

· 临床研究 ·

# 基底动脉走行和变异的容积 CT 数字减影血管成像研究

唐贵超<sup>1</sup>, 陈 莉<sup>2</sup>, 吕发金<sup>2△</sup>

(1. 四川省内江市第一人民医院放射科 641000; 2. 重庆医科大学第一附属医院放射科 400016)

**摘要:**目的 运用容积 CT 数字减影血管成像(VCTDSA)研究基底动脉走行和变异,探讨基底动脉迂曲与椎动脉颅内段发育不良之间的关系。方法 观测 2010 年 1 月至 2011 年 12 月在重庆医科大学附属第一医院行 VCTDSA 检查、非脑卒中患者且头部或头颈 VCTDSA 检查未见病变者 110 例,在容积再现(VR)图像上观察双侧椎动脉颅内段发育情况、基底动脉有无迂曲、是否存在窗型变异,并分别测量基底动脉的长度与管径,同时对双侧椎动脉颅内段发育情况与基底动脉迂曲进行相关性分析。结果 (1)110 例检查者中,椎动脉发育不良占 17.27%(19/110);基底动脉有迂曲占 22.73%(25/110);基底动脉窗型变异占 2.73%(3/110)。(2)基底动脉平均长度为(28.25±3.88)mm,平均管径为(3.86±0.54)mm。(3)椎动脉颅内段发育不良与基底动脉迂曲呈正相关( $P<0.01$ , $r=0.52$ )。结论 VCTDSA 能清楚显示基底动脉的解剖和变异,管腔及血管长度值可以为提供临床诊断脑血管疾病的参考。椎动脉颅内段发育不良与基底动脉迂曲的形成有关。

**关键词:**基底动脉;解剖;容积 CT 数字减影血管成像

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2013.20.009

文献标识码:B

文章编号:1671-8348(2013)20-2332-02

## Study on the travelling and anatomical variations of basilar artery via VCTDSA

Tang Guichao<sup>1</sup>, Chen Li<sup>2</sup>, Lv Fajin<sup>2</sup>

(1. Department of Radiology, the First Hospital of Neijiang City, Neijiang, Sichuan 641000, China;

2. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

**Abstract:** Objective To investigate the anatomical variations and travelling of basilar artery via volume computed tomography digital subtraction angiography (VCTDSA) and to investigate the relationship between the basilar artery bending and the development of intracranial segment of vertebral artery. **Methods** A total of 110 normal subjects underwent cerebral and cervical vessel VCTDSA were involved in the present study, and the images of basilar arteries were reconstructed by VR images. The development of vertebral artery, window variation and tortuosity of basilar artery, as well as the diameter and length of basilar artery were measured. The correlation between development of vertebral artery and tortuosity of basilar artery were analyzed. **Results** (1) In the 110 cases, the rate of hypoplastic vertebral artery, tortuosity and window variation of basilar artery were 17.27%(19/110), 22.73%(25/110) and 2.73%(3/110), respectively. (2) The average length and diameter of basilar artery were (28.25±3.88)mm and (3.86±0.54)mm, respectively. (3) The tortuosity and window variation of basilar artery showed positive correlation with the development of intracranial segment of vertebral artery ( $P<0.01$ ,  $r=0.52$ ). **Conclusion** VCTDSA could clearly show the anatomy and variability of basilar artery, and its anatomic valuable could act as the reference for the diagnosis of cerebral diseases in clinic. The hypoplasia of intracranial segment of vertebral artery could be correlate with tortuosity of basilar artery.

**Key words:** basilar artery; anatomy; volume computed tomographic angiography digital subtraction angiography

基底动脉是后颅窝的重要血管,是后循环的重要组成部分之一,其主干及分支主要血液供应范围为脑干、小脑、颞叶下面、枕叶内侧面等重要结构,其形态结构在解剖学和临床应用上均有重要意义。目前国内外对基底动脉的形态解剖研究主要采用尸体标本及 MRA。MRA 是一种无创的检查方式,但对检查者要求相对较高,部分患者无法完成检查。而常规 CT 血管成像(computed tomographic angiography,CTA)常易受颅骨干扰,近年开展了容积 CT 数字减影血管成像(volume computed tomography digital subtraction angiography, VCTDSA)技术,其优点是能去除颅骨干扰,利用高的时间和空间分辨率,把数字减影血管造影(digital subtraction angiography,DSA)的原理运用于 CT 血管造影中,得到去除颅骨干扰的三维脑血管图像<sup>[1-4]</sup>,目前在临床运用广泛。因此,本研究运用 VCTDSA 研究正常基底动脉的血管走形和变异,以期为进一步研究其病变奠定影像解剖学基础。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 从 2010 年 1 月至 2011 年 12 月期间在重庆医科大学附属第一医院行头颅或头颈血管 VCTDSA 检查的患者作为研究对象。纳入标准:(1)无头晕、头痛或眩晕,既往无后循环缺血及其他脑血管病史;(2)头颅 CT 平扫及增强均正常;(3)无神经系统症状及体征;(4)VCTDSA 检查脑血管显影良好。排除标准:(1)动脉狭窄、闭塞及其他血管病变;(2)动脉瘤及其术后患者;(3)减影失败、图像质量差者。共 110 例纳入研究,其中男 62 例,女 48 例,平均(60.7±16.3)岁。

**1.2 成像设备及方法** 采用 GE 公司 64 层螺旋 CT 机(Light Speed VCT)。扫描参数如下:管电压 100~120 kV,管电流 250~300 mA;球管的转速 0.4 r/s,螺距 0.531/0.969,矩阵 512×512,视野 18~24 cm,扫描层厚 5 mm,重建层厚 0.625 mm。VCTDSA 检查程序如下<sup>[5-6]</sup>:患者取仰卧位,先固定好患者头部,并要求检查者保持头部静止不动。经肘静脉小剂量对比剂团注测试验(Test bolus),采用优维显(370 mg/mL, Bayer healthcare)20 mL, 15 mL 生理盐水冲管,Test-bolus 在鞍上池

或颈 4 层面行同层动态扫描,得到血管强化的时间-密度曲线来确定个体化的扫描延迟时间。Test-bolus 结束后,对比剂 60~80 mL,生理盐水 30~40 mL,流速 4.0 mL/s,同时获得平扫和血管增强的图像,扫描范围:从第一颈椎或主动脉弓水平到颅顶。

**1.3 图像处理** 在 AW4.2 工作站,对图像进行后处理及数据记录。先进行常规 CTA 处理,然后行 VCTDSA 后处理。常规 CTA:用重建后的增强图像进行 3D VR 血管重建<sup>[7]</sup>。VCTDSA:利用 Add/Sub 软件用重建后增强图像的数据逐层减去平扫图像的数据,得到一组只剩下强化血管图像的数据,此时获得的是减影 CTA,然后用减影后的数据进行血管重建,先行 3D MIP 重建在左右侧位及后位上剪除需观测血管外的结构,后用 3D VR 显示<sup>[7]</sup>。以容积再现 VR 图像为主,辅以 MIP 图像及常规 CTA 图像。管径、长度及角度均在 VR 前视图上测量。

**1.4 图像分析**

**1.4.1 基底动脉走行及变异观察** 观察基底动脉有无迂曲,并测量迂曲处的度数。根据有无迂曲及迂曲的方向将基底动脉走行分 6 类<sup>[5]</sup>:平直型、向左凸型、向右凸型、前半部凸向左后半部凸向右、前半部凸向右后半部凸向左、前后部凸向右中部凸向左。并观察基底动脉有无窗型变异。

**1.4.2 基底动脉长度测量** 根据基底动脉有无迂曲分别进行长度测量。无迂曲者直接测量直线长度<sup>[6]</sup>;两侧椎动脉汇合处到基底动脉顶端的直线距离(当一侧椎动脉未发育或者出现孤立椎动脉,两位观察者协商确定基底动脉起点位置)(图 1A)。基底动脉有迂曲者测量曲线长度:选用曲线测量功能测量两侧椎动脉汇合处到基底动脉顶端的距离(图 1B)。

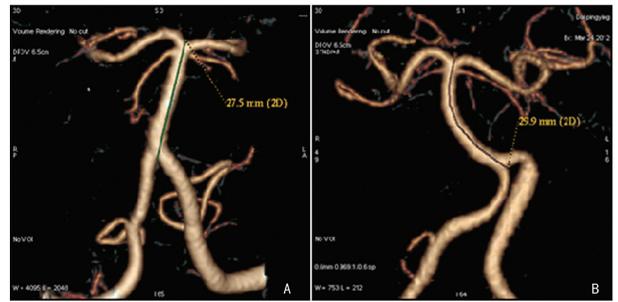
**1.4.3 基底动脉内径测量** 测量基底动脉起始处的内径。测量内径前应先根据减影后的图像测定各个测量点 CT 值,然后根据该值来调节 VR 图像显示阈值,CT 值=0.436×阈值<sup>1,22</sup>,运用该方法调整后的 VR 图像来测量内径。

**1.5 统计学处理** 采用 SPSS17.0 统计软件,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,不同性别间基底动脉长度与内径间行 *t* 检验,对基底动脉长度、管径与年龄、椎动脉发育不良与基底动脉迂曲情况进行关联性分析,检验水准  $\alpha=0.05$ ,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结 果**

**2.1 基底动脉走行及窗型变异** 在 110 例检查者中,基底动脉无迂曲者 72.27%(85/110),有迂曲者 22.73%(25/110),其中向左凸型 7.27%(8/110),向右凸型 15.45%(17/110)。所

有观察者中未见前半部凸向左后半部凸向右、前半部凸向右后半部凸向左及前后部凸向右中部凸向左。110 例检查者中,窗型变异仅占 2.73%(3/110)(图 2),无窗型变异 97.37%(107/110)。



A:无迂曲者直接测量直线长度;B:有迂曲者测量曲线长度。

图 1 基底动脉长度测量方法

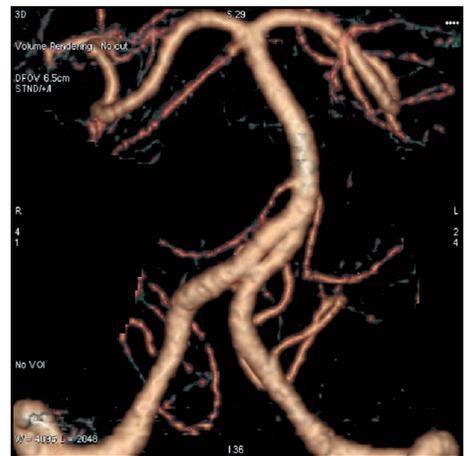
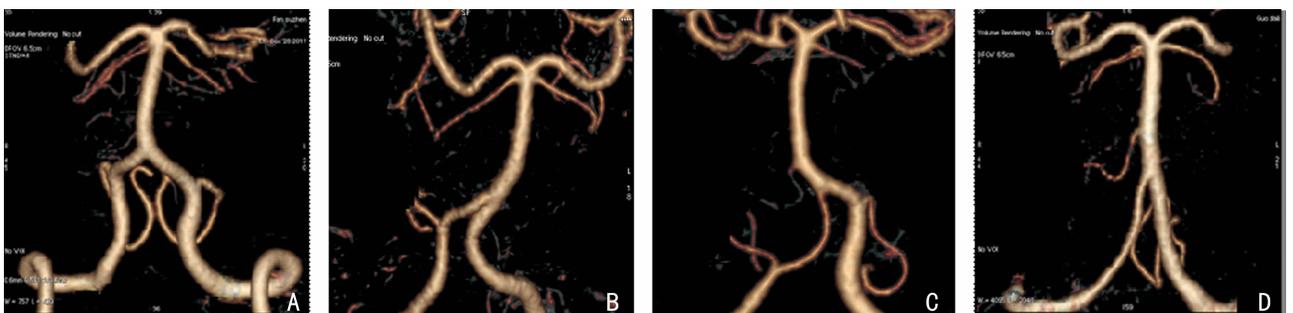


图 2 基底动脉走行及窗型变异

**2.2 基底动脉长度及内径** 基底动脉长度平均为(28.25±3.88)mm,男性基底动脉平均长(29.24±3.82)mm,女性基底动脉平均长(27.05±3.61)mm,不同性别在长度上存在显著差异( $P<0.01$ )。基底动脉起始处内径平均为(3.86±0.54)mm,不同性别的个体在管径上差异无统计学意义( $P>0.05$ )。将基底动脉长度、管径分别与年龄进行相关分析,年龄与长度无显著相关( $P>0.05$ )。年龄与管径之间呈弱的正相关( $P<0.01, r=0.281$ )。将基底动脉长度与基底动脉管径之间进行相关性分析,长度与管径之间呈中等程度的正相关( $P<0.01, r=0.405$ )。



A:双侧椎动脉发育正常,基底动脉无迂曲;B:双侧椎动脉正常,基底动脉向左弯曲;C:右侧椎动脉发育不良,基底动脉向右弯曲;D:右侧椎动脉发育不良,基底动脉无弯曲。

图 3 椎动脉颅内段迂曲与基底动脉迂曲间的关系

**2.3 椎动脉颅内段发育与基底动脉迂曲间的关系** 椎动脉颅内段发育正常 91 例,其中基底动脉无迂曲者 81 例(图 3A),有迂曲者 10 例(图 3B);椎动脉颅内段发育不良 19 例,其中基底动脉迂曲者 15 例(图 3C),无迂曲者 4 例(图 3D)。对椎动脉颅内段发育情况与基底动脉迂曲情况进行相关性分析,结果显示椎动脉颅内段椎动脉发育不良与基底动脉迂曲呈正相关( $P < 0.01, r = 0.52$ )。

### 3 讨 论

**3.1 基底动脉迂曲情况** 本研究中基底动脉走行平直最多见,其中走行迂曲者全部为单个迂曲,未见多个弯曲者,迂曲凸向左与右没有明显差异。动脉走行迂曲在脑血管中较常见,目前动脉迂曲的原因尚不清楚。Del 等<sup>[7]</sup>认为年龄、高血压以及动脉粥样硬化是动脉扭曲的主要原因,其中随着年龄增高发生基底动脉走行迂曲的可能性增大。本研究发现年龄与基底动脉迂曲相关性不显著。年龄可能不是基底动脉迂曲的主要原因。由于本研究样本量较少,且小于 40 岁以下的样本相对较少,因此还需要进行大样本量的研究。

**3.2 基底动脉窗型变异及其发生率** 血管窗型变异是一种罕见的先天性动脉变异。在胚胎发育时期第 5 周开始,左右纵长神经动脉融合形成胎儿的基底动脉,如果在未完全形成基底动脉之前,在某一点就停止了融合,可导致基底动脉形成窗型变异<sup>[8]</sup>。文献报道尸体解剖窗型变异发生率是 1.3%~5.3%,本研究的发生率是 2.73%。有文献报道,尽管基底动脉窗型变异可发生在基底动脉的任何地方,好发部位却是基底动脉的近端<sup>[9]</sup>,本研究因基底动脉窗型变异例数较少,尚不能作结论。

**3.3 基底动脉长度及管径** 本研究中基底动脉的长度与张致身<sup>[5]</sup>报道的一致,较李晖等<sup>[10]</sup>报道的长,是由于本研究测量的是实际基底动脉直线长度或曲线长度,因此本研究所得基底动脉长度值能准确为临床提供活体解剖学数据。研究显示基底动脉的长度性别之间存在显著的差异,男性基底动脉长度较女性长,目前原因尚不清楚,可能与身高有关,还有待进一步证实。文献报道基底动脉长度与年龄相关<sup>[10]</sup>,但本研究的结果年龄与长度没有显著的关系,可能与本研究的样本中小于 40 岁以下的样本相对较少有关。文献报道基底动脉上、中、下 3 段管径无明显差别<sup>[10]</sup>,因此本研究仅测量了基底动脉起始处内径,其数值和尸体标本相近<sup>[11]</sup>。在不同性别之间管径无明显差异。

**3.4 基底动脉迂曲与椎动脉发育不良相关** 本研究中基底动脉走行平直最多见,走行迂曲者占 22.73%。动脉弯曲在脑血管中较常见,目前对于基底动脉迂曲的原因尚不是很清楚, Togay-Isikay 等<sup>[11]</sup>认为与动脉粥样硬化有关,Del 等<sup>[7]</sup>认为年龄高低、高血压和动脉粥样硬化有关。Pauliukas 等<sup>[12]</sup>则认为血管本身缺陷引起的。当出现椎动脉发育不良时,发育不良侧动脉管径纤细,血流阻力升高,血流量明显降低,而另一侧椎动脉因代偿性血流动力学改变出现血流速度升高,表现为管径代偿性增大<sup>[13]</sup>,从而导致双侧椎动脉汇合为基底动脉处血流不对称,可能是构成基底动脉弯曲的一个重要机械力<sup>[14]</sup>,因而进入基底动脉的血流为不对称椎动脉的血液,使得基底动脉血流向椎动脉发育不良侧流动。Cosar 等<sup>[15]</sup>认为椎动脉发育不良时,此时产生的血流动力学改变可导致基底动脉成角。本研究表明,当双侧椎动脉发育正常时,基底动脉大部分走行笔直无迂曲,当出现椎动脉发育不良时,除 4 例外其余基底动脉均

不同程度的迂曲。对椎动脉颅内段发育情况与基底动脉迂曲两者进行相关性分析,发现两者之间呈中等强度正相关,可见当椎动脉颅内段发育不良时可引起基底动脉迂曲。

综上所述,VCTDSA 能清楚的显示基底动脉的走行及变异,其管径测量值可以作为临床脑血管疾病诊断的参考。椎动脉颅内段发育不良可引起基底动脉迂曲。

### 参考文献:

- [1] Liu Y, Hopper KD, Mauger DT, et al. CT angiographic measurement of the carotid artery: optimizing visualization by manipulating window and level settings and contrast material attenuation[J]. *Radiology*, 2000, 217(2): 494-500.
- [2] Suzuki S, Furui S, Kaminaga T. Accuracy of automated CT angiography measurement of vascular diameter in phantoms; effect of size of display field of view, density of contrast medium, and wall thickness[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2005, 184(6): 1940-1944.
- [3] 吕发金, 罗天友, 谢鹏, 等. 数字减影 CTA 图像质量影响因素探讨[J]. *重庆医科大学学报*, 2007, (3): 271-274.
- [4] 吕发金, 谢鹏, 罗天友, 等. 数字减影 CT 血管成像在蛛网膜下腔出血诊断中的价值[J]. *中国医学影像技术*, 2007, (1): 45-48.
- [5] 张致身. *人脑血管解剖与临床*[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2004: 56-58.
- [6] Nishikata M, Hirashima Y, Tomita T, et al. Measurement of basilar artery bending and elongation by magnetic resonance cerebral angiography: relationship to age, sex and vertebral artery dominance[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2004, 38(3): 251-259.
- [7] Del CL, Moruzzo D, Conte B, et al. Tortuosity, kinking, and coiling of the carotid artery: expression of atherosclerosis or aging[J]. *Angiology*, 1998, 49(5): 361-371.
- [8] Wollschlaeger G, Wollschlaeger PB, Lucas FV, et al. Experience and result with postmortem cerebral angiography performed as routine procedure of the autopsy[J]. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*, 1967, 101(1): 68-87.
- [9] Campos J, Fox AJ, Vinuela F, et al. Saccular aneurysms in basilar artery fenestration[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 1987, 8(2): 233-236.
- [10] 李晖, 刘怀军, 李静武, 等. 基底动脉的活体解剖学[J]. *解剖学报*, 2011, 42(1): 137-140.
- [11] Togay-Isikay C, Kim J, Betterman K, et al. Carotid artery tortuosity, kinking, coiling: stroke risk factor, marker, or curiosity[J]. *Acta Neurol Belg*, 2005, 105(2): 68-72.
- [12] Pauliukas PA, Matskevichus ZK, Barkauskas EM. Changes in the internal carotid artery in its loop-shaped kinking and their clinical significance[J]. *Khirurgiia (Mosk)*, 1989, 9: 47-51.
- [13] Morovi STV. Morphologic and hemodynamic characteristics of vertebral arteries in men and women(下转第 2336 页)

并发症发生率下降至 5%<sup>[2]</sup>。俯卧位与侧卧位是 PCNL 术的主要碎石体位,这两种体位都需先在截石位下留置患侧输尿管导管,然后再改变为俯卧位或侧卧位进行 PCNL 术。多次的体位变化除导致手术时间延长外,亦会引起术中血流动力学剧烈变化与内脏反射并引发一系列并发症<sup>[3-5]</sup>。此外,在这两种体位下,碎石需要克服肾盂平面与外鞘最高点平面之间的重力才能随灌洗液流出体外,这需要加大灌注压,而灌注压的升高导致肾盂内的细菌和毒素进入血循环,增加了炎性反应综合征的可能。此外,俯卧位进行 PCNL 时,由于胸部挤压导致心脏指数下降和肺部的功能残气量增加,导致麻醉意外的发生率及急救的困难性相对增加<sup>[6-7]</sup>。

尽管国内外已有仰卧位下行 PCNL 术的报道,但多数仍需要先在截石位下逆行留置输尿管导管,再取平卧位行穿刺与扩张<sup>[3-5]</sup>。Basiri 等<sup>[5]</sup>发现仰卧位 PCNL 取石时间较俯卧位缩短,但两种体位在结石取尽率、并发症发生率等方面没有差异<sup>[8]</sup>。多项研究表明仰卧位 PCNL 是有效和安全的<sup>[6-14]</sup>,还具有同时逆行与顺行内镜联合手术的优势<sup>[9-10]</sup>。

因此,综合上述文献中对于两种体位的优缺点描述,本研究采用斜仰卧半截石位进行 PCNL。根据以往研究显示,人体的冠状面与肾脏中轴线所成夹角的角度约 25°~65°<sup>[15]</sup>。而斜仰位时后组肾盏方向呈轻度下斜位,这一方向的通道利于碎石在重力与灌注水流作用下排出体外,碎石清除快,提高手术效率。在手术体位选择上,斜卧 20°利于穿刺区域的暴露与消毒铺巾,也利于 B 超引导穿刺;碎石时镜体可以在各个方向摆动,利于在集合系统寻找结石;半截石位可以满足同时逆行经尿道腔镜手术要求,患侧下肢伸直可减少下肢抬高对血流动力学的影响。该体位不用变更体位与二次消毒,明显缩短麻醉与手术时间,本组手术时间 63 min(45~95 min),手术时间较传统体位缩短半小时以上。

综上所述,斜仰半截石位 PCNL 治疗肾脏与输尿管上段结石兼顾了仰卧位及俯卧位的优点,明显提高了治疗的安全性,简化了手术程序及提高了手术效率,值得在临床上进行推广。

#### 参考文献:

- [1] 朱建国,杨秀书,孙兆林,等.局麻下行单用 B 超引导微创经皮肾镜取石术[J].中国内镜杂志,2006,12(9):910-912.
- [2] Duvdevani M, Nott L, Ray AA, et al. Percutaneous nephrolithotripsy in patients with diabetes mellitus[J]. J Endourol, 2009, 23(1):21-26.
- [3] 周祥福,高新,肖翠兰,等.平卧位经皮肾镜碎石取石术在

治疗肾结石中的应用[J].中华外科杂志,2006,44(14):991-992.

- [4] Youssef A, Esmat M, Wael M. When prone position is contraindicated or not preferable, can supine percutaneous nephrolithotomy solve the problem[J]. Int Braz J Urol, 2012, 38(1):57-62.
- [5] Basiri A, Mohammadi Sichani M. Supine percutaneous nephrolithotomy, is it really effective? A systematic review of literature[J]. J Urol, 2009, 6(2):73-77.
- [6] Duty B, Okhunov Z, Smith A, et al. The debate over percutaneous nephrolithotomy positioning: a comprehensive review[J]. J Urol, 2011, 186(1):20-25.
- [7] Xu KW, Huang J, Guo ZH, et al. Percutaneous nephrolithotomy in semisupine position: a modified approach for renal calculus[J]. Urol Res, 2011, 39(6):467-475.
- [8] Hoznek A, Rode J, Ouzaid I, et al. Modified supine percutaneous nephrolithotomy for large kidney and ureteral stones: technique and results[J]. Eur Urol, 2012, 61(1):164-170.
- [9] Friedlander JI, Duty BD, Smith AD, et al. Percutaneous nephrostolithotomy: an assessment of costs for prone and Galdakao-modified supine Valdivia positioning[J]. Urology, 2012, 80(4):771-775.
- [10] Falahatkar S, Farzan A, Allahkhan A. Is complete supine percutaneous nephrolithotripsy feasible in all patients[J]. Urol Res, 2011, 39(2):99-104.
- [11] 潘铁军,张加桥,李功成,等.腰肋悬空仰卧位下经皮肾镜取石术的临床研究[J].中华泌尿外科杂志,2011,32(1):11-13.
- [12] 鱼书军,李道兵,付逆. VALDIVIA 体位下 PCNL 治疗 74 例上尿路结石[J].重庆医学,2012,41(33):3535-3536.
- [13] Atkinson CJ, Turney BW, Noble JG, et al. Supine vs prone percutaneous nephrolithotomy: an anaesthetist's view[J]. BJU Int, 2011, 108(3):306-308.
- [14] Liu L, Zheng S, Xu Y, et al. Systematic review and meta-analysis of percutaneous nephrolithotomy for patients in the supine versus prone position[J]. J Endourol, 2010, 24(12):1941-1946.
- [15] 朱建国,高新.螺旋 CT 中肾盂肾盏形态与微创经皮肾镜术[J].中国内镜杂志,2008,14(7):695-697.

(收稿日期:2013-01-16 修回日期:2013-03-26)

(上接第 2334 页)

- [J]. Rad Medicinske Znanosti, 2007;121-127.
- [14] Hong JM, Chung CS, Bang OY, et al. Vertebral artery dominance contributes to basilar artery curvature and peri-vertebrobasilar junctional infarcts[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2009, 80(10):1087-1092.

- [15] Cosar M, Yaman M, Eser O, et al. Basilar artery angulation and vertigo due to the hemodynamic effect of dominant vertebral artery[J]. Med Hypotheses, 2008, 70(5):941-943.

(收稿日期:2013-01-08 修回日期:2013-03-21)