

## 多排螺旋CTA测量不同分型颈动脉分叉角相关参数

牟俊\*, 王波\*\*

(贵州医科大学附院 影像科, 贵州 贵阳 550004)

**[摘要]** 目的: 探讨应用多排螺旋CTA图像后处理技术测量颈动脉分叉角几何学指标的价值。方法: 收集行多排螺旋CT头颈部血管成像没有明显异常的受检者350例, 根据TF-AHCB模型颈动脉分叉角分为I、II及III型组; 利用医学图像后处理软件测量颈动脉分叉角( $\alpha$ )、颈总动脉远端内径(A)、颈内动脉膨大近端内径(B)、颈内动脉膨大处内径(C)、颈内动脉膨大远端内径(D)及颈外动脉内径(E)6项指标, 观察受检者不同性别及左右侧颈总动脉这6项指标的变化。结果: I型 $\alpha(24.70 \pm 11.17)^\circ$ 、A $(6.25 \pm 0.97)$  mm、B $(6.12 \pm 1.42)$  mm、C $(6.81 \pm 1.39)$  mm、D $(4.03 \pm 0.81)$  mm、E $(3.39 \pm 0.97)$  mm, II型 $\alpha(40.71 \pm 15.55)^\circ$ 、A $(6.68 \pm 0.97)$  mm、B $(6.70 \pm 1.41)$  mm、C $(7.82 \pm 3.36)$  mm、D $(4.25 \pm 0.82)$  mm、E $(3.29 \pm 0.75)$  mm, III型 $\alpha(65.03 \pm 16.95)^\circ$ 、A $(6.84 \pm 1.07)$  mm、B $(7.27 \pm 1.78)$  mm、C $(7.82 \pm 1.47)$  mm、D $(4.28 \pm 0.81)$  mm、E $(3.35 \pm 0.85)$  mm; I、II、III型颈动脉分叉角除E值外均有明显差异( $P < 0.05$ ), 其中 $\alpha$ 值呈线性正相关; I、II、III型左右侧颈动脉分叉角6项指标均无明显差异( $P > 0.05$ )。结论: 多排螺旋CTA图像后处理技术提供颈动脉分叉角较为可靠的正常参考值。不同分型间颈动脉分叉角呈线性正相关。

**[关键词]** 颈动脉分叉角; 几何学指标测量; 颈动脉分型; CT血管造影

**[中图分类号]** R445.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-2707(2016)04-0436-05

## Measurement of Different Types of Carotid Artery Bifurcation Angle by Multi-slice Spiral CT Angiography

MU Jun, WANG Bo

(Department of Medical Imaging, the Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China)

**[Abstract] Objective:** To measure the geometry index of carotid artery bifurcation angle by multi-slice spiral CTA (CT angiography) imaging. **Methods:** 350 cases of patients who had been screened by multi-slice spiral CTA on the head and neck without any obvious abnormality were collected. Then they were divided into type I and type II and type III groups according to TF-AHCB model. The post processing software of medical image was adopted to measure the geometry index of carotid artery bifurcation angle, including the carotid artery bifurcation angle ( $\alpha$ ), the distal inner diameter of the common carotid artery (A), the proximal inner diameter of the internal carotid artery enlargement area (B), the width of the internal carotid artery enlargement area (C), the distal inner diameter of the internal carotid artery enlargement area (D), and the inner diameter of the external carotid artery (E). These 6 indicators were observed and compared between different gender and between left side and right side carotid artery. **Results:** The geometry factors of type I were as follows:  $\alpha(24.70 \pm 11.17)^\circ$ , A $(6.25 \pm 0.97)$  mm, B $(6.12 \pm 1.42)$  mm, C $(6.81 \pm 1.39)$  mm, D $(4.03 \pm 0.81)$  mm, E $(3.39 \pm 0.97)$  mm; The geometry factors of type II were as follows:  $\alpha(40.71 \pm 15.55)^\circ$ , A $(6.68 \pm 0.97)$  mm, B $(6.70 \pm 1.41)$  mm, C $(7.82 \pm 3.36)$  mm, D $(4.25 \pm 0.82)$  mm, E $(3.29 \pm 0.75)$  mm; The geometry factors of type III were as follows:  $\alpha(65.03 \pm 16.95)^\circ$ , A $(6.84 \pm$

\* 贵州医科大学2013级硕士研究生

\*\* 通信作者 E-mail: gymedical@163.com

网络出版时间: 2016-04-20 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/52.5012.R.20160420.1902.064.html>

1.07) mm, B ( $7.27 \pm 1.78$ ) mm, C ( $7.82 \pm 1.47$ ) mm, D ( $4.28 \pm 0.81$ ) mm, E ( $3.35 \pm 0.85$ ) mm. The carotid artery bifurcation angle between type I, II and III were significantly different ( $P < 0.05$ ), and adjusted R (0.370) exhibited positive linear correlation. Compared with women, 6 geometry indexes of carotid artery bifurcation angle in type I and type II and B, C, D, E in type III were significantly higher ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in  $\alpha$  and A of the type III between different sex ( $P > 0.05$ ). There were no significant differences in 6 indexes of type I, II and III between different sides ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** Multi-slice spiral CTA imaging can provide relatively reliable normal reference value of carotid artery bifurcation angle, and different types of carotid artery bifurcation angle exhibit positive linear correlation.

[**Key words**] common carotid artery bifurcation angle; geometric indexes; type of carotid bifurcation; multi-slice spiral CT angiography

颈动脉分叉角是颈动脉几何学形态一个重要指标,Ding Z 等<sup>[1]</sup>通过流体学研究表明颈动脉角度不同,其血流状态的不同,导致其低切应力区大小的变化。相关研究表明颈动脉分叉角的解剖形态与颈部动脉粥样硬化的发生和发展有着重要关系<sup>[2-4]</sup>。因此对于测量颈动脉分叉角正常参考值有着重要的临床意义。目前利用尸体标本、超声、核磁共振、CT 等手段进行颈动脉相关测量的研究较多<sup>[5-12]</sup>,但颈动脉分叉角的测量数据较少、测量数据不够全面。本研究旨在通过大样本测量颈动脉分叉角及相关数据,为临床测量颈动脉分叉角提供参考。

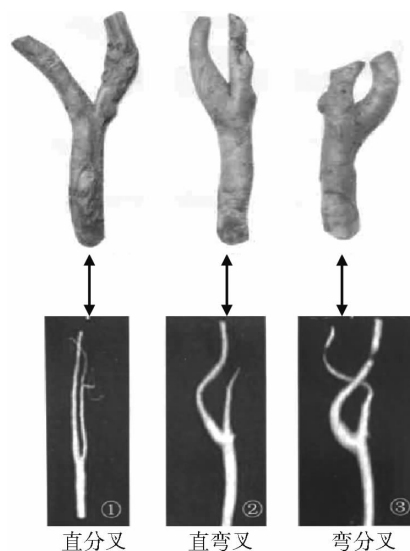
## 1 材料及方法

### 1.1 研究对象

从 2011 年 4 月 ~ 2015 年 4 月行 320 排螺旋 CT 头颈部血管成像的受检者中筛选出 350 例颈动脉没有明显异常的 CT 扫描资料,其中男 211 例,女 139 例,13 ~ 87 岁,平均 ( $54.2 \pm 14.0$ ) 岁。按 TF-AHCB 模型<sup>[5]</sup>把 350 例受检者的左右颈动脉分别分为 I、II 及 III 型,见图 1。I 型组 89 例,II 型组 477 例,III 型组 134 例,利用其原始数据进行三维成像及相关数据测量。纳入标准:多排螺旋 CT 检查,确定头颈部骨骼、软组织及血管无明显异常,颈动脉血管显影良好,结构分辨清楚,图像质量良好。排除标准:头颈部骨骼或血管畸形、明显占位压迫血管、颈部血管动脉瘤、颈动脉钙化或斑块致颈动脉分叉明显异常者。

### 1.2 方法

**1.2.1 扫描方法** 向患者讲述扫描过程,嘱受检者扫描过程中保持头颈部不能移动,采用东芝 320



注:①为 I 型(直分叉):至少在颈动脉窦长度的 2 倍范围内没有弯曲,②为 II 型(直弯分叉):约在颈动脉窦末端开始弯曲,而颈动脉窦本身保持直线状,③为 III 型(弯分叉):从颈动脉窦根部开始弯曲

图 1 颈总动脉分叉的 TF-AHCB 模型

Fig. 1 TF-AHCB of carotid artery bifurcation

排 CT(Aquilion One)。患者仰卧于检查床,头部用头带固定;采用螺旋扫描模式,从足往头扫描,先平扫,后增强,两次扫描范围及参数绝对一致。扫描参数:扫描条件 120 kV,自动毫安技术,探测器矩阵  $0.5 \text{ mm} \times 80$ ,旋转时间  $0.35 \text{ s/r}$ ,螺距因子 1.388,扫描范围自主动脉弓上缘至颅底水平。平扫完成后,采用 Ulrich 高压注射器,经肘静脉注入 40 mL 非离子型造影剂(碘帕醇 370),流率  $4.0 \text{ mL/s}$ ,后续同等流率 50 mL 生理盐水,保证团注效果;应用对比剂自动跟踪技术,将 ROI 设置在扫描范围起始部主动脉水平,阈值为 180 HU,对比剂达阈值后自动触发增强扫描。扫描完成后以滤过函数

FC43 重建出 3 mm 层厚及层间距重建轴位像及以层厚 1.0 cm,层间距 0.5 cm 重叠重建容积数据。

**1.2.2 图像重组** 将平扫及增强容积数据传入东芝后处理工作站,进行容积再现(VR)、多平面重建(MPR)和最大密度投影(MIP)后传送至 PACS 工作站;利用西门子 Syngo. plaza 医学图像处理软件进行参数测量,见图 2。

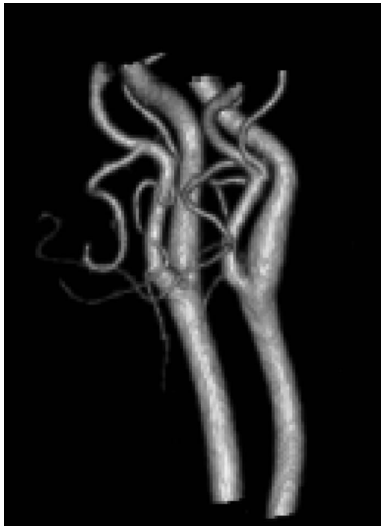


图 2 应用 CT 三维重建后的 VR 图像

Fig.2 The VR image of the carotid artery bifurcation displayed with three-dimensional CT angiography

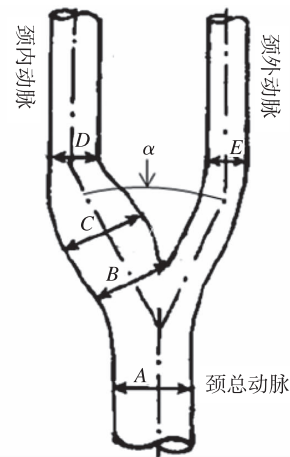
**1.2.3 测量方法** 采取 3 次测量取平均数为标准,由同 1 名具有 3 年以上三维图像处理与应用的影像科诊断医师进行测量,分别测量受检者颈动脉分叉角左右侧各参数值,包括颈动脉分叉角( $\alpha$ )、颈总动脉远端内径(A 即颈动脉分叉以下约 1.5 cm 处颈总动脉直径)、颈内动脉膨大近端内径(B)、颈内动脉最大膨大处内径(C)、颈内动脉膨大远端内径(D)、颈外动脉内径(E 即颈动脉分叉以上约 1.5 cm 处颈外动脉内径),见图 3。

**1.2.4 统计学分析** 计量资料用( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用相关系数 Pearson 分析评价测量指标的重复性和可靠性。不同性别受检者及左右侧颈总动脉受检者的比较用  $t$  检验;不同分型颈动脉分叉角的比较采用一般线性模型分析,统计分析均应用 SPSS 19.0 软件, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 测量指标可靠性及重复性评价

两次重复测量经 Pearson 检验后,颈动脉分叉角



$\alpha$  为颈动脉分叉角,A 为颈总动脉远端内径,B 为颈内动脉膨大近端内径,C 为颈内动脉膨大处内径,D 为颈内动脉膨大远端内径,E 为颈外动脉内径

图 3 颈动脉分叉角测量方法

Fig.3 Determination of carotid artery bifurcation angle

左右侧  $\alpha$ 、A、B、C、D 及 E 值分别为 0.996、0.999、0.987、0.993、0.986、0.999 和 0.984、0.995、0.976、0.993、0.982、0.999,表明各测量指标具有较高的可靠性和较好的重复性。

### 2.2 颈动脉分叉角几何学指标

测量结果显示,颈动脉分叉角 I 型  $\alpha$ 、B 值最小,颈动脉分叉角 III 型  $\alpha$ 、B 值最大,调整  $R$  方分别为 0.370、0.042,呈线性正相关;颈动脉分叉角 I、II、III 型除 E 值外差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。颈动脉分叉角 I、II、III 型左右侧  $\alpha$ 、A、B、C、D 及 E 值差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。不同分型颈动脉分叉角各指标比较采用左右侧平均值,各分型颈动脉分叉角 6 项几何学指标参考值范围及分型间比较见表 1,各分型间不同性别颈动脉分叉角几何学指标对比结果见表 2。

## 3 讨论

颈内动脉是大脑的重要供血动脉,供应大脑半球的前 2/3 和部分间脑。颈内动脉由颈总动脉发出,左右侧各 1 支;在颈内动脉与颈总动脉交汇处根部有一个调节血压功能的压力感受器称为颈动脉窦,局部呈梭形膨大。颈动脉窦与颈外动脉处间夹角称为颈动脉分叉角。颈动脉分叉部又是动脉粥样硬化的好发部位,当发生粥样硬化导致其狭窄时,可导致颅内缺血,引起相应的临床症状。相关

表 1 不同分型受检者颈动脉分叉角几何学指标( $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 1 Comparison of the geometry indexes of carotid artery bifurcation angle in different types and sides

测量指标	颈动脉分叉角 I 型	颈动脉分叉角 II 型	颈动脉分叉角 III 型	<i>F</i>	<i>P</i>
$\alpha(^{\circ})$	24.70 $\pm$ 11.17	40.71 $\pm$ 15.55 <sup>(1)</sup>	65.03 $\pm$ 16.95 <sup>(1)(2)</sup>	206.283	0.000
A(mm)	6.25 $\pm$ 0.97	6.68 $\pm$ 0.97 <sup>(1)</sup>	6.84 $\pm$ 1.07 <sup>(1)</sup>	9.809	0.000
B(mm)	7.43 $\pm$ 1.30	6.70 $\pm$ 1.41 <sup>(1)</sup>	7.27 $\pm$ 1.78 <sup>(1)</sup>	16.311	0.000
C(mm)	6.81 $\pm$ 1.39	7.82 $\pm$ 3.36 <sup>(1)</sup>	7.82 $\pm$ 1.47 <sup>(1)</sup>	5.018	0.007
D(mm)	4.03 $\pm$ 0.81	4.25 $\pm$ 0.82 <sup>(1)</sup>	4.28 $\pm$ 0.81 <sup>(1)</sup>	3.096	0.046
E(mm)	3.39 $\pm$ 0.97	3.29 $\pm$ 0.75	3.35 $\pm$ 0.85	0.695	0.500

<sup>(1)</sup> 为 II、III 型与 I 型比较,  $P < 0.05$ ; <sup>(2)</sup> 为 II 型与 III 型比较,  $P < 0.05$

表 2 不同性别受检者颈动脉分叉角几何学指标( $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 2 Comparison of the geometry indexes of carotid artery bifurcation angle in different gender

测量指标	颈动脉分叉角 I 型		颈动脉分叉角 II 型		颈动脉分叉角 III 型		<i>T</i>			<i>P</i>		
	男性	女性	男性	女性	男性	女性	I	II	III	I	II	III
$\alpha(^{\circ})$	28.03 $\pm$ 12.00	21.17 $\pm$ 8.75	42.77 $\pm$ 15.06	37.39 $\pm$ 14.69	63.96 $\pm$ 16.99	63.53 $\pm$ 16.27	2.439	3.156	0.560	0.018	0.002	0.577
A(mm)	6.66 $\pm$ 0.94	5.62 $\pm$ 0.58	6.86 $\pm$ 0.97	6.45 $\pm$ 0.87	6.89 $\pm$ 1.09	6.73 $\pm$ 0.95	4.921	3.602	1.149	0.000	0.000	0.253
B(mm)	6.67 $\pm$ 1.40	5.26 $\pm$ 0.75	7.13 $\pm$ 1.39	6.09 $\pm$ 0.95	7.77 $\pm$ 1.99	6.59 $\pm$ 1.31	5.232	7.473	1.231	0.000	0.000	0.220
C(mm)	7.24 $\pm$ 1.37	6.03 $\pm$ 0.84	8.52 $\pm$ 5.30	6.97 $\pm$ 0.87	8.17 $\pm$ 1.50	7.39 $\pm$ 1.56	3.913	3.119	1.733	0.000	0.002	0.085
D(mm)	4.31 $\pm$ 0.70	3.46 $\pm$ 0.50	4.45 $\pm$ 0.80	3.97 $\pm$ 0.70	4.49 $\pm$ 0.79	4.16 $\pm$ 0.74	5.130	5.262	1.024	0.000	0.000	0.308
E(mm)	3.70 $\pm$ 0.90	2.80 $\pm$ 0.67	3.48 $\pm$ 0.74	3.05 $\pm$ 0.63	3.53 $\pm$ 0.85	3.08 $\pm$ 0.65	4.255	5.337	0.581	0.000	0.000	0.562

研究表明颈动脉分叉角的解剖形态与颈部动脉粥样硬化的发生和发展有着重要关系<sup>[2-4]</sup>。因此对于测量颈动脉分叉角正常参考值有着重要的临床意义。颈动脉分叉角的测量数据较少、测量数据不够全面,尚无业内公认标准。丁祖荣等<sup>[5]</sup>通过尸体解剖测量 74 例颈动脉分叉角平均值约(44 ~ 45) $^{\circ}$ ,段少银等<sup>[13]</sup>通过 64 排螺旋 CTA 测量 92 例颈动脉分叉角为(43.5  $\pm$  12.3) $^{\circ}$ ,Thomas 等<sup>[14]</sup>通过 MRI 测量对 50 例颈动脉分叉角为:小于 40 岁组(48.5  $\pm$  6.3) $^{\circ}$ ,大于 40 岁组(63.6  $\pm$  15.4) $^{\circ}$ 。多排螺旋 CT 三维重建后处理技术具有操作简单、可重复性强、测量值影响因素相对较少等优点,不仅可以对血管进行直接的观察与测量,还可以清晰的显示管壁及周围结构关系,已经被用于多种疾病的观察和处理<sup>[5,15-16]</sup>。

在以往关于颈动脉分叉角几何学指标的相关研究中,无论是尸体解剖测量<sup>[5]</sup>,三维 CT 测量<sup>[13]</sup>,超声测量<sup>[10]</sup>,还是磁共振测量<sup>[14]</sup>,忽略了不同分型之间颈动脉分叉角的差异,统计结果范围较大,偏离真实值。本研究结果示 I、II、III 型颈动脉分叉角除 E 值外均有明显差异( $P < 0.05$ ),颈动脉分叉角 I 型  $\alpha$  值最小,颈动脉分叉角 III 型  $\alpha$  值最大,呈线性正相关。此结论的发现对于判断、研究不同类型血液流体动力学变化、各分型间动脉粥样硬化发生概率等具有重要参考意义。段少银<sup>[13]</sup>在

相关研究中发现  $\alpha$  值左侧明显大于右侧,而本研究发现颈动脉分叉角 I、II、III 型左右侧  $\alpha$ 、A、B、C、D 及 E 值均无明显差异( $P > 0.05$ )。如果不计分型本结果示左侧  $\alpha$  值(44.79  $\pm$  19.98)明显大于右侧  $\alpha$  值(41.87  $\pm$  18.60)( $P = 0.002$ )。此研究结果进一步说明对于颈动脉分叉角不同类型应该着重分类研究。本研究发现 II 型与 III 型之间 A、C、D 值无显著差异( $P > 0.05$ ),可能由于 III 型是 II 型的某种变异有关<sup>[5]</sup>,I、II、III 型 E 值间均无明显差异( $P > 0.05$ ),可能跟颈外动脉的形态与分支相关,尚待进一步研究。颈动脉分叉角 I、II 型不同性别 6 项几何学指标中差异均有显著性意义( $P < 0.05$ ),且男性大于女,结论与相关文献报道基本一致<sup>[5,13]</sup>。但本研究发现颈动脉分叉角 III 型分叉角无明显差异( $P > 0.05$ ),可能与分型有关:III 型颈动脉分叉角较大,颈内动脉从颈动脉窦根部弯曲,具体原因需进一步分析。

综上所述,本研究运用 320 排螺旋 CTA 图像后处理技术对 350 例无明显异常颈动脉分叉角患者针对不同分型进行其几何学指标测量,提供了相对可靠的颈动脉分叉角正常参考值。不同分型间颈动脉分叉角呈线性正相关,对于鉴别分叉角是否增大,判断、研究不同类型血液流体动力学变化、各分型间动脉粥样硬化发生概率等具有重要参考意义。当然,本研究有一定不足:纳入对象没有考虑

临床相关的基础疾病如糖尿病、高血压、高血脂、乙肝等。此外,纳入对象来源较为局限,存在抽样误差,若要揭示国人颈动脉分叉角几何学指标正常参考值,需要多中心的相关研究。

## 4 参考文献

- [1] Ding Z, Wang K, Li J, et al. Flow field and oscillatory shear stress in a tuning-fork-shaped model of the average human carotid bifurcation[J]. Journal of Biomechanics, 2001(12): 1555 - 1562.
- [2] Malek AM, Alper SL, Izumo S. Hemodynamic shear stress and its role in atherosclerosis[J]. JAMA, 1999(21): 2035 - 2042.
- [3] Friedman MH, Deters OJ, Mark FF, et al. Arterial geometry affects hemodynamics: a potential risk factor for atherosclerosis[J]. Atherosclerosis, 1983(2): 225 - 231.
- [4] 王绍波, 吕梁, 李鹏, 等. 颈动脉分叉特征与动脉粥样硬化相关性分析[J]. 实用放射学杂志, 2011(11): 1648 - 1651.
- [5] 丁祖荣, 王克强. 人颈动脉分叉的 TF-AHCB 模型[J]. 上海交通大学学报, 2002(1): 87 - 90.
- [6] Yeom E, Nam KH, Jin C, et al. 3D reconstruction of a carotid bifurcation from 2D transversal ultrasound images[J]. Ultrasonics, 2014(8): 2184 - 2192.
- [7] Krejza J, Arkuszewski M, Kasner SE, et al. Carotid artery diameter in men and women and the relation to body and neck size[J]. Stroke, 2006(4): 1103 - 1105.
- [8] 杨晓燕, 胡元明, 魏玮, 等. 64 层螺旋 CT 血管造影及超声造影评价颈动脉斑块[J]. 中国医学影像学杂志, 2012(6): 472 - 474, 480.
- [9] 杨毓雯, 李沿江, 谢天. 高频超声评价颈动脉管壁形态对冠心病的预测价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2012(8): 607 - 610.
- [10] 王心宇. 颈动脉超声对糖尿病患者颈动脉测量的分析研究[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2012(2): 186 - 187.
- [11] Cinthio M, Jansson T, Eriksson A, et al. Evaluation of an algorithm for arterial lumen diameter measurements by means of ultrasound[J]. Medical & Biological Engineering & Computing, 2010(11): 1133 - 1140.
- [12] 王勇, 王庆军, 蔡剑鸣, 等. MRI 斜矢状位 T1W 黑血序列测量颈动脉分叉角的可行性研究[J]. 南方医科大学学报, 2013(1): 93 - 98.
- [13] 段少银, 林长华, 荆晶, 等. 颈动脉分叉部的三维 CT 血管成像解剖测量[J]. 中国组织工程研究, 2013(15): 2735 - 2742.
- [14] Thomas JB, Antiga L, Che SL, et al. Variation in the carotid bifurcation geometry of young versus older adults implications for geometric risk of atherosclerosis[J]. Stroke, 2005(11): 2450 - 2456.
- [15] 俞同福, 王德杭, 冯阳, 等. 多排螺旋 CT3D 血管成像(CTA)临床应用[J]. 实用放射学杂志, 2003(8): 747 - 750.
- [16] 金文韬, 李斌, 刘洪超, 等. 256 层 CT 上肢血管成像对血液透析患者自体动静脉内瘘功能不全的评价[J]. 实用放射学杂志, 2013(4): 535 - 538.

(2016-01-05 收稿, 2016-03-28 修回)  
中文编辑: 刘 平; 英文编辑: 刘 华

### 医学名词术语使用规范

名词、术语应统一,不要一义多词或一词多义。妇产科学、耳鼻咽喉科学、血液病学、呼吸病学、内分泌学、眼科学和外科学的名词已由医学名词审定委员会审定公布,应严格执行,其它尚未审定者,目前以下列 2 个主题词索引为准:(1)《医学主题词注释字顺表中文索引》(中国医学科学院医学信息研究所);(2)《中医药主题词表》(中国中医研究院图书情报研究所)。在这 2 个主题词表中找不到者,则以人民卫生出版社出版的《英汉医学词汇》、化学工业出版社出版的《药名词汇》和科学出版社出版的各学科名词审定本为准。如“发烧”应改为“发热”,“红血球”应改为“红细胞”,“血色素”应改为“血红蛋白”,“剖腹产术”应改为“剖宫产术”等。国内尚无统一译名的,参考以上词典慎重拟定,并在译名后加括号加注外文,在医学名词审定委员会正式公布后,应立即严格遵照执行。

《贵阳医学院学报》编辑部