

[文章编号] 1000-2200(2018)04-0440-04

· 专栏 · 数字医学与可视化 ·

# MSCTA 三维重建技术对肾动脉的解剖学研究及临床应用价值

李文省<sup>1,2</sup>, 王震寰<sup>1,3</sup>, 李成<sup>1,3</sup>, 沈龙山<sup>3</sup>, 李秀辉<sup>3</sup>

**[摘要]** **目的:**通过多排螺旋 CT 血管造影(multislice spiral CT angiography, MSCTA)三维重建成像技术,找寻肾动脉的解剖及变异规律,为肾脏手术提供有意义的解剖学参考资料。**方法:**回顾性分析行肾动脉 MSCTA 检查且泌尿系统无重大病变 50 例病人的影像学资料,观察肾动脉起源位置与椎体的位置关系,对比左右肾动脉与腹主动脉夹角的大小及肾动脉变异情况。**结果:**97% 的肾动脉开口于第一腰椎椎体上 1/3 至第二腰椎椎体下 1/3。伴有副肾动脉的主肾动脉直径测量值明显小于单支肾动脉的测量值( $P < 0.01$ )。左侧  $\theta$  夹角明显大于右侧  $\theta$  夹角( $P < 0.01$ )。50 例中有 24 例(48%) 出现肾动脉变异情况,左右侧出现肾动脉变异例数相当。变异肾动脉 32 支,起源于腹主动脉 23 支,肾动脉门前分支 9 支。**结论:**MSCTA 检查能立体直观地显示肾动脉解剖及其变异情况,根据其影像检查结果能为肾脏相关手术提供解剖学参考。

**[关键词]** 肾动脉;肾动脉变异;解剖学;多排螺旋 CT 血管造影;三维成像

[中图分类号] R 322.12

[文献标志码] A

DOI:10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2018.04.006

## Anatomy study of renal artery using MSCTA three-dimensional reconstruction technique and its clinical application

LI Wen-sheng<sup>1,2</sup>, WANG Zhen-huan<sup>1,3</sup>, LI Cheng<sup>1,3</sup>, SHENG Long-shan<sup>3</sup>, LI Xiu-hui<sup>3</sup>

(1. Graduate School, Bengbu Medical College, Bengbu Anhui 233030; 2. The Affiliated Hospital of Heze Medical College, Heze Shandong 274000; 3. Department of Anatomy, Bengbu Medical College, Bengbu Anhui 233030, China)

**[Abstract]** **Objective:**To study the anatomy and variation of renal artery using the multislice spiral CT angiography (MSCTA) three-dimensional reconstruction imaging technique for providing the anatomical reference in renal surgery. **Methods:**The imaging data of 50 patients detected by renal artery MSCTA examination were retrospectively analyzed. The relationship between the origin position of renal artery and vertebral body was observed, the included angle between left and right renal artery with abdominal aorta was compared, and the renal artery variation was observed. **Results:**The 97% renal artery open located at 1/3 above the first lumbar vertebral body to 1/3 below the second lumbar vertebra. The diameter of the main renal artery complicated with the auxiliary renal artery was less than that of the single renal artery ( $P < 0.01$ ). The left side  $\theta$  angle was larger than the right side  $\theta$  angle ( $P < 0.01$ ). Among 50 cases, 24 (48%) cases with renal artery variation were identified, and the renal artery variation between left and right sides was similar. Among 32 cases with renal artery variation, 23 cases were origin from abdominal aorta, and 9 cases were origin from renal artery. **Conclusions:**The anatomy of renal artery can be stereoscopically and intuitively observed by MSCTA, and the imaging findings can provide anatomic reference in related renal operation.

**[Key words]** renal artery; renal artery variation; anatomy; multislice spiral CT angiography; three-dimensional imaging

外科医师始终把“最小创伤,最好疗效”作为自己的信念和追求境界。专家学者们经过不断的研究、实践和创新,突破了传统的手术观念,发明了腹腔镜进行腔内手术操作及目前流行的微创精准手术操作。手术切口和创伤大大减小,治疗效果明显提升。解剖学与外科学关系密切,扎实的解剖知识是

外科手术的前提,更是精准手术的关键。人类对人体解剖结构的研究在不断的深入和完善,对肾脏解剖的研究是随着肾脏手术的广泛开展且术中发现肾脏相关解剖的变异率较高而被逐渐重视并探索研究的。因为肾脏各段的供血动脉之间无侧支循环,是肾动脉分支的终末血管,如某一支终末动脉损伤发生血运障碍时,其相应供血区域的肾实质将发生坏死。所以要想以最小的创伤来完成手术,不仅要掌握肾动脉的正常解剖规律还要清楚其常见的解剖变异。近几年来很多文献报道证明,多排螺旋 CT 血管造影 (MSCTA) 对肾脏动脉血管的显像准确率可达 100%<sup>[1]</sup>。本研究从临床影像资料来研究肾动脉的解剖规律。

[收稿日期] 2017-03-30 [修回日期] 2018-01-30

[作者单位] 1. 蚌埠医学院 研究生院,安徽 蚌埠 233030; 2. 菏泽医学专科学校附属医院 外科,山东 菏泽 274000; 3. 蚌埠医学院 人体解剖学教研室,安徽 蚌埠 233030

[作者简介] 李文省(1978-),男,硕士,主治医师。

[通信作者] 王震寰,硕士研究生导师,教授。E-mail: bbmcpwzh@sina.com

## 1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2014 年 1 月至 2016 年 7 月在蚌埠医学院第一附属医院接受 64 排螺旋 CTA 检查的、能很好显示肾动脉血管成像的病人 50 例,其中男 30 例,女 20 例,年龄 30 ~ 75 岁。纳入标准:(1)年龄 > 18 岁的正常成年人,既往体健,无明显心、脑、肺、肝、肾功能不全及高血压病史,无脊柱畸形、重大外伤史及影响泌尿系统解剖的手术史;(2)双侧肾脏先天性发育正常(马蹄肾或孤立肾脏要排除);(3)患有肾囊肿或结石,但病变直径较小不影响肾动脉解剖走行;(4)无腹主动脉、腹膜后及腹部其他脏器病变而影响肾动脉正常解剖关系的;(5)扫描范围全面,图像质量良好,肾动脉及其主要分支显示清楚。

1.2 仪器与方法 采用美国飞利浦 Brilliance 64 排螺旋 CT 机进行增强扫描检查,将图像传至后处理工作站进行图像重建。通过最大密度投影(MIP)、容积再现(VR)和多平面重组(MPR)等技术进行图像三维重建,获得腹主动脉、肾动脉主干及其主要分支和变异的三维图像。

### 1.3 图像观测内容

1.3.1 肾动脉起始位置 按标准的解剖体位,近头侧为上,将椎体分为上、中、下相等的三部分,每一椎间盘作为一个独立的部分,对肾动脉的开口水平进行对照。

1.3.2 肾动脉起点处直径 普遍规律认为每个肾脏是由一支动脉供应的,而因肾动脉变异,可见两支或更多的供肾动脉出现,将发自腹主动脉、直径最大且直接经肾门入肾的动脉定义为主肾动脉,其他直径细小、来自主动脉及主动脉分支的肾动脉以外的经肾门或不经肾门入肾的分支动脉统称为副肾动脉<sup>[2]</sup>。在肾动脉于腹主动脉开口处测量其直径,测量时垂直于肾动脉长轴,分类记录有副肾动脉的肾动脉直径和无副肾动脉的肾动脉直径,统计分析两者有无差异。

1.3.3 肾动脉主干与腹主动脉的下夹角 为方便统计分析,将肾动脉与腹主动脉的下夹角称  $\theta$  夹角, $\theta$  夹角测量时,将两轴线分别调整至与主肾动脉的总体走向和腹主动脉整体走向平行。

1.3.4 肾动脉变异 把从主动脉发出至肾脏的供血动脉都称肾动脉,当有多支肾动脉出现时,根据血管管径的粗细不同和供血范围大小,管径最粗且直接经肾门入肾的命名为主肾动脉,即通常所说的肾

动脉,其他统称为副肾动脉<sup>[3]</sup>,副肾动脉大多数起源于主动脉<sup>[4]</sup>。肾动脉门前分支:不经肾门直接进入肾脏上下极的肾动脉分支,其中把在肾动脉主干 20 mm 以内发出的分支定义为提前或过早分支。肾动脉门前分支可以称为上下极动脉而不是副肾动脉<sup>[5]</sup>。

1.4 统计学方法 采用  $t$  检验。

## 2 结果

2.1 肾动脉起点与椎体的位置关系 统计发现所选取的 50 个病例的左右 100 侧肾动脉中,有 97 侧(97.00%)肾动脉开口于腰 1 椎体上缘与腰 2 椎体下缘之间的区域。有 73 侧(73.00%)肾动脉起点位于腰 1 椎体下 1/3 水平至腰 2 椎体上 1/3 水平的密度最集中(见表 1)。

表 1 50 例病人肾动脉起始位置与椎体的水平对应分布

部位	T <sub>12</sub> 间盘	L <sub>1</sub> 上	L <sub>1</sub> 中	L <sub>1</sub> 下	L <sub>1,2</sub> 间盘	L <sub>2</sub> 上	L <sub>2</sub> 中	L <sub>2</sub> 下	L <sub>2,3</sub> 间盘
左	0	1	4	11	14	13	5	1	1
右	2	2	9	12	12	11	2	0	0

2.2 有无副肾动脉的肾动脉直径的比较 肾动脉均起始于腹主动脉处外径,无副肾动脉的 79 侧,直径范围为 3.89 ~ 7.98 mm;有副肾动脉的 21 侧,直径范围为 2.85 ~ 7.23 mm。无副肾动脉的肾动脉直径明显大于有副肾动脉的直径( $t = 4.57, P < 0.01$ )。

2.3 左右肾动脉的  $\theta$  夹角的比较 目测发现左肾动脉走行平直, $\theta$  角范围为 45° ~ 120°,平均为(66.08 ± 11.71)°;右肾动脉  $\theta$  角范围为 28° ~ 74°,平均为(53.10 ± 10.23)°。左侧  $\theta$  角明显大于右侧( $t = 5.90, P < 0.01$ )。

2.4 变异肾动脉统计结果 以每例研究对象为单位,50 例病人中发现有肾动脉变异的 24 例(48.00%),其中单纯一侧肾动脉变异者 19 例(38.00%),双侧肾动脉同时变异者 5 例(10.00%),左侧变异 15 例(30.00%),右侧变异 14 例(28.00%);出现副肾动脉的 21 例(42.00%),出现肾动脉门前分支的 8 例;肾动脉变异血管 32 支:副肾动脉 23 支(均发自腹主动脉),肾动脉提前分支 9 支。左侧肾脏变异血管 17 支(53.13%),右侧肾脏变异血管 15 支(46.87%),上下极动脉 26 支,上极血管 15 支,下极血管 11 支。分析本数据显示副肾动脉及肾动脉提前分支一支型多见。肾动脉容

积再现图像显示的几种不同类型的变异见图 1~4。

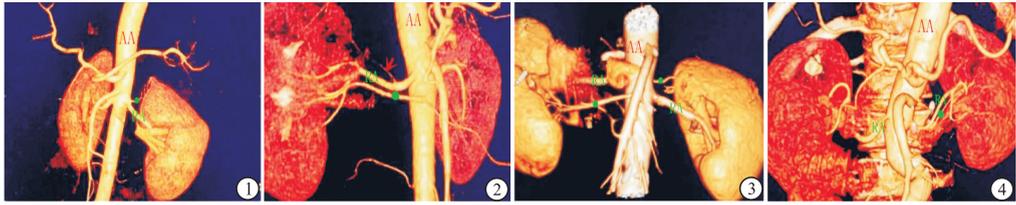


图1 VR成像显示左肾上极细小的副肾动脉(圆点标注) 图2 VR图像显示右肾较粗的副肾动脉(圆点标注)及箭头所指的肾动脉门前分支 图3 VR图像清楚显示双侧副肾动脉(圆点标注) 图4 VR成像显示左肾动脉提前分支(圆点标注)

### 3 讨论

肾脏是人体重要的排泄调节器官。大多数情况下,肾脏主要由单支肾动脉供血,该动脉发自腹主动脉,位于肠系膜上动脉的下方。有文献<sup>[6]</sup>报道,肾动脉在主动脉开口处位置和椎体的位置关系并不是固定的,位置高的可发自胸12椎体下段,位置低的可从腰3椎体中段起源。BEREGI等<sup>[7]</sup>对病人的肾动脉CTA影像分析发现,88%的右肾动脉和87%的左肾动脉开口于第1腰椎下1/3水平至第2胸椎下1/3水平之间。OZKAN等<sup>[8]</sup>调查发现98%的肾动脉开口主要集中于腰1椎体上1/3至腰2椎体下1/3水平,与本研究统计结果基本一致。本研究还发现开口位置最集中的区域在腰1椎体下1/3至腰2椎体上1/3。肾脏手术时特别是微创手术时肾动脉开口位置的这个规律非常重要;术中需要游离解剖肾动脉时要首先从腰1椎体下1/3至腰2椎体上1/3这个小范围寻找肾动脉根部(微创操作时可以根据与电凝钩或分离钳的工作通道高度相同的椎体为标志),这样减少了定位的盲目性,减小了手术创伤,减少术中出血,降低手术风险,尤其是手术视野因炎症粘连、肿瘤浸润、各种创伤原因而导致层次之间解剖关系不清楚时,这个规律更能缩短手术时间,减少手术风险,提高手术成功率。当然如果在这个小范围找不到时,也不能思维定式,要想到肾动脉可能起源于这个区域的上或下方位置。本研究数据分析结果左侧 $\theta$ 夹角( $66.08 \pm 11.71$ )°,右侧( $53.10 \pm 10.23$ )°,与缪晓帆等<sup>[9]</sup>报道结果相近。左侧大于右侧且差异有统计学意义。GRACIER等<sup>[10]</sup>对影像分析结果为左侧 $\theta$ 角平均大小为( $65.34 \pm 16.04$ )°,右侧为( $73.79 \pm 16.96$ )°,左侧 $\theta$ 角小于右侧 $\theta$ 角,与本研究所得结论有所差别。TARZAMNI等<sup>[11]</sup>对143例肾移植供肾者的64层CTA影像分析发现 $\theta$ 角平均大小为( $57.5 \pm 14.9$ )°,且与肾动脉变异无明显关系。根据这个大

致的成角范围,能为肾动脉介入治疗时提供导管入口的合理角度,同时为从根部游离肾动脉提供较确切的区间。从夹角范围可看出肾动脉下斜型较多见,而不是水平走向,所以游离肾动脉时要注意方向。陈振东等<sup>[12]</sup>研究认为副肾动脉的出现影响肾动脉的直径大小,有副肾动脉的肾动脉平均直径比没有副肾动脉的要小且差异有统计学意义,本研究结果与此结论一致。手术过程中虽然不能对所需要显露的肾动脉做实际性的直径测量,根据以上结论,当发现肾动脉明显较细时一定要考虑副肾动脉存在的可能,以免造成误伤和漏扎,引起不必要的组织坏死和大出血。THATIPPELLI等<sup>[13]</sup>研究统计结果显示左肾动脉主干平均直径大于右侧。而TARZAMNI等<sup>[14]</sup>对病人的肾动脉CTA图像进行测量分析却发现,肾动脉开口处直径左侧和右侧没有显著差异。TURBA等<sup>[16]</sup>发现男性肾动脉直径均明显大于女性。因男女、左右肾动脉的直径有无区别落实到每一例手术上没有太大意义,所以没有分类对比。多年的研究结果认为肾动脉的变异较为常见,因对副肾动脉的概念认定存在差异与样本抽样不同,各家报道不一。研究<sup>[15]</sup>结果认定副肾动脉的出现机率为(33.33%)。更有甚者,SHAKERI等<sup>[16]</sup>研究统计结果副肾动脉的出现率存在差异较大,范围宽达9%~76%。国内文献报道有25%~40%的人存在副肾动脉,本研究结果显示副肾动脉的出现率42%,和以往差异不大。随着越来越多的肾移植手术、肾血管重建技术及各种肾脏微创手术的大量开展,放射技术的广泛应用,掌握肾动脉解剖变异的知识变的非常重要<sup>[17]</sup>。了解肾动脉这么高的变异率,在对肾段切除、肿瘤局部切除保留肾单位手术时,如发现阻断或结扎了相应的段动脉或肾动脉时仍有明显出血,就很自然的想到副肾动脉。因肾脏供血动脉的特点为相互之间无吻合,且为终末动脉,当一支上下极动脉或段动脉受到损伤时,都会引起供血区组织坏死,导致局限性或弥漫性功能丧失,所以保留肾单

位手术时,一定要避免损伤正常肾组织的供血细小动脉,包括变异动脉。活体供肾肾移植手术时,对于供者除常规一系列检查配型正常外还一定要充分考虑供肾的血管解剖情况,明确有无提前分支和副肾动脉。如有,要清楚肾动脉干长度是否 > 15 mm、副肾动脉有几支、是否必须保留等,当供肾动脉干 < 15 mm、两支或以上副肾动脉时尽量避免选择,手术成功率低风险大。总之 MSCTA 能很好的显示肾动脉及其分支血管,通过 MSCTA 三维重建技术统计总结肾动脉和其变异规律,为临床提供了解剖学规律。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] RABAH DM, AL-HATHAL N, AL-FUHAID T, *et al.* Computed tomography angiogram: Accuracy in renal surgery[J]. *Int J Urol*, 2009,16(1):58.
- [2] 张际青,张小东.副肾动脉定义商榷[J].*中国临床解剖学杂志*,2010,28(1):109.
- [3] KANEKO N, KOBAYASHI Y, OKADA Y. Anatomic variations of the renal vessels pertinent to transperitoneal vascular control in the management of trauma[J]. *Surgery*, 2008,143(5):616.
- [4] SYLVIA S, KAKARLAPUDI SV, VOLLALA VR, *et al.* Bilateral variant testicular arteries with double renal arteries[J]. *Cases J*, 2009,2(1):114.
- [5] SINGH AK, SAHANI DV. Imaging of the renal donor and transplant recipient[J]. *Radiol Clin North Am*, 2008,46(1):79.
- [6] TURBA UC, UFLACKER R, BOZLAR U, *et al.* Normal renal arterial anatomy assessed by multidetector CT angiography: are there differences between men and women? [J]. *Clin Anat*, 2009,22(2):236.
- [7] BEREGI JP, MAUROY B, WILLOTEAUX S, *et al.* Anatomic variation in the origin of the main renal arteries: spiral CTA

evaluation[J]. *Eur Radiol*, 1999,9(7):1330.

- [8] OZKAN U, OĞUZKURT L, TERCAN F, *et al.* Renal artery origins and variations: angiographic evaluation of 855 consecutive patients [J]. *Diagn Interv Radiol*, 2006,12(4):183.
- [9] 缪晓帆,唐立钧,徐怡,等. MSCTA 观察肾动脉起源、形态及变异[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2014,11(6):377.
- [10] GARCIER JM, DE FB, FILAIRE M, *et al.* Origin and initial course of the renal arteries: a radiological study[J]. *Surg Radiol Anat*, 2001,23(1):51.
- [11] TARZAMNI MK, NEZAMI N, RASHID RJ, *et al.* Origination angle of renal artery has no role in renal artery pattern [J]. *Transplant Proc*, 2009,41(7):2734.
- [12] 陈振东,付峰,朱海东,等. CT 血管成像对副肾动脉的发生与肾动脉直径相关性的评估[J]. *医学影像学杂志*, 2011,21(2):241.
- [13] THATIPELLI MR, SABATER EA, BJARNASON H, *et al.* CT angiography of renal artery anatomy for evaluating embolic protection devices[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2007,18(7):842.
- [14] TARZAMNI MK, NEZAMI N, RASHID RJ, *et al.* Anatomical differences in the right and left renal arterial patterns [J]. *Folia Morphol*, 2008,67(2):104.
- [15] TÜRKVATAN A, ÖZDEMİR M, CUMHUR T, *et al.* Multidetector CT angiography of renal vasculature: normal anatomy and variants [J]. *Eur Radiol*, 2009,19(1):236.
- [16] SHAKERI A, SHANE-TUBBS R M, PEZESHK P, *et al.* Bipolar supernumerary renal artery [J]. *Surg Radiol Anat*, 2007,29(1):89.
- [17] KHAMANARONG K, PRACHANEY P, UTRARAVICHIEA A, *et al.* Anatomy of renal arterial supply [J]. *Clin Anat*, 2004,17(4):334.

( 本文编辑 刘畅 )

( 上接第 439 页 )

支血管血运,减少心肌梗死区域的再扩大,抑制或延缓左心室重构病变,明显改善左心室功能恢复,进而抑制或延缓左室重构和扩张。

综上,PCI 术可以改善病人的左心室收缩功能。在 AMI 时间窗内急诊行 PCI 术是有益的。发病 12 h 内及 24 h 内仍有症状的 AMI 病人,优先推荐行急诊 PCI 开通 IRA,以尽可能地恢复冠脉血运循环。急诊 PCI 治疗者临床获益要优于择期 PCI。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] WHITE HD, THYGESSEN K, ALPERT JS, *et al.* Clinical implications of the Third Universal Definition of Myocardial Infarction[J]. *Heart*, 2014,100(5):424.
- [2] 马礼坤,余华.急性心肌梗死行直接冠状动脉介入治疗的安全性及临床疗效[J]. *中华心血管病杂志*, 2008,36(6):485.
- [3] 中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会. 2015 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南[J]. *中华心血管病杂志*, 2015,43(5):380.

- [4] TERKELSEN CJ, SØRENSEN JT, MAENG M, *et al.* System delay and mortality among patients with STEMI treated with primary percutaneous coronary intervention [J]. *JAMA*, 2010,304(7):763.
- [5] 杨跃进. 应当重视急性心肌梗死左心室重塑的防治[J]. *中国循环杂志*, 2000,15(6):323.
- [6] 马骏,邱建,向定成,等. 直接和择期冠状动脉介入治疗对急性心肌梗死病人左心室重构和左心功能的影响. *临床心血管病杂志*, 2006,22(12):724.
- [7] MORENO R, GARCIA E, ABEYTUA M, *et al.* Early coronary angioplasty for acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: have novel therapies led to better results? [J]. *J Invasive Cardiol*, 2000,12(12):597.
- [8] ZHU XY, QIN YW, HAN YL, *et al.* Long-term efficacy of transcatheter closure of ventricular septal defect in combination with percutaneous coronary intervention in patients with ventricular septal defect complicating acute myocardial infarction: a multicentre study[J]. *Euro Intervention*, 2013,8(11):1270.

( 本文编辑 卢玉清 )