

# 颅骨数字减影在颅内动脉瘤血管内治疗术后随访中的应用

温志锋 吴鹏飞 梁传声 王运杰 臧培卓 潘起晨

**【摘要】** **目的** 探讨颅骨数字减影在颅内动脉瘤血管内治疗术后随访中的应用。**方法** 共 43 例颅内动脉瘤患者行血管内弹簧圈栓塞或弹簧圈栓塞辅助支架成形术,术后 3 个月行正侧位颅骨数字减影和全脑血管造影术,观察弹簧圈位置、形态及动脉瘤是否复发。**结果** 43 例患者中前交通动脉动脉瘤 14 例、后交通动脉动脉瘤 17 例、大脑中动脉动脉瘤 5 例、基底动脉尖端动脉瘤 5 例和小脑后下动脉动脉瘤 2 例。术后 3 个月时,颅骨数字减影与全脑血管造影术检查一致性约为 97.67%(42/43),所显示复发率分别为 2.33%(1/43)和 4.65%(2/43),两种检查方法术后随访准确度差异无统计学意义( $\chi^2 = 0.345, P = 0.955$ )。**结论** 颅骨数字减影用于颅内动脉瘤血管内治疗术后随访的准确度较高且安全有效。

**【关键词】** 颅内动脉瘤; 栓塞,治疗性; 支架; 血管造影术,数字减影

## The application of skull digital radiography during the follow-up after endovascular treatment of intracranial aneurysms

WEN Zhi-feng, WU Peng-fei, LIANG Chuan-sheng, WANG Yun-jie, ZANG Pei-zhuo, PAN Qi-chen  
Department of Neurosurgery, the First Hospital of China Medical University, Shenyang 110001,  
Liaoning, China

Corresponding author: WEN Zhi-feng (Email: wzfz@126.com)

**【Abstract】** **Objective** To investigate the application of skull digital radiography (DR) during the follow-up after endovascular treatment of intracranial aneurysms. **Methods** Forty-three patients with intracranial aneurysms underwent endovascular coil embolization or stent angioplasty assisted by coil embolization. Three months later, they underwent skull DR and digital subtraction angiography (DSA) to observe the location and morphology of coils and whether there was recurrence of aneurysms. **Results** Among 43 patients, there were 14 cases of anterior communicating artery aneurysms, 17 cases of posterior communicating artery aneurysms, 5 cases of middle cerebral artery aneurysms, 5 cases of basilar artery aneurysms and 2 cases of posterior inferior cerebellar artery aneurysms. The coincidence of skull DR and DSA in detecting the form of coils was about 97.67% (42/43). DSA found 2 cases had recurrence, while skull DR found only one case with recurrence. There was no statistical difference between the two methods ( $\chi^2 = 0.345, P = 0.955$ ). **Conclusions** Skull digital radiography is a safe and effective method with high accuracy in the follow-up examination after endovascular treatment of aneurysms.

**【Key words】** Intracranial aneurysm; Embolization, therapeutic; Stents; Angiography, digital subtraction

This study was supported by Outstanding Young Scholars of Higher Education Support Program of Liaoning Province (No. LJQ2013085).

颅内动脉瘤为临床常见脑血管疾病,约 50% 患者死亡或丧失劳动能力。血管内栓塞是颅内动脉

瘤的有效治疗方法,手术时间短、损伤小,随着栓塞技术的提高<sup>[1]</sup>,适宜并接受血管内治疗的患者越来越多。然而,已公布的病例报告和队列研究结果表明,血管内治疗后完全闭塞的动脉瘤仍有再出血的可能<sup>[2-3]</sup>,因此,选择一种安全、方便、经济、有效的术后随访手段即显得至关重要。中国医科大学附属第一医院神经外科采用颅骨数字减影(DR)对血管

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2015.02.010

基金项目:辽宁省高等学校优秀人才支持计划项目(项目编号:LJQ2013085)

作者单位:110001 沈阳,中国医科大学附属第一医院神经外科

通讯作者:温志锋(Email:wzfz@126.com)

栓塞术后 3 个月的颅内动脉瘤患者进行随访,以观察弹簧圈形态、位置及其与全脑血管造影术所显示的金属影形态是否一致,并通过全脑血管造影术检查证实动脉瘤是否复发。

### 资料与方法

#### 一、一般资料

选择 2011 年 1 月-2012 年 6 月在我院行血管内治疗的颅内动脉瘤患者共计 43 例,男性 24 例,女性 19 例;年龄 35~65 岁,平均 51 岁。所有患者均以蛛网膜下隙出血发病,经 CT、CTA 或全脑血管造影术明确诊断为颅内动脉瘤,病灶分别位于前交通动脉(14 例)、后交通动脉(17 例)、大脑中动脉(5 例)、基底动脉尖端(5 例)和小脑后下动脉(2 例)。

#### 二、观察方法

1. 仪器与设备 INNOVA-3100 全脑血管造影仪(规格:120 kW,精确度:100 μm)和 xDR-table 颅骨数字减影仪(规格:80 kW,精确度:100 μm,标准误差:0.10 mm)均由美国 GE 公司提供。Axium 可解脱弹簧圈(形态:1D、2D、3D)和 Solitaire 支架(规格:4 mm × 15 cm、4 mm × 20 cm、6 mm × 20 cm、6 mm × 30 cm)为美国 EV3 公司产品。

2. 治疗与随访方法 患者于全身麻醉下行血管内治疗,其中 34 例单纯施行血管内弹簧圈栓塞(包括前交通动脉 13 例、后交通动脉 15 例、大脑中动脉 4 例、基底动脉尖端 2 例),9 例行血管内栓塞辅助支架成形术(包括前交通动脉 1 例、后交通动脉 2 例、大脑中动脉 1 例、基底动脉尖端 3 例、小脑后下动脉 2 例)。所有患者均于术后即刻行正侧位脑血管造影术;术后 3 个月时行正侧位颅骨数字减影,并于 72 h 内再行脑血管造影术加以验证。

3. 统计分析方法 应用 SPSS 13.0 统计软件进行数据处理与分析,计数资料以率(%)或相对数构成比(%)表示,行  $\chi^2$  检验。以  $P \leq 0.05$  为差异具有统计学意义

### 结 果

本组 43 例患者均于术后 3 个月时行颅骨数字减影和全脑血管造影术,全脑血管造影术显示前交通动脉动脉瘤和大脑中动脉动脉瘤复发各 1 例,颅骨数字减影仅检出前交通动脉动脉瘤复发 1 例,两种检查方法均显示 41 例未复发。颅骨数字减影与

**表 1** 颅骨数字减影与全脑血管造影术检查结果的比较 [例(%)]

**Table 1.** Comparison of the examination results between skull DR and DSA [case (%)]

Position	N	Skull DR consistent with DSA	Skull DR detection of aneurysm recurrence	DSA detection of aneurysm recurrence
Anterior communicating artery	14	14 (14/14)	1 (1/14)	1 (1/14)
Posterior communicating artery	17	17 (17/17)	0 (0/17)	0 (0/17)
Middle cerebral artery	5	4 (4/5)	0 (0/5)	1 (1/5)
Basilar artery	5	5 (5/5)	0 (0/5)	0 (0/5)
Posterior inferior cerebellar artery	2	2 (2/2)	0 (0/2)	0 (0/2)
Total	43	42 (97.67)	1 (2.33)*	2 (4.65)*

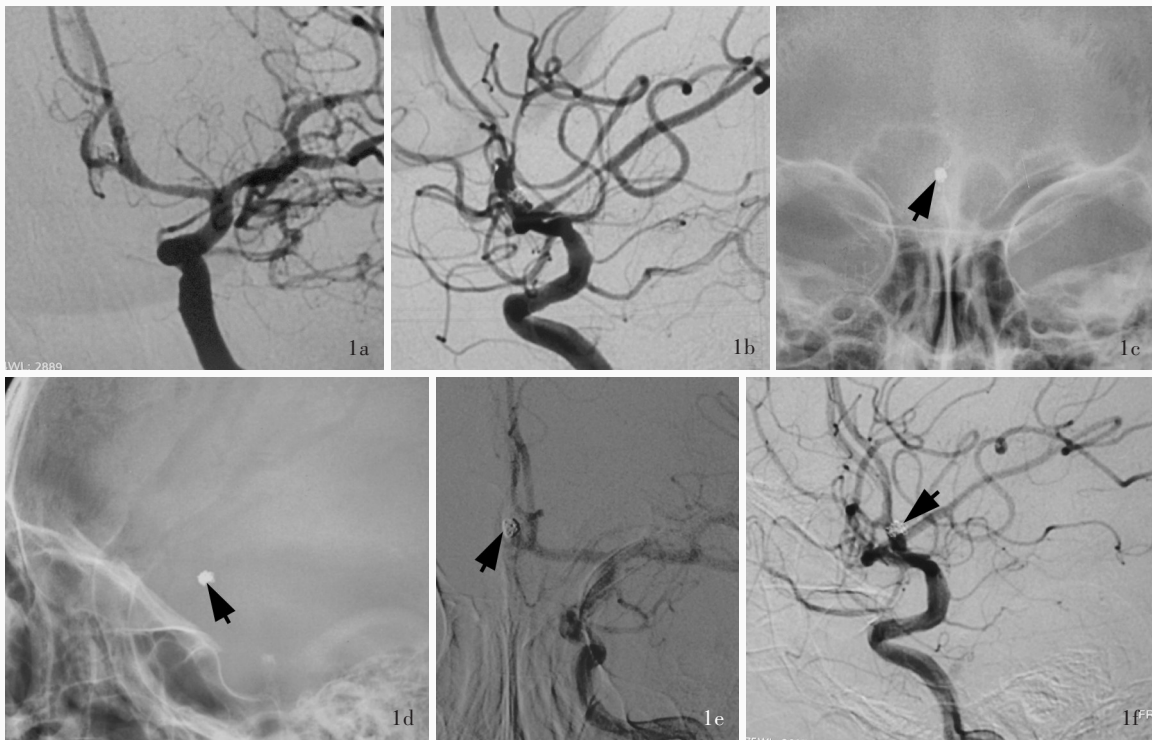
\* $\chi^2 = 0.345, P = 0.955$ 。DR, digital radiography, 数字减影; DSA, digital subtraction angiography, 数字减影血管造影术

全脑血管造影术一致性约为 97.67%(42/43)。全脑血管造影术显示 2 例动脉瘤复发(前交通动脉和大脑中动脉各 1 例),颅骨数字减影仅显示 1 例动脉瘤复发(前交通动脉),两种检查方法对颅内动脉瘤血管内治疗术后随访准确度差异无统计学意义( $\chi^2 = 0.345, P = 0.955$ ;表 1,图 1,2)。

### 讨 论

颅内动脉瘤破裂引起蛛网膜下隙出血的年发生率为 6~35.60/10 万,约有 1/3 的患者就诊前即死亡,1/3 患者住院期间死亡,仅 1/3 患者经治疗得以生存<sup>[4]</sup>。随着血管内栓塞技术的进步,以及具有复杂形状和三维结构的弹簧圈、超柔顺弹簧圈、液态聚合物栓塞剂、生物活性或覆膜弹簧圈、球囊辅助技术和支架辅助技术等<sup>[5]</sup>的临床应用,使血管内治疗的适应证不断扩大。然而,大量病例报道和队列研究业已证实,经血管内致密填塞的颅内动脉瘤仍有再出血的可能。2009 年,美国心脏协会(AHA)/美国卒中协会(ASA)对 6 年间 558 例(共 665 个)动脉瘤性蛛网膜下隙出血患者的治疗结果进行总结,发现血管内治疗复发率高达 20%<sup>[6]</sup>,由此可见颅内动脉瘤血管内治疗术后的随访极其重要<sup>[7]</sup>。

全脑血管造影术是脑血管疾病诊断之“金标准”<sup>[8-9]</sup>,其空间分辨率高达 0.30 mm(矩阵 1024 × 1024)。但该项技术为有创性检查方法,在穿刺、插管过程中和高压注射大剂量对比剂时均有可能导



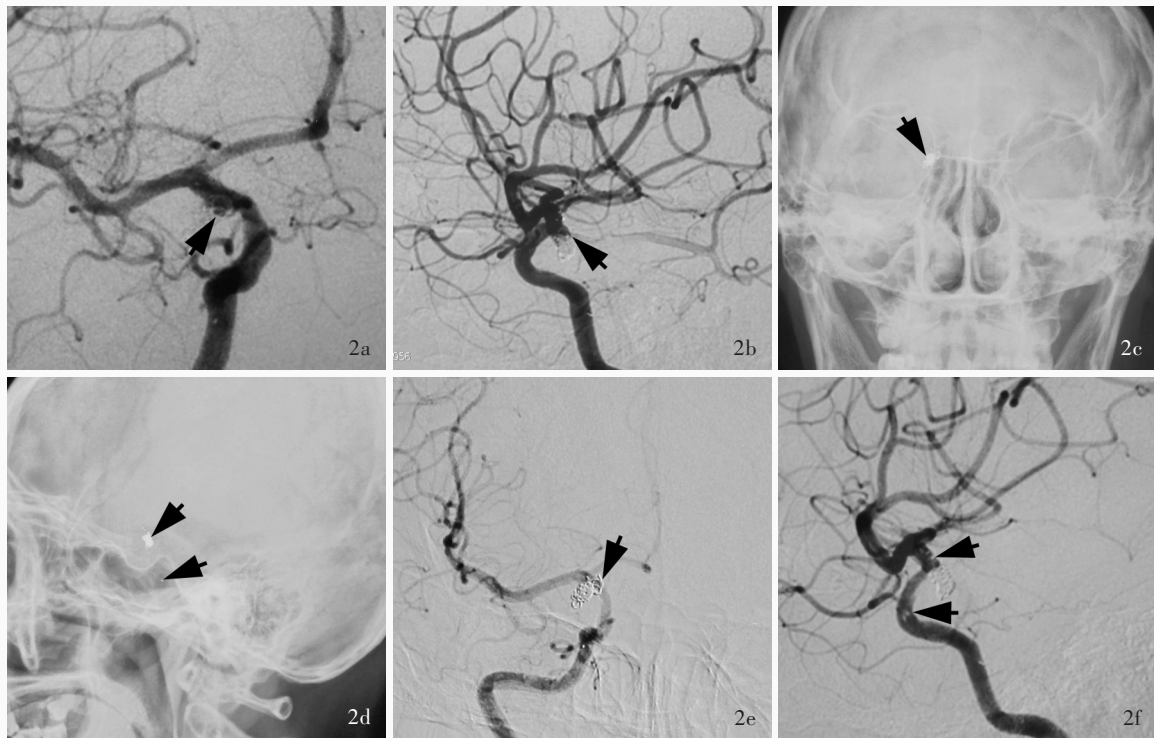
**图1** 男性患者,53岁。主因蛛网膜下隙出血1d,于2011年7月9日入院。经全脑血管造影术明确诊断为前交通动脉动脉瘤,4枚弹簧圈[3 mm×4 cm(3D)、2 mm×4 cm(2D)、2 mm×2 cm(2D)、2 mm×2 cm(2D)]经左侧大脑前动脉A1段进入前交通动脉进行致密填塞 1a 术后即刻正位全脑血管造影术显示动脉瘤未显影 1b 术后即刻侧位全脑血管造影术显示动脉瘤未显影 1c 术后3个月时正位颅骨数字减影显示弹簧圈呈左下方轻度缺损的类椭圆形变形(箭头所示) 1d 术后3个月时侧位颅骨数字减影显示弹簧圈底部向内凹陷,呈底部缺损的类圆形变形(箭头所示) 1e 术后3个月时正位全脑血管造影术显示动脉瘤瘤颈近左侧对比剂渗入,弹簧圈呈左下方轻度缺损的类椭圆形(箭头所示),提示动脉瘤复发 1f 术后3个月时侧位全脑血管造影术显示弹簧圈底部向内凹陷,弹簧圈呈底部缺损的类圆形(箭头所示),提示动脉瘤复发

**Figure 1** A 53-year-old male patient was admitted on July 9, 2011 for subarachnoid hemorrhage. He was diagnosed as anterior communicating artery aneurysm by DSA examination. After entering anterior communicating artery from the left A1 segment of anterior cerebral artery, 4 coils [3 mm×4 cm (3D), 2 mm×4 cm (2D), 2 mm×2 cm (2D), 2 mm×2 cm (2D)] were packed densely. There was no visualization of aneurysm in anteroposterior (Panel 1a) and lateral (Panel 1b) DSA. Three months after operation, anteroposterior skull DR showed that the lower left coil was mild defect (arrow indicates, Panel 1c). Lateral skull DR showed that the bottom of the coil was recessed and deformed (arrow indicates, Panel 1d). Anteroposterior DSA examination showed contrast agent penetration in the left side of the aneurysm cervix and mild defect of lower left coil (arrow indicates), suggesting the recurrence of aneurysm (Panel 1e). Lateral DSA examination showed that the bottom of coil was recessed, and was round with deficiency in the bottom (arrow indicates), suggesting the recurrence of aneurysm (Panel 1f).

致并发症,且价格昂贵。MRA为无创性检查方法,无需注射对比剂,但存在复发动脉瘤与弹簧圈伪影不易区分的缺点<sup>[10]</sup>,且操作时间久,易因患者体位移动而产生伪影,金属弹簧圈亦可产生伪影。CTA也是一种无创性检查方法,患者耐受性良好、检查过程快速,可多角度观察脑血管形态,从而更好地显示动脉瘤位置、大小、形态和瘤颈位置<sup>[11-12]</sup>;但空间分辨力、对动脉瘤复发之显示能力均较全脑血管造影术差,且无法按时间顺序显示动脉、静脉,不能动态观察血流变化,对血管显示范围局限,易受颅底骨质影响,栓塞治疗后对动脉瘤复发的显示不及全脑血管造影术清晰。颅骨数字减影为无创性检

查方法,操作简便、时间短、费用低廉,可清晰显示弹簧圈和支架形态,但无法显示血管形态变化。

对颅内动脉瘤的治疗能否取得较好疗效,主要取决于再出血率和经影像学确定的动脉瘤复发率。全脑血管造影术一直是颅内动脉瘤栓塞术后的首选复查方法,本组43例患者术后即刻和3个月时均采用全脑血管造影术进行复查,共发现2例动脉瘤复发占4.65%。然而,由于该项检查方法存在风险和损伤,因此无法在较短时间内多次反复进行,故无法实时观察动脉瘤颈变化。颅骨X线检查同样可以发现血管内治疗术后动脉瘤复发,一项对60例颅内动脉瘤患者进行的颅骨X线随访研究可



**图 2** 女性患者, 47 岁。因突发性头痛 2 d, 于 2011 年 11 月 25 日入院。经全脑血管造影术明确诊断为右后交通动脉瘤, 呈囊状、宽颈。经右侧颈内动脉植入 Solitaire 支架(4 mm × 15 mm) 1 枚并填塞弹簧圈 6 枚[4 mm × 8 cm(2D)、3 mm × 6 cm(3D)、3 mm × 4 cm(2D)、3 mm × 4 cm(2D)、2 mm × 2 cm(2D)、2 mm × 2 cm(2D)], 达大部分填塞 2a 术后即刻正位全脑血管造影术显示动脉瘤大部分栓塞(箭头所示) 2b 术后即刻侧位全脑血管造影术显示动脉瘤大部分栓塞(箭头所示) 2c 术后 3 个月时颅骨数字减影显示弹簧圈移位、变形(箭头所示) 2d 术后 3 个月时侧位颅骨数字减影可见支架标记点(箭头所示) 2e 术后 3 个月时正位全脑血管造影术显示弹簧圈明显移位(箭头所示), 凸显动脉瘤颈原残留部 2f 术后 3 个月时侧位全脑血管造影术可见支架标记点(箭头所示)

**Figure 2** A 47-year-old female was admitted on November 25, 2011 under the main cause of sudden headache for 2 d. She was diagnosed as right posterior communicating aneurysm by DSA. The aneurysm was cystic and its cervix was broad. Through the right internal carotid artery, a 4 mm × 15 mm Solitaire stent had been implanted, packing 6 coils [4 mm × 8 cm (2D), 3 mm × 6 cm (3D), 3 mm × 4 cm (2D), 3 mm × 4 cm (2D), 2 mm × 2 cm (2D), 2 mm × 2 cm (2D)]. Postoperative anteroposterior (Panel 2a) and lateral (Panel 2b) DSA showed the aneurysm was almost coiled (arrows indicate). Three months after operation, anteroposterior skull DR examination showed displacement and deformation of the coil (arrow indicates, Panel 2c). Lateral skull DR examination showed the stent markers (arrows indicate, Panel 2d). The anteroposterior DSA examination showed that the coil was significantly displaced (arrow indicates, Panel 2e). Lateral DSA examination showed the stent markers (arrows indicate, Panel 2f).

见弹簧圈压缩, 与全脑血管造影术所显示的复发情况相符<sup>[6]</sup>。本研究颅骨数字减影发现 1 例患者动脉瘤复发, 占 2.33%, 与全脑血管造影术阳性检出率无明显差异。我们采用颅骨数字减影进行随访, 颅内动脉瘤血管内治疗术后主要表现为: (1) 颅骨数字减影可见弹簧圈呈高密度, 其密度明显高于颅骨; 弹簧圈形态与动脉瘤血管内治疗术后即刻全脑血管造影术所显示的弹簧圈形态相同。(2) 投照位置以后位和侧位为宜, 亦可辅助双斜位。(3) 可清晰显示弹簧圈压缩情况, 尤其能够显示瘤颈部位弹簧圈是否存在明显压缩。(4) 但仅能显示出支架标记点, 以侧位像更清晰。本研究颅骨数字减影观察弹簧圈形态与全脑血管造影术的一致性高达 97.67%

(42/43)。

综上所述, 颅骨数字减影经济、便捷、无创且重复性良好, 用于颅内动脉瘤血管内治疗术后随访效果良好, 值得在临床推广应用。

#### 参 考 文 献

- [1] Wen ZF, Liu Y, Liang CS, Pan QC, Wang YJ. The endovascular treatment of ruptured anterior communicating artery aneurysms. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2012, 28:886-889. [温志锋, 刘源, 梁传声, 潘起晨, 王运杰. 破裂前交通动脉瘤的血管内治疗. 中华神经外科杂志, 2012, 28:886-889.]
- [2] Zhang Y, Li G, Cai Y, Zhu J, Huang S, Li T, Zhu W, Xu J. Rupture during the endovascular treatment of intracranial aneurysms: outcomes and technical aspects. Acta Neurochir (Wien), 2013, 155:569-577.

- [3] Pyysalo LM, Keski - Nisula LH, Niskakangas TT, Kähärä VJ, Ohman JE. Long-term follow-up study of endovascularly treated intracranial aneurysms. *Interv Neuroradiol*, 2010, 16:361-368.
- [4] Zhou LF. *Modern neurosurgery*. Shanghai: Fudan University Press, 2008: 816. [周良辅. 现代神经外科学. 上海: 复旦大学出版社, 2008: 816.]
- [5] Zang PZ, Sun SX, Wen ZF, Pan QC, Shi Q, Wang YJ. Neuroform stents in the interventional treatment of intracranial aneurysm coil ectopic emergency use. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2011, 27:622-624. [臧培卓, 孙圣学, 温志锋, 潘起晨, 石强, 王运杰. Neuroform 支架在颅内动脉瘤介入治疗中弹簧圈异位的应急使用. *中华神经外科杂志*, 2011, 27:622-624.]
- [6] Bederson JB, Connolly ES Jr, Batjer HH, Dacey RG, Dion JE, Diringer MN, Duldner JE Jr, Harbaugh RE, Patel AB, Rosenwasser RH; American Heart Association. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a statement for healthcare professionals from a special writing group of the Stroke Council, American Heart Association. *Stroke*, 2009, 40:994-1025.
- [7] He WW, Wu JW, Liang JF, Li MC. The follow-up analysis on endovascular embolization of ruptured intracranial aneurysms. *Zhongguo Wei Qin Xi Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2010, 15:255-257. [何伟文, 伍健伟, 梁建峰, 李明昌. 血管内栓塞治疗颅内破裂动脉瘤的随访研究. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2010, 15: 255-257.]
- [8] Chen YC, Sun ZK, Li MH, Li YD, Wang W, Tan HQ, Gu BX, Chen SW. The clinical value of MRA at 3.0 T for the diagnosis and therapeutic planning of patients with subarachnoid hemorrhage. *Eur Radiol*, 2012, 22:1404-1412.
- [9] Ciesciński J, Serafin Z, Strzesniewski P, Lasek W, Beuth W. DSA volumetric 3D reconstructions of intracranial aneurysms: a pictorial essay. *Pol J Radiol*, 2012, 77:47-53.
- [10] Wong SC, Nawawi O, Ramli N, Abd Kadir KA. Benefits of 3D rotational DSA compared with 2D DSA in the evaluation of intracranial aneurysm. *Acad Radiol*, 2012, 19:701-707.
- [11] McDonald JS, Kallmes DF, Lanzino G, Cloft HJ. Use of CT angiography and digital subtraction angiography in patients with ruptured cerebral aneurysm: evaluation of a large multihospital data base. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2013, 10:3174-3178.
- [12] Wang H, Li W, He H, Luo L, Chen C, Guo Y. 320-detector row CT angiography for detection and evaluation of intracranial aneurysms: comparison with conventional digital subtraction angiography. *Clin Radiol*, 2013, 68:E15-20.

(收稿日期:2014-11-14)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 《中国现代神经疾病杂志》编辑部关于稿件统计分析方法的要求

《中国现代神经疾病杂志》编辑部对来稿中的统计分析方法一律要求明确研究设计方法,以及详细描述资料性质和结果,具体要求如下:

1. 研究设计方法 要求交代研究设计的名称和主要方法。如调查设计应写明是前瞻性、回顾性还是横断面调查研究;实验设计应写明具体设计类型,如自身配对设计、成组设计、交叉设计、析因设计或正交叉设计等;临床试验设计应写明属于第几期临床试验,采用何种盲法措施等。应围绕“重复、随机、对照、均衡”四项基本原则进行概要说明,尤其要说明如何控制重要的非试验因素的干扰和影响。

2. 资料及结果的表达与描述 采用均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示近似服从正态分布的定量资料,采用中位数和四分位数间距  $[M(P_{25}, P_{75})]$  表示呈偏态分布的定量资料;采用相对数构成比 (%) 或率 (%) 表示计数资料,用相对数构成比时分母不能小于 20。应写明所用统计分析方法的具体名称、统计量具体值,应尽可能给出确切的  $P$  值;当涉及总体参数时,在给出显著性检验结果的同时,给出 95% 可信区间。

## 《中国现代神经疾病杂志》编辑部关于稿件图表格式的要求

《中国现代神经疾病杂志》编辑部对来稿中的图表一律以其在正文中出现的先后次序连续编码。每帧图表应冠以图(表)题,并配以英文图(表)题目。图(表)内容均采用中英文对照形式。说明性资料应以中英文对照格式置于图(表)下方注释中。

1. 表格 采用三横线表(顶线、表头线、底线)格式,如遇有合计和统计学处理内容(如  $t$  值、 $P$  值等),则在此行上面加一条分界横线;应使表中每一列数据的单位相同,有效位数一致。

2. 图片 (1)以计算机制图者应提供单张的原始图片(无箭头、无图号),以图形文件格式(.jpg)Email至编辑部(xdsjbbz@263.net.cn)。(2)照片图要求有良好的清晰度和对比度,提供单张的原始图片(无箭头、无图号),以图形文件格式(.jpg)Email至编辑部。图中需标注的符号(包括箭头)请另纸标明,并注明图号及图的上下方向。(3)大体标本照片务必在图内有尺度标记。(4)病理图请提供单张的原始图片(无箭头、无图号),大小 8 cm  $\times$  6 cm,分辨率 300 dpi,以图形文件格式(.tif)Email至编辑部,并请另纸注明染色方法和放大倍数。