

• 中枢神经影像学 •

DSA 及 CT 灌注成像在单侧烟雾病脑血管重建术中的应用

张亚男, 薛静, 高培毅

【摘要】 目的:探讨 DSA 及 CT 灌注成像(CTPI)在单侧烟雾病(MMD)脑血管重建术中的临床应用价值。**方法:**回顾性分析单侧 MMD 行脑血管重建术的 51 例患者的病例资料,其中 49 例行术前 DSA 检查,13 例行术后 DSA 检查,51 例行术前 CTPI 检查,分别有 33 例和 13 例行颞浅动脉-大脑中动脉(STA-MCA)搭桥术的患者行术后近期和远期 CTPI 检查。根据 DSA 图像分析血管狭窄程度、侧支循环分型和颈内动脉(ICA)分期;在 CTPI 参数图(包括 CBF、CBV、MTT 和 TTP)上对 5 个兴趣区进行定量分析,并进行脑梗死前期的术前分期及评估手术后脑灌注的改善情况。采用配对 *t* 检验或配对秩和检验进行统计学分析。**结果:**①术前 DSA 显示所有患者均有大脑中动脉(MCA)病变,单一 MCA 受累占 71.4%(35/49)。40.8%(20/49)的患者 ICA 分期处于Ⅳ期。49 例均可见颅底烟雾状血管,31 例可见来自大脑后动脉(PCA)的侧支循环。术后评估中,21 例行 STA-MCA 搭桥术的患者中吻合血管再通率为 95.2%(20/21),其中 13 例术后 DSA 复查示 69.2%(9/13)的患者颅底烟雾状血管减少或消失;②51 例的术前 CTPI 显示患侧的 MCA 供血区、基底节和 PCA 供血区的 CBV 升高,MTT 及 TTP 延长,MCA 供血区的 CBF 降低,ACA 供血区的 MTT 延长,且与对侧比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。定性评估中,66.7%(34/51)患侧 MCA 供血区梗死前期分期为Ⅰ_b期。搭桥术后近期复查 CTPI 显示患侧 MCA 和 PCA 供血区、基底节及丘脑的灌注参数绝对值及相对值较术前明显改善($P<0.05$),搭桥术后远期 CTPI 示 MCA、PCA 和 ACA 供血区及基底节的灌注状态较术后近期明显改善($P<0.05$)。**结论:**DSA 及 CTPI 能有效地评估单侧 MMD 的血管情况及脑灌注状态,能对了解病情、筛查手术适应证及评估血管重建术的效果提供可靠的依据。

【关键词】 烟雾病;数字减影血管造影术;体层摄影术,X 线计算机;灌注成像;血管重建术

【中图分类号】 R814.42; R814.43; R543.4; R743.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)12-1380-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.12.008

Application of DSA and CT perfusion imaging for cerebral revascularization in treatment of unilateral moyamoya disease

ZHANG Ya-Nan, XUE Jing, GAO Pei-Yi, Department of Radiology, Beijing Key Laboratory of Magnetic Resonance Imaging and Brain informatics(NO:BZ0133), Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the clinical value of DSA and CT perfusion imaging (CTPI) for cerebral revascularization of unilateral moyamoya disease. **Methods:** The clinical and imaging data of 51 patients with unilateral moyamoya disease undergone cerebral revascularization were analyzed retrospectively. Of 51 cases, 49 and 13 cases with superficial temporal artery to middle cerebral artery (STA-MCA) bypass underwent pre- and post-surgery DSA respectively, all cases underwent CTPI before operation, 33 and 13 cases underwent short- or long-term postoperative CTPI respectively. According to the DSA data, degree of cerebrovascular stenosis, classification of collateral vessel and stage of internal carotid artery (ICA) disease were analyzed. On the CTPI parameter maps (including CBF, CBV, MTT and TTP) quantitative measurement of five ROIs was performed, and pre-infarction stage and perfusion state after operation were evaluated. Paired *t* test or signed rank sum test was used for statistic analysis. **Results:** ①Preoperative DSA showed that MCA was involved in all cases, 71.4% (35/49) of which were single MCA involvement; ICA stages of 40.8% (20/49) patients were in stage Ⅳ; moyamoya vessels at the base of the brain were existed in 49 cases, and collateral vessels originated from PCA were existed in 31 cases. In the postoperative evaluation, 21 cases underwent cerebrovascular examinations after STA-MCA bypass and the patency rate of bypasses was 95.2% (20/21); Of 21 cases, 13 cases underwent DSA before and after STA-MCA bypass, and 9 cases showed that net-like vessels at the base of brain decreased or disappeared after operation (69.2%). ②pre-operative CTPI of 51 cases showed that the ipsilateral value of CBV, MTT and TTP in the MCA territory, basal ganglia and PCA territory and MTT in the ACA territory all increased, CBF in the MCA territory decreased, with statistic difference all when compared with those of the contralateral side ($P<0.05$). In addition, a qualitative evaluation showed that 66.7% (34/51) were in pre-infarction stage Ⅰ_b. In the evaluation of short-term CTPI of 33 cases after bypass, there was significant improvement ($P<0.05$) in the absolute values and relative values of perfusion parameters in MCA, basal ganglia, PCA and thalamus territory when compared with those of pre-operation. In 13 cases with long-term CTPI after bypass, perfusion status of basal ganglia, and MCA, PCA and ACA territory improved, with statistic difference ($P<0.05$) when compared with

作者单位: 100050 北京,首都医科大学附属北京天坛医院放射科/磁共振成像脑信息学北京市重点实验室(NO:BZ0133)(张亚男、薛静、高培毅); 100010 北京,首都医科大学附属北京中医医院放射科(张亚男)

作者简介: 张亚男(1988—),男,北京人,硕士研究生,住院医师,主要从事神经系统影像诊断和研究工作。

通讯作者: 薛静, E-mail: xuejing2006@126.com

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAI08B09);北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养计划(2013-3-049)

those of short term after bypass. **Conclusion:** DSA and CTPI can effectively evaluate vascular conditions and cerebral perfusion status in unilateral moyamoya disease, and can provide reliable evidence for understanding patient's conditions, selection of operative indications and evaluation of surgical effects.

【Key words】 Moyamoya disease; Digital subtraction angiography; Tomography, X-ray computed; Perfusion imaging; Cerebral Revascularization

烟雾病(moyamoya disease, MMD)的典型表现为双侧颈内动脉(internal cerebral artery, ICA)末端和/(或)大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)及大脑前动脉(anterior cerebral artery, ACA)近端狭窄或闭塞,并继发颅底烟雾状血管网形成。与典型 MMD 相比,仅累及一侧血管的病变称为单侧 MMD^[1]。目前对单侧 MMD 脑血管重建术前进行影像评估的研究还不深入,单侧 MMD 具体的手术适应证也没有明确阐明,对术后效果的评估也需要影像学的支持。本研究联合应用脑血管造影(digital subtraction angiography, DSA)及 CT 灌注成像(computed tomography perfusion imaging, CTPI),旨在探讨两者在单侧 MMD 脑血管重建术前判断病情、筛查手术适应证及术后判断疗效中的应用价值。

材料与方法

1. 病例资料

回顾性分析 2008 年 4 月—2013 年 12 月在本院进行 DSA 检查并确诊的 51 例单侧 MMD 患者的病例资料,其中男 31 例,女 20 例,年龄 8~56 岁,平均 31 岁。诊断标准遵循 2012 年日本最新的 MMD 诊断与治疗指南^[2]。所有患者均进行手术治疗,其中直接重建术 44 例,为颞浅动脉-大脑中动脉(superficial temporal artery-middle cerebral artery, STA-MCA)搭桥术;间接重建术 4 例,包括脑-硬脑膜-动脉贴敷术(EDAS)3 例,脑-硬脑膜-动脉-肌肉贴敷术(EDAMS)1 例;联合重建术 3 例,分别为 STA-MCA 搭桥+STA 前支 EDAS、EDMAS+颅骨钻孔术和 EDAS+EDAMS。

2. 检查方法及图像后处理

采用 Seldinger 技术在局麻下从一侧股动脉插管进行全脑 DSA 检查,仪器为 Siemens Artis Zee Floor 平板探测器血管造影系统。

使用 Siemens Sensation 16 或 GE Discovery 750 HD CT 机进行 CT 检查,51 例行 CT 平扫及 CTPI 检查,6 例行 CTA 检查。经右肘正中静脉团注对比剂碘帕醇(300 mg I/mL)40 mL(注射流率 8 mL/s,总扫描时间 40 s);或碘普罗胺(370 mg I/mL)45 mL(注射流率 5 mL/s,总扫描时间 50 s)。Siemens CT 机的扫描参数:80 kV,209 mA,0.5 s/r,螺距 1.5,层厚 19 mm;GE CT 机的扫描参数:100 kV,150 mA,1 s/r,层厚 5 mm。

将获得的 CTPI 原始数据采用东软医学影像后处理软件进行后处理。选取 ACA 作为参考动脉,以上矢状窦为输出静脉,获得脑灌注参数图,包括脑血流量(cerebral blood flow, CBF)、脑血容量(cerebral blood volume, CBV)、平均通过时间(mean transit time, MTT)和达峰时间(time to peak, TTP)。最后根据 Alberta 卒中早期 CT 评分的解剖分区^[2],手工勾画 MCA 供血、基底节区、ACA 供血区、大脑后动脉(posterior cerebral artery, PCA)供血区和丘脑作为感兴趣区(图 1)。采用镜像方法测量患侧和对侧的 CBF、CBV、MTT 及 TTP,并计算两侧的比值,获得相对 CBF(relative CBF, rCBF)、相对 CBV(relative CBV, rCBV)、相对 MTT(relative MTT, rMTT)和相对 TTP(relative TTP, rTTP)。

3. 影像学分析

由两位有经验的神影影像医师采用双盲法进行图像分析,结果不一致时经协商后达成一致意见,对灌注参数进行定量分析时取两位医师测量的平均值。

对血管狭窄程度的评估,参考北美症状性颈动脉内膜剥脱试验法^[3],本研究中采用的血管狭窄程度的诊断标准:轻度-中度狭窄,狭窄率<69%;重度狭窄,狭窄率为 70%~99%;闭塞,狭窄率为 100%。

侧支循环的分型:1 型为颅底的烟雾状血管;2 型,PCA 的软脑膜侧支血管;3 型颈外动脉(external carotid artery, ECA)系统穿过硬脑膜的侧支血管;4 型,ACA 的软脑膜吻合支;5 型,眼动脉的侧支血管。

ICA 的分期标准采用改良后的铃木分期方法^[4]:I 期,颈内动脉末端分叉处狭窄,无烟雾状血管;II 期,ICA 狭窄伴 ACA、MCA 的代偿扩张,烟雾状血管开始出现;III 期,ACA、MCA 部分狭窄,烟雾状血管增加;IV 期,ACA、MCA 病变进展,烟雾状血管开始减少;V 期,ACA、MCA 闭塞,烟雾状血管明显减少;VI 期,烟雾状血管几乎消失。

梗死前期的 CTPI 分期标准^[5]:I_a 期, TTP 延长, MTT、CBF 和 CBV 正常;I_b 期, TTP 和 MTT 延长, CBF 轻度下降, CBV 升高;II_a 期, TTP、MTT 延长, CBF 下降, CBV 基本正常或轻度下降;II_b 期, TTP、MTT 延长, CBF 和 CBV 下降。本研究中将灌注参数均未见明显异常者定义为 0 期,已经出现脑梗死则定义为 III 期。

4. 临床疗效的评价标准

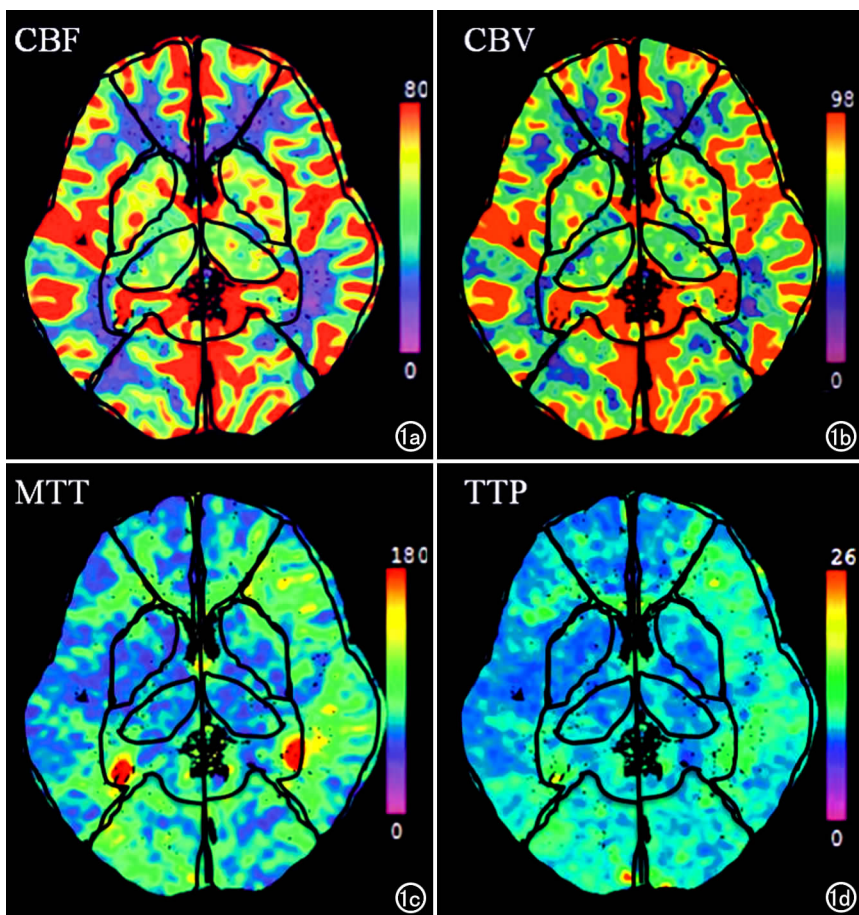


图 1 在各个灌注参数伪彩图上勾画感兴趣区,测量患侧和对侧镜像区域的灌注参数值。a) CBF 图; b) CBV 图; c) MTT 图; d) TTP 图。

术后对所有患者采用电话随访,随访内容包括症状缓解与否、卒中再发情况。评估采用总体评估量表,具体评分标准:−3 分,死亡;−2 分,明显恶化;−1 分,恶化;0 分,无改变;1 分,改善;2 分,明显改善。

5. 统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计软件,定量资料的比较采用配对 *t* 检验或配对秩符号检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. DSA 在单侧 MMD 脑血管重建术中的应用

51 例单侧 MMD 患者,术前 1 例行磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA),50 例行 DSA 检查,其中 49 例质量良好,1 例质量较差不能满足诊断要求、在图像分析时剔除。

49 例患者的术前 DSA 评估:左侧受累 33 例,右侧受累 16 例;49 例均可见一侧的 MCA 受累,其中轻度-中度狭窄 12 例,重度狭窄 15 例(图 2),闭塞 22 例;伴有对侧 MCA 轻度狭窄 1 例,患侧 ICA 受累(图 4) 12 例(包括轻度-中度狭窄 6 例,重度狭窄 2 例,闭塞 4 例),患侧 ACA(图 4)受累 8 例(包括轻度-中度狭窄 3 例,重度狭窄 1 例,闭塞 4 例)。对 ICA 的分期结果:

Ⅱ期 4 例,Ⅲ期 17 例;Ⅳ期 20 例,Ⅴ期 8 例。对侧支循环的分型结果:1 型 49 例;2 型 31 例;3 型 3 例;4 型 23 例,其中 2 例为来自对侧的 ACA 软脑膜侧支血管;5 型 2 例。49 例患者中 6 例行术前 CTA 检查,显示的血管狭窄程度与 DSA 一致,但 3 例 DSA 可见颅底烟雾状血管、1 例 DSA 显示有来自 ACA 的侧支循环,而 CTA 均未显示。

44 例行 STA-MCA 搭桥术的患者术前均行 DSA 检查,4 例行 CTA 检查。术后 21 例行血管成像检查,包括 DSA13 例、CTA15 例、MRA1 例,其中 6 例行 DSA 和 CTA 检查,1 例行 3 项检查。13 例行术后 DSA 检查者,显示吻合血管均再通;与术前比较,颅底的侧支循环变化情况为无变化 4 例、增多 0 例、减少 8 例、消失 1 例。15 例行术后 CTA,显示 14 例吻合血管再通,1 例无再通。3 例在术前及术后均行 CTA 检查,发现颅底的侧支循环无明显变化,其中 1 例 DSA 显示侧支循环减少。1 例行术后 MRA 检查,显示吻合血管再通。

3 例行联合重建术的患者,术前均行 DSA 检查,2 例行 CTA 检查;术后 1 例行 DSA 检查,显示侧支吻合血管形成,2 例行 CTA 检查,显示侧支吻合血管形成。

2. CTPI 在单侧 MMD 脑血管重建中的应用

51 例患者术前 CTPI 的定量评估(图 3):以对侧镜像部位比较,患侧 MCA 供血区的 CBF 降低,CBV 升高,MTT 及 TTP 延长;患侧基底节 CBV 升高,MTT 及 TTP 延长;患侧 ACA 供血区的 MTT 延长;患侧 PCA 供血区的 CBV 升高,MTT 及 TTP 延长,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。

术前 CTPI 对梗死前期的分期结果见表 1。

表 1 单侧 MMD 患者术前 CTP 定性评估结果 (例)

区域	0 期	I _a 期	I _b 期	Ⅱ _a 期	Ⅱ _b 期	Ⅲ 期
患侧 MCA	4	0	34	9	1	3
对侧 MCA	49	0	2	0	0	0
患侧基底节	32	0	12	0	0	7
对侧基底节	0	0	0	0	0	0
患侧 ACA	38	0	10	3	0	0
对侧 ACA	38	0	10	3	0	0
患侧 PCA	35	0	12	2	0	2
对侧 PCA	43	0	8	0	0	0
患侧丘脑	46	0	4	0	0	1
对侧丘脑	0	0	0	0	0	0

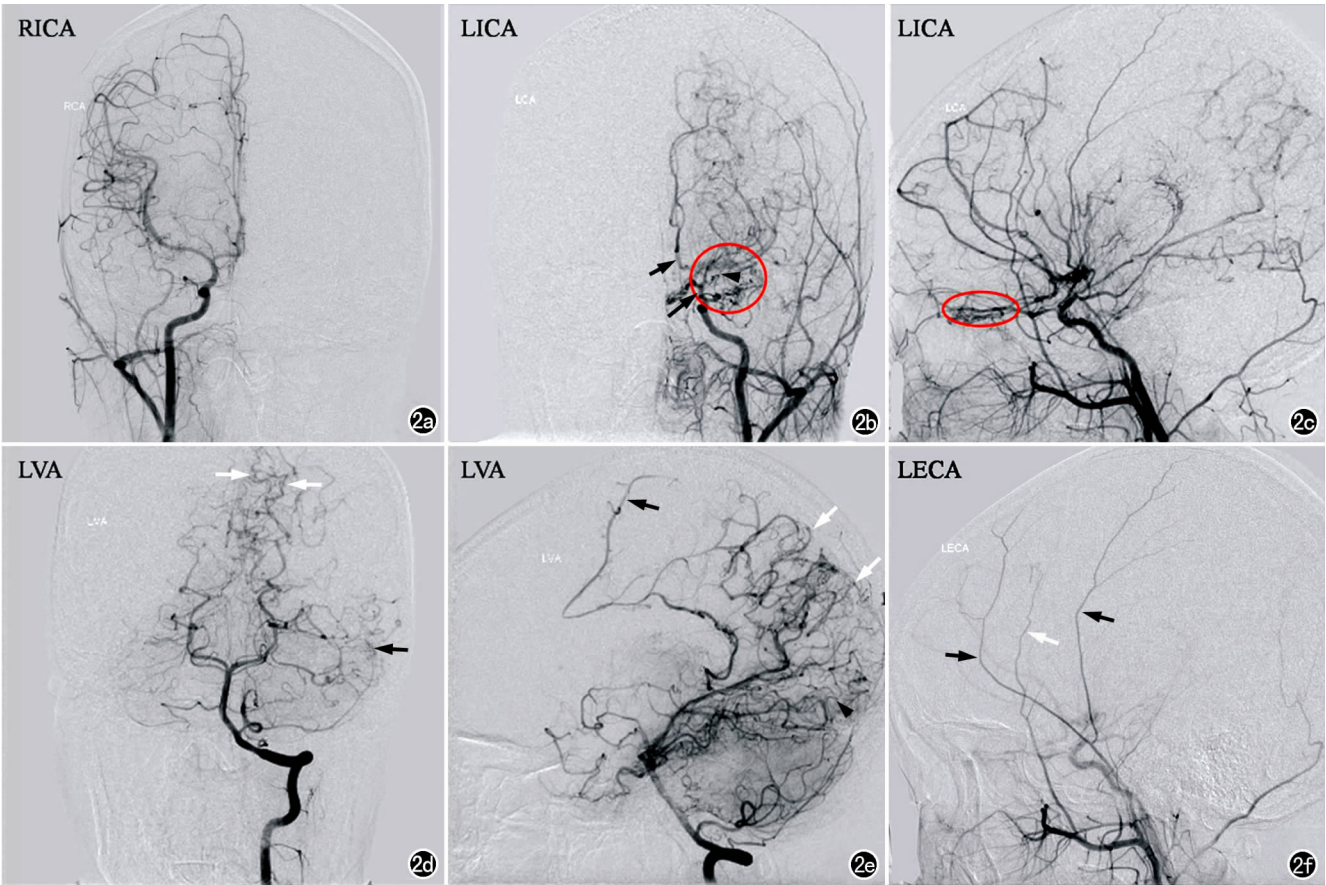


图 2 患者,女,16 岁,阵发性言语不利 1 月余。a) 右侧 ICA 造影正位片显示右侧 ICA、MCA 及 ACA 无明显异常; b) 左侧 ICA 造影正位片示左侧 ICA 末端(长箭)及 ACA 近端(短箭)轻度~中度狭窄,左侧 MCA 近端重度狭窄(箭头),颅底可见异常血管网(圆圈); c) 左侧 ICA 造影侧位片显示来自眼动脉(红色椭圆)的侧支循环; d) 左侧椎动脉造影正位片示顶枕动脉(白箭)和颞下后动脉(黑箭)代偿性供血至左侧 ACA 及 MCA 供血区; e) 左侧椎动脉造影侧位片示左侧大脑后动脉发出的胼胝体压部支(黑箭)、顶枕动脉(白箭)和颞下后动脉(黑箭头)代偿性供血至左侧 ACA 及 MCA 供血区; f) 左侧颈外动脉造影正位片示左侧颞浅动脉(黑箭)及脑膜中动脉(白箭)未见明显异常。

CTPI 的术后评估:33 例 STA-MCA 搭桥患者术后近期(平均 5 天)及 13 例搭桥患者术后远期(平均 6 个月)行 CTPI 检查,结果显示患侧的灌注较术前状态明显改善(表 2、3,图 3e~l);而行间接重建术和联合

重建术的各 3 例患者术后均行 CTPI 检查,显示患侧 5 个区域的灌注状态均未见明显改善。

3. 临床疗效观察结果

51 例患者中 10 例患者失访,随访资料完整的有 41 例患者,随访时间为 9 天~67 个月。其中临床症状明显改善者 24 例,改善 8 例,无改变 3 例,恶化 4 例,明显恶化 2 例,无死亡病例。发生恶化的患者中 3 例表现为首发症状部分改善,另出现新症状,包括术后高血压、右侧眼痛及右侧耳鸣;1 例表现为首发症状略加重。2 例明显恶化的患者表现为再次发生出血性和缺血性卒中。

讨 论

单侧 MMD 虽然只累及一侧的血管,但与典型 MMD 一样,均存在

表 2 STA-MCA 搭桥术后近期与术前比较的阳性结果

部位	术前均值	术后近期均值	t/z	P
MCA 区域				
CBF [△]	41.70(37.25~50.40)	55.20(41.65~63.85)	-2.287	0.022*
基底节区				
rCBF	0.74±0.16	0.92±0.15	-4.823	0.000 [#]
rCBV	1.05±0.18	1.13±0.18	-2.653	0.012 [#]
rMTT	1.42±0.33	1.23±0.26	4.539	0.000 [#]
rTTP	1.20(1.10~1.33)	1.10(1.04~1.20)	-4.126	0.000 [#]
rMTT	1.19(1.05~1.34)	1.02(1.02~1.21)	-3.610	0.000 [#]
rTTP	1.11(1.05~1.14)	1.03(0.98~1.10)	-3.827	0.000 [#]
PCA 区域				
rCBV	1.06±0.19	1.17±0.20	-2.704	0.011*
丘脑				
rCBF	0.97±0.16	0.90±0.16	2.423	0.021*

注:△ CBF 的单位为 mL/(100g·min);* P<0.05;# P<0.01;括号内为四分位间距,采用 z 检验进行分析;其余的数据采用 t 检验进行分析。

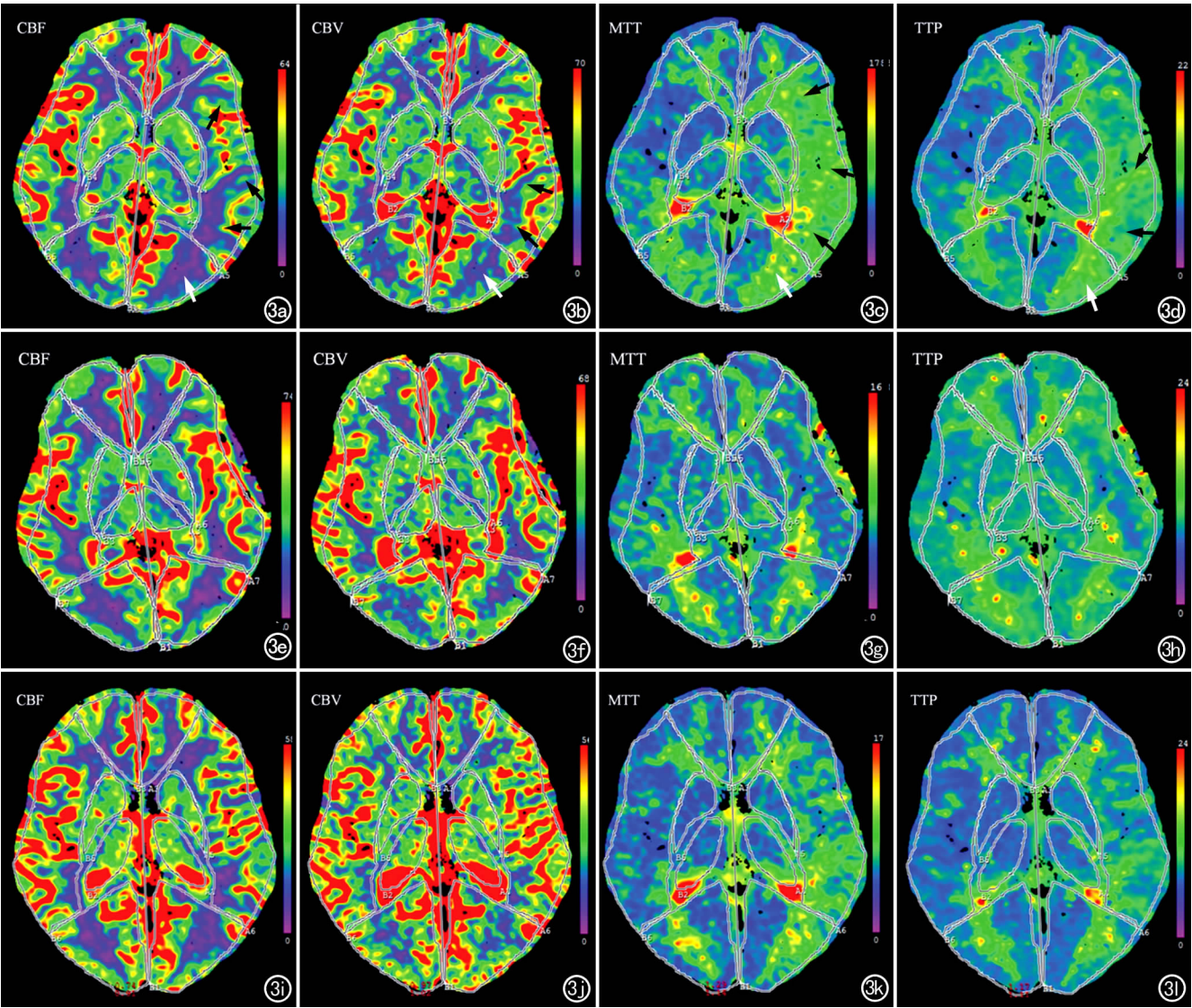


图 3 男,27 岁,突发右侧肢体无力伴右下肢活动不灵 4 个月,左侧大脑中动脉(MCA)闭塞。a~d) 术前 CTPI 参数图,示左侧 MCA(黑箭)及 PCA(白箭)供血区域灌注异常,CBF 降低,CBV 略降低,MTT 及 TTP 明显延长;e~h) 术后近期 CTPI 参数图,示左侧 MCA 及 PCA 供血区域的 CBF、CBV、MTT 和 TTP 未见明显异常;i~l) 术后远期 CTPI 参数图左侧 MCA 供血区域 CBF 及 CBV 未见明显异常,MTT 及 TTP 略延长。

表 3 STA-MCA 搭桥术后远期与术后近期比较的阳性结果

部位	术后近期均值	术后远期均值	t/z	P
MCA 区域				
TTP(s)	11.93±2.58	10.42±1.53	2.581	0.024*
rCBV	1.19±0.24	1.05±0.14	2.438	0.031*
基底节区				
CBV(mL/100g)	55.10(40.75~62.40)	43.50(35.35~56.80)	-1.992	0.046*
ACA 区域				
CBV(mL/100g)	51.50(47.10~67.25)	43.20(37.25~54.85)	-2.341	0.019*
rMTT	1.12±0.19	1.04±0.12	-2.705	0.019*
PCA 区域				
CBV(mL/100g)	72.10(56.85~83.40)	49.90(45.70~64.50)	-1.992	0.046*
MTT(s)	86.19±17.95	77.50±15.85	3.224	0.007#
rCBV	1.29±0.24	1.14±0.12	2.722	0.019*
rMTT	1.05(1.02~1.39)	1.01(0.98~1.23)	-2.308	0.021*

注: * P<0.05; # P<0.01; 括号内为四分位间距,采用 z 检验进行分析;其余的数据采用 t 检验进行分析。

脑实质内 CBF 的减低,脑血管重建术能很好地改善脑灌注,降低脑缺血的发生,改善患者的预后^[6]。手术成功的关键在于对 MMD 患者手术前血管情况及脑灌注状态的评估、适应证的选择及术后疗效的评价。

1. 脑血管重建术前血管情况的评估

DSA 是评估脑血管情况的金标准,但为有创性检查,且风险高、价格昂贵,不易被患者接受。CTA 虽然

简单易行,但显示颅底烟雾状血管的能力不及 DSA,且具有辐射。MRA 也可评估血管情况^[7],且无创,但显示侧支循环较差。评估灌注状态的方法也很多,其中 CTPI 快速简便、费用低,目前已广泛应用于 MMD 的临床检查中,但存在辐射、对比剂副反应等缺点。本研究应用 DSA 及 CTPI 来评估单侧 MMD。

本研究中所有病例 MCA 均受累,单一 MCA 受累者占 71.4%(35/49),这些患者的血管受累情况与典型 MMD 相比具有一定特征性,侧支循环分型增加了来自对侧正常血管的侧支循环。也有研究认为单侧 MMD 患者中无眼动脉来源的侧支循环,可能由于研究病例数(12 例)较少^[8]。Suzuki 分期方法中根据 DSA 显示的颅内血管的狭窄程度及侧支循环的代偿情况将 MMD 分为 6 期,大体上反映了 MMD 的进展情况。有学者认为单侧 MMD 患者的 Suzuki 分期显著低于典型 MMD 患者^[8-9]。但本研究中采用改良的 Suzuki 分期方法得出的结果恰好相反,单侧 MMD 患者的总的分期结果不低于典型 MMD 患者,Ⅲ期占 34.7%(17/49),Ⅳ期占 40.8%(20/49)。这可能与病例数、分期标准及评估者间的差异等原因有关。Okada 等^[10]研究表明,Suzuki 分期的Ⅱ~Ⅳ期为 MMD 手术适应证之一,但由于侧支循环代偿的影响,Suzuki 分期与病情轻重并不平行,故评估 MMD 患者的脑灌注状态成为选择手术适应证的关键。

2. 脑血管重建术前脑灌注状态的评估及手术适应证的选择

Togao 等^[11]认为典型 MMD 患者脑血流动力学变化主要表现为 CBF 降低、CBV 升高以及 MTT 延长。本研究的定量结果显示单侧 MMD 患者的患侧灌注参数具有相似的表现。另定性分析中,4 例患者的患侧 CBF 及 CBV 升高,其中 2 例位于基底节区及丘脑,1 例位于基底节区,1 例位于丘脑。这可能与丰富的颅底烟雾状血管有关。本研究中 51 例患者的术前患侧 MCA 供血区域的梗死分期中 66.7%处于Ⅰ_b期,其它区域的梗死分期中 0 期均在 62.7%及以上。Ⅰ期由于 Bayliss 效应影响,脑循环储备力发挥作用,使 CBV 增加从而维持了 CBF 的稳定;当 CBF 下降到电衰竭阈值以下时,机体的脑代谢储备发挥作用,此时细胞处于“贫困灌注”状态,即梗死前期Ⅱ期,此期患者应尽早进行手术治疗以挽救缺血的脑组织;最后,当 CBF 下降程度超过脑代谢储备力时,则发生脑梗死,此时即使行手术治疗,效果也很差^[12]。有研究表明典型 MMD 患者手术区域与非手术区域的 CBF 差异是选择手术适应证的指标,若无明显差异甚至存在手术区域高灌注时,可能会出现手术区域在术后发生出血或者高灌注损伤^[13]。单侧 MMD 患者选择手术的侧

别是比较明确的,若术后出现对侧血管病变的进展且临床症状和血管狭窄严重时,则应进行另一侧的脑血管重建术。Matsushima 等^[14]推荐对于小于 2 岁的患者应采用双侧重建术,因为正常侧血管病变继续进展的发生率较高。单侧 MMD 患者无症状侧也应进行手术治疗,尤其是儿童患者。但也有研究者认为,手术治疗应该推迟到无症状侧出现症状后^[14]。目前对单侧 MMD 的具体手术指征及手术方式尚无明确规定。

3. 脑血管重建术后疗效评价

DSA 及 CTPI 不仅在 MMD 的术前评估中发挥了重要作用,在术后吻合血管通畅性及脑灌注改善情况的评价中也具有重要的临床价值。DSA 和 CTA 均可评估 STA-MCA 搭桥手术的效果,但对于评估颅底烟雾状血管的变化情况以 DSA 检查更可靠。DSA 还可以评估联合重建术的手术效果,本研究中 1 例行联合重建术的患者,术后 DSA 显示侧支吻合血管形成,而 2 例行联合重建术后 CTA 未见侧支吻合血管形成,提示手术效果不好,但也可能与 CTA 的成像效果相关。还有学者应用 CTPI 对 12 例典型 MMD 及 6 例单侧 MMD 患者在手术后 1 周对手术效果进行评估,结果显示 1 例行直接重建的患者,术后额、颞叶的灌注状态较术前略有改善;17 例行间接重建术的患者手术侧的额、颞叶较术前的灌注状态明显改善^[15]。本研究中行 STA-MCA 搭桥的患者中 33 例术后近期、13 例术后远期的患侧脑灌注状态较术前明显改善,但行间接重建术和联合重建的患者术后脑灌注情况未见明显改善。本研究中行间接和联合重建术的患者例数较少,需要进一步扩大样本量来准确评估这 2 种手术方式的治疗效果。

综上所述,DSA 及 CTPI 在单侧 MMD 血管重建术中发挥了重要作用,但具体的手术适应证和手术方式的选择尚需要扩大样本量进行进一步的研究。

参考文献:

- [1] Research Committee on the Pathology and Treatment of Spontaneous Occlusion of the Circle of Willis; Health Labour Sciences Research Grant for Research on Measures for Infractable Diseases. Guidelines for diagnosis and treatment of moyamoya disease (Spontaneous Occlusion of the Circle of Willis)[J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 2012, 52(5): 245-266.
- [2] Barber PA, Demchuk AM, Zhang J, et al. Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy[J]. Lancet, 2000, 355(9216): 1670-1674.
- [3] Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. North American Symptomatic carotid endarterectomy trial collaborators[J]. N Engl J Med, 1991, 325(7): 445-453.
- [4] Mugikura S, Takahashi S, Higano S, et al. The relationship be-

- tween cerebral infarction and angiographic characteristics in childhood moyamoya disease[J]. AJNR, 1999, 20(2): 336-343.
- [5] 高培毅. 脑梗死前期脑局部低灌注的 CT 灌注成像表现及分期[J]. 中国卒中杂志, 2008, 3(2): 115-119.
- [6] Fung LW, Thompson D, Ganesan V. Revascularisation surgery for paediatric moyamoya: a review of the literature[J]. Childs Nerv Syst, 2005, 21(5): 358-364.
- [7] 赵云辉, 马著彬, 张雪林, 等. 烟雾病 MRI 和 MRA 诊断价值(附 16 例报告)[J]. 放射学实践, 2002, 17(5): 390-392.
- [8] Ogata T, Yasaka M, Inoue T, et al. The clinical features of adult unilateral moyamoya disease: does it have the same clinical characteristics as typical moyamoya disease? [J]. Cerebrovasc Dis, 2008, 26(3): 244-249.
- [9] 耿万杰, 李正侠. 单侧烟雾病临床特点的分析[J]. 临床荟萃, 2012, 27(6): 520-522.
- [10] Okada Y, Shima T, Nishida M, et al. Effectiveness of superficial temporal artery-middle cerebral artery anastomosis in adult moyamoya disease: cerebral hemodynamics and clinical course in ischemic and hemorrhagic varieties[J]. Stroke, 1998, 29(3): 625-630.
- [11] Togao O, Mihara F, Yoshiura T, et al. Cerebral hemodynamics in Moyamoya disease: correlation between perfusion-weighted MR imaging and cerebral angiography[J]. AJNR, 2006, 27(2): 391-397.
- [12] Sharp FR, Lu A, Tang Y, et al. Multiple molecular penumbras after focal cerebral ischemia[J]. J Cerebr Blood Flow Metabol, 2000, 20(7): 1011-1032.
- [13] 张军, 王剑虹, 耿道颖, 等. 采用 256 层 CT 全脑灌注研究烟雾病术后桥血管再通及手术前后脑血流动力学的变化[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(8): 743-746.
- [14] Matsushima T, Take S, Fujii K, et al. A case of moyamoya disease with progressive involvement from unilateral to bilateral[J]. Surg Neurol, 1988, 30(6): 471-475.
- [15] Nagata S, Matsushima T, Morioka T, et al. Unilaterally symptomatic moyamoya disease in children: long-term follow-up of 20 patients[J]. Neurosurgery, 2006, 59(4): 830-836; discussion 836-837.
- [16] 朱剑萍, 赵宁辉, 张洋霖, 等. CT 脑灌注联合血管成像在烟雾病血管重建术中的应用价值[J]. 医学影像学杂志, 2014, 24(1): 1-4.

(收稿日期: 2014-05-12 修回日期: 2014-08-22)

· 书讯 ·

《功能性磁共振诊断》由华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科夏黎明教授和朱文珍教授主编, 于 2011 年 3 月由人民卫生出版社出版, 全书共十章, 50 多万字, 近 1000 幅图片, 书中内容是同济医院放射科同道们 10 多年来的科研、临床的总结和汇报, 包括功能性磁共振技术在中枢神经系统、心血管系统、乳腺、腹部、盆腔、肌骨、关节、胎儿、淋巴结和分子影像实验等领域的研究, 其中一些内容是国内率先或领先开展、报道, 并在 RSNA 或 ISMRM 上发言或展板。可以说技术先进, 内容科学、全面、系统, 图文并茂, 实用性强, 具有较高的参考价值, 欢迎广大同道、读者订阅。可直接与人卫出版社的张老师或范老师联系, 享受优惠价。电话: 010-597873381, 010-59787351。

《盆腔疾病 CT、MRI 鉴别诊断学》由广东省东莞市人民医院郑晓林和中山大学附属第一医院许达生主编, 于 2013 年 12 月由世界图书出版西安有限公司出版发行, 其书是以鉴别诊断为前提的盆腔病变 CT、MRI 专著, 全书共分为 5 章, 从基本理论、正常解剖到盆腔的各种病变都进行了详细论述。为了加深对每类病征鉴别诊断的理解, 本书尽力做到每个病种都有病例图片。全书共计 1500 多幅 CT、MRI 图片, 使各病种之间的鉴别诊断更加直观。本书既可供影像专业医师临床应用, 也可作为临床相关科室尤其是妇科、泌尿生殖医师的案头参考书。全国各地新华书店和当地医学书店有售。出版社电话: 029-87233647。

《心血管磁共振诊断学》由阜外心血管病医院赵世华教授主编, 人民军医出版社出版。该书的出版得到刘玉清院士和胡大一教授的充分肯定和高度评价, 并亲自作序, 由韩美林先生题写书名。全书 40 余万字、600 余幅图片, 系统的阐述了心脏 MR 成像技术及其在常见心血管疾病中的诊断价值、优势及不足。本书全部内容皆由作者根据自己在阜外医院丰富的临床经验以及多年来所总结的心得历经心血凝练而成, 具有突出的临床实用性。所有图片基本都取材于该院, 病种全面, 内容翔实, 是一本在该领域具有国内领先水平的参考书, 可供医学影像学、心脏内外科医师和技术人员参考阅读, 也可作为研究生和进修生的辅导教材。定价 98 元, 各地新华书店和当当网有售。邮购联系人: 高爱英 13611070304。