论著

文章编号:1000-5404(2008)16-1522-04

弥散加权成像对胶质瘤和脑膜瘤的诊断价值

张启川,张 冬,廖翠薇,舒通胜,马琼英,孙清荣,王文献 (第三军医大学新桥医院放射科,重庆 400037)

摘 要:目的 探讨弥散加权成像(diffusion-weighted imaging,DWI)及表观弥散系数(apparent diffusion coefficients,ADC)测量对胶质瘤和脑膜瘤的诊断价值。**方法** 对经手术病理证实的17例胶质瘤和20例脑膜瘤患者进行常规MRI序列扫描和DWI检查,对照分析病变的实质部分、周围水肿区以及正常脑组织的ADC值、指数表观弥散系数(eADC)值。**结果** 17例胶质瘤中10例DWI表现为高信号,4例为稍高信号,3例为等信号。20例脑膜瘤中18例DWI表现为等高信号。脑膜瘤、胶质瘤的ADC值和eADC值均与正常的脑组织有统计学差异($P<0.01$),Ⅲ、Ⅳ级胶质瘤实质部分的ADC值及其瘤周水肿区的ADC值明显低于Ⅰ、Ⅱ级胶质瘤($P<0.05$)。**结论** ADC值难以对胶质瘤和脑膜瘤做出定性诊断,但DWI和ADC值可用于对脑肿瘤的评价,结合两者可提供肿瘤内部功能信息。

关键词: 胶质瘤;脑膜瘤;磁共振成像;弥散加权成像

中图法分类号: R739.4;R814.3;R816.1 **文献标识码:** A

Clinical application of DWI in diagnosis of glioma and meningioma

ZHANG Qi-chuan, ZHANG Dong, LIAO Cui-wei, SHU Tong-sheng, MA Qiong-ying, SUN Qing-rong, WANG Wen-xian (Department of Radiology, Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, China)

Abstract: Objective To explore the clinical value of diffusion weighted imaging (DWI) and apparent diffusion coefficients (ADC) measurement in the diagnosis of glioma and meningioma. **Methods** Seventeen patients with gliomas and twenty patients with meningioma underwent routine MRI scan and DWI. Comparisons of apparent diffusion coefficients (ADC) and exponential diffusion coefficients (eADC) were made among tumor parenchymas, peripheral edema regions and normal tissues. **Results** Of 17 cases of gliomas, tumor parenchymas of 10, 4, 3 cases exhibited hyper, iso, hypo-intensity on DWI respectively. Of 20 cases of meningioma, 18 cases showed iso- and hyper-intensity on DWI. The results from ADC or eADC showed significant statistical difference between glioma, meningioma and normal brain tissue ($P<0.01$); The results of grade Ⅰ-Ⅱ glioma were also statistically different with those of and grade Ⅲ-Ⅳ glioma and meningioma ($P<0.05$). In peripheral edema regions, the results from ADC (eADC) of grade Ⅰ-Ⅱ glioma were significantly lower than those of grade Ⅲ-Ⅳ glioma and meningoma ($P<0.05$). **Conclusion** DWI and ADC may evaluate brain tumors by providing the internal functional information, though ADC itself can not be used to differentiate brain tumors.

Key words: glioma; meningioma; magnetic resonance imaging; diffusion weighted imaging

磁共振弥散加权成像(diffusion weighted imaging,DWI)是目前能在活体上进行水分子弥散测量与成像的唯一方法,在超急性期脑梗死诊断中具有较高的敏感性,目前已成为脑缺血、脑梗死超早期诊断的常规序列[1]。但是,DWI在脑肿瘤检查中的应用还存在许多争议[2]。本研究探讨DWI以及表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值测量在颅内最常见肿瘤诊断及鉴别诊断中的作用,为脑膜瘤和胶质瘤的诊断和鉴别诊断提供新的依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

收集我院脑胶质瘤17例,脑膜瘤20例。临床表现:头痛26例,癫痫12例,视野缺损5例,共济失调4例,恶心、呕吐4例。20例脑膜瘤中男性8例,女性12例,年龄4~77岁,平均45岁。17例胶质瘤中男性10例,女性7例,年龄6~50岁,平均40岁,按WHO分级标准,其中Ⅰ~Ⅱ级11例,Ⅲ~Ⅳ级6例。

1.2 DWI检查

采用GE Signa 1.5 T Excite™ HD磁共振扫描仪进行扫描,使用头部正交线圈。患者均行MR常规扫描,序列包括轴位

作者简介:张启川,男,重庆市人,医师,主要从事影像诊断方面的研究。电话:(023)68774676, E-mail: fskzqc@tmmu.edu.cn

通信作者:张 冬,电话:(023)68755315

收稿日期:2008-01-09;修回日期:2008-03-08

T_1WI、T_2WI、FLAIR 及 DWI 序列和矢状 T_1 序列,DWI 使用 SE-EPI 序列,其扫描参数为: TR/TE = 5 000 ms/10 ms,矩阵 128 × 128,NEX = 2,扩散敏感梯度方向 3 个,b 值 0、1 000 s/mm^2,扫描时间 48 s。DWI 扫描结束后,行磁共振增强扫描。静脉注射造影剂后行横断面、冠状位和矢状位 T_1WI 增强扫描。造影剂为钆喷酸葡胺(Gd-DTPA),剂量为 0.1 mmol/kg。

1.3　DWI 图像处理

DWI 数据由 GE Signa 1.5T 工作站(AW4.2)的 Functool 进行后处理。DWI 数据通过后处理生成 ADC 图和指数表观弥散系数(exponential apparent diffusion coefficient,eADC)图。兴趣区放置于肿瘤实质内和瘤周水肿区(30 ~ 50 mm^2),同时分析正常脑灰质、脑白质、脑脊液的 ADC 值和 eADC 值。

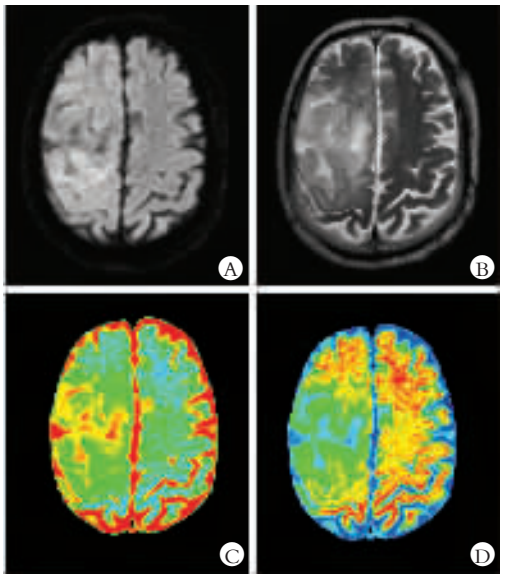
1.4　统计学分析

采用 SPSS 11.0 统计软件对正常脑组织与脑脊液间、脑膜瘤与胶质瘤间 ADC 的比较进行单因素方差分析。

2　结果

正常白质的 DWI 信号稍低于正常灰质,二者的 ADC 值和 eADC 值无统计学差异($P > 0.05$)。灰白质的信号明显高于脑脊液,其 ADC 值明显低于脑脊液,而其 eADC 值明显高于脑脊液($P < 0.01$,表 1)。

10 例胶质瘤在 DWI 表现为高信号(图 1),4 例为稍高信号,3 例为等信号(图 2)。10 例脑质瘤在 ADC 图上为稍高或稍低信号。5 例Ⅲ ~ Ⅳ级胶质瘤和 2 例Ⅰ ~ Ⅱ级胶质瘤有坏死和囊变,坏死和囊变于 DWI 为低信号,信号强度与脑脊液相似。6 例Ⅲ ~ Ⅳ级和 3 例Ⅰ ~ Ⅱ级胶质瘤合并瘤周水肿,其中 5 例为低信号,3 例为等信号,1 例为低信号。



A:肿瘤于 DWI 表现为混杂信号; B:肿瘤于 T_2WI 为高信号;C:ADC 图,肿瘤为混杂信号;D:eADC 图,肿瘤为低信号

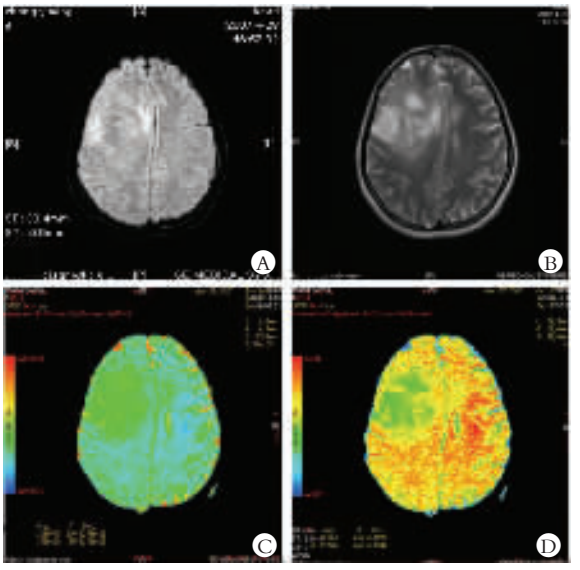
图 1　右侧额叶Ⅰ级胶质瘤 DWI 观察

18 例脑膜瘤 DWI 表现为等高信号(图 3), ADC 图为等信号或稍高信号,其边界较清楚。胶质瘤和脑膜瘤瘤周水肿在 DWI 上为等低或稍高信号。ADC 图上水肿区为稍高或高信号,与病灶的边界较清楚。坏死区 DWI 为明显低信号,ADC 图为高信号。增强病灶在 DWI 上表现为高、稍高或等信号,与未增强病灶无明显不同。

表 1　正常脑组织和脑脊液的 ADC 值和 eADC 值 ($\bar{x} \pm s$)

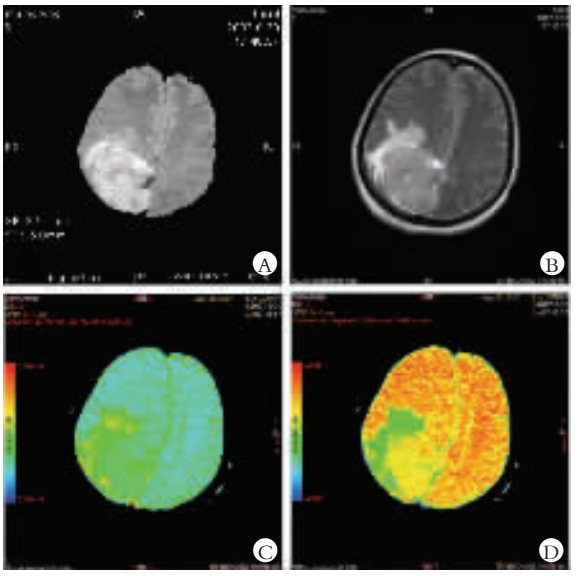
部位	ADC($\times 10^{-3}$ mm^2/s)	eADC
正常灰质	0.87 ± 0.11[a]	0.83 ± 0.07[a]
正常白质	0.71 ± 0.05[a]	0.92 ± 0.07[a]
脑脊液	3.49 ± 0.35	0.05 ± 0.02

a:$P < 0.01$,与脑脊液比较



A:肿瘤于 DWI 表现为混杂信号; B:肿瘤于 T_2WI 为等信号,可见囊变;C:ADC 图,肿瘤为混杂信号;D:eADC 图,肿瘤信号不均

图 2　左侧额叶Ⅲ级胶质瘤 DWI 观察



A:肿瘤于 DWI 为高信号; B:肿瘤于 T_2WI 为稍高信号;C:ADC 图,肿瘤较正常脑组织信号稍高;D:eADC 图,肿瘤较正常脑组织信号稍低

图 3　右侧枕部脑膜瘤 DWI 观察

各病理级别胶质瘤的 ADC 值均较正常的灰白质增大($P < 0.05$)。高级别胶质瘤实质部分和瘤周水肿区的 ADC 值和 eADC 值较低级别胶质瘤瘤体低和高($P < 0.05$)(表 2)。

表 2 脑膜瘤和胶质瘤的 ADC($\times 10^{-3}$ mm^2/s) 值和 eADC 值

病理分类	n	实质部分		瘤周水肿区	
		ADC	eADC	ADC	eADC
Ⅰ~Ⅱ级胶质瘤	6	1.51 ±0.24	0.24 ±0.08	1.68 ±0.27	0.19 ±0.04
Ⅲ~Ⅳ级胶质瘤	11	1.12 ±0.17[a]	0.36 ±0.11[a]	1.31 ±0.16[a]	0.29 ±0.05[a]
脑膜瘤	20	0.92 ±0.24[a]	0.41 ±0.03[a]	1.55 ±0.35[a]	0.25 ±0.02[a]

a:$P<0.05$, 与Ⅰ~Ⅱ级胶质瘤比较

3 讨论

脑肿瘤的预后与肿瘤的级别有明显相关性,准确地判断肿瘤的病理级别对指导临床治疗、判断预后有显著的临床意义。常规 MRI 扫描在这方面起着重要作用,但不能解决所有难题。利用 DWI 对脑肿瘤进行定性、定量分析是近年来的研究热点,使脑肿瘤的诊断从以往的仅注重大体的、形态学的研究上升到微观的、形态与功能并重的研究,对常规 MRI 序列检查是个有益的补充。

弥散实际上就是布朗运动。水分子在活体组织内的弥散与组织的空间结构有关。细胞膜、基底膜等膜结构的分布、核浆比以及细胞质内大分子物质如蛋白质的分布均影响组织内水分子的弥散。病理情况下,细胞内外的大分子分布发生变化以及膜结构的完整性遭到破坏,使其中水分子的弥散速度发生改变,从而形成 DWI 上信号异常。影响 DWI 信号的因素比较多,主要有弥散敏感系数(b)、ADC 值、T_2穿透效应、各向异性等。其中 T_2穿透效应对脑疾病 DWI 信号的变化有较大的影响。消除 T_2穿透效应对于更好地理解脑疾病的 DWI 是十分重要的。常用的消除 T_2穿透效应的方法是采用 ADC 图。ADC 图是将组织 ADC 值按灰阶排列(可加上伪彩)形成的图像。DWI 的信号强度与 ADC 值之间存在负指数函数关系,即 ADC 值增大,DWI 信号降低,反之亦然。DWI 的信号强度还与受检组织的 T_2 值正相关,即 DWI 信号正比于 T_2值[3-5]。本组在设计 DWI 参数时,同时沿 3 个方向施加弥散敏感梯度,这样计算所得的 ADC 值是 3 个方向的平均值,避免了各向异性的影响。

脑膜瘤的 DWI 表现可不一致,可呈现为高(多为略高)、等或低信号;ADC 图的表现也可不一致,可呈现为低(多数为略低)、等或高信号,本组病例也体现了这一特点。脑膜瘤 DWI 信号高低主要与脑膜瘤肿瘤细胞密度密切相关,细胞密度高,弥散受限,DWI 信号增高,反之,信号降低。良、恶性脑膜瘤的 DWI 表现无显著性差别,而 ADC 值两组间有显著性差别。文献报道良性脑膜瘤 ADC 值较高,为$(0.92 \pm 0.24) \times 10^{-3}$ mm^2/s,间变性脑膜瘤 ADC 值较低,为$(0.70 \pm 0.13) \times 10^{-3}$ mm^2/s。提示 ADC 值定量测量有助于鉴别脑膜瘤的良、恶性。虽然如此,但两组间 ADC 值有较多重叠,在单个病例并不能可靠地鉴别脑膜瘤的良、恶性。

临床工作中往往通过增强来界定胶质瘤的级别,但许多低级别甚至高级别的胶质瘤有时并不增强,需术中病检来判定级别。DWI 可能对肿瘤病理术前分级有所帮助。文献[6, 7]报道胶质瘤的细胞密度与 ADC 值具有良好的相关性,并能指导肿瘤的分级。他们研究发现,Ⅱ级星形细胞瘤与胶质母细胞瘤的 ADC 值存在显著性差异,即较低的 ADC 值提示高度恶性的胶质母细胞瘤,而较高的 ADC 值提示低度恶性的星形细胞瘤。本组病例也显示低度恶性胶质瘤和高度恶性胶质瘤之间 ADC 值和 eADC 值有显著差异($P<0.05$)。表明 ADC 值的变化与胶质瘤细胞构成一致。高级别胶质瘤的瘤体实质 ADC 值明显低于低级别胶质瘤,主要是由于胶质瘤恶性程度越高,细胞数目越多,细胞间隙越小,而且细胞异型性越高,核浆比加大,导致水分子弥散更加受限。胶质瘤 ADC 值的测量可用于胶质瘤的分级预测,为临床治疗计划的制订或术前准备提供更多的信息。

胶质瘤 DWI 可表现为高信号、稍高信号、等信号或低信号。有作者认为高信号一般表示瘤细胞的水肿或新鲜坏死,而低信号提示有出血或钙化改变。在 ADC 图上为稍高或稍低信号。水肿在 DWI 上为等、低或稍高信号;在 ADC 图上为稍高或高信号,与病灶的边界较清楚。坏死区 DWI 为明显低信号,ADC 图为高信号。在 T_2WI 中,瘤灶多为高或等高信号,有时难于与高信号的水肿相鉴别。在 ADC 图的定性分析中,ADC 图上的水肿区与 T_2WI 上的形状、大小吻合良好。虽然水肿与瘤灶的 ADC 值也有部分重叠,但大部分胶质瘤在 ADC 图上仍可以看到瘤灶与水肿的边界,且在水肿的衬托下,即使等信号的瘤组织仍可鉴别。Di-Costanzo 等[8]认为,绝大多数肿瘤周水肿是血管源性水肿,肿瘤内血管增生、血管通透性增高和血脑屏障破坏,为水肿液的漏出提供了解剖学基础,为此水肿区水分子扩散运动较强,在 DWI 上低信号,在 ADC 图呈高信号。Law 等[9]指出,高级别胶质瘤的瘤周水肿内常有肿瘤细胞浸润,可能会影响 ADC 值。本组病例及许多研究均表明高级别胶质瘤与低级别胶质瘤之间近侧瘤周水肿的 ADC 值有显著性差异,高级别胶质瘤瘤周水肿的 ADC 值低于低级别胶质瘤,而与远侧瘤周水肿的 ADC 值并无显著差异。Calli 等[3]指出,脑转移瘤瘤周水肿区无肿瘤细胞浸润,ADC 值显著高于瘤周有肿瘤细胞浸润的高级别胶质瘤。可见对胶质瘤瘤周水肿进行 ADC 值测量,在胶质瘤的分级预测中也有一定帮助。

Reddy 等[10]对脑脓肿和囊变坏死的脑肿瘤的 DWI 进行研究,脑脓肿均呈高信号,而囊变坏死肿瘤呈低信号,提示 DWI 可鉴别诊断脑脓肿和坏死囊变的肿瘤。但是多项研究均表明 ADC 值对于鉴别实性脑肿瘤意义不大。尽管 DWI 和 ADC 值测量有助于胶质瘤的病理分级,但仅凭 DWI 很难对胶质瘤以及脑膜瘤做出定性诊断的,也难以和其他肿瘤相鉴别,必须结合常规的 MRI 扫描资料,才能提高对胶质瘤、脑膜瘤的定性诊断和对其病理级别的判断。

参考文献:

[1] Prabhakaran S, Chong J Y, Sacco R L. Impact of abnormal diffusion-weighted imaging results on short-term outcome following transient ischemic attack[J]. Arch Neurol, 2007, 64(8): 1105 - 1109.

[2] Oner A Y, Celik H, Tali T, *et al*. Thin-section diffusion-weighted magnetic resonance imaging of the brain with parallel imaging[J]. Acta Radiol,2007,48(4): 456 - 463.

[3] Calli C, Kitis O, Yunten N, *et al*. Perfusion and diffusion MR imaging in enhancing malignant cerebral tumors[J]. Eur J Radiol, 2006,58(3): 394 - 403.

[4] Essig M, Giesel F, Stieltjes B, *et al*. Functional imaging for brain tumors (perfusion, DTI and MR spectroscopy)[J]. Radiologe, 2007, 47(6): 513 - 519.

[5] Hartmann M, Heiland S, Sartor K. Functional MRI procedures in the diagnosis of brain tumors: Perfusion- and diffusion-weighted imaging[J]. Rofo, 2002, 174(8): 955 - 964.

[6] Kono K, I noue Y, Nakayama K, *et al*. The role of diffusion-weighted imaging in patients with brain tumors[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2001, 22(6): 1081 - 1088.

[7] Baehring J M, Bi W L, Bannykh S, *et al*. Diffusion MRI in the early diagnosis of malignant glioma[J]. J Neurooncol, 2007, 82(2): 221 - 225.

[8] Di-Costanzo A, Trojsi F, Giannatempo G M, *et al*. Spectroscopic, diffusion and perfusion magnetic resonance imaging at 3.0 Tesla in the delineation of glioblastomas: preliminary results[J]. J Exp Clin Cancer Res, 2006, 25(3): 383 - 390.

[9] Law M, Cha S, Knopp E A, *et al*. High-grade gliomas and solitary metastases: differentiation by using perfusion and proton spectroscopic MR imaging[J]. Radiology, 2002, 222(3): 715 - 721.

[10] Reddy J S, Mishra A M, Behari S, *et al*. The role of diffusion-weighted imaging in the differential diagnosis of intracranial cystic mass lesions: a report of 147 lesions[J]. Surg Neurol, 2006, 66(3): 246 - 250.

(编辑　龙　亮)

(上接 1521 页)

2　讨论

肺动静脉瘘(pulmonary arteriovenous fistulas, PAVFs)又称为肺动静脉畸形(pulmonary arteriovenous malformations, PAVMs),是一种少见的血管畸形,多为先天性,极少数可由胸部外伤、炎症引起。先天性 PAVFs 为终末毛细血管网先天发育缺陷所致,动静脉之间的异常交通,形成了单房或多房的血管囊瘤,或者迂曲扩张的血管。其输入血管一般是肺动脉,引流血管一般是肺静脉。PAVFs 与另一种疾病遗传性出血毛细血管扩张症(hereditary hemorrhage telangiectasia, HHT)存在密切相关,约 70% 的 PAVFs 患者同时被诊断有 HHT,而 50% 的 HHT 患者至少有 1 处 PAVFs 存在[1]。PAVFs 的临床表现取决于血流分流的程度,症状往往发生在青年期后,严重者可在幼儿期出现症状,主要表现为活动后呼吸困难、心慌、气短、发绀、胸痛、咯血等。PAVFs 引起临床症状主要有 3 种机制:① 由于心外右向左分流而引起不同程度的低氧血症,发生紫绀、杵状指及红细胞增多症等;② 由于囊瘤破裂而引发咯血和血性胸腔积液;③ 破坏正常肺部毛细血管的过滤功能,可能导致异位栓塞而引起严重的症状,如脑梗死、脑脓肿等严重的并发症[2]。

以往 PAVMs 或 PAVFs 主要依靠血管造影进行确诊,普通 X 线平片的诊断价值有限,典型者表现为边缘清楚的椭圆形、球形或伴分叶状的阴影,并有指向肺门的粗大血管影[3]。随着 CT、MRI 新技术的不断涌现,目前 PAVFs 完全可以通过 CT 或 MR 血管成像无创伤、快速的得到诊断[4]。PAVFs CT 平扫一般表现为单发或多发大小不等的圆形、椭圆形或管状致密影,边缘清楚光滑。常可见条状血管影与肺门相连,提示可能存在 PAVFs,进一步进行多层螺旋 CT 增强及血管成像即可明确是否为 PAVFs。无条件进行血管成像的医院,也可在 CT 连续断面图像上仔细观察病变与邻近肺血管的关系,如果发现病变明显均匀强化,并找到与病变相连的输入动脉和引流静脉,诊断即可明确,局部薄层扫描可提高引流血管的显示率。

MS CT 及 MRI 可更清晰显示 PAVFs 血管囊瘤一端与肺动脉分支相连,另一端与引流的肺静脉分支相连,多角度和多方位旋转观察能十分清晰地显示病灶与血管关系的细节,而且可明确供血动脉的来源,从而为临床治疗方式的选择提供更多有价值的信息。由于 PAVFs 在影像学上具有其特征性,表现为显著的血管性强化、存在供血动脉及引流静脉,容易与其他疾病鉴别。

关键词: 肺动静脉瘘;多层螺旋 CT;诊断
中图法分类号: R654.2; R816.2　　**文献标识码**: B

参考文献:

[1] Yunoki K, Naruko T, Komiyama M, *et al*. Images in cardiovascular medicine. Hereditary hemorrhagic telangiectasia with pulmonary arteriovenous fistulas[J]. Circulation, 2006, 114(3): 48 - 49.

[2] Quaden C, Ghaye B, Dondelinger R F, *et al*. Multiple pulmonary arteriovenous malformations[J]. Lancet, 2002, 359(9322): 1998.

[3] Coley S C, Jackson J E. Pulmonary arteriovenous malformations[J]. Clin Radiol, 1998, 53(6): 396 - 404.

[4] Hirai N, Toyota N, Kakizawa H, *et al*. Endovascular therapy of pulmonary arteriovenous malformations: Utility of 16-detector-row computed tomography pulmonary angiography as a pre-embolization survey[J]. J Comput Assist Tomogr, 2006, 30(2): 238 - 243.

(编辑　龙　亮)