# 椎基底动脉延长扩张症的 FLAIR 影像分析

夏晓娜, 嵇鸣, 叶春涛

【摘要】 目的:探讨在椎基底动脉延长扩张症(VBD)患者 FLAIR 序列中血管高信号征(FVH)的特征及其意义。 方法:2011年1月-2015年4月本院确诊的49例 VBD患者,所有患者均行 MRI 常规检查及 TOF-MRA 检查,按照临床 表现分为后循环缺血组(18例)及非后循环缺血组(31例),比较两组临床资料及影像表现的差异,并分析 FVH 征的临床 意义。结果:49例 VBD患者中,36例(73.5%)血管 FVH 征阳性。其中,22例(44.9%)表现为1级,11例表现为2级 (22.4%),3例(6.1%)表现为3级,后循环缺血组 FVH 评分较高者(2或3级)的构成比显著高于非后循环缺血组 (55.6% vs 12.9%, $\chi^2 = 11.493$ ,P = 0.009)。VBD患者的 FVH 分级与基底动脉(BA)直径、长度及 BA 横向偏移之间具 有低度相关性(r = 0.473,P = 0.001;r = 0.483,P < 0.001;r = 0.542,P < 0.001)。结论:VBD患者 FVH 征阳性率高,其形 成机制可能与 BA 血流缓慢有关,且高级别 FVH(2或3级)的出现可以提示 VBD 患者发生后循环缺血的可能性较大。

【关键词】 磁共振成像;基底动脉;液体衰减反转恢复序列;高信号血管征

【中图分类号】R445.2; R322.121 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2016)07-0609-04

DOI:10.13609/j. cnki. 1000-0313. 2016. 07. 008

Analysis of imaging manifestations on fluid-attenuated inversion recovery sequence in vertebribasilar dolichoectasia XIA Xiaona, JI Ming, YE Chun-tao. Department of Radiology, Huadong Hospital Affiliated of Fudan University, Shanghai 200040, China

**[Abstract]** Objective: To study the features and significance of hypertense vessel sign (HVS) on FLAIR MRI in patients with vertebrobasilar artery dolichoectasia (VBD). Methods: Forty-nine patients with VBD admitted in our hospital from January 2011 to April 2015 were included in this study. All patients completed routine MRI and TOF-MRA examination. According to the clinical manifestations of post circulation ischemia (PCI) all patients were classified into positive PCI (18 cases) and negative PCI groups (31 cases). The clinical materials and imaging features of the two groups were compared, and the clinical significance of HVS on FLAIR sequence was analyzed. Results: Of the 49 cases with VBD, 36 patients (73.5%) were positive for HVS on FLAIR sequence. Among them, there were 22 patients (44.9%) as grade 1,11 as grade 2 (22.4%),3 as grade 3 (6.1%). The constitute ratio of higher FVH score (2 or 3) in positive PCI group was significantly higher than that of negative PCI group (55.6% vs 12.9%,  $\chi^2 = 11.493$ , P=0.009). The diameter, length and lateral displacement of the basilar artery had low correlation with the grading of HVS on FLAIR sequence (r=0.473, P=0.001; r=0.483, P<0.001; r=0.542, P<0.001). Conclusion: The positive rate of HVS on FLAIR sequence in VBD patients was high. HVS on FLAIR sequence most likely correlate with slow arterial blood flow in VBD, and a higher grade of HVS on FLAIR sequence (grade 2 or 3) might suggest the possibility of VBD patients having posterior circulation ischemia.

**(Key words)** Magnetic resonance imaging; Basilar artery; Fluid-attenuated inversion recovery; Hyperintense vessel sign

椎基底动脉延长扩张症(vertebrobasilar dolichoectasia,VBD)是一种少见的血管异常性疾病,表现为 椎基底动脉的异常延长、扩张、变性、扭曲和移位,主要 引起后循环的供血障碍<sup>[1]</sup>。FLAIR 血管高信号征 (FLAIR vascular hyperintensity,FVH),是指 FLAIR 序列上发现异常的动脉高信号影。又称高信号血管征 (hyperintense vessel sign, HVS)。以往研究认为, FVH 主要位于大脑中动脉供血区,极少出现在后循环 动脉供血区。近期,有国外学者发现 FVH 在 VBD 患 者中的阳性率较高<sup>[2]</sup>。利用 FVH 对脑缺血进行评价 是近年来临床研究的一个热点,但其临床意义目前存 在较多争议。为进一步探讨 FVH 在 VBD 患者中的 影像诊断价值,本文搜集了 4 年来本院确诊的 VBD 患 者,对 VBD 患者的临床特征及 FVH 影像特征进一步 分析如下。

### 材料与方法

#### 1. 研究对象

2011年1月-2015年4月在本院确诊的49例 VBD患者,统计患者的一般临床资料,包括年龄、性别、烟酒嗜好、血压、血糖、血脂、心脏病史、既往脑梗死

作者单位:200040 上海,复旦大学附属华东医院放射科 作者简介:夏晓娜(1989一),女,山东潍坊人,硕士研究生,主要从

作者简介:复晓娜(1989-), 女, 田东潍功人, 侧士研究生, 王要从 事神经影像学研究。 通讯作者: 嵇鸣, E-mail; jiming@sh163. net

病史以及本次发病时的临床表现等。49 例中,男 35 例(71.4%),女 14 例(28.6%),男女比例约为 2.5:1; 年龄 42~96 岁,平均 72.0 岁。按照临床是否表现为 后循环缺血,将 49 例 VBD 患者分为后循环缺血组(包 括后循环系统短暂性脑缺血发作及脑梗死,共 18 例) 及非后循环缺血组(31 例)。此外,随机选取年龄及性 别相当的 49 名健康体检者作为对照组,统计对照组 FVH 分级情况。

2. 检查方法

采用 Simens Trio 3.0T 磁共振扫描仪。所有患 者均行常规 MRI 扫描序列及三维时间飞跃法磁共振 血管成像(3D-TOF-MRA)。常规 MRI 扫描序列包括 TSE T<sub>2</sub> WI 横轴面及冠状面扫描和 SE T<sub>1</sub> WI 横轴面 扫描,其具体参数如下:横轴面 T<sub>2</sub> WI(TR 4000 ms, TE 98 ms),横轴面 T<sub>2</sub> FLAIR(TR 9000 ms, TE 82 ms),横轴面 T<sub>1</sub> WI(TR 230 ms, TE 2.46 ms),冠状 面 T<sub>2</sub> WI(TR 4000 ms, TE 98 ms)。层厚 5.5 mm,层 间距系数 20%。所有患者均行 3D-TOF-MRA 检查, TR 24 ms, TE 3.9 ms,翻转角 15°,扫描后采用最大密 度投影(MIP)在 Syngo MR 工作站上对原始数据进行 后处理。

3. 图像分析

所有图像均由两名中级以上职称的医师进行数据 测量及分析。VBD 的 MRA 诊断标准参照 Ubogu 等<sup>[3]</sup>提出的标准:基底动脉(basilar artery, BA)长度 >29.5 mm,横向偏移超过 BA 起始点到分叉之间垂 直连线 10 mm 即为异常; 椎动脉颅内段长度 >23.5 mm, 椎动脉任意一支偏离椎动脉颅内入口至 BA 起始点之间连线 10 mm 即为异常。VBD 的高度 评级标准参照 Smoker 等<sup>[4]</sup>提出的标准:BA 分叉低于 或平鞍背水平为0级,低于或平鞍上池为1级,位于鞍 上池及第三脑室底间为2级,达到或高于第三脑室为 3级。VBD的水平位移评级标准参照 Giang 等<sup>[5]</sup>提 出的标准:BA 位于中线或可疑中线评为 [级,明显偏 向一侧评为Ⅱ级,达到桥小脑角区为Ⅲ级。此外,参照 Forster 等<sup>[6]</sup>的方法,将 BA 的 FVH 按程度分为 0~3 级:0级表现为无 FVH 征,1级表现为血管壁旁薄层 高信号,2级表现为血管壁旁厚层高信号,3级表现为 高信号充填近整个管腔(图1~4)。

4. 统计学方法

采用 IBM SPSS19.0 统计学软件对所有数据进行 分析处理。计量资料以  $x\pm s$  表示,组间比较采用 t 检 验或秩和检验,计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切 概率法。采用 Spearman 相关性分析评估 FVH 分级 与 BA 直径、长度及 VBD 分级之间的关系。以 P < 0.05为差异有统计学意义。

## 结 果

# 1. 资料分析

比较发现,后循环缺血组中糖尿病患者构成比高 于非后循环缺血组( $\chi^2 = 6.402, P = 0.011$ ),两组年 龄、性别、高血压史等其他临床资料差异均无统计学意 义(表 1)。

表1 后循环缺血组与非后循环缺血组的临床资料比较

指标	后循环 缺血组 (18例)	非后循 环缺血组 (31例)	t值/ χ <sup>2</sup> 值	P 值
年龄(岁)	$75.0 \pm 9.9$	69.5±12.3	-1.616	0.113
男性[例(%)]	13(72.2)	22(71.0)	0.009	0.925
高血压史[例(%)]	14(77.8)	17(54.8)	2.578	0.108
糖尿病史[例(%)]	9(50.0)	5(16.1)	6.402	0.011
高血脂史[例(%)]	9(50.0)	11(35.5)	0.993	0.319
心脏病史[例(%)]	6(33.3)	5(16.1)	1.074	0.300
陈旧脑梗死史[例(%)]	3(16.7)	7(22.6)	0.016	0.899
吸烟史[例(%)]	10(55.6)	9(29.0)	3.375	0.066
饮酒史[例(%)]	5(27.8)	3(9.7)	1.567	0.211

# 2. 影像学表现

所有 VBD 患者的 BA 均出现不同程度的延长、扩 张,BA 直径为(5.05±1.25) mm,均于脑桥中段水平 测得,BA 长度为(33.14±5.00) mm,颅内段 VA 长度 为(29.32±2.94) mm。BA 的高度分级:1 级 22 例 (44.9%),2 级 23 例(46.9%),3 级 4 例(8.2%)。BA 的水平位移分级:1 级 16 例(32.7%),2 级 25 例 (51.0%),3 级 8 例(16.3%)。后循环缺血组的 BA 直径显著大于非后循环缺血组(P=0.017),而 BA 和 VA 长度及 BA 分级在两组中差异无统计学意义(表 2)。

表 2 后循环缺血组与非后循环缺血组的影像资料比较

参数	后循环 缺血组 (18例)	非后循 环缺血组 (31例)	χ <sup>2</sup> 值/ <i>t</i> 值/ Ζ值/ Fisher 值	P值
BA 直径(mm)	5.56 $\pm 1.95$	4.76±0.28	-2.376	0.017
BA 长度(mm)	$34.82 \pm 6.45$	$32.16 \pm 3.70$	-1.605	0.122
VA 长度(mm)	29.68 $\pm$ 2.78	$29.10 \pm 3.05$	-0.662	0.511
BA 高度评分[例(%)]			0.774	0.744
1 分	7(38.9)	15(48.4)		
2 分	9(50.0)	14(45.2)		
3 分	2(11.1)	2(6.5)		
BA 偏移评分[例(%)]			1.710	0.478
1 分	4(22.2)	12(38.7)		
2 分	10(55.6)	15(48.4)		
3 分	4(22.2)	4(12.9)		
FVH 分级[例(%)]			10.152	0.006
0级	3(16.7)	10(32.3)		
1级	5(27.8)	17(54.8)		
2级	7(38.9)	4(12.9)		
3级	3(16.7)	0(0.0)		

13 例(26.5%) VBD 患者 BA 无 FVH 征,即表现 为 0 级(图 1),其他 36 例(73.5%) VBD 患者的 BA 均 可见 FVH 征。其中,22 例(44.9%)表现为 1 级(图 2),11 例(22.4%)表现为 2 级(图 3),3 例(6.1%)表 现为 3 级(图 4)。后循环缺血组与非后循环缺血组的 FVH 阳性患者分级构成比差异具有统计学意义(*P*= 0.006,表2),后循环缺血组FVH评分较高者(2或3



图 1 男,65岁,VBD,FVH 0 级。a) FLAIR 图像示 BA 管壁无高信号(箭); b) MRA 图像示 BA 基本居中(箭),远端稍向左 弯曲。 图 2 女,69岁,VBD,FVH 1 级。a) FLAIR 图像示 BA 壁旁(箭)薄层高信号; b) MRA 图像示 BA 迂曲扩张(箭), 向右呈"C"形走形。 图 3 男,73岁,VBD,FVH 2 级。a) FLAIR 图像示 BA 壁旁(箭)厚层高信号; b) MRA 图像示 BA 明 显迂曲扩张(箭),呈"S"形走形。 图 4 男,82岁,VBD,FVH 3 级。a) FVH 3 级,FLAIR 图像示 BA 内几乎完全填充高信号 (箭); b) MRA 图像示 BA 呈"S"形迂曲扩张(箭),并伴附壁血栓形成。

级)的构成比显著高于非后循环缺血组(55.6% vs 12.9%, $\chi^2 = 11.493$ , P = 0.009)。而在对照组, 仅有 2名FVH阳性患者(4.1%), 且皆表现为1级, VBD 组与对照组间FVH征差异具有统计学意义(P < 0.001)。通过Spearman相关性分析得出, VBD患者的 FVH分级与BA直径、长度及BA横向偏移之间具有 低度相关性(r = 0.473, P = 0.001; r = 0.483, P < 0.001; r = 0.542, P < 0.001)。也就是说, FVH分级 较高的患者(2或3级), 其BA直径和长度数值更有 可能大于FVH分级较低患者(1级)。同理, VBD患 者的BA横向偏移程度越大, 其FVH分级较高的概 率越大。VBD患者的FVH分级与BA高度分级间无 相关性(r = 0.174, P = 0.231)。

## 讨 论

VBD 是一种少见的后循环血管变异性疾病,其人 群发病率目前并没有准确的数据。有报道称,VBD 的 总体人群发病率低于 0.05%<sup>[7]</sup>。但另外一项研究发 现,无症状的 VBD 在日本人群的检出率为 1.3%<sup>[8]</sup>, 并进一步报道在脑梗死患者中,VBD 的发病率高达 7.7%<sup>[9]</sup>。有文献报道 VBD 主要见于男性(72%),平 均年龄为 69 岁<sup>[2]</sup>。VBD 的病因尚未明确,可能由先 天性因素和后天性因素共同所致,前者与内弹力层和 (或)平滑肌层的缺失有关<sup>[1]</sup>,后者多与导致动脉粥样 硬化的因素有关。此外,男性、高龄、高血压、吸烟等均 可能是 VBD 的危险因素<sup>[8-9]</sup>。本研究显示 VBD 患者 以男性居多,发病年龄较大,多伴有高血压,但除糖尿 病外,多数临床资料在后循环缺血组及非后循环缺血 组之间差异无统计学意义。VBD 患者临床表现多种 多样,缺乏特异性,最常见的表现为后循环缺血,且 VBD 为卒中的独立危险因素<sup>[3]</sup>。其他常见表现还有 脑干或颅神经受压、脑出血、脑积水等。

FLAIR 序列的基本原理是在自旋回波或梯度回 波序列前附加一个180°反转脉冲,并采用较长的反转 时间,从而抑制常规 T2 加权序列中自由水信号。因 此 FLAIR 序列可以有效避免脑脊液产生的部分容积 效应及流动伪影,突出脑脊液旁病灶的显示[10]。正常 脑血管在 FLAIR 中应为低信号。本次研究中,笔者 发现,在FLAIR 图像中,VBD 患者的 FVH 阳性率非 常高,共有 36 例(73.5%) 患者的 BA 可见 FVH 征。 并且,VBD 患者 FVH 分级与 BA 长度和横向偏移相 关。而以往研究认为 FVH 征极少出现在大脑后循环 供血区。Cheng 等<sup>[11]</sup>发现在 516 例急性缺血性脑卒 患者中,FVH 阳性患者仅占 47%,进一步探究其分布 位置发现,仅有1例(0.4%)患者 FVH 位于大脑后动 脉,而位于大脑中动脉者高达 99.2%。分析原因,可 能与大脑中动脉管径粗、行程长有关<sup>[12]</sup>。与正常人群 相比,VBD 患者的 BA 管径明显扩张、长度明显延长, 推测这种解剖学改变可能是 VBD 患者 FVH 征阳性 率较高的原因。

目前多数学者公认 FVH 形成的机制是"缓慢血 流学说"。"缓慢血流学说"是指由于缺血区域血管内 血流缓慢,在 MRI 上表现为"流空效应"的消失,在 FLAIR 序列上表现为高信号。Kamran 等<sup>[13]</sup>对 FVH 阳性患者行经颅多普勒检查发现,伴有 HVS 一侧的 脑血流速度仅为对侧流速的 30%。随后, Sanossian 等<sup>[14]</sup>发现伴有 FVH 的脑梗死患者软脑膜侧枝循环相 对丰富,其内血流缓慢,因此进一步证实了 FVH 与血 流缓慢相关。但"缓慢血流学说"的确切形成机制尚未 阐明。Kumral 等<sup>[15]</sup> 采用经颅多普勒检查探讨了 VBD 患者后循环缺血性脑卒中的机制,证实其与 BA 中血流减慢有关。本组研究中,通过对比 FVH 与 MRA 图像发现, FVH 阳性患者中仅有1例的 MRA 图像证实了血栓存在,研究结果与 F? rster 等<sup>[6]</sup>基本 一致。因此,笔者认为,VBD 患者 FVH 的形成可能 与血流减慢有关;当血流减缓形成血栓时,FVH 亦呈 阳性,因此对于高级别 FVH(3级),需进行经颅多普 勒超声检查确定患者的 BA 内是否存在血栓。

正常情况下,动脉中的血流主要为表现为层流流 动,其速度随管径呈抛物线分布,管中心处流速最大, 管壁处流速最小。当 VBD 患者 BA 管腔扩张时,血管 流速减慢,尤以管壁处血流最为缓慢。而随着 FVH 级别的增高,血管高信号累及范围也由管壁侵及血管 中央。不同级别 FVH 的这种分布方式与血流速度分 布方式相似,这也从一个侧面支持了 FVH 形成机制 与流速减慢有关。同时,也解释了 FVH 分级与 BA 直径存在一定相关性, FVH 分级较高(2 或 3 级)的 VBD 患者 BA 直径更可能大于 FVH 分级较低(1级) 患者。此外,通过比较 FVH 分级在后循环缺血组和 非后循环缺血组 VBD 患者之间的差异,笔者发现后 循环缺血组 FVH 分级较高者显著多于非后循环缺血 组(χ<sup>2</sup> = 11.493, P=0.009)。根据上述现象,笔者进 一步推测后循环缺血的机制可能与血流减慢有关。因 此,2或3级FVH的出现,一定程度上提示了VBD患 者发生后循环缺血的概率相对较高。

综上所述, VBD 患者 FVH 征阳性率很高,其形成机制可能与 BA 血流缓慢有关,且高级别 FVH(2 或 3 级)的出现可以提示 VBD 患者发生后循环缺血的可能性较大。

#### 参考文献:

 Lou M, Caplan LR. Vertebrobasilar dilatative arteriopathy (dolichoectasia)[J]. Ann N Y Acad Sci,2010,1184(1):121-133.

- [2] Förster A, Ssozi J, Al-Zghloul M, et al. A comparison of CT/CT angiography and MRI/MR angiography for imaging of vertebrobasilar dolichoectasia [J]. Clin Neuroradio, 2014, 24 (4): 347-353.
- [3] Ubogu EE, Zaidat OO. Vertebrobasilar dolichoectasia diagnosed by magnetic resonance angiography and risk of stroke and death; a cohort study[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2004, 75(1):22-26.
- [4] Smoker WR, Corbett JJ, Gentry LR, et al. High-resolution computed tomography of the basilar artery: 2. Vertebrobasilar dolichoectasia: clinical-pathologic correlation and review[J]. AJNR, 1986, 7 (1):61-72.
- [5] Giang DW, Perlin SJ, Monajati A, et al. Vertebrobasilar dolichoectasia:assessment using MR[J]. Neuroradiology, 1988, 30(6):518-523.
- [6] Förster A, Kerl HU, Wenz H, et al. Fluid attenuated inversion recovery vascular hyperintensities possibly indicate slow arterial blood flow in vertebrobasilar dolichoectasia[J]. J Neuroimaging, 2015,25(4):608-613.
- [7] Flemming KD, Wiebers DO, Brown RJ, et al. The natural history of radiographically defined vertebrobasilar nonsaccular intracranial aneurysms[J]. Cerebrovasc Dis, 2005, 20(4):270-279.
- [8] Ikeda K, Nakamura Y, Hirayama T, et al. Cardiovascular risk and neuroradiological profiles in asymptomatic vertebrobasilar dolichoectasia[J]. Cerebrovasc Dis, 2010, 30(1):23-28.
- [9] Nakamura Y, Hirayama T, Ikeda K. Clinicoradiologic features of vertebrobasilar dolichoectasia in stroke patients[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2012, 21(1); 5-10.
- [10] 张菁,陈浪,漆剑频,等. 联合多种 MRI 序列评估弥漫性轴索损 伤[J]. 放射学实践,2011,26(11):1144-1149.
- [11] Cheng B, Ebinger M, Kufner A, et al. Hyperintense vessels on acute stroke fluid-attenuated inversion recovery imaging: associations with clinical and other MRI findings[J]. Stroke, 2012, 43 (11):2957-2961.
- [12] Toyoda K,Ida M,Fukuda K. Fluid-attenuated inversion recovery intra arterial signal: an early sign of hyperacute cerebral ischemia [J]. AJNR,2001,22(6):1021-1029.
- [13] Kamran S, Bates V, Bakshi R, et al. Significance of hyperintense vessels on FLAIR MRI in acute stroke[J]. Neurology, 2000, 55 (2):265-269.
- [14] Sanossian N, Saver JL, Alger JR, et al. Angiography reveals that fluid-attenuated inversion recovery vascular hyperintensities are due to slow flow, not thrombus [J]. AJNR, 2009, 30 (3): 564-568.
- [15] Kumral E,Kisabay A,Atac C, et al. The mechanism of ischemic stroke in patients with dolichoectatic basilar artery [J]. Eur J Neurol,2005,12(6):437-444.

(收稿日期:2015-10-19)