



电子、语音版

·综述·

## 豆纹动脉动脉瘤及其治疗策略研究进展

刘仁杰<sup>1</sup>, 赵宇昊<sup>1</sup>, 杨泽地<sup>2</sup>, 杨钟熙<sup>1</sup>, 石中强<sup>1</sup>, 赵晨<sup>1</sup>, 马吉男<sup>1</sup>, 陈儼<sup>1</sup>

1. 吉林大学, 第一医院神经血管病外科, 吉林 长春 130021

2. 吉林大学白求恩医学部, 吉林 长春 130021

**摘要:** 豆纹动脉动脉瘤(LSAs)是一种较为少见的颅内动脉瘤,其破裂出血是导致深部脑出血的罕见原因,可表现为基底节实质内出血(IPH),易误诊为非动脉瘤性高血压脑出血(HICH)而延误治疗。近年来由于影像学检查技术手段的快速进步,LSAs检出率逐渐提高。LSAs的发生发展常受到多种因素的影响,但其具体的病因及自然病程尚未完全明确。目前,对于LSAs的治疗主要采用开放手术夹闭、血管内治疗(EVT)以及伽玛刀放射外科治疗(GKS)。然而大多数关于LSAs的报道都是通过个案或小病例系列来阐述的,不同治疗方式效果、预后等仍存在较大的争议。该文对LSAs及其治疗策略最新研究进展进行综述。

[国际神经病学神经外科学杂志, 2023, 50(6): 84-91]

**关键词:** 豆纹动脉; 动脉瘤; 实质内出血; 血管内治疗; 伽玛刀放射外科治疗

中图分类号: R743

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.1673-2642.2023.06.016

### Research advances in lenticulostriate artery aneurysm and its treatment strategies

LIU Renjie<sup>1</sup>, ZHAO Yuhao<sup>1</sup>, YANG Zedi<sup>2</sup>, YANG Zhongxi<sup>1</sup>, SHI Zhongqiang<sup>1</sup>, ZHAO Chen<sup>1</sup>, MA Jinan<sup>1</sup>, CHEN Xuan<sup>1</sup>

1. Department of Neurovascular Surgery, The First Hospital of Jilin University, Changchun, Jilin 130021, China

2. Norman Bethune Health Science Center of Jilin University, Changchun, Jilin 130021, China

Corresponding author: CHEN Xuan, Email: chen\_xuan@jlu.edu.cn

**Abstract:** Lenticulostriate artery aneurysm (LSAs) is a relatively rare type of intracranial aneurysms, and rupture of LSAs is a rare cause of deep intracerebral hemorrhage. It may have the manifestation of intraparenchymal hemorrhage in the basal ganglia and is easily misdiagnosed as nonaneurysmal hypertensive intracerebral hemorrhage, causing a delay in treatment. With the rapid development of imaging techniques in recent years, the detection rate of LSAs is gradually increased. The development and progression of LSAs are often affected by various factors, but its specific etiology and natural disease course remain unknown. At present, open surgical clamping, endovascular treatment, and gamma knife surgery are the main treatment methods for LSAs. Most reports on the treatment of LSAs are described by case reports and small case series, and there are still controversies over the efficacy and prognosis of different treatment methods. This article reviews the latest research advances in LSAs and its treatment strategies.

[Journal of International Neurology and Neurosurgery, 2023, 50(6): 84-91]

**Keywords:** lenticulostriate artery; aneurysm; intraparenchymal hemorrhage; endovascular treatment; gamma knife surgery

豆纹动脉动脉瘤(lenticulostriate artery aneurysms, LSAs)是一种发生于基底节及其周围远端部位的罕见病变,其破裂时表现为脑室出血

(intraventricular hemorrhage, IVH)、实质内出血(intraparenchymal haemorrhage, IPH)和/或蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage, SAH),导致患者预后不

基金项目: 吉林省医疗卫生人才专项(JLSWSRCZX2023-18)。

收稿日期: 2022-06-10; 修回日期: 2023-10-26

作者简介: 刘仁杰(1994—),男,硕士研究生,主要从事脑血管病方向的研究,Email: liurj1011@163.com。

通信作者: 陈儼(1978—),男,主任医师,医学博士,主要从事脑血管疾病的临床与基础方向的研究,Email: chen\_xuan@jlu.edu.cn。

良<sup>[1]</sup>。目前关于LSAs的报道十分少见,其发生与发展受多种因素影响,如与高血压、脑动静脉畸形(brain arteriovenous malformation, BAVM)、烟雾病(moyamoya disease, MMD)和系统性红斑狼疮(systemic lupus erythematosus, SLE)等多种疾病相关<sup>[2]</sup>,但其确切病因及自然病程尚未明确。现有的少数文献描述了多种关于LSAs的治疗策略,包括血管内治疗(endovascular treatment, EVT)、开放手术夹闭、伽玛刀放射外科治疗(gamma-knife radiosurgery, GKS)以及保守治疗等<sup>[3]</sup>。由于LSAs发病率低,近十年来有关LSAs相关的报道较少(如表1),目前可以使患者获益最大的治疗方案未达成一致。因此,积极探索LSAs发病机制及自然病程,从而制订较为合理且安全的治疗策略十分重要。本文对LSAs及其治疗策略最新研究进展综述如下。

## 1 豆纹动脉解剖特点

LSA是穿支动脉的一种,主要为大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)的中央分支或皮质的分支,位于基底节区和内囊;较少起源于大脑前动脉(anterior cerebral artery, ACA),极少起源不明。LSA分为内侧和外侧的2个群。内侧位于MCA起始点10 mm以内,分布于内囊的膝部、苍白球的外侧部分、前壳、前丘脑和外侧核中。外侧从MCA起始点10 mm以外发出,约有4~6个较长而粗的分支,但其发出时如为1支,经外囊的基底部行于豆状核下方,分布于外囊,苍白球,壳状核,内囊后肢的前3/5和尾状核(如图1)。



白色箭头为内侧LSA,起源于距离MCA起始点10 mm以内;蓝色箭头为外侧LSA,从距离MCA起始点10 mm以外发出。

图1 LSA内侧及外侧群起源图

## 2 病因及发病机制

目前引起LSAs的病因尚未明确,主要有以下几种观点。

### 2.1 高血压

多数学者认为颅内动脉瘤是由于血流动力学改变而形成的,如与血管壁切应力增高、血流冲击和压力梯度升高等因素有关<sup>[39]</sup>。慢性动脉高血压被认为是LSAs形成的易感因素<sup>[40]</sup>。当动脉血流从MCA分支进入LSA时,血流层流紊乱,增加了对血管壁的剪切力,致使内皮细胞收缩,平滑肌细胞增生,增生的平滑肌细胞对缺血、缺氧更加敏感,易发生坏死,最终使血管壁的结构破坏,形成瘤样突起。

### 2.2 MMD

MMD为LSAs形成的常见病因之一。MMD通常涉及颅内主要血管的狭窄或闭塞,从而导致基底节侧支血管的形成,而这些异常侧支的形成,与动脉瘤的形成有关<sup>[41]</sup>。一项系统综述表明,17%的LSAs患者同时合并MMD<sup>[1]</sup>。且与MMD相关的LSAs生长迅速,一旦瘤体破裂,后果十分严重<sup>[42]</sup>。

### 2.3 BAVM

目前学者对BAVM合并动脉瘤的研究不断深入,但其确切发生机制仍不完全清楚。BAVM的存在导致其主要供血动脉血流剪切力发生改变,从而引起局部代谢产物及血管内皮相关的一系列因子表达异常,使得供血动脉的结构和功能发生改变<sup>[43]</sup>,从而导致动脉瘤的形成。LSA管腔细小,更易因血流动力学的改变而出现病变,Cagnazzo等<sup>[44]</sup>也研究表明与BAVM相关的动脉瘤最好发于MCA及其分支,包括LSA。

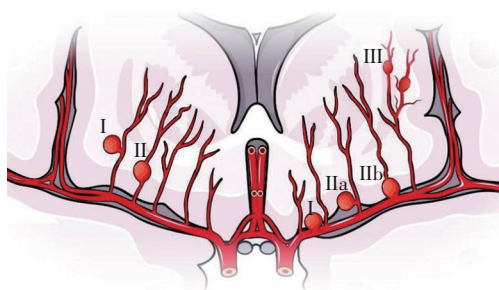
### 2.4 放射诱导

因放射诱导而导致相关颅内动脉瘤的发生十分罕见。受到辐射影响的血管可发生一系列组织病理学上的改变,导致内皮细胞受损、血管壁结构破坏,当动脉血流从MCA分支进入LSA时,易导致动脉瘤的形成。然而,目前已报道的病例中只有72例与放射诱导相关的颅内动脉瘤,其中仅包含1例LSAs<sup>[45]</sup>。因此,与放射诱导相关的LSAs具体发生机制及病理演变过程仍未明确。

## 3 分型

目前,LSAs的分型方式主要有2种。第一种根据LSA与动脉瘤位置的关系,将LSA分为两种类型<sup>[46]</sup>(如图2左):I型为LSA不并入动脉瘤穹顶,此类动脉瘤在行开放手术夹闭时,可以保留其载瘤的LSA;II型为LSA并入动脉瘤穹顶,此类治疗时则通常需要牺牲LSA。第二种为基于数字减影血管造影(digital Subtraction Angiography, DSA)显示的LSAs解剖位置,将其分为3个类型和4个亚型<sup>[47]</sup>(如图2右):I型为起源于LSA穿孔旁(不包括穿孔本身)的MCA动脉瘤,与颞前动脉动脉瘤不同的是后者起源于MCA腹面和颞前动脉起始处。此类型动脉瘤因大多起源于MCA而被归类为MCA-M1段动脉瘤。II型为起始于1条或多条穿支动脉最常见的LSA

近端动脉瘤。包括两种亚型,分别为穿支动脉和动脉瘤瘤颈相合并的ⅡA型以及穿支动脉起源于动脉瘤顶端的ⅡB型。Ⅲ型动脉瘤是指位于LSA第一环或第一圈以外的梭形动脉瘤,即LSA远端动脉瘤。此类动脉瘤与高血压相关的典型Charcot-Bouchard动脉瘤相似,多位于基底节区,破裂时常伴有IPH或可形成IVH。



左侧为第一种分型方式;右侧为基于DSA显示的LSAs解剖位置的新分类方式,即3个基本类型和4个亚型。

图2 LSA分型

#### 4 病理特征

资料显示<sup>[2]</sup>LSAs可能存在真性动脉瘤及假性动脉瘤两种病理状态。颅内假性动脉瘤是由于各种原因导致血管壁的全层损伤,出血后血肿机化成瘤壁,与血管相通形成动脉瘤。Sakai等<sup>[41]</sup>对其报道的LSAs行瘤壁镜检查时发现均为真性动脉瘤。然而,有学者则表示<sup>[19]</sup>,发生于LSA的动脉瘤并非全部为真性动脉瘤,且LSA假性动脉瘤的发生率高于其他部位的动脉瘤。这一研究与大多数学者研究结果相符合,从而证实了LSAs存在真性动脉瘤及假性动脉瘤两种病理状态。

#### 5 影像特点及临床诊断

##### 5.1 颅脑CT

LSAs破裂CT征象常表现为基底节区IPH,伴有IVH,而SAH的表现较少见(如图3A)。基底节区IPH常被认为继发于高血压的病变,而忽略其与LSAs等潜在血管病变的关系。因此,对于颅脑CT表现为IVH或SAH,并伴有沿MCA-M1节段IPH的非高血压患者,应高度警惕LSAs的存在。

##### 5.2 计算机断层血管成像(CT angiography, CTA)

CTA目前已经成为确定动脉瘤是否存在标准急诊检查方法。研究表明,CTA漏诊动脉瘤不超过5%,实际可能小于1%<sup>[48]</sup>。但也有学者认为,当动脉瘤直径>3 mm时,CTA诊断敏感性可大于96%,而动脉瘤直径<3 mm时其诊断敏感性可下降到61%左右,这可能与动脉瘤体积小,导致瘤体造影剂充盈不全等因素有关<sup>[49]</sup>。LSA真性动脉瘤在CTA检查时表现为瘤状改变(如图3B)。但若

动脉瘤破裂出血后可导致脑血管痉挛的发生或当动脉瘤为假性动脉瘤时,CTA对LSAs诊断的灵敏度将进一步下降。

##### 5.3 DSA

DSA被认为是诊断脑血管疾病的王牌利器。LSAs行DSA检查时常表现为典型的“葫芦样”改变的动脉瘤(如图3C、3D)。但在SAH后血管痉挛发生或瘤体内有急性血栓形成等情况下,首次行DSA检查时可因造影剂未能充盈瘤体而存在假阴性的可能。因此,对于CTA阴性且DSA不能明确诊断但高度怀疑为LSAs的患者,可采用以下方法提高检出率:①对于瘤体较小的LSAs,可使用微导管插至MCA或LSA开口处部位进行超选造影;②如头部CT提示出血部位比较典型,可于首次出血后7~14 d复查DSA检查进一步查明出血原因。有研究表明,SAH发生2周左右脑水肿可消退,血管痉挛缓解,再次行DSA检查可发现约1%~2%的病变<sup>[50]</sup>。

##### 5.4 高分辨率磁共振血管壁成像(high resolution magnetic resonance vessel wall imaging, HR-VWI)

HR-VWI<sup>[51]</sup>可抑制在血管中流动的血液信号,清晰显示出静态图像,例如颅内外动脉血管壁的结构。研究表明<sup>[52]</sup>,HR-VWI不仅能够清楚显示动脉瘤形态学,而且能够评价动脉瘤的稳定性,可从部位、形态及瘤壁的状态等多方面判断病灶。曾有学者发现LSA远端动脉瘤因瘤体小、位置深,在初始CTA及DSA检查时未发现病变,但后续行MRI检查则提示该动脉瘤的存在。因此,HR-VWI及MRI可在一定程度上弥补CTA及DSA的不足,从而增加LSAs的检出率。

#### 6 鉴别诊断

LSAs破裂常表现为基底节IPH,因此主要需与非动脉瘤性高血压脑出血(hypertensive intracerebral hemorrhage, HICH)相鉴别。资料显示非动脉瘤性HICH患者多为老年人,多伴有高血压且控制不佳<sup>[53]</sup>。LSAs破裂引起的基底节IPH患者平均发病年龄较小,约44.5岁,可不伴有高血压等全身性疾病。因此,对于颅脑CT表现为基底节IPH的非高血压年轻患者,应高度警惕LSAs的存在。

#### 7 LSA真性动脉瘤治疗策略

##### 7.1 开放手术夹闭

以往对LSAs的治疗多采取手术夹闭方法,其不仅可以最大限度地去除动脉瘤破裂出血引起的占位效应,防止对周围脑神经等重要结构的压迫,而且还可以在一定程度上减轻SAH引起的血管痉挛<sup>[22]</sup>。但由于LSA动脉解剖位置的特殊,单独夹闭瘤腔通常是困难的,常需要牺牲载瘤动脉,致使基底节区梗死的出现<sup>[47]</sup>。况且LSAs破裂可导致SAH甚至脑血管痉挛的发生,开放手术直接刺激载瘤动脉,将有可能进一步增加脑血管痉挛的发生。因



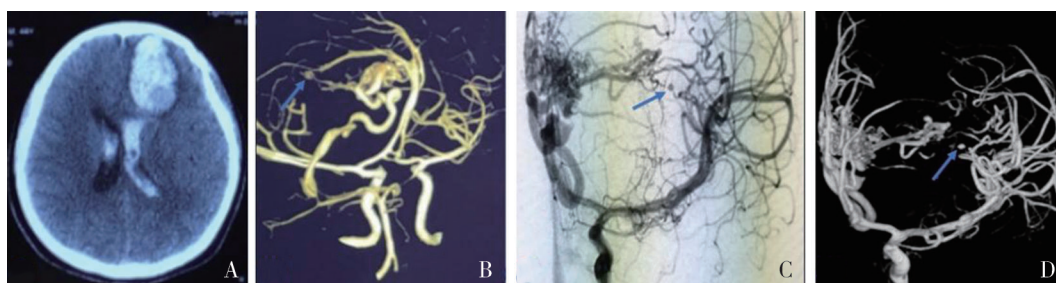


图3 曾就诊于本机构的1例LSAs患者影像学资料

此,将开放手术夹闭作为治疗LSAs的首选方式有待商榷。但对于LSAs破裂且合并颅内血肿形成占位效应的患者以及由于LSAs位置深、路径曲折而难以通过EVT干预的患者,此方法仍应被纳入考虑范围。

LSA动脉夹闭术常见的手术入路包括经侧裂入路以及经皮质入路,其他手术路径有半球间经胼胝体入路、经脑沟/脑室入路、对侧经胼胝体入路以及内镜联合显微镜经侧脑室前角入路。一般来讲,由于LSAs位置的不同,手术入路也各有差异。Hinojosa-Gonzalez等<sup>[1]</sup>曾对LSAs进行系统性回顾发现,25例行开放手术夹闭的LSAs患者中,76%的患者神经功能较术前得到改善,20%的患者神经功能未得到明显改善。目前随着神经导航技术的应用,手术医师可在导航引导下选择最佳的手术入路,避开重要的神经、血管结构,为患者提供最小手术创伤以及更低手术风险的入路。有学者指出,在处理LSA远端动脉瘤时,在导航下经皮质脑室穿刺或3D无框架导航下经皮质夹闭动脉瘤是有效的<sup>[1]</sup>。

## 7.2 EVT

与开放手术夹闭相比,EVT涉及的神经元损伤较少。目前,多位学者报道了应用EVT成功栓塞LSAs的案例<sup>[14,17]</sup>。但LSA走行迂曲、管径细小,在EVT治疗LSAs时常因微导管不能到位而失败,并且反复对LSA开口端的局部刺激,可增加出血及血管痉挛发生的风险。Liang等<sup>[14]</sup>曾使用Scepter气囊在MCA分出LSA远端处充气以覆盖LSA起始处,使微导管尖端更容易进入LSA,从而栓塞动脉瘤瘤体(如图4)。梁朝辉等<sup>[17]</sup>也曾使用Scepter气囊辅助下应用EVT成功栓塞1例LSA远端动脉瘤,且栓塞效果良好。这一尝试为EVT治疗中微导管到位困难这一严峻问题提供了较好的解决方案。

目前国内外报道的关于LSAs EVT治疗的方式主要有:NBCA栓塞治疗、单纯弹簧圈栓塞治疗、支架辅助弹簧圈栓塞治疗以及血流导向装置治疗等。但由于LSAs管

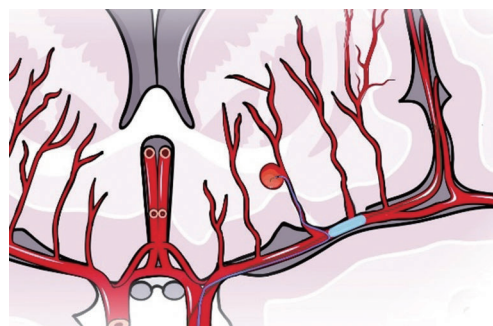


图4 Scepter气囊栓塞LSAs的应用示意图

腔狭窄,行支架辅助栓塞治疗时,不仅支架到位困难,并且支架的置入还会增加术中术后血栓事件的发生率,从而导致手术失败。随着学者对介入方式研究的不断深入及介入材料的持续性更新,EVT在处理LSAs时展现了相对于其他手术方式的优势。但EVT处理动脉瘤时操作难度大、风险高,要求术者对微导管、微导丝的操作具有精湛的掌控力。在微导管尖端进入腔内并进行下一步处理时,应密切监测微导管尖端位置,避免瘤体破裂穿孔。并且,多项研究比较了EVT与开放手术夹闭在颅内动脉瘤中的应用,没有明确的证据表明哪种策略可能是更优越的<sup>[54-56]</sup>。因此,对于LSAs患者的治疗建议个体化方法。

## 7.3 GKS

GKS消除动脉瘤的机制主要为使动脉内膜增厚致血栓形成,最终引起动脉瘤瘤腔的闭塞消失<sup>[57]</sup>。Lan等<sup>[37]</sup>曾使用GKS治疗LSA远端动脉瘤,且达到了预期的闭塞效果。但GKS治疗周期长,需要分阶段治疗才能使瘤体闭塞,且治疗间隔期间增加了动脉瘤再出血的风险,常导致治疗失败。因此,对于开放手术及EVT均不能有效解决的或位置较深、体积较小的未破裂动脉瘤,可尝试行GKS治疗,但应尽可能预防动脉瘤在治疗间隔期间出血事件的发生。

表1 近10年国内外关于LSAs的报道汇总表

作者	发表年份	年龄/性别	动脉瘤状态	动脉瘤大小/mm	CT表现	伴随疾病	治疗方式	预后
Byeon Y <sup>[4]</sup>	2021	42/M	破裂	/	IPH/IVH	MMD	EVT	无神经功能缺损
Anan M <sup>[5]</sup>	2021	23/F	未破裂	7.8	/	/	开颅手术治疗	无神经功能缺损
Figueroa-Sánchez JA <sup>[6]</sup>	2020	42/F	破裂	1.4×1.5×2.5	IPH	/	保守治疗	无神经功能缺损
胡坤,等 <sup>[7]</sup>	2020	63/M	破裂	1	IVH/IPH	高血压	开颅手术治疗	神经功能改善
		44/M	破裂	2	SAH	MMD	EVT	无神经功能缺损
		55/M	破裂	3.5	IPH/SAH	MMD	EVT	左侧偏瘫
Yokoya S <sup>[8]</sup>	2020	50/F	破裂	/	IPH/IVH	/	开颅治疗	无神经功能缺损
		88/F	破裂	2.5	IPH/IVH	/	EVT	死亡
Larson A <sup>[9]</sup>	2020	45/M	未破裂	小于1	/	高血压	保守治疗	病情平稳
		/	/	小于2	/	/	保守治疗	病情平稳
Mahajan A <sup>[10]</sup>	2020	15/M	破裂	/	IPH	结节性多动脉炎	EVT	中度残疾
Shi HY <sup>[11]</sup>	2019	/	破裂	5	IPH/IVH	/	保守治疗	死亡
		/M	破裂	2	IPH	/	保守治疗	完全瘫痪
Sasagasaki T <sup>[12]</sup>	2019	49/F	破裂	/	IPH/IVH	/	开颅手术治疗	中度认知障碍
王毅,等 <sup>[13]</sup>	2018	55/F	破裂	2.8×3.1	IVH	MMD	EVT	轻度残疾
		49/F	破裂	2.5×3.4	IPH	MMD	EVT	轻度残疾
		42/F	破裂	3.5×4.2	IVH	MMD	EVT	轻度残疾
		29/F	破裂	3.7×3.3	IVH	MMD	保守治疗	死亡
		37/F	破裂	4.1×4.6	IVH	MMD	EVT	有症状,但未见明显残障
		39/F	破裂	3.9×4.4	IPH	MMD	开颅手术治疗	有症状,但未见明显残障
		48/M	破裂	3.4×3.8	IPH	MMD	开颅手术治疗	轻度残疾
		51/F	破裂	2.9×3.3	IPH/IVH	MMD	EVT	中度残障
		72/M	破裂	3.8×4.5	IVH	MMD	保守治疗	死亡
		46/F	破裂	2.4×5.1	IPH	MMD	保守治疗	重度残障
Liang CH <sup>[14]</sup>	2018	33/F	破裂	2	IVH	/	EVT	无神经功能缺损
		31/M	破裂	3.5	IVH	/	EVT	无神经功能缺损
		47/M	破裂	25	IVH	/	EVT	无神经功能缺损
Kim JW <sup>[15]</sup>	2018	67/M	未破裂	/	/	/	开颅手术治疗	左侧偏瘫
Sato Y <sup>[2]</sup>	2017	61/F	破裂	13	IVH	高血压	开颅手术治疗	无神经功能缺损
Lang M <sup>[16]</sup>	2017	61/M	破裂	3	IPH/IVH	/	开颅手术治疗	轻度认知功能障碍
梁朝辉,等 <sup>[17]</sup>	2016	33/F	破裂	/	IVH	BAVM	EVT	无神经功能缺损
Puri AS <sup>[18]</sup>	2016	70/F	未破裂	2.3×2×2	/	高血压	EVT	无神经功能缺损
Nomura M <sup>[19]</sup>	2016	40/F	破裂	2×3	SAH	高血压	EVT	无神经功能缺损
Liu P <sup>[20]</sup>	2016	10/F	破裂	/	IVH	MMD	保守治疗	无神经功能缺损
Saito A <sup>[21]</sup>	2016	66/F	破裂	3	SAH/IVH	高血压	开颅手术治疗	无神经功能缺损
Choo YS <sup>[22]</sup>	2015	52/M	破裂	2.2	IPH/IVH/SAH	/	开颅手术治疗	无神经功能缺损
		15/M	破裂	2.03	IPH	/	保守治疗	无神经功能缺损
Kim YJ <sup>[23]</sup>	2015	54/M	未破裂	/	/	颅内肿瘤	开颅手术治疗	无神经功能缺损
Yap L <sup>[24]</sup>	2015	8/F	未破裂	2	/	/	保守治疗	左侧偏瘫
		9/M	破裂	5	IPH/IVH	小脑扁桃体下疝	保守治疗	癫痫发作,药物可控制
Kühn AL <sup>[25]</sup>	2015	51/F	未破裂	4×3	/	/	EVT	无神经功能缺损
		71/F	未破裂	2.3×2	/	/	EVT	无神经功能缺损
Tan LA <sup>[26]</sup>	2014	81/M	破裂	5	IPH	高血压	开颅手术治疗	无神经功能缺损
Liberman AL <sup>[27]</sup>	2014	41/F	破裂	4×7	SAH	SLE	保守治疗	右侧偏瘫
Heck O <sup>[28]</sup>	2014	29/M	破裂	2	IPH	/	保守治疗	动脉瘤消失
		63/M	破裂	/	IPH/IVH/SAH	/	保守治疗	神经功能改善
		32/M	破裂	/	IPH/IVH/SAH	/	保守治疗	左侧偏瘫
Lama S <sup>[29]</sup>	2014	50/M	破裂	3	IPH、IVH	/	保守治疗	无神经功能缺损
Feliciano CE <sup>[30]</sup>	2014	42/M	破裂	/	IPH	BAVM	保守治疗	神经功能改善

续表 1

作者	发表年份	年龄/性别	动脉瘤状态	动脉瘤大小/mm	CT表现	伴随疾病	治疗方式	预后
Hwang K <sup>[31]</sup>	2014	53/F	破裂	/	IPH、IVH	MMD	EVT	无神经功能缺损
		44/F	破裂	/	IPH	MMD	EVT	无神经功能缺损
Chalouhi N <sup>[32]</sup>	2013	49/M	破裂	3×3×2	IPH	MMD	EVT	临床症状改善
Kim T <sup>[33]</sup>	2013	28/M	破裂	7.5×4.5	IVH	/	开颅手术治疗	无神经功能缺损
Bhat D <sup>[34]</sup>	2012	39/M	破裂	/	SAH	/	开颅手术治疗	无神经功能缺损
Cai XM <sup>[35]</sup>	2012	41/F	破裂	3	IPH	/	开颅手术治疗	伴随神经功能缺损
Kalani MYS <sup>[36]</sup>	2012	66/F	未破裂	6×6×9	/	MMD	开颅手术治疗	无神经功能缺损
Lan ZG <sup>[37]</sup>	2012	21/F	破裂	/	IPH、IVH	/	放射治疗	无神经功能缺损
Zhou Y <sup>[38]</sup>	2012	74/M	破裂	/	SAH	/	EVT	右侧偏瘫

注:M=男;F=女;IPH=脑实质出血;IVH=脑室出血;SAH=蛛网膜下腔出血;MMD=烟雾病;BAVM=脑动静脉畸形;SLE=系统性红斑狼疮;EVT=血管内治疗。

7.4 保守治疗

LSAs破裂后行保守治疗时常因瘤体反复破裂出血致使患者预后不良。研究表明接受手术治疗的LSAs患者预后明显好于保守治疗<sup>[46]</sup>。因此对于破裂LSAs在状态允许的情况下,应积极手术治疗;未破裂LSAs若体积较小且评估后手术风险大于患者获益时,则选择暂行保守治疗,但应密切随访且严格控制血压<sup>[58]</sup>。

8 LSA假性动脉瘤治疗策略

LSA假性动脉瘤不具有完整的血管壁结构,与载瘤动脉非真正意义上相连,因此在处理时具有更高挑战性。以往认为,大部分假性动脉瘤可定期随访观察血栓和病灶的变化而采取保守治疗<sup>[46]</sup>。但假性动脉瘤无正常血管壁结构而极易反复破裂出血,包括自发性出血、开颅夹闭中和EVT治疗中<sup>[59]</sup>发生出血,因此一旦怀疑本病时应完善术前准备后及时手术。Sato<sup>[2]</sup>曾报告1例因LSA远端假性动脉瘤破裂而导致孤立性IVH的病例,并通过经脑沟/脑室入路成功地切除了病变。且其表示,对于LSAs破裂表现为孤立性IVH的患者,经脑沟/脑室入路处理动脉瘤,不仅是处理此类脑室病变的最微创的选择,并且还有可能在一定限度下避免患者神经功能障碍事件的发生。因此,对于LSA假性动脉瘤患者,应尽早行DSA检查明确诊断。对诊断明确患者应尽快行确定性病因治疗。

综上,LSAs常因表现为基底节IPH而被诊断。目前关于LSAs的最佳治疗方式尚存在争议,但尽早处理破裂的LSAs。EVT因其损伤小而逐渐被学者们推崇作为处理LSAs的主流方式,但应针对不同患者提出个性化方案,同时也需要大量临床试验的验证其疗效。

参 考 文 献

[1] HINOJOSA-GONZALEZ DE, FERRIGNO AS, MARTINEZ HR, et al. Aneurysms of the lenticulostriate artery: a systematic review[J]. World Neurosurg, 2021, 145: 471-479.

[2] SATO Y, ANDO K, KAWAGUCHI M, et al. Successful resection of a growing distal medial lenticulostriate artery

pseudoaneurysm presenting with isolated intraventricular hemorrhage[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2017, 26(10): e206-e209.

[3] MA N, TOMANCOK B, JIANG P, et al. Endovascular coiling for a ruptured proximal lenticulostriate artery aneurysm[J]. Chin Med J (Engl), 2016, 129(5): 606-608.

[4] BYEON Y, KIM HB, YOU SH, et al. A ruptured lenticulostriate artery aneurysm in moyamoya disease treated with onyx embolization[J]. J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg, 2022, 24(2): 154-159.

[5] ANAN M, NAGAI Y, MATSUDA T, et al. Partially thrombosed middle cerebral artery-lenticulostriate artery aneurysm with native radiological examinations suggesting proximal lenticulostriate artery aneurysm: a case report[J]. Surg Neurol Int, 2021, 12: 389.

[6] FIGUEROA-SÁNCHEZ JA, CARO-OSORIO E, MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ HR, et al. Diagnostic and therapeutic challenge in intracerebral hemorrhage due to aneurysm of distal lenticulostriate artery[J]. Cir Cir, 2020, 88(3): 366-369.

[7] 胡坤,周小平,张震宇,等.豆纹动脉动脉瘤三例并文献复习[J].中华神经外科杂志,2020,36(10):1063-1066.

[8] YOKOYA S, OKA H, SHIOMI N, et al. Aneurysm of distal medial lenticulostriate artery: report of 2 cases[J]. World Neurosurg, 2020, 143: 219-222.

[9] LARSON A, RINALDO L, BRINJIKJI W, et al. Intracranial aneurysms in white patients with moyamoya disease: a U.S. single-center case series and review[J]. World Neurosurg, 2020, 138: e749-e758.

[10] MAHAJAN A, GOEL G. Endovascular treatment of distal lenticulostriate artery aneurysm by selective catheterization of artery with balloon-blocking technique: 2-dimensional video illustration[J]. World Neurosurg, 2020, 136: 220.

[11] SHI HY, WEE CK, JOHN S. Post-thrombolysis rupture of small lenticulostriate aneurysms: a report of 2 consecutive cases[J]. J Clin Neurosci, 2019, 60: 148-150.

[12] SASAGASAKO T, FUNAKI T, TANJI M, et al. Intractable medial anastomotic branches from the lenticulostriate artery

- causing recurrent hemorrhages in moyamoya disease[J]. *World Neurosurg*, 2019, 127: 279-283.
- [13] 王毅, 那世杰, 刘涛, 等. 烟雾病合并豆纹动脉动脉瘤破裂: 临床特征、治疗和转归[J]. *国际脑血管病杂志*, 2018, 26(10): 750-755.
- [14] LIANG CH, HE C, ZHANG HQ. Embolization of ruptured distal lenticulostriate artery aneurysms[J]. *World Neurosurg*, 2018, 118: e147-e154.
- [15] KIM JW, SEUNG WB. Delayed branching artery occlusion caused by clip rotation after intracranial aneurysm clippings[J]. *Case Rep Neurol*, 2018, 10(2): 159-164.
- [16] LANG M, MOORE NZ, WITEK AM, et al. Microsurgical repair of ruptured aneurysms associated with moyamoya-pattern collateral vessels of the middle cerebral artery: a report of two cases[J]. *World Neurosurg*, 2017, 105: 1042.e5-1042.e10.
- [17] 梁朝辉, 何川, 张鸿祺. 血管内球囊辅助栓塞豆纹动脉瘤一例[J]. *中国脑血管病杂志*, 2016, 13(4): 204-205.
- [18] PURI AS, MASSARI F, ASAI T, et al. Safety, efficacy, and short-term follow-up of the use of pipeline embolization device in small (<2.5 mm) cerebral vessels for aneurysm treatment: single institution experience[J]. *Neuroradiology*, 2016, 58(3): 267-275.
- [19] NOMURA M, BABA E, SHIROKANE K, et al. Aneurysm of lenticulostriate artery in a patient presenting with hemorrhage in the caudate nucleus and lateral ventricle-delayed appearance and spontaneous resolution[J]. *Surg Neurol Int*, 2018, 9: 192.
- [20] LIU P, LV XL, LIU AH, et al. Intracranial aneurysms associated with moyamoya disease in children: clinical features and long-term surgical outcome[J]. *World Neurosurg*, 2016, 94: 513-520.
- [21] SAITO A, KON H, NAKAMURA T, et al. A dissecting aneurysm of the distal medial lenticulostriate artery: case report [J]. *World Neurosurg*, 2016, 89: 725.e1-725.e4.
- [22] CHOO YS, KIM YB, SHIN YS, et al. Deep intracerebral hemorrhage caused by rupture of distal lenticulostriate artery aneurysm: a report of two cases and a literature review[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2015, 58(5): 471-475.
- [23] KIM YJ, JEUN SS, PARK JH. Thrombosed large middle cerebral artery aneurysm mimicking an intra-axial brain tumor: case report and review of literature[J]. *Brain Tumor Res Treat*, 2015, 3(1): 39-43.
- [24] YAP L, PATANKAR T, PYSDEN K, et al. Spontaneous dissecting lenticulostriate artery aneurysm in children: radiologic findings and clinical management[J]. *J Child Neurol*, 2015, 30(8): 1060-1064.
- [25] KÜHN AL, HOU SY, PERRAS M, et al. Flow diverter stents for unruptured saccular anterior circulation perforating artery aneurysms: safety, efficacy, and short-term follow-up[J]. *J Neurointerv Surg*, 2015, 7(9): 634-640.
- [26] TAN LA, KASLIWAL MK, JOHNSON AK, et al. The "Spot Sign" secondary to a ruptured lenticulostriate artery aneurysm [J]. *Clin Imaging*, 2014, 38(4): 508-509.
- [27] LIBERMAN AL, NAGEL MA, HURLEY MC, et al. Rapid development of 9 cerebral aneurysms in varicella-zoster virus vasculopathy[J]. *Neurology*, 2014, 82(23): 2139-2141.
- [28] HECK O, ANXIONNAT R, LACOUR JC, et al. Rupture of lenticulostriate artery aneurysms[J]. *J Neurosurg*, 2014, 120(2): 426-433.
- [29] LAMA S, DOLATI P, SUTHERLAND GR. Controversy in the management of lenticulostriate artery dissecting aneurysm: a case report and review of the literature[J]. *World Neurosurg*, 2014, 81(2): 441.e1-441.e7.
- [30] FELICIANO CE, PAMIAS-PORTALATIN E, MENDOZA-TORRES J, et al. Color-coded digital subtraction angiography in the management of a rare case of middle cerebral artery pure arterial malformation. A technical and case report[J]. *Interv Neuroradiol*, 2014, 20(6): 715-721.
- [31] HWANG K, HWANG G, KWON OK. Endovascular embolization of a ruptured distal lenticulostriate artery aneurysm in patients with moyamoya disease[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2014, 56(6): 492-495.
- [32] CHALOUHI N, TJOUMAKARIS S, GONZALEZ LF, et al. Onyx embolization of a ruptured lenticulostriate artery aneurysm in a patient with moyamoya disease[J]. *World Neurosurg*, 2013, 80(3-4): 436.e7-436.10.
- [33] KIM T, BANG JS, HWANG G, et al. Idiopathic lenticulostriate artery pseudoaneurysm protruding into the lateral ventricle: a case report[J]. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*, 2013, 15(3): 246-250.
- [34] BHAT DI, SHUKLA DP, SOMANNA S. Subarachnoid hemorrhage from a ruptured proximal lenticulostriate artery aneurysm[J]. *Neurol India*, 2012, 60(1): 128-129.
- [35] CAI XM, HAN S, FESKE SK, et al. Pearls and oy-sters: small but consequential: intracerebral hemorrhage caused by lenticulostriate artery aneurysm[J]. *Neurology*, 2013, 80(9): e89-e91.
- [36] KALANI MYS, MARTIROSYAN NL, NAKAJI P, et al. Microsurgical clipping of an unruptured lenticulostriate aneurysm[J]. *J Clin Neurosci*, 2012, 19(11): 1578-1580.
- [37] LAN ZG, LI J, YOU C, et al. Successful use of Gamma Knife surgery in a distal lenticulostriate artery aneurysm intervention [J]. *Br J Neurosurg*, 2012, 26(1): 89-90.
- [38] ZHOU Y, YANG PF, FANG YB, et al. Endovascular treatment for saccular aneurysms of the proximal (M1) segment of the middle cerebral artery[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2012, 154(10): 1835-1843.
- [39] 秦显尧, 李明昌. 脉络膜前动脉动脉瘤的外科治疗进展[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2021, 48(3): 294-298.
- [40] CHIU JJ, CHIEN S. Effects of disturbed flow on vascular endothelium: pathophysiological basis and clinical perspectives [J]. *Physiol Rev*, 2011, 91(1): 327-387.
- [41] SAKAI K, MIZUMATSU S, TERASAKA K, et al. Surgical treatment of a lenticulostriate artery aneurysm. Case report[J].



- Neurol Med Chir (Tokyo), 2005, 45(11): 574-577.
- [42] HARRELD JH, ZOMORODI AR. Embolization of an unruptured distal lenticulostriate aneurysm associated with moyamoya disease[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2011, 32(3): E42-E43.
- [43] 李凯玲. 合并血流动力性动脉瘤的小脑前下动脉供血的脑动静脉畸形的血管内治疗[D]. 长春: 吉林大学, 2020.
- [44] CAGNAZZO F, BRINJIKJI W, LANZINO G. Arterial aneurysms associated with arteriovenous malformations of the brain: classification, incidence, risk of hemorrhage, and treatment-a systematic review[J]. Acta Neurochir (Wien), 2016, 158(11): 2095-2104.
- [45] PATRO SN, IANCU D, MANSOORI TAL, et al. Endovascular glue embolization of a radiation-induced lenticulostriate artery pseudoaneurysm in a pediatric patient with optic pathway glioma: case report and review of literature[J]. Interv Neuroradiol, 2018, 24(5): 499-508.
- [46] GANDHI CD, GILAD R, PATEL AB, et al. Treatment of ruptured lenticulostriate artery aneurysms[J]. J Neurosurg, 2008, 109(1): 28-37.
- [47] VARGAS J, WALSH K, TURNER R, et al. Lenticulostriate aneurysms: a case series and review of the literature[J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7(3): 194-201.
- [48] WANG X, BENSON JC, JAGADEESAN B, et al. Giant cerebral aneurysms: comparing CTA, MRA, and digital subtraction angiography assessments[J]. J Neuroimaging, 2020, 30(3): 335-341.
- [49] 刘峥, 黄银兴, 张尚明, 等. CTA及DSA容易漏诊的微小前交通动脉瘤手术[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2021, 26(7): 312-315.
- [50] YEOLE U, NAGESH M, SHUKLA D, et al. The yield of repeat angiography in angiography-negative spontaneous subarachnoid hemorrhage[J]. J Neurosci Rural Pract, 2020, 11(4): 565-572.
- [51] 马琳, 魏铭, 任贺成, 等. 术前高分辨率磁共振血管壁成像评估对症状性大脑中动脉狭窄支架成形术的作用[J]. 中华神经外科杂志, 2020, 36(3): 274-277.
- [52] 刘楠, 李斌, 冯煜森, 等. 高分辨率磁共振血管壁成像评价颅内动脉瘤稳定性的作用[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2021, 24(12): 1020-1025.
- [53] 兰彦平, 丁晨哲, 夏建学, 等. 3D-Slicer在高血压性脑出血微创穿刺术中的应用[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2021, 26(7): 322-323.
- [54] LARRAZABAL R, PELZ D, FINDLAY JM. Endovascular treatment of a lenticulostriate artery aneurysm with N-butyl cyanoacrylate[J]. Can J Neurol Sci, 2001, 28(3): 256-259.
- [55] AHMED SI, JAVED G, BAREEQA SB, et al. Endovascular coiling versus neurosurgical clipping for aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a systematic review and meta-analysis[J]. Cureus, 2019, 11(3): e4320.
- [56] THOMPSON BG, BROWN RD Jr, AMIN-HANJANI S, et al. Guidelines for the management of patients with unruptured intracranial aneurysms: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. Stroke, 2015, 46(8): 2368-2400.
- [57] LIU RJ, ZHAN YL, PIAO JM, et al. Treatments of unruptured brain arteriovenous malformations: a systematic review and meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(25): e26352.
- [58] ELLIS JA, D'AMICO R, ALTSCHUL D, et al. Medial lenticulostriate artery aneurysm presenting with isolated intraventricular hemorrhage[J]. Surg Neurol Int, 2011, 2: 92.
- [59] 孙怀宇, 赛勇, 王越, 等. 颅内动脉瘤破裂后形成假性动脉瘤的显微手术治疗[J]. 中国临床神经外科杂志, 2014, 19(4): 217-219.

责任编辑:王荣兵