 DWI 中通常以表观弥散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 描述组织中水分子弥散的快慢。其研究中,静脉窦血栓内 DWI 高信号区的 ADC 值低于脑脊液,表明血栓内 DWI 信号增高区的水分子运动明显受限,提示新鲜血栓的 ADC 值具有重要意义,与血栓形成后的时间长短密切相关。随时间的变化,血栓的结构发生变化,ADC 值也发生变化。

超小型超顺磁性氧化铁微粒 (ultra-small superparamagnetic iron oxides, USPIO) 是一种新型顺磁性对比剂,近年的研究表明 USPIO 可以作为血栓特异性对比剂。其原理为 USPIO 可被无内皮细胞覆盖的血栓摄取而逐渐在血栓中聚集,较新鲜的血栓内皮细胞覆盖较少,可摄取相对更多的 USPIO,因而可以反映血栓的新旧。动物实验显示,USPIO 能明显提高血栓在 T1WI 中的信号,血栓信号随时间发生变化,6 h 血栓信号明显增高,1 周时信号达到高峰,而后信号逐渐下降,6 周后信号不增高<sup>[17]</sup>。

近年来,分子影像成为研究热点,赵亚鹏等<sup>[18]</sup>进行了以 P-选择素为靶标的分子 MRI 在血栓早期诊断中的应用研究。原理是 P-选择素作为血小板/内皮细胞活化标志及黏附受体,参与血栓形成起始过程,且是连接炎症与血栓的重要介质和靶分子。自制抗 P-选择素单抗及具有 P-选择素靶特异性的 MR 对比剂,行犬静脉血栓模型的活体观察,发现血

栓信号强度随时间而变化,注入对比剂后 30 min ~ 1 h, 信号强度持续明显强化,2 ~ 4 h 强化趋缓,延迟 24 h 信号强度减弱,同时发现血栓信号随对比剂浓度增加而提高。利用 MR 对比剂的靶向特异性,为早期定位显像及反映血栓形成状态提供了一种可行的检查方法。

#### 4 血管造影

充盈缺损是血管造影检查诊断急性 DVT 的直接征象。静脉血栓局部再通表明血栓形成后已进入吸收、机化再通的病理修复阶段,故为慢性 DVT 的诊断依据。急、慢性 DVT 均可见静脉闭塞,急性 DVT 病例中,全部深静脉由血栓完全堵塞,或者近心端深静脉由血栓完全堵塞,远心端深静脉因为极度软组织肿胀压迫造成静脉闭塞,此为急性 DVT 的间接征象;慢性 DVT 病例中,因血栓大量机化、纤维组织增生也可造成静脉闭塞。

#### 5 核医学

放射性核素标记的抗血栓成分单克隆抗体能够特异地与血栓结合,显示血栓部位,在血栓的定位及活性状态确定等方面有较好的应用前景。方伟等<sup>[19]</sup>实验结果显示,<sup>99m</sup>Tc 标记的活化血小板单克隆抗体对急性 PE 有较好的结合能力,注射显像剂后 1 h 即可获得较清晰的图像,3 h 内血栓放射性摄取有逐渐增高的趋势,1 周左右的血栓放射性摄取明显低于 1 d 内的新鲜血栓。由于 <sup>99m</sup>Tc 与激活的血小板糖蛋白 II b/III a 受体有高度的亲和力和特异性,所以 <sup>99m</sup>Tc 对于急性新鲜血栓显示阳性率高,而对陈旧性血栓则显示阳性率低。Bates 等<sup>[20]</sup>认为 <sup>99m</sup>Tc 标记显像对于急性及再发 DVT 敏感性达 92%, 特异性 82% ~ 90%。

综上所述,各种影像学检查方法均能明确检出静脉血栓的存在,且 MRI 能整体观察,不受操作者手法、患者体质等因素影响,一定程度上提示血栓形成原因,但对血栓栓龄的诊断还需要进行各种影像学方法的对比研究,通过比较其敏感性和特异性,选择合理的成像条件,尽早且准确地判断出血栓栓龄,以指导治疗、评估疗效和预后。

#### [参考文献]

- [1] Loud PA, Katz DS, Bruce DA, et al. Deep venous thrombosis with suspected pulmonary embolism: detection with combined



- CT venography and pulmonary angiography [J]. Radiology, 2001, 219: 498 - 502.
- [2] Mewissen MW, Seabrook GR, Meissner MH, et al. Catheter-directed thrombolysis for lower extremity deep venous thrombosis: report of a national multicenter registry [J]. Radiology, 1999, 211: 39 - 49.
- [3] 谭四平, 沈先比, 毛文萍, 等. 颅脑静脉窦内血栓磁共振弥散加权成像对溶栓治疗的价值[J]. 中华神经医学杂志, 2009, 8: 388 - 391.
- [4] Leach JL, Wolujewicz M, Strub WM. Partially recanalized chronic dural sinus thrombosis: findings on MR imaging, time-of-flight MR venography, and contrast-enhanced MR venography[J]. AJNR, 2007, 28: 782 - 789.
- [5] Hasegawa I, Boisselle PM, Hatabu H. Bronchial artery dilatation on MDCT scans of patients with acute pulmonary embolism: comparison with chronic or recurrent pulmonary embolism [J]. AJR, 2004, 182: 67 - 72.
- [6] Giannini M, Rollo HA, Maffei FH, et al. Advances in ultrasound techniques improve early detection of deep vein thrombosis[J]. Int Angiol, 2008, 27: 466 - 474.
- [7] Karpouk AB, Aglyamov SR, Mallidi S, et al. Combined ultrasound and photoacoustic imaging to detect and stage deep vein thrombosis: phantom and ex vivo studies [J]. J Biomed, 2008, 13: 54 - 61.
- [8] 杨延辉, 李坤成, 李 静, 等. 螺旋 CT 肺动脉造影对肺栓塞的诊断[J]. 临床放射学杂志, 2004, 23: 767 - 771.
- [9] 秦乃娜, 唐光健, 孙红霞, 等. 肺动脉血栓 CT 值的测量对于诊断及鉴别急性肺栓塞的意义[J]. 中国医学影像技术, 2006, 22: 560 - 562.
- [10] Line BR. Pathophysiology and diagnosis of deep venous thrombosis [J]. Semin Nucl Med, 2001, 31(2): 90-101.
- [11] 邓 鑫, 杨 汀. CT 诊断肺血栓栓塞症-深静脉血栓形成的临床应用进展[J]. 国外医学呼吸系统分册, 2004, 24: 305 - 308.
- [12] Remy-Jardin M, Louveigny S, Remy J, et al. Acute central thromboembolic disease posttherapeutic follow up with spiral CT angiography[J]. Radiology, 1997, 203: 173 - 180.
- [13] 陈 广, 马大庆, 贺 文, 等. 多层螺旋 CT 肺动脉栓塞直接征象与溶栓效果的对照 [J]. 中华放射学杂志, 2004, 38: 1069 - 1071.
- [14] Botnar RM, Perez AS, Witte S, et al. In vivo molecular imaging of acute and subacute thrombosis using a fibrin-binding magnetic resonance imaging contrast agent[J]. Circulation, 2004, 109: 2023 - 2029.
- [15] Fraser DG, Moody AR, Morgan PS. Diagnosis of lower-limb deep venous thrombosis: a prospective blinded study of magnetic resonance direct thrombus imaging[J]. Ann Intern Med, 2002, 136: 89 - 98.
- [16] Westerbeek RE, Van Rooden CJ, Tan M, et al. Magnetic resonance direct thrombus imaging of the evolution of acute deep vein thrombosis of the leg [J]. J Thromb Haemost, 2008, 6: 1087 - 1092.
- [17] Schmitz SA, Winterhalter S, Schiffler S, et al. USPIO-enhanced direct MR imaging of thrombus: preclinical evaluation in rabbits [J]. Radiology, 2001, 221: 237 - 243.
- [18] 赵亚鹏, 金佩佩, 周 同, 等. P-选择素为靶标磁共振分子成像在血栓早期诊断中的应用研究[J]. 细胞生物学杂志, 2008, 30: 273-279.
- [19] 方 伟, 季顺东, 刘秀杰, 等. 肺动脉血栓放射免疫显像实验研究[J]. 中华核医学杂志, 2002, 22: 188 - 191.
- [20] Bates SM, Lister-Jones J, Julian JA, et al. Imaging characteristics of a novel technetium Tc 99m-labeled platelet glycoprotein II b/III a receptor antagonist in patients With acute deep vein thrombosis or a history of deep vein thrombosis[J]. Arch Intern Med, 2003, 163: 452 - 456.

(收稿日期:2009-12-28)

## •病例报告 Case report•

### 永存舌下动脉伴前交通动脉瘤一例

余 峰, 何士科

【关键词】永存舌下动脉; 前交通动脉瘤; 血管造影

中图分类号:R543.4 文献标志码:D 文章编号:1008-794X(2010)-07-0587-02

**Persistent primitive hypoglossal artery accompanied with anterior communicating aneurysm: report of one case** YU Feng, HE Shi-ke. Department of Neurosurgery, Lishui Municipal Central Hospital, Lishui City, Zhejiang Province 323000, China (J Intervent Radiol, 2010, 19: 587-588)

Corresponding author: HE Shi-ke

【Key words】persistent primitive hypoglossal artery; anterior communicating aneurysm; angiography

作者单位:323000 浙江省丽水市中心医院神经外科  
通信作者:何士科