

# 压力导丝在颈动脉支架成形术中的应用

王世波 李旭东 贾强 韩静 冯涛 范一木

**【摘要】 研究背景** 目前对于颈动脉狭窄临界性病变尚缺乏相应的治疗标准,颈动脉支架成形术需要更加直观的参考标准,本研究旨在探讨压力导丝用于颈动脉支架成形术的可能性,以及压力阶差对颈动脉支架成形术适应证选择的指导作用。**方法** 选择 2012 年 5-10 月施行颈动脉狭窄支架成形术治疗的患者共 32 例,分别于手术前后根据颈动脉彩色超声、CT 灌注成像及术中支架植入前后颈动脉血管内压力阶差变化,评价颅内血流代偿情况。**结果** 术前颈动脉超声检查显示 32 例患者颈动脉狭窄率均  $\geq 70\%$  或接近闭塞,狭窄血管收缩期峰值流速为 184~718 cm/s;术中全脑血管造影狭窄率达 50%~70% 者 7 例、 $>70\%$ ~90% 者 16 例、 $>90\%$  者 9 例,颈动脉超声与脑血管造影符合率约为 84.38%(27/32)。术中颈动脉压力阶差获取率为 100%,术前压力阶差为 10~92 mm Hg、平均(41.45 $\pm$ 25.50) mm Hg,术后为 0~15 mm Hg、平均(3.44 $\pm$ 3.47) mm Hg。根据全脑血管造影检查,颅内血供代偿良好者 4 例、不良者 28 例。**结论** 压力导丝可以安全有效的获得颈动脉狭窄两端的压力阶差,对于缺乏颅内代偿的颈动脉狭窄患者,随着狭窄程度的加重,在一定范围内其颈动脉压力阶差亦随之增加。因此对于压力阶差较低的颈动脉狭窄患者施行支架成形术治疗时需综合考虑。

**【关键词】** 导管,留置; 颈动脉狭窄; 血管成形术; 支架

## Application of pressure wire in carotid artery stenting

WANG Shi-bo<sup>1</sup>, LI Xu-dong<sup>1</sup>, JIA Qiang<sup>1</sup>, HAN Jing<sup>2</sup>, FENG Tao<sup>1</sup>, FAN Yi-mu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Neurosurgery, <sup>2</sup>Department of Neuroradiology, Tianjin Huanhu Hospital, Tianjin 300060, China

Corresponding author: FAN Yi-mu (Email: fanyimu@sina.com)

**【Abstract】 Background** Nowadays, critical carotid stenosis lacks appropriate treatment standards, and carotid artery stenting (CAS) needs more direct guidance. This study aims to investigate the possibility of applying pressure wire in CAS, and the guidance of pressure gradients in choosing indications of CAS. **Methods** From May 2012 to October 2012, 32 consecutive cases with carotid stenosis undergoing CAS were enrolled. Preoperative and postoperative carotid ultrasound and CT perfusion imaging were performed, and intraoperative measurements of endovascular pressure gradients before and after stent implantation were recorded to evaluate intracranial circulation compensation. **Results** Preoperative carotid ultrasound showed the rate of stenosis in 32 cases was  $\geq 70\%$  or nearly total occlusion. Doppler measurement of peak systolic velocity (PSV) of the stenosed vessel ranged 184-718 cm/s. Digital subtraction angiography (DSA) examination showed the stenosis rates were 50%-70% in 7 cases, 70%-90% in 16 and  $>90\%$  in 9. The coincidence rate of carotid ultrasound and DSA was 84.38% (27/32), and the acquisition rate of intraoperative carotid pressure gradients was 100%. Pressure gradients before stent implantation were 10-92 mm Hg, with an average of (41.45 $\pm$ 25.50) mm Hg, and pressure gradients after stent implantation were 0-15 mm Hg, with an average of (3.44 $\pm$ 3.47) mm Hg. DSA revealed 4 cases with good intracranial circulation compensation and 28 cases with poor intracranial circulation compensation. **Conclusion** Pressure wire can be safely and effectively used in CAS to acquire pressure gradients between the two ends of stenosis segment. For carotid artery stenosis patients lacking of intracranial circulation compensation, pressure gradients become higher as stenosis rate increases within a certain range. Therefore, CAS for stenosis with lower pressure gradients should be reconsidered.

**【Key words】** Catheters, indwelling; Carotid stenosis; Angioplasty; Stents

This study was supported by National Key Disciplines Research Foundation of China.

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2013.03.010

基金项目:国家重点学科研究基金资助项目

作者单位:300060 天津市环湖医院神经外科(王世波、李旭东、贾强、冯涛、范一木),神经放射科(韩静)

通讯作者:范一木(Email:fanyimu@sina.com)

目前颈动脉支架成形术(CAS)的适应证主要参照颈动脉内膜切除术(CEA),包括症状性狭窄(无创检查)  $\geq 70\%$ 或数字减影血管造影(DSA)检查显示狭窄程度  $> 50\%$ 者行颈动脉内膜切除术或颈动脉支架成形术;无症状性狭窄  $\geq 70\%$ (无创检查)者则应行颈动脉内膜切除术或颈动脉支架成形术<sup>[1-2]</sup>。但是对于临界病变的治疗尚缺乏相应标准,大多数无症状性颈动脉狭窄患者均予以内科药物治疗,其中病情低估者可能失去早期治疗时机,而高估者则面临血管内治疗并发症及过高治疗费用等问题。因此,在临床实际诊断与治疗过程中需要更加直观、简便的颈动脉支架成形术的适应证参照标准。压力导丝可以准确测量血管狭窄两端的压力阶差,根据压力阶差的高低可以判断狭窄段对血流量的影响,以指导临床治疗决策。该方法目前已广泛应用于外周血管病变的诊断与治疗。天津市环湖医院神经外科自2012年5月起首次将压力导丝应用于颈动脉狭窄的血管内治疗,观察颈动脉狭窄程度对支架植入手术前后压力阶差的影响,并探讨其对颈动脉支架成形术适应证的指导作用。

## 资料与方法

### 一、研究对象

1. 纳入与排除标准 (1)经颈动脉彩色超声检查初步明确诊断的症状性颈动脉狭窄且狭窄率  $\geq 50\%$ 。(2)经颈动脉彩色超声明确诊断的无症状性颈动脉狭窄且狭窄率  $\geq 70\%$ 。(3)所有入组患者均告知研究内容并签署知情同意书。(4)凡存在以下情况者均不纳入本研究:入组前2周内发生心肌梗死或脑梗死;难治性高血压;抗凝及抗血小板药物,或对比剂及材料过敏者;存在多脏器功能障碍患者;动脉炎尚未得到良好控制者;伴有严重的神经功能障碍且无法恢复者;颈动脉呈重度狭窄、闭塞,压力导丝无法通过者;为串联病变且位于颅内,影响压力测量者;双侧颈动脉重度狭窄,影响CT灌注成像(CTP)实施者。

2. 一般资料 根据纳入与排除标准,连续选择2012年5-10月入院的颈动脉狭窄,并接受单侧颈动脉支架成形术治疗的患者共32例,男性22例,女性10例;年龄48~88岁,平均(65.30  $\pm$  8.11)岁;病程21~160d,平均(91.30  $\pm$  23.35)d。症状性颈动脉狭窄患者主要表现为短暂性脑缺血发作(TIA),如耳

鸣、眩晕、黑蒙、视物模糊、头晕;或脑卒中症状,包括病变相关性肢体感觉障碍、偏瘫、失语。无症状性颈动脉狭窄患者大多为高危人群在正常体格检查时经颈动脉彩色超声明确诊断。脑卒中患者MRI检查主要呈现低灌注所导致的水岭梗死,其中症状性颈动脉狭窄患者CT灌注成像显示狭窄同侧大脑半球呈低灌注,无症状性患者低灌注程度不十分明显。脑血管造影主要观察狭窄程度、颅内Willis环开放程度及皮质侧支吻合开放情况。

### 二、研究方法

1. 仪器与设备 Philips IU22型彩色超声仪购自荷兰Philips公司,探头型号为L17-5。压力阶差的测量工具为直径0.014 inch的Pressure Wire™ Certus压力导丝及RadiAnalyzer Xpress分析仪,由圣犹达医疗用品(上海)有限公司提供。数字减影血管造影机购自美国GE公司。

2. 颈动脉狭窄率测定 (1)颈部血管彩色超声:手术前后分别行双侧颈动脉检查以获得狭窄率及收缩期峰值流速(PSV),参照美国放射学会(ACR)二维颈部血管彩色超声和彩色多普勒颈动脉狭窄诊断标准<sup>[3]</sup>,由两位经验丰富的专科医师共同进行结果判读。(2)脑血管造影:术前颈总动脉造影检查颈动脉分叉部,采用北美症状性颈动脉内膜切除术试验(NASCET)公布的标准<sup>[4]</sup>测量颈动脉内径狭窄率,即内径狭窄率(%) =  $[(D-d)/D] \times 100\%$ ,其中“D”为颈内动脉正常管腔直径,“d”为狭窄部残留血管腔内径。由同一名高年资神经放射科医师通过数字减影血管造影机自带的Viewer工作站测量最狭窄部位直径,记录数据并计算狭窄率。

3. 压力阶差测量 术中Pressure Wire™ Certus压力导丝与RadiAnalyzer Xpress分析仪相连接、校零,将导引导管置于颈总动脉分叉近端,X线透视下定位压力导丝传感器位置,使传感器分别位于狭窄段血管的近端和远端,测量支架植入前狭窄血管近端和远端平均动脉压(MAP)之压力值;支架植入后将传感器置于支架两端,测量支架近端和远端平均动脉压之压力值,近、远端压力值相减即为压力阶差。压力导丝也可作为常规的0.014 inch导引导丝使用。根据术中多参数监测数值选择血压及心律相对稳定时段测量,数值曲线由RadiAnalyzer Xpress分析仪自动生成。压力曲线及图像输入RadiAnalyzer工作站,再由同一位医师选取曲线平

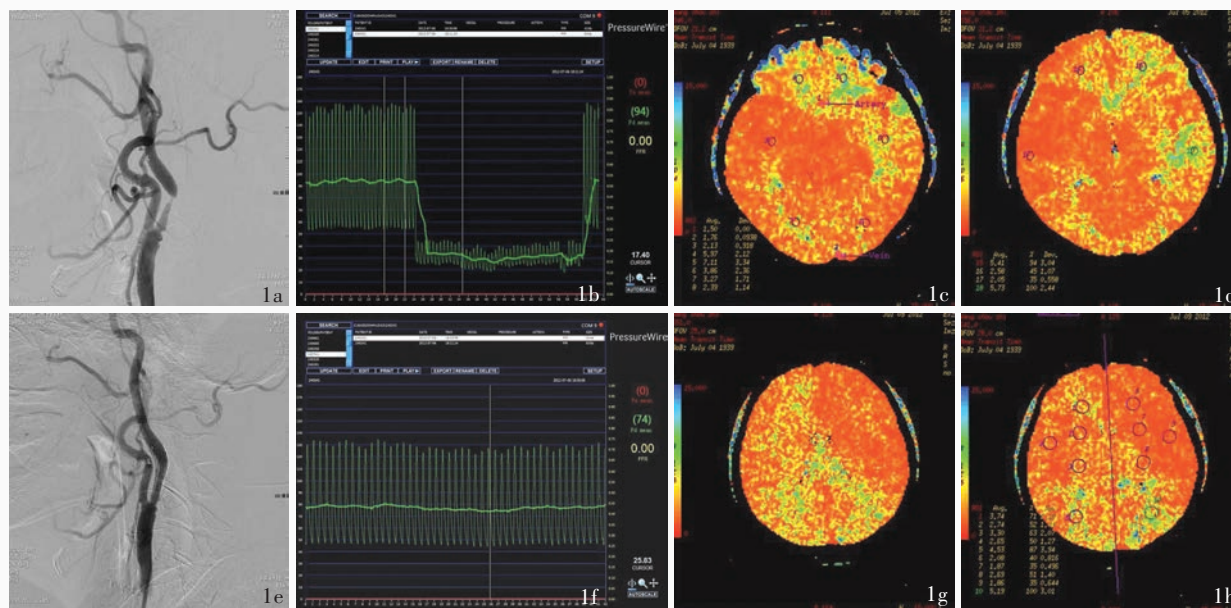


图1 女性患者,60岁。左侧颈动脉重度狭窄颈动脉支架成形术前影像学所见 1a 脑血管造影显示颈动脉狭窄率 > 90% 1b 术前压力阶差图像 1c,1d 术前CT灌注成像显示左半球呈低灌注 1e 术后脑血管造影检查显示颈动脉狭窄明显改善 1f 术后压力阶差消失 1g,1h 术后CT灌注成像显示左半球相比右半球呈高灌注

Figure 1 A 60-year-old female patient presented severe left carotid stenosis. DSA showed the left carotid stenosis rate was > 90% (Panel 1a). Pressure gradient imaging before CAS (Panel 1b). CT perfusion imaging showed hypoperfusion of left hemisphere before CAS (Panel 1c, 1d). Carotid stenosis was significantly improved after CAS (Panel 1e). Pressure gradient disappeared after CAS (Panel 1f). The left hemisphere presented with hyperperfusion compared to the right one after CAS (Panel 1g, 1h).

直段由工作站自动测量获得。

### 结 果

术前颈动脉彩色超声检查显示,本组32例患者颈动脉狭窄率均 ≥ 70%或近全闭塞,狭窄处收缩期峰值流速为184~718 cm/s,较正常血流速度明显增快;全脑血管造影显示狭窄率为50%~70%者7例,其中5例 < 70%;16例狭窄率 > 70%~90%; > 90%者9例。以脑血管造影所见为金标准,颈动脉超声检查与其符合率约为84.38%(27/32)。

根据 Willis 环与皮质吻合开放存在与否,将颅内血流代偿情况分为良好和不良两类,全脑血管造影检查显示代偿良好4例、不良28例。

术中压力阶差获取率达100%。术前压力阶差10~92 mm Hg(1 mm Hg = 0.133 kPa),平均(41.45 ± 25.50) mm Hg;术后压力阶差0~15 mm Hg,平均(3.44 ± 3.47) mm Hg(图1)。将脑血管造影检查获得的狭窄率(金标准)和压力阶差值输入Excel 2003软件,即获得二者变化曲线(图2),由该曲线可以看出,在一定范围内随着狭窄率的增加,压力阶差呈逐渐增大趋势。

手术前后CT灌注成像显示,术前狭窄侧大脑半球呈明显低灌注的21例患者,术后低灌注现象得到不同程度改善。

### 讨 论

颈动脉狭窄血管两端的压力阶差直接影响局部通过的血流量。压力导丝是脑血管造影检查中获得压力阶差最直接的检查方法。该项技术最早开始并广泛应用于冠状动脉狭窄的评价,基于冠状动脉压力阶差的血流储备分数目前已经成为冠状动脉狭窄血管内治疗的重要参考标准。由于压力阶差数值客观且更为直观,具有不依赖于操作者及可重复性较高的特点,使之在包括肾动脉、髂动脉等周围血管病变的血管内治疗中广泛应用。目前对颈动脉狭窄及颅内动脉狭窄的压力阶差研究尚属空白,本研究旨在观察该项量化指标,并将其作为指导颈动脉支架成形术的客观可行指标。对于颈动脉狭窄临界病变(无症状狭窄率 ≤ 70%)的治疗,目前尚存争议,如何使此类患者获得最大的治疗收益尚需开展相关临床研究,探讨可否通过压力阶差反映颈动脉狭窄临界病变者存在的潜在供血



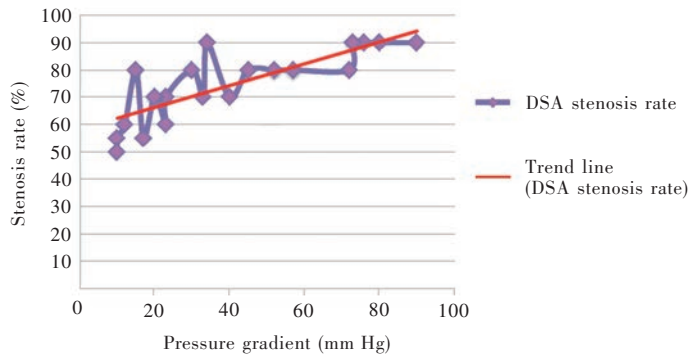


图2 32例颈动脉狭窄患者支架成形术中脑血管造影所显示的颈内动脉狭窄率与支架植入前压力阶差的线性趋势图

Figure 2 Linear graph of stenosis rates and pressure gradients showed by DSA before implantation during CAS of 32 cases.

不足<sup>[5-6]</sup>。目前,评价颈动脉狭窄的方法包括颈动脉彩色超声、CT血管造影(CTA)、磁共振血管造影术(MRA)或脑血管造影,这些方法均能从影像学角度为评价狭窄程度提供相关参数,但不能提供更多的血流动力学方面的信息<sup>[7-9]</sup>。目前,以颈部血管彩色超声作为颈动脉狭窄的首选检查方法,通过收缩期峰值流速的改变而获得病变血管节段的狭窄率,但超声检查对串联病变或过度钙化等判断不足,而且过度依赖操作者的临床经验<sup>[10]</sup>。在本研究中,颈部血管彩色超声检查高估了部分病例的狭窄程度,与全脑血管造影检查的诊断符合率为84.38%(27/32),与以往文献报道相近<sup>[11-12]</sup>。不可否认,颈部血管彩色超声检查对于斑块性质的确定具有较高的诊断价值,其中不稳定斑块则是颈动脉支架成形术的重要指征之一,这是脑血管造影不可替代的优势。压力阶差的高低可以直接反映狭窄段颈动脉血流量受影响的程度,压力阶差越大,预示狭窄开通后其供血改善程度越佳。本组25例重度狭窄患者中,22例经CT灌注成像检查证实存在脑血流量(CBF)和(或)脑血容量(CBV)降低,这些低灌注病例压力阶差均>40 mm Hg,甚至高达92 mm Hg,颈动脉支架成形术后CT灌注成像检查证实其低灌注均有不同程度改善,部分病例甚至呈现明显高灌注。结合颈动脉狭窄率和压力阶差曲线趋势,提示在一定范围内,狭窄程度越重、压力阶差越高。

与冠状动脉等周围血管解剖结构不同,由颈动脉和椎-基底动脉至皮质终末分支大脑供血动脉共分为4级,一侧颈动脉或椎动脉缓慢闭塞可使对侧

一级血管(颈动脉和椎-基底动脉)通过二级血管(Willis环)进行代偿;大脑皮质及软脑膜的三级血管通过吻合支也可实现部分代偿。因此,对于颅内侧支循环代偿良好的患者,其颈动脉狭窄率可能较高,但脑血流量和(或)脑血容量均在正常生理范围,不存在低灌注现象,故狭窄血管两端压力阶差不明显。本组7例临界病变(颅内代偿不良5例、良好2例)和2例无症状性重度狭窄病变患者的压力阶差均<40 mm Hg(颅内代偿良好),结合其颈动脉支架成形术前CT灌注成像提示颅内不存在低灌注,表明压力阶差更能综合反映颅内血流灌注变化。对于压力阶差<40 mm Hg的患者,综合评价颈动脉支架成形术的收益与风险,可使患者免于治疗风险,而从积极的内科药物治疗中获益。

压力导丝目前已发展为第2代传感器式压力导丝,直径为0.014 inch,长度与常规导引导丝相似,全程具有亲水涂层,头端3 cm处为嵌入式微型压力传感器,其传导性、扭控性、可塑性和安全性与常规微导丝相近,能够替代治疗中的微导丝。对于颈动脉重度狭窄患者,压力导丝微型传感器的通过性可能受限,本组有2例重度狭窄患者压力导丝无法直接通过狭窄段,为了避免传感器与斑块机械接触造成损伤,我们采用微导管交换技术,使压力导丝顺利通过狭窄血管。由此可见,压力导丝可以安全并有效地应用于颈动脉狭窄支架成形术。

本研究首次探讨了颈动脉支架成形术中压力阶差的重要参考意义,通过初步线性趋势分析了在一定范围内压力阶差与狭窄率可能的线性关系,进而提出压力阶差对于颈动脉狭窄支架成形术可能的临床指导意义。由于样本量较小,初步压力阶差参考数值结论(40 mm Hg)尚需通过积累更多病例进一步明确。

#### 参 考 文 献

- [1] Brott TG, Hobson RW 2nd, Howard G, Roubin GS, Clark WM, Brooks W, Mackey A, Hill MD, Leimgruber PP, Sheffett AJ, Howard VJ, Moore WS, Voeks JH, Hopkins LN, Cutlip DE, Cohen DJ, Popma JJ, Ferguson RD, Cohen SN, Blackshear JL, Silver FL, Mohr JP, Lal BK, Meschia JF, CREST Investigators. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid-artery stenosis. *N Engl J Med*, 2010, 363:11-23.
- [2] Liu XF. Evidence-based medicine of intravascular treatment in carotid artery stenosis. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za*

- Zhi, 2006, 6:372-374.[刘新峰. 颈动脉狭窄血管内治疗的循证医学证据. 中国现代神经疾病杂志, 2006, 6:372-374.]
- [3] Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, Carroll BA, Eliasziw M, Goetze J, Hertzberg BS, Katarick S, Needleman L, Pellerito J, Polak JF, Rholl KS, Wooster DL, Zierler E, Society of Radiologists in Ultrasound. Carotid artery stenosis: grayscale and Doppler ultrasound diagnosis: society of radiologists in ultrasound consensus conference. *Ultrasound Q*, 2003, 19:190-198.
- [4] Brott TG, Halperin JL, Abbara S, Bacharach JM, Barr JD, Bush RL, Cates CU, Creager MA, Fowler SB, Friday G, Hertzberg VS, McIlff EB, Moore WS, Panagos PD, Riles TS, Rosenwasser RH, Taylor AJ, American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, 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 NeuroInterventional Surgery, Society for Vascular Medicine, Society for Vascular Surgery, American Academy of Neurology and Society of Cardiovascular Computed Tomography. 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: executive summary. *Stroke*, 2011, 42:E420-463.
- [5] AbuRahma AF, Metz MJ, Robinson PA. Natural history of > or = 60% asymptomatic carotid stenosis in patients with contralateral carotid occlusion. *Ann Surg*, 2003, 238:551-561.
- [6] Coccheri S. Asymptomatic carotid stenosis: natural history and therapeutic implications. *Pathophysiol Haemost Thromb*, 2003, 33: 298-301.
- [7] Jaff MR, Goldmakher GV, Lev MH, Romero JM. Imaging of the carotid arteries: the role of duplex ultrasonography, magnetic resonance arteriography, and computerized tomographic arteriography. *Vasc Med*, 2008, 13:281-292.
- [8] Dong FJ, Fan YM, Chang BG. Stent treatment of symptomatic intracranial arterial stenosis. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2012, 12:465-469.[董凤菊, 范一木, 常斌. 症状性颅内动脉狭窄的支架治疗. 中国现代神经疾病杂志, 2012, 12:465-469.]
- [9] Miao ZR, Li BM, Chen ZQ, Zhao BG. Technical problems of angioplasty in carotid artery stenosis. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2006, 6:358-366.[缪中荣, 李宝民, 陈左权, 赵宝刚. 颈动脉狭窄血管成形术若干问题的探讨. 中国现代神经疾病杂志, 2006, 6:358-366.]
- [10] Romero JM, Lev MH, Chan ST, Connelly MM, Curiel RC, Jackson AE, Gonzalez RG, Ackerman RH. US of neurovascular occlusive disease: interpretive pearls and pitfalls. *Radiographics*, 2002, 22: 1165-1176.
- [11] Buskens E, Nederkoorn PJ, Buijs-Van Der Woude T, Mali WP, Kappelle LJ, Eikelboom BC, Van Der Graaf Y, Hunink MG. Imaging of carotid arteries in symptomatic patients: cost-effectiveness of diagnostic strategies. *Radiology*, 2004, 233:101-102.
- [12] Yang H, Zou WY, Yin JB, Lv JY, Song QA, Yu L. Comparative study of ultrasound and DSA on extracranial carotid stenosis. *Yi Xue Ying Xiang Xue Za Zhi*, 2010, 20:1428-1430.[杨浩, 邹文英, 尹家保, 吕瑾玉, 宋庆安, 余岚. 颈动脉超声和 DSA 对颅外段颈动脉狭窄诊断的对比研究. 医学影像学杂志, 2010, 20:1428-1430.]

(收稿日期:2013-02-05)

## 2013 年神经内外科学术活动信息

日期	会议名称	重点内容	地点	联系方式	联系人	邮政编码
2013 年 3 月 28-31 日	中国脑血管病大会 2013'	脑血管病急性期治疗;脑血管病一二级预防;脑血管病血管内治疗;出血性脑血管病的诊断与治疗;少见脑血管病的诊断与治疗;脑血管病基础与转化医学研究或病例讨论(脑血管病治疗与康复)等内容	济南	www.sinostroke.org	—	—
2013 年 4 月 19-21 日	2013'(第三届)北京 国际神经病学会议	基底动脉狭窄的诊断与治疗;阿尔茨海默病;血管性痴呆;帕金森病;癫痫;线粒体、脂肪代谢及酶异常疾病;肌营养不良;脑卒中;运动神经元病;头痛;炎性肌肉病;多发性硬化;睡眠障碍;周围神经病和遗传发育性疾病;抑郁症;神经影像学;医学教育等	北京	北京市朝阳区大屯东保利 金泉广场金泉家园 8 号楼 [Email: bien@htbr.cn; 电话: 13426074245]	钟金龙	100101
2013 年 5 月 17-19 日	2013 年天坛·国际神 经外科麻醉论坛	神经电生理监测与麻醉;颅脑创伤麻醉管理新进展;脑血管病麻醉管理新进展;介入神经放射学麻醉新进展;脑肿瘤麻醉新进展;癫痫手术术中管理;清醒脑肿瘤切除术;神经外科重症监护;神经科学研究新进展;头面部疼痛治疗;神经外科麻醉相关基础研究	北京	www.t-nas.com	—	—
2013 年 6 月 27-30 日	天坛国际脑血管病会 议 2013'	脑血管病相关基础研究、临床用药和临床试验、预防、康复、神经影像学、卒中单元等	北京	北京市朝阳区小营路 25 号房地产业大厦 606 室 [Email: t_isc@sina.com; 电 话:(010)56831815]	—	100102