

·血管介入 Vascular intervention·

320 排动态容积 CT 检测肾动脉解剖形态在介入治疗中的应用价值

鲍光进, 李树平, 洪 骥, 王锦淳, 赵 琪, 彭士伍

【摘要】 目的 评价 320 排 640 层动态容积 CT 检测肾动脉解剖形态的优势及在介入治疗中的应用价值。**方法** 回顾性分析 200 例中上腹部 320 排动态容积 CT 增强扫描动脉期资料, 容积数据通过 VITAL 工作站进行后处理, 结合容积再现、最大密度投影、多平面重建及曲面重建成像进行统计分析, 检出肾动脉变异和疾病患者, 并对肾动脉变异类型和病例进行分类分析。**结果** 200 例患者中 99 例(49.5%)存在变异肾动脉, 其中 62 例(31.0%)有副肾动脉, 57 例(28.5%)有肾动脉早发分支。共发现 142 支变异肾动脉, 变异率为 35.5%(142/400), 左侧为 38.5%(77/200), 右侧为 32.5%(65/200); 副肾动脉 80 支(56.3%), 肾动脉早发分支 62 支(43.7%); 起源于腹主动脉 78 支, 起源于肾动脉主干 62 支, 起源于肠系膜上动脉 1 支, 起源于右膈下动脉 1 支。200 例患者中检出 11 例 13 支肾动脉狭窄, 5 例肾肿瘤。**结论** 320 排动态容积 CT 增强检查扫描时间短, 辐射剂量低, 既能准确评估肾动脉变异类型, 又能清晰显示各类变异细节, 为临床肾脏病变介入治疗及其它外科治疗提供更多解剖学信息。

【关键词】 320 排 CT; CT 血管造影; 肾动脉变异; 肾动脉狭窄; 介入治疗

中图分类号: R575.2 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2016)-01-0024-05

The application of 320-row dynamic volume CT scan in displaying renal artery anatomy BAO Guang-jin, LI Shu-ping, HONG Ji, WANG Jin-chun, ZHAO Qi, PENG Shi-wu. Department of Radiology, No.455 Hospital of People's Liberation Army, Shanghai 200052, China

Corresponding author: LI Shu-ping, E-mail: li-shuping@fudan.edu.cn

【Abstract】 Objective To investigate the application of 320-row dynamic volume CT scan in observing renal artery anatomy and in performing interventional therapy. **Methods** The arterial phase data of upper-middle abdomen 320-row dynamic volume enhanced CT scan of 200 patients were retrospectively analyzed. The volume data was post-processed by VITAL workstation. A statistical analysis of the images was conducted through volume rendering (VR), maximum intensity projection (MIP), multiplanar reconstruction (MPR) and curve-planar reconstruction (CPR). The renal artery variations and diseased patients were recorded, and the renal artery variation types and diseased patients were classified and analyzed. **Results** Of the 200 patients, renal artery variations were detected in 99 (49.5%), including accessory renal artery (n=62, 31%) and early branching of renal artery (n=57, 28.5%). A total of 142 variant renal arteries were observed; the variation rate was 35.5% (142/400), with the variation rates of the left and right renal artery being 38.5% (77/200) and 32.5% (65/200) respectively. A total of 80 accessory renal arteries (56.3%) and 62 early branches of renal arteries (43.7%) were found. Of the 142 variant renal arteries, 78 originated from abdominal aorta, 62 from main renal artery, one from superior mesenteric artery and one from right inferior phrenic artery. Among the 200 patients, 13 stenosed renal arteries were found in 11 patients, and renal neoplasm was seen in 5 patients. **Conclusion** The upper-middle abdomen 320-row dynamic volume enhanced CT scan needs only short scanning time, besides, its radiation dose is low. This technique can not only accurately assess the

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2016.01.006

作者单位: 200052 上海 解放军第 455 医院放射科

通信作者: 李树平 E-mail: li-shuping@fudan.edu.cn

renal artery variation types but also clearly display the variations in detail, providing more anatomical information useful for interventional and surgical therapy of renal lesions. (J Intervent Radiol, 2015, 25: 24-28)

【Key words】 320-row CT; CT angiography; renal arterial variation; renal artery stenosis; interventional therapy

肾动脉变异临床较常见,表现形式多样。充分了解肾脏血管解剖形态,对提高某些肾病病因诊断及各类肾脏介入手术、外科手术具有重要意义。320 排动态容积 CTA 可清晰显示肾动脉解剖形态,如肾动脉变异起源、解剖走行及管径、长度等较详细信息,还可显示肾动脉狭窄及管腔内斑块情况。本研究评价 320 排 640 层动态容积 CT 检测肾动脉解剖形态的优势及在介入治疗中的应用价值。

1 材料与方法

1.1 研究对象

2013 年 6 月至 2013 年 11 月,200 例无肾衰竭或先天性肾病患者在解放军第 455 医院放射科接受中上腹部 320 排 640 层动态容积 CT 增强扫描检查。其中男 114 例,女 86 例,年龄 32~83 岁。排除标准:①有明显肾脏及肾周疾病影响肾动脉显示者;②肾脏先天性变异,如马蹄肾、异位肾或一侧肾缺如者。

1.2 检查方法

采用日本 Toshiba 公司 Aquilion ONE 型 320 排 640 层动态容积 CT,检查前对患者行呼吸训练。患者取仰卧位,身体置于床面中间,双手上举。嘱患者屏气,先行平扫,自膈肌平面向下扫描至髂前上嵴水平平面,然后作增强扫描,范围同平扫;肘静脉留置 20 G 套管针,采用 Medrad 双筒高压注射器,以 3.0~4.0 ml/s 流速注入非离子型对比剂碘帕醇(370 mg/ml)85~95 ml,后续以 4.0 ml/s 流速注入生理盐水 15~20 ml。根据患者体质指数设置管电压 100~120 kV,管电流 300~350 mA,转速为 0.35 s,探测器射线准直为 320 mm×0.5 mm。增强扫描采用手动触发扫描技术,扫描模式为螺旋扫描,扫描后自动用容积方式重建数据包,检查完成后经 VITAL 工作站对图像进行后处理。

1.3 图像后处理

采用 VITAL 工作站内腹部 CT 分析软件对 CT 主机所采集动脉期数据包进行容积再现(VR)、最大密度投影(MIP)、多平面重建(MPR)及曲面重建(CPR)成像。通过 VR 图像任意旋转切除影响观察的腰动脉、腹腔干、肠系膜上下动脉及其分支,并结

合原始图像及 VR、MIP、MPR、CPR 图像调整适当窗宽、窗位,密切观察肾动脉解剖形态及变异肾动脉数目、起源、走行等,测量肾动脉管径和长度。

2 结果

2.1 两侧肾脏变异动脉

本组 200 例患者 400 个肾脏均清晰显示出两侧各肾动脉结构。200 例患者中 99 例(49.5%)存在变异肾动脉,其中 62 例(31.0%)有副肾动脉(ARA),57 例(28.5%)有肾动脉早发分支(EB)。1 支型 ARA 44 例(22.0%),左侧 26 例,右侧 18 例;2 支型 ARA 18 例(9.0%),左侧 4 例,右侧 1 例,左右侧各 1 支 13 例。1 支型肾动脉 EB 52 例(26.0%),左侧 25 例,右侧 27 例;2 支型肾动脉 EB 5 例(2.5%),左右侧各 1 支。总共发现 142 支变异肾动脉,变异率为 35.5%(142/400),左侧为 38.5%(77/200),右侧为 32.5%(65/200);ARA 80 支(56.3%),肾动脉 EB 62 支(43.7%)(表 1、图 1)。

表 1 200 例患者肾动脉变异比率分析 例(%)

变异肾动脉	1 支型变异		2 支型变异			总计
	左侧	右侧	左侧	右侧	双侧	
ARA	26(13)	18(9)	4(2)	1(0.5)	13(6.5)	
合计	44(22)			18(9)		62
EB	25(12.5)	27(13.5)	0(0)	0(0)	5(2.5)	
合计	52(26)			5(2.5)		57

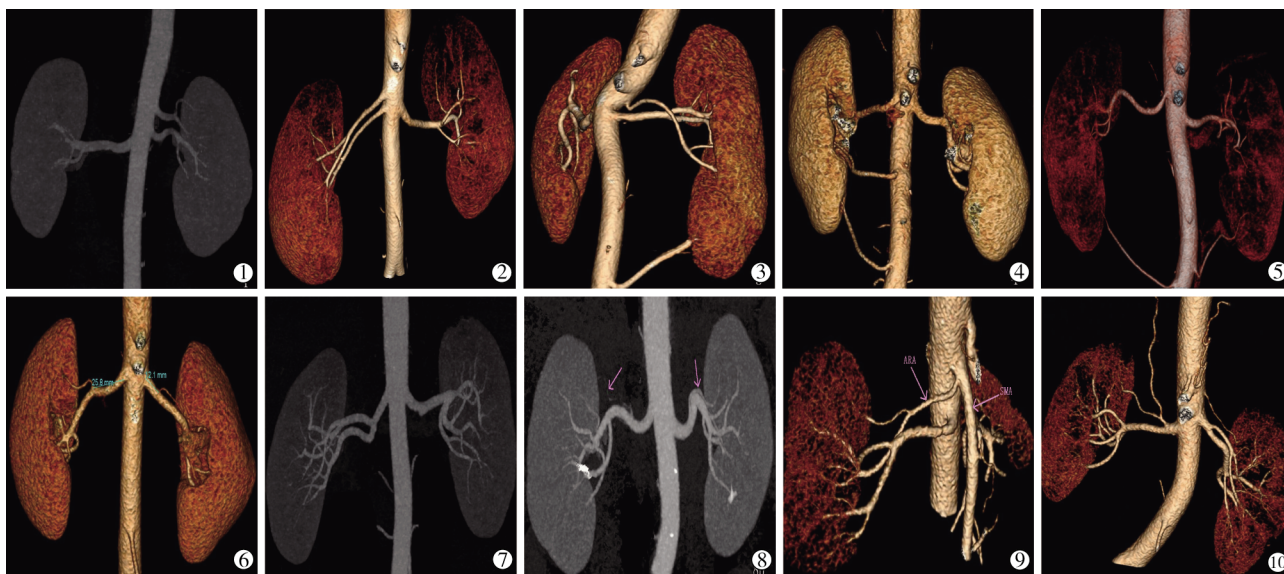
注: ARA:副肾动脉;EB:早发分支

2.2 两侧变异肾动脉起源

本组 142 支变异肾动脉 ARA 起源于腹主动脉 78 支(54.9%),起源于肠系膜上动脉 1 支(0.7%),起源于右膈下动脉 1 支(0.7%),总计 80 支(56.3%);变异肾动脉 EB 起源于肾动脉主干总计有 62 支(43.7%)。此外,尚可见右膈下动脉起源自右肾动脉 31 例。

2.3 变异肾动脉管径与长度

本组变异肾动脉管径为平均 2.4 mm(0.6~4.2 mm),主干长度为平均 61.7 mm(23.8~99.6 mm)。其中 ARA 管径为平均 2.6 mm(1.0~4.2 mm),主干长度为平均 68.4 mm(37.2~99.6 mm);肾动脉 EB 管径为平均 1.9 mm(0.6~3.2 mm),主干长度为平均



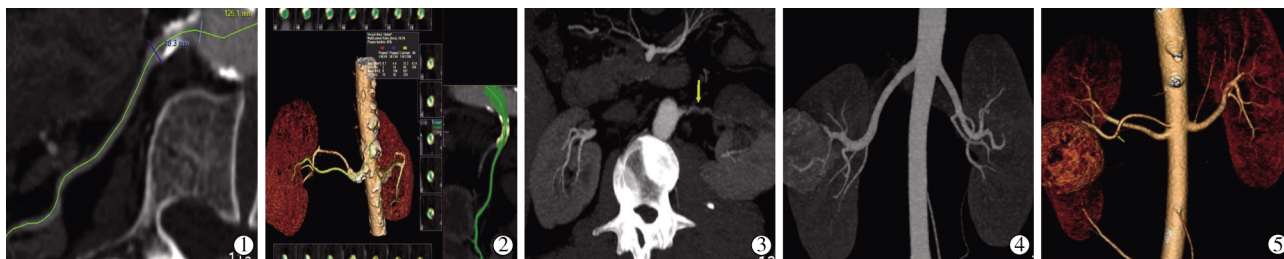
①MIP 成像示左侧 1 支型 ARA(入肾部位为上极伴肾门);②VR 成像示右侧 1 支型 ARA(入肾部位为上极伴肾门);③VR 成像示左侧 2 支型 ARA(入肾部位分别为肾门、下极);④VR 成像示右侧 2 支型 ARA(入肾部位分别为肾门、下极);⑤VR 成像示左右侧各 1 支的 2 支型 ARA(入肾部位分别为下极、下极);⑥VR 成像示左侧 1 支型肾动脉 EB(入肾部位为肾门),右侧肾前分支开口距离肾动脉起始部约 2.58 cm,不属于 EB;⑦MIP 成像示右侧 1 支型 EB(入肾部位为肾门);⑧MIP 成像示 2 支型 EB(入肾部位分别为上极、上极),右侧 EB 较细;⑨VR 成像示右侧 1 支 ARA 由右肠系膜上动脉发出(入肾部位为上极伴肾门),左侧 1 支 ARA 和 EB;⑩VR 成像示右侧 1 支 ARA 由右膈下动脉发出(入肾部位为上极),右膈下动脉由右肾动脉主干发出

图 1 上腹部 320 排 640 层动态容积 CT 增强扫描检测肾动脉解剖变异图像

51.2 mm(23.8~78.6 mm)。肾动脉 EB 平均管径和长度均小于 ARA,进入肾门的变异动脉直径与肾动脉主干相近,而进入肾上、下极分支常较纤细。

2.4 肾动脉相关疾病检出

200 例患者中检出 11 例患者 13 支肾动脉狭窄,其中 1 支为 ARA 狭窄;5 例肾肿瘤,其中 3 例为富血供肿瘤(2 例由肾动脉供血,1 例由 ARA 供血)(图 2)。



①②VR、CPR 成像示右肾动脉近段钙化斑块伴管腔狭窄,狭窄段管腔直径(②)、长度(①)清晰可见;③MRP 成像示左 ARA 软斑块伴左肾下极梗死,管壁软斑块情况清晰可见;④MIP 成像示右肾肿瘤(病理:透明细胞癌)由右肾动脉分支供血;⑤VR 成像示右肾肿瘤(病理:透明细胞癌)由右 ARA 供血

图 2 上腹部 320 排 640 层动态容积 CT 增强扫描检出肾动脉相关疾病图像

3 讨论

3.1 肾动脉变异解剖定义及结果分析

肾动脉变异较常见,根据其起源,可主要分为 ARA 和肾门前动脉分支两大类进行研究观察。ARA 可进入肾门或直接进入肾上、下极^[1];肾门前动脉分支形式变化较大,临床研究显示有较大临床意义的是 EB,定义为肾动脉邻近主动脉干不超过 2 cm 或 1.5 cm 的门前分支。本研究统计分析的肾门前动脉分支主要是 EB,国内外又将进入上、下极的肾门前

分支称为极动脉^[2]。ARA 的临床意义在于,多发性肾动脉可供应肾实质多至 20%~25% 血运,一旦其中 1 支发生病变,将会危及相应肾实质区域血供^[3]。

本组研究数据显示 49.5%(99/200) 患者有肾动脉变异,与 Halpern 等^[4]通过 CT 和 MRA 研究发现 49% 患者有肾动脉变异相仿;ARA 变异率为 31%,其中 1 支型 ARA 占 70.9%(左侧 59.1%,右侧 40.9%),2 支型 ARA 占 29.1%;EB 变异率为 28.5%,其中 1 支型 EB 占 91.2%(左侧 48.1%,右侧 51.9%),2 支型 EB

占 8.8%。本组 142 支变异肾动脉起源于腹主动脉为 54.9%，肾动脉主干为 43.7%，肠系膜上动脉为 0.7%，右膈下动脉为 0.7%；变异肾动脉在左侧 54.2%，在右侧 45.8%；ARA 80 支 (56.3%)，EB 62 支 (43.7%)。Pollak 等^[5]在 400 例 800 只肾脏尸检资料中发现，解剖变异肾脏占 28% (224/800)，左侧 26%~32%，右侧 23%~29%，双侧 15%。龙德云等^[6]统计发现变异肾动脉左侧 49.5%，右侧 50.5%；EB 46.7%，ARA 53.3%。公佩友等^[7]通过 CTA 检查发现 144 例患者中 74 例 (51.4%) 存在肾动脉解剖变异，其中 56.7% 为肾门前分支，35.1% 为 ARA。上述结果与本组比较，在变异数目、类型、单侧变异率方面存有差异，可能与变异肾动脉定义及样本来源不同相关。

3.2 肾动脉解剖形态对介入治疗的临床意义

随着近年介入治疗技术的进步，肾肿瘤栓塞术、肾出血栓塞术、肾动脉支架植入术或肾动脉成形术等肾脏血管介入治疗技术日趋成熟，对介入手术标准的要求也不断提高，介入医师不断追求更高效、安全的手术方案。术前 CTA 能够提供准确的肾动脉变异类型、血管形态和走行、管腔狭窄情况，操作相对简单，可多角度旋转观察，有利于发现细小 ARA、肾动脉开口处狭窄、肾动脉钙化等，很大程度上弥补了 DSA 不足^[8]。

肾脏肿瘤栓塞术前，可通过 CTA 了解肿瘤病变性质及其供血动脉部位，以便术中有的放矢，对肿瘤供血动脉进行快速超选择性栓塞治疗，还能降低对正常肾功能的损害，因为肾脏肿瘤常有多支供血动脉，术中遗漏栓塞任何一支肿瘤供血动脉均可能使术后患者仍有持续血尿，甚至导致手术切除肿瘤时出血量较大，危及生命^[9-10]。多层螺旋 CT 血管造影 (MSCTA) 诊断肾出血越来越受到临床重视^[11]。选择性肾动脉栓塞术 (SRAE) 治疗肾出血的两大目的是彻底止血和最大限度地保护损伤侧肾的功能。朱彬等^[12]报道认为使用微弹簧圈栓塞血管可最大限度地保护肾功能；弹簧圈应尽量接近出血部位，栓塞范围越小越好，以最大限度地保留肾功能；CTA 检查能够明确需要栓塞的靶血管，尤其是 ARA 及细小分支血管，以便匹配使用相应介入导管和栓塞剂。戚跃勇等^[13]研究认为肾动脉 CTA 检查有利于肾出血诊断并指导介入栓塞治疗。

肾动脉狭窄介入治疗前 CTA 检查，可明确肾动脉狭窄部位、范围、程度、侧支及肾动脉管腔、管壁改变，准确显示血管壁钙化和血栓性质，并可检测狭窄直径和长度，为球囊和支架选择提供准确数据。

了解肾动脉解剖形态对经皮肾交感神经射频消融术 (CRSD) 也有重要指导作用。作为一项治疗难治性高血压的新技术，CRSD 能有效稳定地控制患者血压，还具有改善血糖代谢、胰岛素抵抗及保护受损肾脏的作用，相比于传统交感神经切除术，具有住院时间短、创伤小、作用位点局限且无全身不良反应等优点^[14]。介入性去肾交感神经治疗高血压专家共识 (2011 年)^[15]强调 CRSD 适应证为：①肾动脉无畸形；②术前应作肾动脉造影 (CT、MRI 或 DSA)；③目标肾动脉未经血管成形术或支架植入术；④有可行入路途经。禁忌证为：①肾动脉狭窄 >30%；②肾动脉纤维肌性发育不良等。CTA 可精确提供肾动脉解剖形态及管腔狭窄情况，不仅为介入术中 DSA 提供可靠依据，缩短手术时间，减少术者和患者辐射剂量及术后并发症发生，也为术后复查起到一定的评价作用。

3.3 CTA 在肾脏疾病诊断和治疗方面具同等作用

肾脏疾病腹腔镜手术，尤其是肾移植手术前明确 ARA 供血区域十分重要。肾移植中必须吻合所有肾血管，防止因误切、误扎引起所分布区域肾组织坏死；EB 也十分重要，因为成功地吻合要求肾动脉开口与其第一支分支相距至少 20 mm。现在越来越多临床医师主张腹腔镜下肾脏手术，以减少手术并发症，使患者术后较快恢复，这就更需要术前 CTA 多角度观察肾动脉及其周围组织情况，明确变异肾动脉。在内科疾病诊断方面，变异肾动脉还可机械性压迫和牵拉肾盂输尿管连接部并导致肾盂积水^[16]。肾动脉狭窄是继发性高血压 (肾性高血压) 主要病因，一些研究提示 ARA 可能会引起高血压^[17]，但也有研究表明 ARA 与高血压的关系并不明确。

3.4 320 排动态容积 CT 检测肾动脉解剖形态优势

目前用于肾动脉解剖形态研究的主要检测工具具有 DSA、彩色多普勒超声、CTA 及 MRA。临床上一直视 DSA 为金标准，但近年来发现其检出变异肾动脉的灵敏度较之 CTA 低，尤其是在非选择造影时，主要原因可能是一些肾上极动脉易于与肾被膜动脉或肾上腺动脉混淆^[18]，而 DSA 又是一种有创检查，成本较高，且有很大电离辐射，对医师和患者自身损害大。彩色超声虽对肾血管血流敏感，但受有限声窗限制、探测角度不同和操作者人为影响，不能准确显示肾动脉血管。MRA 具有无射线辐射优势，但 Rankin 等^[19]研究提示 CTA 较之 MRA 发现 ARA 的准确率高。Kim 等^[20]研究认为，CTA 与 MRA 相比有检出小血管优势，且可发现钙化斑块。320 排

动态容积 CT 与多层螺旋 CT 相比,其空间和时间分辨率大为提高,16 cm 宽探测器可短时间完成数据采集,明显减少扫描时间及辐射剂量(本组平均辐射剂量约为 8.5 ± 2.6 mSv),且具有强大快捷的图像后处理功能,能清晰显示肾动脉大小、走行、分布情况以及血管腔有无狭窄、管壁有无斑块或钙化等。CTA 还可通过多种后处理方法进行观察,大大提高了变异肾动脉的发现率。VR 成像为三维立体图像,能够立体直观显示变异肾动脉;MIP 成像为二维图像,在显示细小肾动脉和钙化上具有优势^[21],还可简单方便地显示肾动脉全程走行及周围组织情况;MPR 和 CPR 成像能够细致地显示肾动脉全程走行并测量管径大小。本研究采用 320 排动态容积 CT 进行血管成像,可检测出平均直径约为 2 mm 的 ARA,最细直径约为 0.8 mm,较既往 CT 检测研究有了明显提高。

总之,320 排 640 层动态容积 CTA 是一种简单、安全、快速且可靠的影像学检测肾动脉解剖形态的方法,可精确显示各类变异肾动脉及其形态、走行、管腔狭窄情况,为临床介入治疗提供比较明确的解剖学信息,为术中肾动脉处理提供有效指导,利于缩短手术时间,减少并发症发生。

[参考文献]

- [1] Shakeri AB, Tubbs RS, Shoja MM, et al. Bipolar supernumerary renal artery[J]. Surg Radiol Anat, 2007, 29: 89-92.
- [2] 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: 616-622.
- [3] 欧阳墉. 数字减影血管造影诊断学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000: 338-339.
- [4] Halpern EJ, Mitchell DG, Wechsler RJ, et al. Preoperative evaluation of living renal donors: comparison of CT angiography and MR angiography[J]. Radiology, 2000, 216: 434-439.
- [5] Pollak R, Prusak BF, Mozes MF. Anatomic abnormalities of cadaver kidneys procured for purposes of transplantation[J]. Am Surg, 1986, 52: 233-235.
- [6] 龙德云, 陈国军, 陈和平, 等. 64 层螺旋 CT 血管成像肾动脉变异分析[J]. 临床放射学杂志, 2010, 29: 929-933.
- [7] 公佩友, 耿军祖, 邹振兴, 等. 肾动脉变异的 16 层螺旋 CT 表现[J]. 泰山医学院学报, 2006, 27: 303-306.
- [8] Tombul ST, Aki FT, Gunay M, et al. Preoperative evaluation of hilar vessel anatomy with 3D computerized tomography in living kidney donors[J]. Transplant Proc, 2008, 40: 47-49.
- [9] Anastasiou J, Karatzas T, Felekouras EA, et al. Radical nephrectomy with transperitoneal subcostal incision for large and locally advanced tumors of the right kidney[J]. Anticancer Res, 2012, 32: 5023-5029.
- [10] Koganemaru M, Abe T, Iwamoto R, et al. Ultraselective arterial embolization of vasa recta using 1.7-French microcatheter with small-sized detachable coils in acute colonic hemorrhage after failed endoscopic treatment[J]. AJR Am J Roentgenol, 2012, 198: W370-W372.
- [11] Sommer CM, Stampfl U, Bellemann N, et al. Patients with life-threatening arterial renal hemorrhage: CT angiography and catheter angiography with subsequent superselective embolization[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2010, 33: 498-508.
- [12] 朱 彬. 超选择性动脉栓塞治疗急性肾出血[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20: 815-818.
- [13] 戚跃勇, 邹利光, 刘卫金, 等. 肾出血的多层螺旋 CT 血管成像诊断与选择性肾动脉栓塞止血治疗[J]. 血栓与止血学, 2013, 19: 207-209.
- [14] 陆晓诚, 袁伟杰. 难治性肾性高血压肾交感神经射频消融术研究进展[J]. 中华心血管病杂志, 2012, 40: 79-81.
- [15] Mahfoud F, Vonend O, Bruck H, et al. Expert consensus statement on interventional renal sympathetic denervation for hypertension treatment[J]. Dtsch Med Wochenschr, 2011, 136: 2418.
- [16] 郭 刚, 洪宝发, 符伟军, 等. 肾迷走血管致肾盂输尿管连接部梗阻 20 例报告[J]. 临床泌尿外科杂志, 2003, 18: 721-723.
- [17] 宋成运, 兰 迪, 高凤娟, 等. 副肾动脉引起肾血管性高血压[J]. 中华肾脏病杂志, 2007, 23: 403.
- [18] Satyapal KS, Haffjee AA, Singh B, et al. Additional renal arteries: incidence and morphometry[J]. Surg Radiol Anat, 2001, 23: 33-38.
- [19] Rankin SC, Jan W, Koffman CG. Noninvasive imaging of living related kidney donors: evaluation with CT angiography and gadolinium-enhanced MR angiography[J]. AJR Am J Roentgenol, 2001, 177: 349-355.
- [20] Kim T, Murakami T, Takahashi S, et al. Evaluation of renal arteries in living renal donors: comparison between MDCT angiography and gadolinium-enhanced 3D MR angiography[J]. Radiat Med, 2006, 24: 617-624.
- [21] 彭令荣, 韩希年. 16 层螺旋 CT 副肾动脉分析[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2006, 12: 109-112.

(收稿日期:2015-05-05)

(本文编辑:边 洁)