

# 应用 DSA 诊断脑动脉成窗变异

王金龙, 张鸿祺, 朱风水, 焦力群, 李慎茂, 吉训明, 凌 锋

**【摘要】 目的** 探讨脑动脉成窗的发生率及 DSA 影像学特征, 提高对脑动脉成窗临床意义的认识。**方法** 对 6 432 例患者进行全脑血管造影, 回顾性分析 DSA 图像资料, 得出脑动脉成窗的发生率及成窗血管合并其他血管病变的情况。**结果** 脑动脉开窗 283 例, 296 个成窗, 发生率为 4.60% (296/6 432)。其中颈内动脉 19 例 (21 个成窗, 检出率为 0.33%, 左侧 9 个, 右侧 12 个); 大脑前动脉 46 例 (51 个成窗, 检出率为 0.79%, 左侧 25 个, 右侧 26 个); 大脑中动脉 54 例 (57 个成窗, 检出率为 0.89%, 左侧 29 个, 右侧 28 个); 椎动脉 68 例 (71 个成窗, 检出率为 1.10%, 左侧 37 个, 右侧 34 个); 基底动脉 95 例 (95 个成窗, 检出率为 1.37%)。另外, 有 17 个成窗结构的远端或近端伴发动脉瘤、5 个成窗伴发动静脉畸形, 37 个成窗出现与成窗结构供血区相一致的一过性脑缺血症状, 其中 6 个出现经成窗结构远端供血部位的脑梗死。**结论** 脑血管 DSA 可以清晰显示脑动脉成窗的位置、形态、毗邻关系及有无伴发其他血管性病变; 掌握脑动脉成窗的 DSA 影像学表现, 对脑血管病的明确诊断及手术和介入治疗方案的制订具有重要临床意义。

**【关键词】** 数字减影血管造影; 动脉成窗; 脑动脉

中图分类号: R743.3 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2014)-09-0745-04

**Diagnosis of cerebral artery fenestration with digital subtraction angiography** WANG Jin-long, ZHANG Hong-qi, ZHU Feng-shui, JIAO Li-qun, LI Shen-mao, JI Xun-ming, LING Feng. Department of Interventional Radiology, Xuanwu Hospital of Capital Medical University, Beijing 100053, China

Corresponding author: LING Feng, E-mail: ling-feng@vip.163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the clinical incidence of cerebral artery fenestration and its digital subtraction angiography (DSA) characteristics in order to improve the understanding of the clinical significance of the cerebral artery fenestration. **Methods** Whole cerebral angiography with DSA was employed in a total of 6 432 patients. The imaging material was retrospectively analyzed. The incidence of cerebral artery fenestration and the associated cerebral artery diseases were analyzed. **Results** Among the 6 432 patients, cerebral artery fenestration was detected in 283 with 296 fenestrations in total (4.60%, 296/6 432). The cerebral artery fenestration of internal carotid was seen in 19 cases with 21 fenestrations (9 on the left side and 12 on the right side), and the detection rate was 0.33%. The fenestration of anterior cerebral artery was found in 46 cases with 51 fenestrations (25 on the left side and 26 on the right side), and the detection rate was 0.79%. The fenestration of middle cerebral artery was found in 54 cases with 57 fenestrations (29 on the left side and 28 on the right side), and the detection rate was 0.89%. The fenestration of vertebral artery was revealed in 68 cases with 71 fenestrations (37 on the left side and 34 on the right side), and the detection rate was 1.10%. The fenestration of basilar artery was demonstrated in 95 cases with 95 fenestrations, and the detection rate was 1.37%. Besides, 17 fenestrations were accompanied with aneurysms and 5 fenestrations were complicated by arteriovenous malformations. Transient cerebral ischemia occurred in 37 cases with fenestrations, and ischemic symptoms were consistent with the blood supply region of the fenestration structures. Among the 37 cases, cerebral infarction at the distal region of the fenestration structures was seen in 6. **Conclusion**

Cerebral DSA can clearly display the location, morphology, adjacent structures and associated vascular diseases of the cerebral fenestrations. The understanding of DSA

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2014.09.001

作者单位: 100053 北京 首都医科大学宣武医院介入诊断治疗科

通信作者: 凌 锋 E-mail: ling-feng@vip.163.com

characteristics of the cerebral fenestrations is of great clinical significance for its diagnosis and for the selection of therapeutic scheme.(J Intervent Radiol, 2014, 23: 745-748)

【Key words】 digital subtraction angiography; fenestration; cerebral artery

全脑血管 DSA 检查技术作为诊断脑血管病的金标准,已经越来越为人们所关注。通过这一检查技术,不仅能够对病变血管进行评价,而且还能够对脑动脉成窗进行清晰显示。脑动脉成窗(fenestration)变异是一种少见的脑血管发育异常,是指血管起始于一处,而在其走行过程中分为两支,然后再汇合为一支而形成的中空的结构<sup>[1]</sup>。在诸多文献中,对椎-基底动脉系统成窗报道较多,而对颈动脉系统成窗的报道甚少。现对 6 432 例行全脑血管造影的 DSA 图像资料进行统计分析,283 例患者有成窗改变。通过对其 DSA 影像特征进行分析,从而提高对脑动脉异常发育的认识,有助于手术及介入治疗方案的制定。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

2005 年 1 月—2012 年 12 月北京宣武医院介入中心进行全脑血管 DSA 检查的完整病例 6 432 例,其中 283 例确诊为脑动脉成窗,男 137 例,女 146 例;年龄 14~89 岁,平均 54.7 岁。

### 1.2 DSA 检查方法

采用德国西门子公司生产的 Neurostar plus/Top 双 C 型臂血管造影系统匹配 Syngo Multi-Modality 图像处理工作站;采用美国 GE 公司生产的 Advantx-LCN+ 双 C 型臂血管造影系统应用 advantage workstation5.0 计算机图像处理工作站。

均采用 Seldinger 技术穿刺股动脉,置入动脉鞘。应用 5 F 猪尾导管进行主动脉弓造影,根据主动脉弓的形态变异情况,应用 5 F 椎动脉(单弯)、猎人头 H1 造影管、Mani 造影管及 Simmons2 造影管进行 DSA 选择性血管造影。通过对双侧颈内动脉、双侧颈外动脉、双侧椎动脉进行超选择性 DSA 常规正侧位图像采集,发现脑动脉成窗等异常,采取相应的投照角度,必要时进行旋转采集及三维重建技术,意在清晰显示成窗血管的结构及与周围血管的毗邻关系。

### 1.3 图像分析

由 3 名从事神经介入多年的副主任医师以上介入科医师对本组病例的全脑 DSA 图像及三维图像进行评价分析,分析不同脑动脉成窗的发生率、

发生部位、DSA 影像表现及其合并的其他血管异常或病变。对有异议者,经过讨论达成一致意见。

## 2 结果

### 2.1 脑动脉成窗发生率及发生部位

脑动脉开窗 283 例,296 个成窗,发生率为 4.60%(296/6 432)。其中颈内动脉 19 例(21 个成窗,检出率为 0.33%,左侧 9 个,右侧 12 个);大脑前动脉 46 例(51 个成窗,检出率为 0.79%,左侧 25 个,右侧 26 个);大脑中动脉 54 例(57 个成窗,检出率为 0.89%,左侧 29 个,右侧 28 个);椎动脉 68 例(71 个成窗,检出率为 1.10%,左侧 37 个,右侧 34 个);基底动脉 95 例(95 个成窗,检出率为 1.37%)。

### 2.2 脑动脉成窗的形态结构

脑动脉成窗的血管结构主要包括以下形状:菱形结构 3 个(1.06%)、小圆形结构 92 个(32.51%)、不规则成窗结构 33 个(11.66%)、裂隙样结构 48 个(16.96%)、卵圆形结构 107 个(37.81%),见图 1。

### 2.3 脑动脉成窗合并其他血管病变

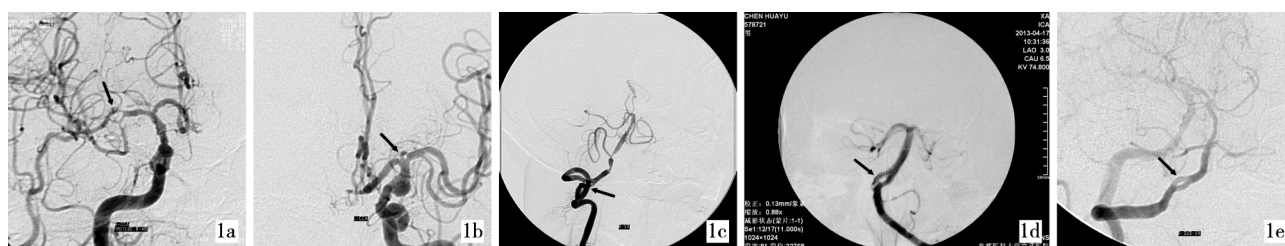
① 283 例脑动脉成窗患者中,有 17 个(17/296,5.74%)成窗结构的远端或近端伴发动脉瘤。其中远端伴发动脉瘤 12 个(12/296,4.05%),从动脉瘤形态上看,除 1 个巨大动脉瘤外,另外 11 个成窗伴发为梭型动脉瘤;5 个成窗结构近端伴发动脉瘤(5/296,1.68%),其中 2 个囊状动脉瘤,3 个梭型动脉瘤。

② 5 个成窗(5/296,1.68%)伴发血管畸形,均发生在成窗结构远端,其中 3 个成窗伴发脑动静脉畸形,2 个伴发硬脑膜动静脉瘘。

③ 37 个成窗(37/296,12.50%)出现与成窗结构供血区相一致的一过性脑缺血症状,其中 6 个(6/296,2.02%)出现经成窗结构供血部位的脑梗死,4 个成窗的分支血管直径有差异。其中 1 例左侧延髓背外侧梗死患者的左侧小脑后下动脉起自左侧椎动脉 V4 段成窗血管其中 1 个较细分支,患者表现为延髓背外侧综合征(Wallenberg syndrome)症状,MRI 显示延髓背外侧梗死,见图 2。

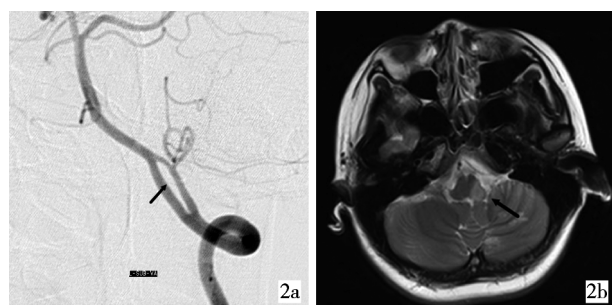
## 3 讨论

### 3.1 脑动脉成窗的命名与起源



**1a** 为右侧颈内动脉起始段狭窄患者,支架术后的右侧颈动脉正位造影图像,箭头所指结构为大脑中动脉 M2 段菱形成窗结构  
**1b** 为左侧底节区梗死患者,左侧颈内动脉超选择造影正位图像,箭头所指结构为大脑中动脉 M1 段圆形成窗结构  
**1c** 为后循环缺血患者,椎动脉右前斜位 DSA 图像,箭头所指结构为椎动脉 V3 段不规则开窗结构, V4 段重度狭窄  
**1d** 为蛛网膜下腔出血患者,左侧椎基底动脉超选择造影正位图像,箭头所指结构为基底动脉裂隙样成窗结构  
**1e** 为脑干梗死患者,右侧椎动脉正位 DSA 图像,箭头所指结构为椎动脉 V4 段小卵圆形成窗结构

**图 1** 脑动脉成窗的 DSA 表现



**2a** 为左侧延髓背外侧梗死患者,左椎动脉 DSA 超选择性造影图像,箭头所指结构为延髓左背外左前斜位图像,箭头所指结构为 V4 段形成长卵圆形成窗结构,成窗血管其中 1 个较细分支上又发出了小脑后下动脉  
**2b** 为该患者的头部磁共振 T2 侧梗死图像

**图 2** 左侧椎动脉 V4 成窗结构并致局部梗死图像

Fenestration 在英文中原意指开窗术或开窗法。据报道<sup>[2]</sup>,成窗畸形是起源相同,走行过程中分为 2 支,然后再汇合成 1 支的中空的窗样结构。国内文献研究表明,脑动脉成窗可能与其发育过程异常有关,可能在胚胎发育过程中,随着脑组织的构建,血流动力学的改变而形成<sup>[3-4]</sup>。脑动脉成窗有以下假设:① 非血管结构的脑组织异常穿行血管前体;② 由原始的脑动脉与脑部血管样组织异常吻合形成;③ 成窗可能与动脉部分重复、不完全融合有关;④ 成窗血管的组织结构存在肌层发育不良、一段肌层内的弹性纤维完全缺失,而另一段弹性纤维不规则,两段由共同的血管外膜包绕等异常结构,与正常血管壁的差异较大<sup>[5-10]</sup>。另外对于成窗发生率较高的椎-基底动脉,有观点认为,基底动脉是在胚胎发育时先由后脑腹侧的血管丛形成一对纵长神经动脉,然后这 2 支动脉发生横行融合,就会形成基底动脉开窗畸形<sup>[2-3]</sup>。椎动脉发生有孔型血管异常的机制相对基底动脉更为复杂,其发生可能与部分原始椎动脉残留或再通及发育时丛状血管吻合不全

有关。

### 3.2 脑动脉成窗的发生率及影像表现

脑动脉中,基底动脉是最常见发生成窗畸形的脑血管,其次为椎动脉、大脑中动脉和大脑前动脉,偶见于颈内动脉<sup>[11-13]</sup>。本研究所收集的脑动脉成窗病例中,基底动脉成窗 95 个,检出率最高,为 1.37%;而颈内动脉成窗只有 17 例(21 个成窗),检出率最低,为 0.33%;与国内外文献报道相符<sup>[14-15]</sup>。

成窗血管的窗样结构形状各异:一般以小圆形、卵圆形和裂隙样多见,其次是菱形和不规则形成窗结构,偶见不规则形状的开窗。

MRA 主要采用时间飞越流空法成像,虽然空间分辨率较高,但不利于水平走行及慢血流血管的显示,会导致部分管径细、血流慢的分支显示不清或无法显示;CTA 虽然已被广泛用于脑血管病的诊断,但是由于在重建过程中受到操作人员技术水平及工作责任心等因素的影响,会引起血管影像出现不同程度的失真。DSA 作为脑血管病诊断的金标准,特别是旋转图像采集及三维重建技术的应用,能够清晰显示脑动脉成窗血管的结构、成窗血管远端和近端有无异常结构及其与周围血管的毗邻关系,对于检出脑动脉成窗结构具有独特优势。

### 3.3 脑动脉成窗合并血管病变的相关因素

脑动脉成窗是一种比较少见的先天性血管变异。有观点认为,脑动脉成窗这类变异仅是一种随机发生的、非症状性的变异。也有认为脑动脉成窗会因局部分 2 支血管行走而影响区域供血,引起相应症状<sup>[16-17]</sup>。但多数观点还是偏向于这类变异易伴发脑动脉瘤等其他血管畸形,好发部位为成窗血管的近端或远端吻合处。有文献报道,脑动脉成窗发生动脉瘤的比例高达 7%。本研究中的 296 个脑动脉成窗中,发现 17 个成窗伴发动脉瘤形成,其发生率为 5.74%,可能与成窗血管内膜缺陷、平滑肌和胶

原成分减少有关,这与其他文献报道的结果基本相符<sup>[18]</sup>。另外,成窗两端血流动力学发生改变也是成窗伴动脉瘤形成的重要因素。但是,本研究结果中发现有 37 个成窗(37/296,12.50%)出现与成窗结构供血区相一致的一过性脑缺血症状,其中 6 个成窗出现经成窗结构供血的相应部位脑梗死。本研究小组专家们分析认为,成窗结构相应供血区出现的一过性脑缺血或脑梗死现象,可能是由于血流动力学等原因造成成窗血管近端形成涡流,进而进入成窗结构 2 个分支血管的血流速度、流量产生差异,血流速度相对低的分支血管内微血栓形成,随血流栓塞到相应的供血区而引起相应的脑缺血症状。特别是当成窗结构 2 个分支血管直径差异较大时,出现供血区缺血症状的机率会更大。从血流动力学的角度分析,出现梗死原因可能是成窗分支较细血管发出的供血血管血流速度相对较慢,更易形成微血栓,导致梗死的发生。

### 3.4 临床意义

脑动脉成窗合并动脉瘤或血管畸形的病例,其并发动脉瘤多呈宽颈,造成血管内介入栓塞及手术夹闭难度增加。如果临床上对成窗变异结构不能正确评估,会由于手术或栓塞、血栓形成等原因在成开窗血管变异的 2 支血管中的 1 支出现阻塞,有可能导致严重的脑缺血、脑卒中。因此明确诊断脑动脉成窗变异及其动脉瘤等并发症,具有重要临床意义。脑血管 DSA 可以清晰显示脑动脉开窗的位置、形态、毗邻关系及有无伴发动脉瘤和动静脉畸形等血管性病变,有助于帮助介入及神经外科医师评估手术、制定手术方案,避免不必要的误诊和损伤,提高手术的安全性。

### [参考文献]

- [1] 袁 飞,刘银社,赵 军,等. 64 排螺旋 CT 血管成像诊断大脑前动脉成窗变异 [J]. 中国脑血管病杂志, 2010, 7: 191 - 195.
- [2] 陈 鑫,刘玉品,周懂晶,等. 3D - TOF - MRA 诊断有孔型基底动脉变异[J]. 实用放射学杂志, 2012, 28: 1689 - 1692.
- [3] Zanini MA, Pereira VM, Jory M, et al. Giant fusiform aneurysm arising from fenestrated posterior cerebral artery and basilar tip variation: case report[J]. Neurosurgery, 2009, 64: E564 - 565.
- [4] Zhao HW, Fu J, Lu ZL, et al. Fenestration of the anterior cerebral artery detected by magnetic resonance angiography[J]. Chin Med J, 2009, 122: 1139 - 1142.
- [5] 付志刚,张晓磷,韩 强,等. 颈内动脉成窗合并大脑前动脉和眼动脉变异一例 [J]. 中华放射学杂志, 2012, 46: 953 - 954.
- [6] Morita T, Takazawa H, Narisawa A, et al. Operated case of a ruptured aneurysm arising from fenestration of the vertebral artery[J]. No Shinkei Geka, 2012, 40: 221 - 227.
- [7] 袁 飞,刘银社,赵 军,等. 64 排螺旋 CT 血管成像诊断永存三叉动脉[J]. 中国脑血管病杂志, 2010, 7: 473 - 476.
- [8] 张 政,韩剑虹,李迎春,等. 256 层螺旋 CT 三维血管成像与三维 DSA 诊断颅内动脉瘤的对比分析[J]. 中国脑血管病杂志, 2012, 9: 21 - 26.
- [9] 张志勇,焦劲松. 椎-基底动脉扩张延长症的研究进展[J]. 中国脑血管病杂志, 2010, 7: 605 - 609.
- [10] Brinjikji W, Lanzino G, Cloft HJ, et al. Endovascular treatment of very small (3 mm or smaller) intracranial aneurysms report of a consecutive series and a Meta - Analysis [J]. Stroke, 2010, 41: 116 - 121.
- [11] 张永力,刘方军. 全脑血管造影术中主动脉弓形态学的分析 [J]. 中国脑血管病杂志, 2011, 8: 77 - 81.
- [12] 王鹏源,李玉泉,党瑞山. 双侧面动脉变异一例[J]. 解剖学杂志, 2012, 35: 855.
- [13] 彭云滔,田顺亮,张 幸. 右锁骨下动脉变异一例[J]. 解剖学杂志, 2011, 34: M2.
- [14] Isolan GR, Pires de Aguiar PH, Aires R, et al. Middle cerebral artery "pseudotetrafurcation": anatomic report and review of middle cerebral artery variations [J]. Neurosurg Q, 2010, 20: 284 - 287.
- [15] De Silva KR, Silva TR, Gunasekera WS, et al. Variation in the origin of the posterior cerebral artery in adult Sri Lankans[J]. Neurol India, 2009, 57: 46 - 49.
- [16] 谢珊珊,程敬亮,张 勇,等. 三种方法诊断大脑中动脉狭窄的对照研究[J]. 介入放射学杂志, 2014, 23: 96 - 99.
- [17] 阮利江,甄 云,孙淑娟,等. 经颅多普勒超声对大脑后动脉发育不良的血流动力学检测 [J]. 中国脑血管病杂志, 2011, 8: 82 - 86.
- [18] Abdo M, Guinto G, Contreras R, et al. Management of distal anterior cerebral artery aneurysms: Part II : surgical technique [J]. Contemp Neurosurg, 2011, 33: 1 - 5.

(收稿日期:2014-03-20)

(本文编辑:李 欣)