

## 颈动脉内膜切除术治疗颈动脉次全或完全闭塞患者的术中超声评估

刘玉梅 刘蓓蓓 孟秀峰 杨洁 李景植 李响 焦力群 华扬

**摘要:** 目的 分析颈动脉内膜切除术(CEA)治疗颈动脉次全或完全闭塞术中超声监测血管结构、血流动力学改变与手术再通的相关性。方法 回顾性纳入 2005 年 1 月—2014 年 1 月在首都医科大学宣武医院经 DSA 确诊为颈动脉闭塞性病变并接受 CEA 治疗的患者共 107 例。根据术中超声检查结果,分为血流再通组 86 例和未通组 21 例。对比分析两组患者术前及术中大脑中动脉的血流速度及搏动指数,记录术中颈动脉血管异常、血管残余狭窄率、再通患者病变血管内径及血流速度及搏动指数。结果 (1) 颈动脉再通患者术中与术前患侧 MCA 的收缩期峰值流速(PSV)分别为(82±32)和(60±17) cm/s,平均流速(MV)分别为(50±19)和(42±13) cm/s,血管搏动指数(PI)分别为 0.97±0.25 和 0.67±0.14,术中较术前明显升高,差异均有统计学意义(均  $P < 0.01$ );未通患者术中与术前 MCA 的 PSV 分别为(46±20)和(63±21) cm/s,EDV 分别为(24±13)和(34±12) cm/s, MV 分别为(32±16)和(44±15) cm/s,术中均较术前明显降低,差异均有统计学意义(均  $P < 0.01$ ),但 PI 术中与术前比较差异无统计学意义(0.70±0.18 和 0.67±0.15,  $P = 0.317$ )。(2) 再通组病变血管内径术中较术前明显增宽 [(3.4±0.9)和(0.6±0.4) mm,  $P = 0.000$ ]。术中超声检查发现再通者 86 例中血管结构轻度异常 13 例,未再通者均为血管结构显著异常。结论 术中颈动脉超声结合经颅多普勒超声监测脑血流,可有效判断颈动脉血管结构及脑血管血流动力学的改善程度,及时指导术中二次修复。

**关键词:** 颈动脉疾病; 颈动脉狭窄; 颈动脉内膜切除术; 术中超声评估

doi: 11.3969/j.issn.1672-5921.2014.08.003

**Intraoperative ultrasound assessment of carotid endarterectomy for the treatment of patients with subtotal or complete occlusion of carotid artery** LIU Yu-mei, LIU Bei-bei, MENG Xiu-feng, YANG Jie, LI Jing-zhi, LI Xiang, JIAO Li-qun, HUA Yang. Department of Vascular Ultrasound, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China

Corresponding author: HUA Yang, Email: dryanghua99@163.com

**Abstract: Objective** To analyze the correlations of vascular structure, hemodynamic changes and surgical recanalization of carotid endarterectomy (CEA) for the treatment of subtotal or complete occlusion of carotid artery. **Methods** A total of 107 patients with carotid artery occlusive disease diagnosed at Beijing Xuanwu Hospital, Capital Medical University received CEA therapy from January 2005 to January 2014 and were enrolled retrospectively. According to the findings of intraoperative ultrasound, they were divided into either a recanalization group ( $n = 86$ ) or a non-recanalization group ( $n = 21$ ). Preoperative and intraoperative carotid artery diameter and blood flow velocity were compared and analyzed with carotid ultrasonography. Intraoperative detected vascular abnormalities, residual vascular stenosis rate, blood flow velocity and pulsatility index of the ipsilateral middle cerebral artery (MCA) were documented. **Results** (1) The peak systolic velocity (PSV) (82±32 cm/s and 60±17 cm/s), mean velocity (MV) (50±19 cm/s and 42±13 cm/s), and pulsatility index (PI) (0.97±0.25 and 0.67±0.14) on the ipsilateral MCA in

基金项目: 首发专项基金课题(303-01-005-0077)

作者单位: 100053 北京,首都医科大学宣武医院血管超声诊断科

通讯作者: 华扬, Email: dryanghua99@163.com

patients of carotid artery recanalization before and after procedure were significantly higher than those during the procedure. There were significant differences ( all  $P=0.000$  ). In patients failed to recanalize the intraoperative and preoperative PSV ,EDV and MV of MCA were  $46 \pm 20$  cm/s and  $63 \pm 21$  cm/s , $24 \pm 13$  cm/s and  $34 \pm 12$  cm/s ,and  $32 \pm 16$  cm/s and  $44 \pm 15$  cm/s ,respectively. They were reduced more significantly during the procedure than those after procedure. There were significant differences ( all  $P=0.000$  ). But there was no significant difference in PI (  $0.70 \pm 0.18$  and  $0.67 \pm 0.15$  ) compared with that before procedure (  $P=0.317$  ). (2) The diseased vascular diameter of the recanalization group was significantly widened (  $0.6 \pm 0.4$  mm vs.  $3.4 \pm 0.9$  mm  $P=0.000$  ) compared with before procedure. The overall recanalization rate was 80.4% ( 86/107 ). Intraoperative ultrasound revealed that 13 patients had mild abnormal vascular structures among the recanalized patients. The non-recanalized patients had significantly abnormal vascular structure. **Conclusion** Intraoperative carotid ultrasound in combination with transcranial Doppler ( TCD ) for monitoring cerebral blood flow may effectively identify the carotid structure and the degree of cerebral hemodynamic improvement and timely guide the secondary repair.

**Key words:** Carotid artery disease; Carotid artery stenosis; Carotid endarterectomy; Intraoperative ultrasound assessment

颈动脉内膜切除术( carotid endarterectomy ,CEA) 是治疗颈动脉狭窄的“金标准”手术方式,可有效预防卒中的发生。针对颈动脉狭窄患者的 CEA 研究表明<sup>[1-2]</sup>,术中采用经颅多普勒超声( TCD) 联合颈动脉超声不仅可以实时监测脑血流改变,还可及时发现术中颈动脉结构异常,指导手术二次修复,有助于降低围手术期卒中的发生。而对于颈动脉闭塞性病变的 CEA 手术疗效尚存争议<sup>[3-4]</sup>,有关这类病变术中血管结构改变的研究报道较少。笔者采用颈动脉彩色多普勒血流显像( color Doppler flow imaging ,CDFI) 联合 TCD,回顾性对颈动脉闭塞性病变实施 CEA 术的患者术中血管结构改变及脑血管血流动力学变化进行综合评估,分析其与手术再通的相关性。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

连续收集 2005 年 1 月—2014 年 1 月收住于首都医科大学宣武医院神经内外科可疑前循环缺血性脑血管病 601 例患者的临床资料,其中包括部分血管中度狭窄( 狭窄率 50% ~ 69% ) 进展为重度狭窄或闭塞的患者,筛选经血管超声检测及 DSA 检查确诊为颈动脉狭窄率为 95% ~ 99% 及颈动脉闭塞,并接受 CEA 治疗的患者共 107 例,其中男 97 例,女 10 例,平均年龄(  $61 \pm 9$  ) 岁。临床表现为短暂性脑缺血发作 61 例、卒中 44 例、无症状者 2 例。排除与纳入标准见文献[5]。

### 1.2 研究方法

根据术中超声检查,将颈动脉病变分为血流再通组 86 例及未通组 21 例。分析两组患者术中超声监

测的血管结构及血流动力学变化特征及与 CEA 再通的相关性。

根据 DSA 结果,将 107 例患者分为颈动脉次全性闭塞( non completed carotid occlusion ,NCCO) ( 63 例) 和完全性闭塞( completed carotid occlusion ,CCO) ( 44 例)。CCO 特征为颈动脉超声未显示血流信号及 DSA 未见责任血管显影。NCCO 特征为: ( 1 ) 颈动脉极重度狭窄( 狭窄率 95% ~ 99% ),有线性征; ( 2 ) 对比剂消失延迟<sup>[6-7]</sup>。

**1.2.1 超声检查方法:** 术中彩色多普勒超声诊断仪采用美国 GE 公司生产的 Logic-e,选择 5.0 ~ 12.0 MHz 线阵探头,将探头置于无菌套内,在 CEA 术中颈动脉缝合后置于颈动脉表面进行检测。记录手术部位颈动脉内膜切除下缘( 颈总动脉)、中段( 颈动脉球部 Bulb)、上缘( 颈内动脉) 的血管内径、残留内膜及斑块大小。记录上述对应部位的收缩期峰值流速( PSV)、舒张末期流速( EDV)、平均流速( MV)、搏动指数( PI),评估血管是否发生残余狭窄及其狭窄程度。

TCD 采用德国 EME 公司生产的 8080 或深圳德力凯公司生产的 EMS-9PB 经颅多普勒超声仪,1.6 MHz 探头及监测头架,对双侧大脑中动脉( MCA) 进行脑血流实时监测。

**1.2.2 手术方法:** 动脉闭塞病变的血管再通治疗包括单纯 CEA、CEA 联合动脉导管取栓术及 CEA 联合颈动脉支架置入术( CAS) 治疗。手术均由神经外科医师完成。根据 Panneton 等<sup>[8]</sup>的报道,将 CEA 术中血管结构超声检测结果分为 3 种类型: 正常、轻度异常( 不影响血流动力学的小斑块残留、部分颈外动脉

残余狭窄、较小的内膜活瓣未造成明显血管狭窄)和显著异常(存在明显的血管残余狭窄致血流动力学异常、血栓形成、术中夹层发生等)。

### 1.3 统计学分析

应用 SPSS 11.5 统计软件,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,对组内术前及术中颈动脉的管径、血流速度、MCA 血流速度进行配对 *t* 检验;组间同一指标的比较采用 *t* 检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 术中 MCA 血流变化与 CEA 再通的相关性

无论单纯实施 CEA、CEA 联合动脉导管取栓术或 CEA + CAS,当开放颈动脉后,再通组患者 MCA 的 PSV、MV 及 PI 值均较术前明显升高,差异均有统计学意义(均  $P < 0.01$ );EDV 手术前与手术中差异无统计学意义( $P = 0.722$ )。而未通组患者 MCA 的 PSV、EDV、MV 均较术前明显减低,差异均有统计学意义(均  $P < 0.01$ );PI 比术前略有增高,但差异无统计学意义( $P = 0.317$ )。术中开放颈动脉后再通组 PSV、EDV、MV 及 PI 均较未通组明显升高,差异均有统计学意义(均  $P < 0.01$ )。见表 1。

### 2.2 术中 ICA 内径与血流动力学变化的比较

107 例患者切除斑块或取栓术后,CEA 再通组(86 例)病变血管 ICA 内径较术前明显增宽,分别为( $3.4 \pm 0.9$ )和( $0.6 \pm 0.4$ ) mm,差异有统计学意义( $P = 0.000$ )。

NCCO 患者血管再通(57 例)后,ICA 的 PSV 由术前狭窄处血流速度( $391 \pm 224$ ) cm/s,恢复为正常血流速度( $98 \pm 63$ ) cm/s,差异有统计学意义( $P = 0.000$ )。

CCO(44 例)血管再通(29 例)患者中,17 例术前 ICA 管腔内无血流信号,术中 PSV 及 EDV 恢复至正常( $86 \pm 38$ )和( $31 \pm 15$ ) cm/s;12 例术前存在颈外动脉逆向颈内动脉供血者,ICA 的 PSV 由术前( $61 \pm 27$ ) cm/s 升高至( $119 \pm 78$ ) cm/s( $P = 0.017$ ),PI 值由术前  $0.76 \pm 0.16$  升高至  $0.97 \pm 0.21$ ( $P = 0.034$ )。

### 2.3 术中颈动脉结构异常与血管再通性的比较

107 例患者术中 CDFI 首次检查显示颈动脉血流完全通畅者 70 例(65.4%),轻度血管异常者 13 例(12.1%) 血管结构显著异常者 24 例(22.4%),其中 3 例经二次手术修复后血流恢复畅通。CEA 结束时本组血流再通者 86 例,总体再通率为 80.4%。再通者中血管结构轻度异常 13 例,包括颈动脉残留内膜 7 例、残余斑块 5 例、缝合狭窄 1 例。见图 1 2。

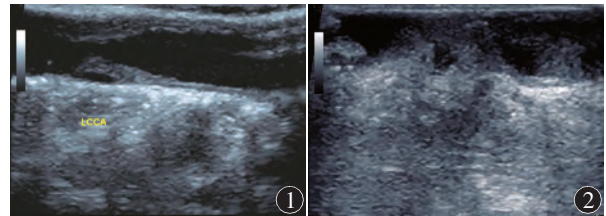


图 1 术中二维超声显示手术下切缘颈总动脉前、后壁均残留有动脉粥样硬化斑块 图 2 术中二维超声显示手术范围颈内动脉管腔内充填低回声,提示术中颈动脉血栓形成

表 1 超声检测颈动脉内膜切除术患者术前与术中大脑中动脉血流参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	PSV( cm/s)				EDV( cm/s)			
		术前	术中	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	术前	术中	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
再通组	86	$60 \pm 17$	$82 \pm 32$	6.463	0.000	$33 \pm 11$	$33 \pm 13$	0.357	0.722
未通组	21	$63 \pm 21$	$46 \pm 20$	6.168	0.000	$34 \pm 12$	$24 \pm 13$	5.594	0.000
<i>t</i> 值		0.531	4.890 <sup>a</sup>			0.516	2.842 <sup>a</sup>		

组别	例数	MV( cm/s)				PI			
		术前	术中	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	术前	术中	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
再通组	86	$42 \pm 13$	$50 \pm 19$	3.624	0.001	$0.67 \pm 0.14$	$0.97 \pm 0.25$	11.846	0.000
未通组	21	$44 \pm 15$	$32 \pm 16$	5.459	0.000	$0.67 \pm 0.15$	$0.70 \pm 0.18$	1.026	0.317
<i>t</i> 值		0.429	3.960 <sup>a</sup>			0.808	4.556 <sup>a</sup>		

注: <sup>a</sup> $P < 0.01$ , 术中大脑中动脉血流参数为颈动脉完全开放后所测

未再通者 21 例 均为血管结构显著异常 包括术中颈动脉夹层 1 例、颈内动脉远端闭塞 14 例、颈总动脉近端闭塞 6 例。

### 3 讨论

#### 3.1 术中 MCA 血流速度变化与 CEA 的成功性

CEA 通过解除血管狭窄改善脑血流灌注 因此手术成功标准之一是术后即刻患侧脑血流动力学的改善。笔者前期的研究结果表明<sup>[1-2]</sup> ,TCD 对术中脑血流监测具有实时性、能够指导实施分流、全程微栓子监测等优势,同时结合术中颈动脉超声,有助于及时发现残留斑块、残余狭窄等异常情况的存在,指导术中二次修复,提高 CEA 手术成功率。本组患者术中当颈动脉斑块剥离,再通患者颈动脉血流开放瞬间患侧 MCA 血流速度升高,PI 升高达到正常水平,表明颈动脉狭窄的解除及脑血流灌注的恢复,进一步证实既往的研究结果<sup>[1]</sup>。而颈动脉未再通患者患侧 MCA 血流速度较术前则进一步减低,PI 无改善( $P = 0.317$ ) 表明脑血流速度和 PI 的同步提高及改善是判断 CEA 术成功的重要标志。

#### 3.2 术中颈内动脉内径、血流动力学变化与 CEA 的成功性

CEA 术中剥离斑块,缝合颈动脉后,原闭塞或狭窄处管腔结构、血流速度恢复正常,提示血管的通畅性。管径及血流速度的恢复正常被作为血管狭窄解除、手术成功的标志,而超声频谱形态的改善往往易被忽视。有研究表明,在颈动脉闭塞性病变中,PI 与阻力指数的改变不仅可以预测颈动脉闭塞的位置,还可以在颅内动脉疾病的诊断中提高对颈动脉闭塞性病变的诊断准确率<sup>[9-11]</sup>。因此,当术中颈内动脉血流速度提高,而血流频谱形态、PI 值未恢复或手术侧 MCA 频谱形态及 PI 值未恢复时,应高度怀疑颈内动脉远段血管的病变未去除,或出现其他血管闭塞性病变的可能,如颈动脉夹层、血管闭塞或合并串联式远段血管的重度狭窄。本组再通患者术中均表现为颈动脉管径恢复、血流速度改善,同时颅内 MCA 的血流速度及 PI 恢复正常。而未再通患者颅内 MCA 的频谱形态及 PI 无改善,这与前期研究结果一致<sup>[9]</sup>。

#### 3.3 术中颈动脉血管结构改变与血管再通性分析

美国心脏协会指南要求,对无症状和有症状患者 CEA 后 30 d 卒中及病死率应  $< 3\%$  和  $< 6\%$ <sup>[11]</sup>。术中血管内膜结构损伤、血栓形成或斑块切除不完整等因素是造成 CEA 中卒中发生的重要原因<sup>[13-15]</sup>。术中颈

动脉超声的目的不仅在于检测 CEA 后即刻血管管径及血流速度的改变,更重要的是协助术者判断血管内是否存在异常,如斑块或内膜的残留、内膜活瓣形成、残余狭窄等,指导术者采取即刻二次切除术,提高 CEA 的成功率。

Panneton 等<sup>[8]</sup>通过对 155 例颈动脉重度狭窄患者实施 CEA 的术中超声结果分析显示,完全正常者 59%,轻度异常者 30%,显著异常者 9%。对大部分显著异常者采取了即刻二次手术修复,另有 2% 的显著异常者由于其他原因未实施二次手术。Ott 等<sup>[16]</sup>研究了 74 例 CEA 行术中超声检查,结果显示 55.4% 的患者术中血管完全正常,34% 发现轻度异常,11% 超声提示显著异常并进行二次手术修复。

本组术中超声结果显示,完全正常者 65.4% (70 例),轻度血管异常者 12.1% (13 例),血管显著异常者 22.4% (24 例),并对其中 3 例显著异常者采取了即刻二次手术修复,血流恢复畅通。完全正常者比率高于上述研究,且轻度血管异常发生率相对较低,而显著血管异常的发生比率略高于上述研究。分析原因为本研究针对颈动脉闭塞性病变患者,术中取栓增加了手术难度。本研究中手术未恢复通畅的患者共 21 例,1 例于术中发生颈动脉夹层,其余 20 例是由于原闭塞部位血栓未取出所致。因此,原位血栓未取出也应列为术中颈动脉显著异常范围内,对术中超声分类给予了进一步补充。而原位血栓常位于手术视野外,术中超声有时无法检测。因此,结合血流频谱特点分析的血流动力学改变更为重要。

术中 TCD 监测脑血流可观察颅内动脉血流动力学的改善,结合术中颈动脉超声,可有效判断颈动脉血管结构及血流动力学的改善程度,及时发现术中血流与血管结构异常,指导术中二次修复,有助于提高颈动脉闭塞性病变的 CEA 再通率。

#### 参考文献

- [1] 刘玉梅,华扬,刘蓓蓓,等. 血管超声对颈动脉内膜剥脱术中血管结构变化及血流动力学的评估[J]. 中国超声医学杂志 2010, 26(11): 1001-1004.
- [2] 刘玉梅,华扬. 术中超声监测在颈动脉内膜切除术中的应用[J]. 国际脑血管病杂志 2010, 18(8): 607-610.
- [3] Weis-Müller BT, Spivak-Dats A, Turowski B, et al. Time is brain? Surgical revascularization of acute symptomatic occlusion of the internal carotid artery up to one week[J]. Ann Vasc Surg 2013, 27(4): 424-432.
- [4] 焦力群,宋刚,华扬,等. 颈动脉内膜切除术治疗颈动脉极重度狭窄或闭塞患者可行性和安全性的评价[J].

- 中国脑血管病杂志 2013 ,10( 9) :462-467.
- [5] 刘玉梅 赵新宇 夏明钰 等. 颈动脉内膜切除术治疗颈动脉次全或完全闭塞患者的术前超声评估 [J]. 中国脑血管病杂志 2014 ,11( 8) :397-401.
- [6] Fox AJ. How to measure carotid stenosis [J]. Radiology , 1993 ,186( 2) :316-318.
- [7] Fox AJ ,Eliasziw M ,Rothwell PM ,et al. Identification , prognosis and management of patients with carotid artery near occlusion [J]. AJNR Am J Neuroradiol ,2005 ,26( 8) :2086-2094.
- [8] Panneton JM ,Berger MW ,Lewis BD ,et al. Intraoperative duplex ultrasound during carotid endarterectomy [J]. Vasc Surg 2001 ,35( 1) :1-9.
- [9] 赵新宇 华扬 贾凌云. 彩色多普勒血流显像评价不同类型颈内动脉闭塞患者血管结构与血流动力学变化 [J]. 中华医学超声杂志( 电子版) ,2011 ,8( 12) :2493-2501.
- [10] 韩冰 华扬 凌晨 等. 颈内动脉中重度狭窄或闭塞患者同侧颈总动脉血流动力学的观察 [J]. 中国脑血管病杂志 2008 ,5( 12) :536-540.
- [11] 刘强 华扬 凌晨 等. 经颅多普勒超声检测一侧颈内动脉闭塞患者血流动力学的分析 [J]. 中国脑血管病杂志 2006 ,3( 6) :244-277.
- [12] Brott TG ,Halperin JL ,Abbara S ,et al. 2011 ASA/ACCF/ AHA/ AANN/ AANS/ ACR/ ASNR/ CNS/ SAIP/ SCAI/ SIR/ SNIS/ SVM/ SVS guideline on the management of patients with extracranial carotid and vertebral artery disease. A report of the American College of Cardiology Foundation/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines ,and the American Stroke Association , American Association of Neuroscience Nurses ,American Association of Neurological Surgeons ,American College of Radiology ,American Society of Neuroradiology ,Congress of Neurological Surgeons ,Society of Atherosclerosis Imaging and Prevention ,Society for Cardiovascular Angiography and Interventions ,Society of Interventional Radiology ,Society of Neuro-Interventional Surgery ,Society for Vascular Medicine , and Society for Vascular Surgery [J]. Circulation ,2011 ,124( 4) :145.
- [13] North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis ( NASCET) [J]. N Engl J Med ,1991 ,325( 7) :445-453.
- [14] European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis final results of the MRC European Carotid Surgery Trial ( ECST) [J]. Lancet ,1998 ,351( 9113) :1379-1387.
- [15] Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study ( ACAS) . Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis ( ACST) [J]. JAMA ,1995 ,273( 18) :1421-1428.
- [16] Ott C ,Heller G ,Odermatt M ,et al. Intraoperative duplex ultrasonography in carotid endarterectomy: the impact on indication for immediate revision and intermediate-term outcome [J]. Vasa 2008 ,37( 2) :151-156.

( 收稿日期: 2014-06-10)  
( 本文编辑: 史元)

## • 消息 •

### 第 14 届东方脑血管病介入治疗大会通知

由第二军医大学长海医院举办的第 14 届东方脑血管病介入治疗大会将于 2014 年 10 月 30 日—11 月 2 日在上海举行。会议秉承“沟通、合作、规范、创新”的大会宗旨,以“促进学术交流、加强学科合作”为目标,致力于创建国际化学术交流、高端科研展示、多学科高峰对话、实战型技术演示、个性化临床讨论、全方位培训等为一体的神经介入领域精品学术交流平台。本次大会新增设了急性卒中管理模式与血管再通策略论坛、护理论坛等,就急性卒中内外科联合救治模式的开展、实施和疗效评估以及护理管理、专科介入治疗护

理等方面展开讨论。

东方脑血管病介入治疗大会将继续坚持以严谨的态度剖析科学问题,以专业的视角关注技术创新,以开放的姿态倾听世界的声音。在此,组委会诚挚地向您发出邀请,您的加入会使大会更加丰富多彩。

大会注册截止时间 2014 年 9 月 30 日。

官方注册网址: [www.ocin.com.cn](http://www.ocin.com.cn)。

联系人: 刘红亮 Email: [chstroke@163.com](mailto:chstroke@163.com); [ocin2014@163.com](mailto:ocin2014@163.com)。

电话/传真: 021-31161784。