

颈动脉破损斑块的高分辨 MR 成像研究

于薇 张兆琪 Hunter Underhill Thomas S. Hatsukami Yuan Chun

【摘要】 目的 评价破损颈动脉粥样硬化斑块的成分及其分布的特点。方法 回顾性分析 43 例经超声诊断颈动脉狭窄 50% ~ 99% 患者斑块高分辨 MR 图像, 根据斑块表面纤维帽的完整性判定斑块破损情况, 同时定量测量管腔、管壁、斑块成分的面积比例、纵向长度, 并计算总管腔面积、血管负荷指数、偏心指数。采用 SPSS 12.0 统计学软件对患者一般临床资料进行卡方检验, 并且对定量测量所得到的计量资料采用 *Mann-Whitney* 秩和检验。结果 MRI 共发现 17 例破损斑块 (破损斑块组)。破损斑块组和未破损斑块组在血管纵向分布上大面积脂质核心长度差异有统计学意义, 中位脂质核心长度分别为 6 mm、0 mm ($U = 126.5, P < 0.05$)。血管负荷指数中位数分别为 0.67、0.59, 斑块内出血的发生率分别为 82.4% 和 42.3%, 差异均有统计学意义 (U 值分别为 105、132, P 值均 < 0.05)。破损斑块组偏心分布更明显, 狭窄范围更长。偏心指数分别为 3.68、2.79, 平均管腔面积为 23.97、30.18 mm², 差异均有统计学意义 (U 值分别为 126、138, P 值均 < 0.05)。结论 破损斑块在血管横断面及纵向分布上具有明显的特点, 高分辨 MR 多方向成像可提供更多易损斑块的信息。

【关键词】 颈动脉狭窄; 磁共振成像; 图像处理, 计算机辅助

A study of disrupted carotid plaque using high-resolution MRI YU Wei*, ZHANG Zhao-qi, Hunter Underhill, Thomas S. Hatsukami, Yuan Chun. *Department of Radiology, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China
Corresponding author: Yuan Chun, Vascular Image Laboratory, University of Washington, WA 98105, USA, Email: cyuan@u.washington.edu

【Abstract】 **Objective** To evaluate distribution features of disrupted carotid plaque. **Methods** Forty-three subjects with duplex ultrasound evidence of 50% to 99% stenosis were retrospectively analyzed. Plaques were categorized as disrupted if there was MRI evidence of fibrous cap rupture. Quantity measured areas of the lumen (LA), wall (WA), and plaque components. The morphological parameters used were total vessel area, vessel burden index, eccentricity index. *Mann-Whitney* test and *Chi-square* test appropriate used SPSS (v. 12.0). **Results** There were 17 disrupted and 26 undisrupted lesions identified for comparison. Disrupted plaques showed a predominance of longer longitudinal length of large lip nucleus along the vessel wall (6 mm vs. 0 mm, $U = 126, P < 0.05$), a large vessel burden (0.67 vs. 0.59, $U = 105, P < 0.05$), and high prevalence of thrombus (82.4% vs. 42.3%, $U = 132, P < 0.05$). In addition, disrupted plaques showed a different pattern of plaque distribution, having a more eccentric position of the lumen (3.68 vs. 2.79, $U = 126, P < 0.05$), a smaller lumen area (23.97 mm² vs. 30.18 mm², $U = 138, P < 0.05$) and a longer segment of stenosis when compared with the intact plaques. **Conclusions** Disrupted plaques have significantly different characteristics in terms of both axial and longitudinal distribution. A combination of multi-plane and multi-contrast high resolution MRI may provide valuable information about overall lesion morphology and its association to vulnerability.

【Key words】 Carotid stenosis; Magnetic resonance imaging; Imaging process, computer-assisted

易损斑块的破裂与斑块内成分、斑块的分布及管腔的血流动力学紧密相关。本研究的目的是应用高分辨 MR 成像技术, 多方向对比观察 43 例经超声诊断颈动脉狭窄 50% ~ 99% 并行颈动脉内膜剥脱

术患者的颈动脉破损斑块的成分及分布特征, 进一步明确与易损斑块破损密切相关的影像学特征, 为临床识别易损斑块并及时干预治疗, 防止脑卒中事件的发生提供可靠的影像依据。

作者单位: 100029 首都医科大学附属北京安贞医院放射科
(于薇、张兆琪); 美国华盛顿大学血管影像研究室 (Hunter Underhill, Thomas S. Hatsukami, Yuan Chun)

通信作者: Yuan Chun, WA 98105, Email: cyuan@u.washington.edu

资料与方法

一、临床资料

43 例患者均来自于美国华盛顿大学医学中心

和退伍军人医疗中心。其中男 40 例,女 3 例,年龄 48 ~ 82 岁,平均年龄 67.3 岁。

二、MR 成像及图像分析

所有患者均于颈动脉内膜剥脱术前 1 周内对手术侧颈动脉斑块进行高分辨 MR 扫描。采用 GE Signa 1.5 T MR 扫描仪及专用颈动脉线圈 (Pathway MRI INC)。

1. 扫描参数:扫描层面包括横断面和纵向斜矢状面。横断面扫描参数:(1) 双反转恢复快速自旋回波序列 T₁WI: TR 800 ms, TE 9.3 ms, 视野 (FOV) 13 cm × 13 cm, 层厚 2 mm, 矩阵 256 × 256, 激励次数 (NEX) 2。(2) 快速自旋回波序列双回波采集质子密度加权像 (PdWI) 和 T₂WI: TR 时间为 3 个心动周期, 短 TE 20 ms, 长 TE 40 ms, FOV 13 cm × 13 cm, 层厚 2 mm, 矩阵 256 × 256, NEX 2, 采用心脏门控。(3) 三维 (3D) 时间飞跃 (TOF) 像: TR 23 ms, TE 3.8 ms, 反转角 25°, FOV 13 cm × 13 cm, 层厚 2 mm, 矩阵 256 × 256, NEX 2。纵向血管长轴扫描使用双反转恢复二维 (2D) 快速自旋回波序列, 采集 PdWI。TR 1800 ms, TE 9.5 ms, FOV 16 cm × 16 cm, 层厚 2 mm, 矩阵 256 × 256, NEX 2。纵向斜矢状面扫描在横断面颈动脉分叉水平进行定位, 其中心层面要通过颈内、颈外动脉管腔的中心点; 从内到外共 7 层, 覆盖颈动脉。扫描参数: TR 1800 ms, TE 9.5 ms, FOV 16 cm × 16 cm, 层厚 2 mm, 矩阵 256 × 256, NEX 2。

2. MR 图像分析和标准: 图像质量评级采用 5 级评判原则^[1] (1 级为差, 5 级为优异), 质量 ≤ 2 级的排除。纵向斜矢状面图像要求覆盖全部斑块, 能清晰地显示斑块和管腔的边缘。所有图像由 2 名有经验的放射科医师采用双盲法进行图像分析和评判, 达成意见一致才采用。

破损斑块的定义: 术后病理上斑块表面的完整性破坏, 即斑块表面纤维帽破裂或溃疡为破损斑块。据此将患者分为破损斑块组和未破损斑块组。MRI 上纤维帽破裂定义为在 T₁WI、PdWI、T₂WI 和 TOF 图像上管腔表面不规则, TOF 像上可见血管壁接近

管腔表面的高信号^[2]。溃疡定义为斑块形态不规则, 纵向血管长轴见斑块表面向内凹陷; 在横断面层面上可见血管壁管腔面不规则, 并伴有内陷的延伸, 在凹陷区域还可见湍流 (图 1 ~ 6)。

血管管腔、管壁和各组织成分的勾画: 脂质核心、钙化、斑块内出血的面积以及最大、最小管壁厚度的测量均由华盛顿大学自行设计的图像分析软件 (CASCADE) 进行分析处理。斑块内成分的判定采用多对比 MRI 与病理对照研究的标准^[1]。

形态学参数和斑块成分比例的计算: 总血管面积 = 管腔面积 + 管壁面积; 血管负荷指数 = 管壁面积 / 总血管面积; 偏心指数 = 最大壁厚度 / 最小壁厚度。各成分所占斑块面积的百分比 = 斑块各种成分面积 / 斑块面积 × 100%, 各成分纵向长度 = 层厚 × 层数。斑块内出血发生率 = 出血斑块数 / 总斑块数 × 100%。

三、统计学方法

采用 SPSS 12.0 统计学软件包进行数据分析, 计量资料采用非配对 Mann-Whitney 秩和检验, 患者一般临床资料中的计数资料采用 χ² 检验, 计量资料采用 t 检验, P < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、一般临床资料

43 例患者中, MR 共诊断 17 例 (17/43, 39.4%) 破损斑块。破损斑块组与未破损组患者年龄分别为 (66.8 ± 9.2) 和 (68.1 ± 8.9) 岁, 差异无统计学意义 (t = -0.44, P > 0.05), 其他见表 1。

二、斑块成分及形态学测量

破损斑块组与未破损组斑块成分及形态学定量分析结果见表 2。虽然两组在狭窄程度最严重部位差异无统计学意义 (P > 0.05), 但 2 组的平均管腔面积、血管负荷指数、偏心指数之间的差异有统计学意义 (P < 0.05)。

破损斑块组具有更大的脂质核心、更多的斑块内出血和血栓发生率, 脂质核心在纵向分布上也长于未破损组 (表 2)。

讨 论

斑块的破损与临床心脑血管缺血性事件的发生

表 1 破损斑块组与未破损组患者一般临床资料统计结果 (例)

组别	例数	性别		颈动脉狭窄		吸烟	高血压	糖尿病	高胆固醇血症	冠心病
		男	女	50% ~ 79%	80% ~ 99%					
未破损斑块组	26	24	2	14	12	10	21	11	16	7
破损斑块组	17	16	1	11	6	6	16	3	10	5
χ ² 值		0.99		0.50		0.87	1.36	2.84	0.64	0.03
P 值		>0.05		>0.05		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

密切相关。大量的病理研究表明易损斑块具有薄的纤维帽,大的脂质核心及斑块内出血等特征^[3-4]。越来越多的血流动力学研究结果显示,斑块在血管纵向的形状、大小和重构方式及成分比例易与斑块的破裂与否有关,决定斑块的易损性^[5-6]。

大量 MRI 与病理对照研究证实:多对比高分辨颈动脉 MRI 可以定性定量分析斑块内成分及斑块的形态学特征^[7-13]。但这些研究均在 2D 横断面上进行,缺乏斑块纵向分布的信息。本研究综合分析

斑块横断面和纵向长轴面的信息,进一步揭示了破损斑块 3D 影像特征。

一、斑块成分特征

病理学上一系列复杂的特征与斑块的破损相关,脂质坏死核心在动脉粥样硬化斑块中所占比例越大,斑块越容易破裂。大的脂质核心被认为是不稳定斑块的一个主要特征。本研究显示此组破损斑块不仅平均脂质核心比例大于未破损斑块,在血管纵向长度上也明显长于未破损斑块。这一发现与病

表 2 破损斑块组与未破损组斑块形态学及成分定量分析结果(M)

组别	例数	形态学参数				
		最小管腔面积(mm ²)	管腔面积(mm ²)	总血管面积(mm ²)	血管负荷指数	偏心指数
未破损斑块组	26	7.79	30.18	77.02	0.59	2.79
破损斑块组	17	4.70	23.97	70.70	0.67	3.68
U 值		145	138	182	105	126
P 值		>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	<0.05

组别	例数	斑块成分				
		钙化面积比例(%)	斑块内出血面积比例(%)	脂质核心面积比例(%)	脂质核心纵向长度(mm)	斑块内出血和血栓发生率(%)
未破损斑块组	26	0.41	0	8.1	0	42.3
破损斑块组	17	1.41	1.47	19.3	6	82.4
U 值		191	158	121	126	132
P 值		>0.05	>0.05	<0.05	<0.05	>0.05

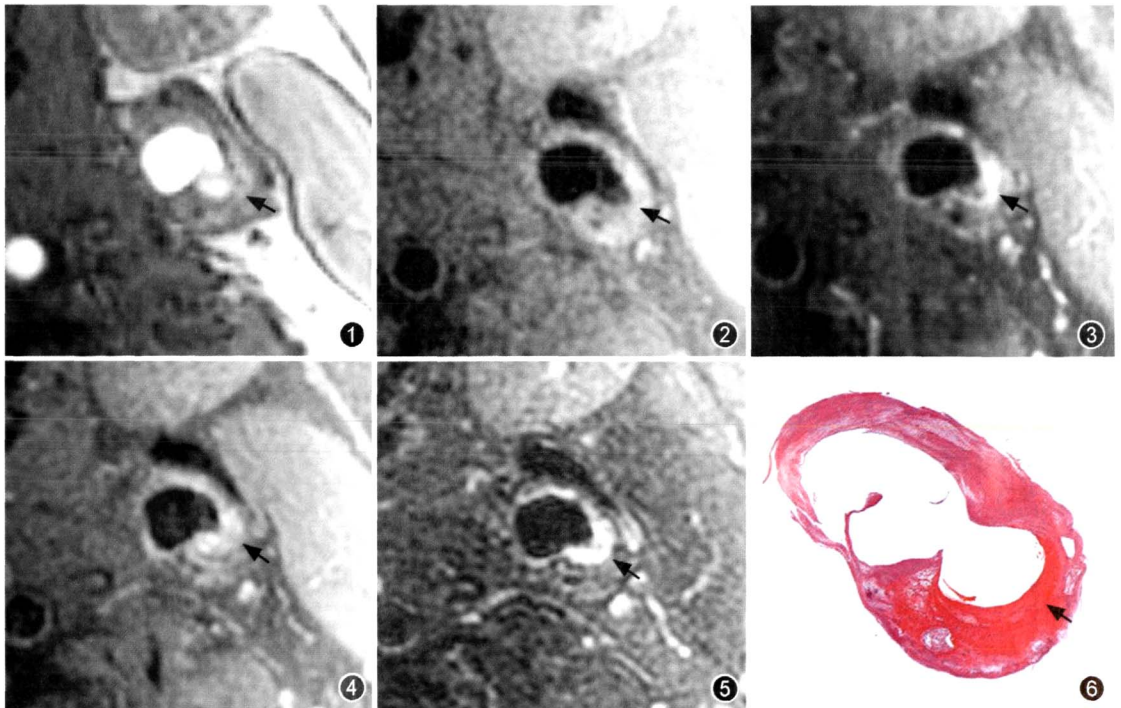


图 1~6 颈动脉斑块横断面 MRI 与病理对照,图 1~5 分别为三维(3D)时间飞跃(TOF)像、T₁WI、对比增强(CE)-T₁WI、质子密度加权像(PdWI)和 T₂WI。5 种不同成像序列均可见自血管腔向管壁内的局限性凹陷,CE-T₁WI、PdWI、T₂WI 图像于凹陷表面可见高信号(箭)。图 6 为同层面病理证实为斑块纤维帽破损,溃疡形成伴红色附壁血栓(箭,HE ×10)

理学上关于冠状动脉易损斑块的研究结果相似,提示横断面上脂质核心的比例大小及血管纵向上富含脂质核心斑块的长度在颈动脉粥样硬化斑块的稳定性上起重要作用。斑块内出血与临床短暂性脑缺血发作(TIA)和卒中发作之间存在联系这一观点得到大量病理学研究证实。Takaya 等^[12]对颈动脉斑块 18 个月随访研究表明有出血的斑块其脂质核心的面积和病变的进展明显快于未出血斑块。在本研究中破损斑块组发现斑块内出血和血栓的比例明显高于未破损组。此外,虽然斑块内平均出血面积比例在 2 组间无统计学意义,但破损层面的平均出血面积比例要大于未破损斑块平均出血面积比例的 4 倍。这一结果可以提示斑块的破损更容易发生在出血面积最大的部位。

二、斑块形态学和分布

通过对斑块分布细致的研究,笔者发现狭窄最严重部位 2 组间差异无统计学意义。经匹配狭窄程度后发现破损斑块平均管腔面积明显小于未破损组。这一发现提示局部的狭窄程度不能准确预测斑块的稳定性。笔者认为大范围的狭窄比局部的狭窄对于易损斑块来说更危险。斑块负荷和血管重构模式是除了狭窄程度以外决定易损斑块进展的重要因素。Pasterkamp 和 Smits^[13]报道具有明显病理组织学特征的易损斑块,在伴有血管向外代偿扩张时斑块多无破损。换句话说,在斑块体积非常大时,血管向外的重构,可以降低斑块对管腔的压迫。Glagov 等^[14-15]提出在动脉粥样硬化的早期,血管向外的膨胀可以使病变生长而不影响管腔面积和血流;在动脉粥样硬化晚期,斑块进一步生长超过代偿扩张的能力最终导致血管狭窄、血流动力学改变、甚至管腔堵塞。本研究中血管负荷指数在破损斑块组明显高于未破损组。而两组的平均管壁面积和总血管面积差异不明显。综合上述发现,笔者认为高斑块负荷和明显向腔内重构是导致斑块破损的重要因素。此外,本研究发现破损斑块的高度偏心性分布与以往病理^[2,3,16-17]及血管内超声(IVUS)^[18-19]研究结果相一致。从力学角度来说,大的偏心斑块使管周压力重新分布到斑块的肩部,而该区域正是斑块极易破损的部位。

综上所述,破损斑块在斑块成分、纵向分布上均具有特征性表现。多平面多方位 MRI 管壁成像可潜在的获得病变空间结构的特征,特别是对斑块纵向长轴的研究可以更好的理解斑块负荷、斑块成分与斑块稳定性及临床事件的关系,从而进一步前瞻

性预测斑块的破损。

志谢 感谢美国华盛顿大学血管影像研究室的全体研究人员对本研究的大力支持,特别是 Marina S. Ferguson 对病理分析的指导

参 考 文 献

- [1] Yuan C, Mitsumori LM, Ferguson MS, et al. In vivo accuracy of multispectral MR imaging for identifying lipid-rich necrotic cores and intraplaque hemorrhage in advanced human carotid plaques. *Circulation*, 2001, 104: 2051-2056.
- [2] Hatsukami TS, Ross R, Polissar NL, et al. Visualization of fibrous cap thickness and rupture in human atherosclerotic carotid plaque in vivo with high-resolution magnetic resonance imaging. *Circulation*, 2000, 102: 959-964.
- [3] Virmani R, Kolodgie FD, Burke AP, et al. Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions (Review). *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2000, 20:1262-1275.
- [4] Virmani R, Burke AP, Kolodgie FD, et al. Vulnerable plaque: the pathology of unstable coronary lesions (Review). *J Interv Cardiol*, 2002, 15: 439-446.
- [5] Imoto K, Hiro T, Fujii T, et al. Longitudinal structural determinants of atherosclerotic plaque vulnerability: a computational analysis of stress distribution using vessel models and three-dimensional intravascular ultrasound imaging. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 46:1507-1515.
- [6] Tang D, Yang C, Zheng J, et al. 3D MRI-based multicomponent FSI models for atherosclerotic plaques. *Ann Biomed Eng*, 2004, 32: 947-960.
- [7] Toussaint JF, LaMuraglia GM, Southern JF, et al. Magnetic resonance images of lipid, fibrous, calcified, hemorrhagic and thrombotic components of human atherosclerosis in vivo. *Circulation*, 1996, 94:932-938.
- [8] Yuan C, Beath BW, Smith LH Jr, et al. Measurement of atherosclerotic carotid plaque size in vivo using high resolution magnetic resonance imaging. *Circulation*, 1998, 98:2666-2671.
- [9] Yuan C, Kerwin WS, Ferguson MS, et al. Contrast enhanced high resolution MRI for atherosclerotic carotid artery tissue characterization. *J Magn Reson Imaging*, 2002, 15: 62-67.
- [10] Chu B, Kampschulte A, Ferguson MS, et al. Hemorrhage in the atherosclerotic carotid plaque: a high-resolution MRI study. *Stroke*, 2004, 35:1079-1084.
- [11] Saam T, Ferguson MS, Yarnykh VL, et al. Quantitative evaluation of carotid plaque composition by in vivo MRI. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2005, 25:234-239.
- [12] Takaya N, Yuan C, Chu B, et al. Association between carotid plaque characteristics and subsequent ischemic cerebrovascular events: a prospective assessment with MRI: initial results. *Stroke*. 2006, 37: 818-823.
- [13] Pasterkamp G, Smits PC. Imaging of atherosclerosis: remodelling of coronary arteries (Review). *J Cardiovasc Risk*, 2002, 9: 229-235.
- [14] Glagov S, Bassiouny HS, Giddens DP, et al. Pathobiology of plaque modeling and complication (Review). *Surg Clin North Am*, 1995, 75:545-556.
- [15] Glagov S, Bassiouny HS, Sakaguchi Y, et al. Mechanical determinants of plaque modeling, remodeling and disruption (Review). *Atherosclerosis*, 1997, 131 Suppl: S13-S14.
- [16] Fisher M, Blumenfeld AM, Smith TW. The importance of carotid artery plaque disruption and hemorrhage. *Arch Neurol*, 1987, 44: 1086-1089.
- [17] Fuster V, Stein B, Ambrose JA, et al. Atherosclerotic plaque rupture and thrombosis: evolving concepts (Review). *Circulation*, 1990, 82 (Suppl 3): 47-59.

[18] von Birgelen C, Klinkhart W, Mintz GS, et al. Plaque distribution and vascular remodeling of ruptured and nonruptured coronary plaques in the same vessel: an intravascular ultrasound study in vivo. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 37:1864-1870.

[19] Nair P, Gruberg L, BeyOar R. The eccentric lumenology

(Review). *Acute Card Care*, 2006, 8:87-94.

(收稿日期:2008-01-05)

(本文编辑:张琳琳)

· 读片集萃 ·

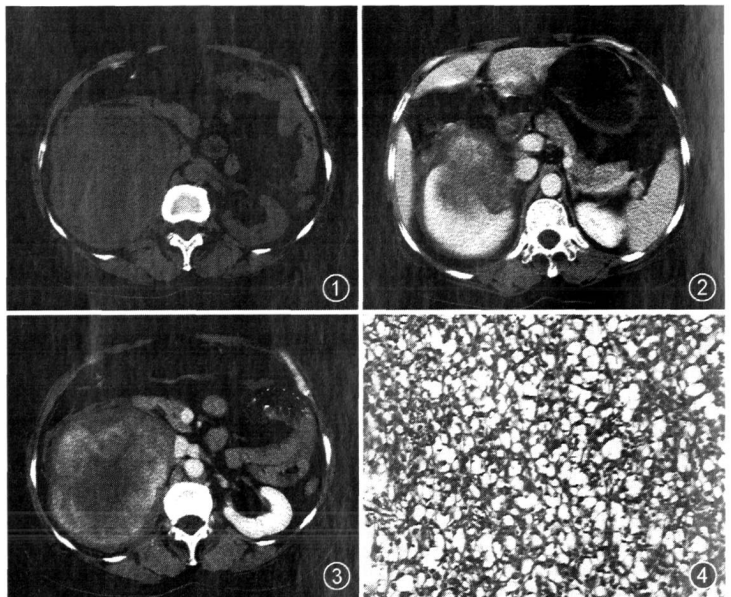
后腹膜炎性肌纤维母细胞瘤一例

朱玉春 周伟 王建良 沈纪芳

患者 女,54 岁,间断右侧腰部酸胀不适 1 年余,加重 2 个月。10 年前曾行卵巢囊肿手术。体检:右侧中上腹扪及肿块,大小约 13 cm × 11 cm × 10 cm,质硬,活动差,右肾区轻压痛。CT 表现:平扫示右肾下缘后腹膜巨大软组织肿块,大小约 11.8 cm × 12.6 cm × 10.5 cm,肿块边缘清楚,密度基本均匀,右侧肾前筋膜前移、增厚,胰腺钩突及上腔静脉受压内移(图 1),增强后动脉期肿块形状不规则,病灶较均匀强化,上缘与右肾分界欠清,右肾位置抬高(图 2),门脉期肿块进一步强化,病灶中央呈相对低密度,周围组织受压移位显示更清晰,未见明显侵犯(图 3)。诊断为后腹膜右肾下缘巨大占位病变。

手术病理所见:右侧后腹膜肿块,呈球形,有包膜,边界清楚,直径约 11 cm,与肾周间隙无粘连,与右肾及腔静脉无粘连。病理见肿瘤细胞呈梭形,有异型,间质血管丰富,伴少量炎性细胞浸润(图 4, HE × 100)。诊断:(后腹膜)中间型(低度恶性)梭形细胞肿瘤,符合炎性肌纤维母细胞瘤(inflammatory myofibroblastic tumor, IMT)。免疫组织化学染色:波形蛋白(Vim)、CD117、S100 蛋白、CK18、角蛋白(CK)均呈阳性,结蛋白(Des)散在阳性,CD34 呈弱阳性。

说明:IMT 是一种少见而独特的间叶性肿瘤,表现为低度恶性或交界性肿瘤特点。本病的临床表现及影像特征多取决于发生部位。IMT 的影像表现为:(1)腹膜后肿块病变或片块状占位性膨胀性软组织肿块影;(2)肿块边界清晰,或呈分叶状,提示肿块向各个方向生长;(3)肿块呈不同密度影像,提示不同组织类型混合存在;(4)肿



块富含血管,强化形式多样,包括无强化、非单一性强化及边缘性强化;(5)较大肿块可显示中心低密度坏死,还可以出现钙化;(6)病变可包绕或侵蚀邻近脏器、血管,压迫并破坏局部组织,提示 IMT 有恶性肿瘤倾向。由于本病罕见,加之临床及影像表现缺乏特异性,术前易误诊,最终确诊有赖于病理性诊断。临床上腹膜后占位病变需与腹膜后肉瘤、间质瘤、平滑肌肉瘤和硬化型淋巴瘤相鉴别。

(收稿日期:2007-12-14)

(本文编辑:张晓冬)

作者单位:215300 江苏省昆山市第一人民医院 CT 室