

Three-dimensional contrast enhanced MR angiography in diagnosis of renal artery stenosis: comparison with DSA

XU Yu-feng, WANG Xiao-ying*, ZOU Qiang, SUN Xiao-wei, ZOU Ying-hua, JIANG Xue-xiang

(Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China)

[Abstract] **Objective** To assess the value of three-dimensional dynamic contrast-enhanced MR angiography (CEMRA) in the diagnosis of renal artery stenosis. **Methods** Twenty-eight consecutive patients suspected of renal artery stenosis underwent both DSA and CEMRA. Two radiologists evaluated the main renal arteries on CEMRA and DSA images in consensus. The renal arteries were recorded as five grades: Grade 1: normal; Grade 2: stenosis $< 50\%$; Grade 3: stenosis $50\% - 75\%$; Grade 4: stenosis $> 75\%$; Grade 5: occlusion. The data were analyzed by SPSS 11.5 software. The sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive values of CEMRA were calculated. Receiver operating characteristic (ROC) analysis was performed for depiction of hemodynamically significant stenosis ($> 50\%$). Cohen Kappa analysis was used to assess agreement between the two imaging modalities in grading of stenosis and depiction of significant stenosis. Accessory renal arteries were also evaluated. **Results** The sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of CEMRA for depiction of renal artery stenosis was 95.0%, 94.4%, 90.4%, and 97.1%, respectively. The area under the ROC curve was 0.955. Kappa was 0.924 for detection of significant stenosis and 0.899 for grading of stenosis. The detection rate of accessory renal artery was 87.5% (7/8). **Conclusion** CEMRA should be the first choice method in the diagnosis of renal artery stenosis. It can accurately diagnose significant stenosis ($> 50\%$), and have consistency with DSA in grading renal stenosis. Performing CEMRA in patients suspected of renal artery stenosis can help to avoid unnecessary DSA procedure.

[Key words] Magnetic resonance angiography; Renal artery stenosis; Contrast media

三维动态增强 MR 血管造影诊断肾动脉狭窄： 与 DSA 对照研究

许玉峰, 王霄英*, 邹强, 孙晓伟, 邹英华, 蒋学祥

(北京大学第一医院放射科, 北京 100034)

[摘要] **目的** 评价三维动态增强磁共振血管造影(CEMRA)诊断肾动脉狭窄的价值。**方法** 对 28 例可疑肾动脉狭窄的行人 CEMRA 和 DSA 检查, 由两位医师独立对图像进行分析并最终达成一致, 分 5 级记录肾动脉的情况, 统计 CEMRA 诊断肾动脉狭窄($> 50\%$)的敏感度、特异性、阳性预测值和阴性预测值, 并用 ROC 法分析其诊断价值。用 Cohen Kappa 法评价 CEMRA 与 DSA 在诊断肾动脉狭窄和对狭窄分级方面的一致性。观察副肾动脉显示情况。**结果** CEMRA 诊断肾动脉狭窄($> 50\%$)的敏感度为 95.0%、特异性为 94.4%、阳性预测值为 90.4%、阴性预测值为 97.1%, 其 ROC 曲线下面积为 0.955, 两种方法诊断肾动脉狭窄和对狭窄分级的 κ 值分别为 0.924 和 0.899。CEMRA 副肾动脉显示率为 87.5% (7/8)。**结论** CEMRA 可以准确诊断有意义的肾动脉狭窄($> 50\%$), 做出肾动脉狭窄的除外诊断, 避免不必要的 DSA 检查, 可作为诊断肾动脉病变的首选影像检查方法。

[关键词] 磁共振血管造影; 肾动脉狭窄; 对比剂

[中图分类号] R692.16; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2005)12-1918-04

[作者简介] 许玉峰(1978—), 男, 河北人, 在读博士。研究方向: 腹部影像诊断。E-mail: xuyf1978@sohu.com

[通讯作者] 王霄英, 北京大学第一医院放射科, 100034。

E-mail: bjwxyen@tom.com

[收稿日期] 2005-06-12 **[修回日期]** 2005-08-20

肾动脉狭窄(renal artery stenosis, RAS)是引起继发性高血压和肾功能衰竭的常见原因之一^[1,2], 由于其存在可治愈性, 所以肾动脉狭窄的诊断非常重要。目前, 虽然 DSA 是肾动脉狭窄诊断和分级的“金标准”, 但因其有创、使用大量肾毒性对比剂并可发生副反应, 仍然不是理想的检查方法, 而动态

增强磁共振血管造影 (contrast-enhanced MR angiography, CEMRA) 具有无创、无放射性和灵敏度高等优点, 是一种很有前景的检查方法^[3-6], 其诊断肾动脉狭窄的价值初步得到肯定, 但对狭窄分级准确性的研究较少, 本文将 CEMRA 与 DSA 结果对照研究, 评价其对肾动脉狭窄诊断和分级的价值。

1 材料与方法

1.1 病人资料 2002 年 9 月—2005 年 4 月因怀疑肾动脉狭窄而于我院行 CEMRA 检查的病人共 82 例, 其中 28 例随后进行了 DSA 检查, 被纳入我们的研究, 男 13 例, 女 15 例, 平均年龄为 52.2 岁(15~84 岁)。

1.2 检查方法 使用 GE 1.5 T Signa Twinspeed 磁共振扫描仪, TorsoPA 相控阵线圈, 使用 Fast TOF SPGR 序列屏气冠状扫描, TE/TR 4.2/8.6 ms, 翻转角 45°, 视野(FOV) 40 cm×32 cm, 矩阵 256×128, 带宽(Bandwidth) 31.25 MHz, 扫描层厚 3.0 mm, 激励次数(NEX) 1。穿刺肘前静脉并保留静脉留置针, 使用高压注射器(Spectris-Medrad) 注射对比剂钆喷替酸葡甲胺(Gd-DTPA) 30 ml (0.2~0.3 mmol/kg), 速率 3 ml/s, 注射完毕后用 30 ml 生理盐水冲管(速率 3 ml/s)。用智能化捕捉(Smart Prep) 技术自动确定扫描开始的时间。

1.3 图像分析 所有 CEMRA 和 DSA 图像均由两位放射科医师独立进行分析, 并最终对结果达成一致。第一步在 ADW 4.0 工作站上分析 CEMRA 图像, 为避免偏差, 随机选取病例, 对图像进行三维 MIP (maximum intensity projection) 及 MPR(multiplanner reconstruction) 重建, 按照肾动脉狭窄程度对其进行分级^[7]: 1 级, 未见狭窄; 2 级, 狭窄<50%; 3 级, 狭窄 50%~75%; 4 级, 狭窄>75%; 5 级, 动脉闭塞[狭窄程度=(1-狭窄管腔直径/正常管腔直径)×100%], 同时观察副肾动脉的情况。第二步, 一周以后用同样的标准分析 DSA 图像。

1.4 数据统计 使用 SPSS 11.5 软件对数据进行统计分析。以 50% 作为判定肾动脉狭窄的标准, 对照 DSA 计算: ① CEMRA 诊断肾动脉狭窄的敏感度、特异性、阳性预测值和阴性预测值, 并用 ROC 方法分析其价值, 曲线下面积越接近 1.0, 说明诊断标准越完美。②用 Cohen Kappa 法评价 CEMRA 与 DSA 在诊断肾动脉狭窄和肾动脉狭窄分级方面的一致性, κ>0.8 为优, 0.8≥κ>0.6 为良, 0.6≥κ>0.4 为中等, 0.4≥κ>0.2 为轻度, κ<0.2 为差。

2 结果

DSA 和 CEMRA 均显示 28 个病人的 56 条肾动脉(表 1), DSA 发现了 31 处狭窄, 其中 11 处狭窄<50%, 6 处狭窄为 50%~75%; 12 处狭窄>75%; 2 处动脉闭塞; CEMRA 的结果有 8 处与 DSA 不符, 其中有 1 例 DSA 认为闭塞, 而 CEMRA 发现动脉明显狭窄, 但并没有完全闭塞。DSA 共发现 8 条副肾动脉, CEMRA 发现了 7 条, 显示率为 87.5%。

CEMRA 诊断肾动脉狭窄(狭窄>50%) 的敏感度为 95.0%、特异性为 94.4%、阳性预测值为 90.4%、阴性预测值为 97.1%, ROC 曲线下面积为 0.955 (图 1); DSA 和

表 1 可疑肾动脉狭窄病人肾动脉分级: DSA 与 CEMRA 间的比较

CEMRA 分级	DSA 分级					
	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	合计
1 级	23	0	0	0	0	23
2 级	2	9	1	0	0	12
3 级	0	2	4	0	0	6
4 级	0	0	1	11	1	13
5 级	0	0	0	1	1	2
合计	25	11	6	12	2	56

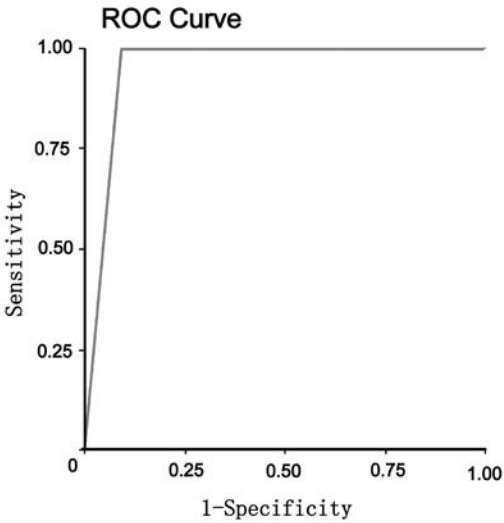


图 1 CEMRA 诊断肾动脉狭窄(>50%) 的 ROC 曲线, 曲线下面积(Az) 等于 0.955

CEMRA 判定肾动脉狭窄的一致性为: κ=0.924; 对肾动脉狭窄分级的一致性为: κ=0.899。

3 讨论

3.1 动态增强磁共振血管造影(CEMRA) 技术特点 CEMRA 主要是利用顺磁性对比剂钆螯合物能缩短血液 T1 弛豫时间的特性, 使动脉与周围组织形成良好对比, 结合快速梯度回波序列, 在一次屏气时间内完成包括肾动脉在内的腹部大血管的信号采集, 克服了呼吸对血管成像的干扰, 提高了细小血管的分辨率^[8]。肾脏 CEMRA 成功的关键在于: ①对比剂的量和注入速度: 目前研究报道对比剂的使用剂量为 0.1~0.3 mmol/kg, 注入速度为 2~3 ml/s^[4-6]; 我们使用的对比剂为 30 ml, 采用高压注射器以 3 ml/s 的速度注入, 取得了满意的效果。②扫描延迟时间的选择: 目前主要有两种方法: 小剂量(2 ml) 对比剂测试技术和自动触发技术^[7], 我们使用 GE “Smart Prep” 自动扫描技术确定延迟扫描时间, 一般均能保证 K 空间中心采集与动脉内对比剂峰值吻合。③层厚的选择: 要求层厚不能大于 3 mm, 以免容积效应影响较小血管的观察。自 2002 年 9 月以来, 我们共完成 82 例肾动脉 CEMRA 扫描, 其中仅有 1 例因病人不配合, 1 例因高压注射器故障导致失败, 其余均扫描成功。

3.2 CEMRA 诊断肾动脉狭窄的准确性 文献中^[4-6] 界定肾

动脉狭窄的标准略有不同,从发现狭窄到狭窄大于 75% 不等,但大部分研究采用 50% 为标准,所报道的诊断准确性也略有差异。Tan 等^[5]对 2001 年以前的研究作 Meta 分析表明 CEMRA 诊断肾动脉狭窄(>50%)的敏感度为 97%,特异度为 93%,阳性预测值为 87%,阴性预测值为 98%,副肾动脉的检出率为 82%。本研究以 50% 作为肾动脉狭窄的诊断标准,结果表明 CEMRA 诊断肾动脉狭窄的敏感度为 95.0%、特异度为 94.4%、阳性预测值为 90.4%、阴性预测值为 97.1%。进一步用 ROC 法综合评价 CEMRA 诊断肾动脉狭窄的价值,结果显示其曲线下面积达 0.955。可以看出,CEMRA 诊断肾动脉狭窄的准确性很高,尤其是有意义的狭窄,而且 CEMRA 诊断肾动脉狭窄的阴性预测值很高,表明怀疑肾动脉狭窄的病人,若 CEMRA 正常,可不行 DSA 检查,有学者认为 CEMRA 可以避免大约 80% 的 DSA 检查^[9],本研究可疑肾动脉狭窄而行 CEMRA 的 82 例患者中有 66.9% (54/82) 的患者没有进一步行 DSA 检查。

人群中约 30% 存在副肾动脉,大部分副肾动脉起源于腹主动脉,少数从髂总动脉发出。Tan^[5]报道副肾动脉显示率为 82%,本研究中 CEMRA 副肾动脉的显示率为 87.5% (7/8),对照 DSA 回顾性分析,发现未能显示的一条副肾动脉位置偏下,行向肾脏下极,管腔内对比剂充填较少,三维重建时被忽略。我们认为观察副肾动脉需要把 3D MIP 和各个方向的 MPR 结合起来一起分析,并且注意不要遗漏距肾动脉稍远的部位。

定量分析肾动脉狭窄程度对其治疗有重要的指导意义,我们将肾动脉按狭窄程度分为 5 级,并用 Cohen Kappa 方法对 DSA 与 CEMRA 的一致性进行评价,结果表明两者间 $\kappa=0.899$,说明两种方法间存在很好的一致性。文献报道^[9] CEMRA 常常高估狭窄程度,我们也发现 8 例患者 DSA 与 CEMRA 肾动脉分级结果不符合,CEMRA 6 例为高估,分析其原因,主要有:①CEMRA 空间分辨率低于 DSA。②各种运动伪影和动脉内环行伪影等。呼吸运动可以使图像模糊,影响对肾动脉的判断,检查前训练病人屏气和尽可能的减少采集时间有助于避免呼吸伪影。Vasbinder^[10]报道屏气后肾脏也会发生一种近似线状的头尾方向运动,但这种运动产生的伪影主要影响肾动脉远端小的分支血管,肾动脉狭窄大部分发生在肾动脉开口或主干,仅有 3% 发生在一级分支以下^[11],所以对肾动脉狭窄的评价影响很小。环形伪影对肾动脉观察影响较大,在三维血管重建图像上,肾动脉局部信号缺失,与狭窄很难鉴别,而在 MPR 图像上可以发现动脉管腔内出现一条或数条黑线,与腔外伪影相连(图 2),这种伪影可能是由动脉内对比剂浓度变化引起的,准确选择延迟扫描时间可能会避免出现这种伪影,仔细观察原始图像和多平面 MPR 重建图像有助于认识这种伪影。另外有 1 例 CEMRA 发现肾动脉开口明显狭窄,而远端血管内仍有对比剂流入,该病人两周后行 DSA 检查,表现为肾动脉闭塞,不排除期间血管病变进展发生闭塞,也有可能是因为 MRI 组织分辨率高于 DSA,少量对比剂在 DSA 上未能显影,而 MRI 能够显示出来(图 3)。

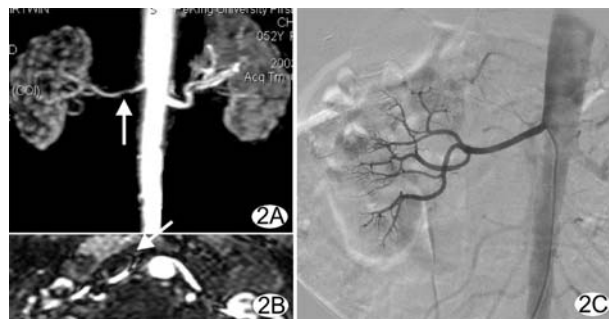


图 2 女,52 岁,因高血压怀疑肾动脉狭窄,CEMRA 三维 MIP 图(2A)示右肾动脉中段轻度狭窄(2 级)(箭);其轴位 MPR(2B)可见右肾动脉中段管腔内黑线影(箭),与管腔外伪影相连,造成三维 MIP 图的狭窄假象;DSA 图(2C)示右肾动脉正常

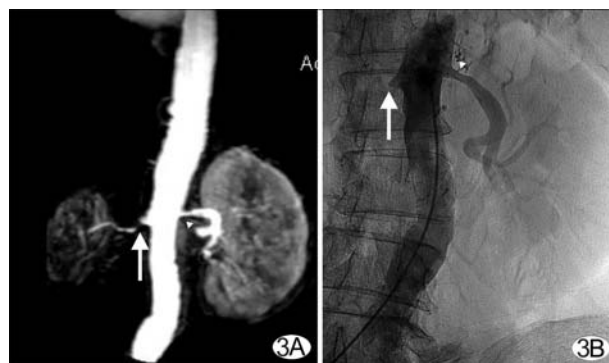


图 3 女,54 岁,肾功能不全,CEMRA 三维 MIP 图(3A)示右肾萎缩,右肾动脉开口严重狭窄,但远端血管仍有对比剂进入(箭),而相应的 DSA 图(3B)示右肾动脉开口闭塞。同时,CEMRA 图示左肾动脉开口处狭窄(3 级),与其 DSA 图表现一致

3.3 CEMRA 与其他方法的比较 近年来,肾动脉狭窄已成为中老年终末期肾脏病的常见原因,尤其在伴有心脏病、周围血管病、高血压、充血性心力衰竭等疾病患者更为常见^[2],早期诊断、早期治疗可以阻断或延缓肾功能衰竭的进程。多普勒超声检查由于其无创和廉价被认为是肾动脉狭窄的首选方法,然而超声受操作者依赖性的限制,对其诊断的敏感性和特异性影响较大,而且 US 阳性的病例必须经 DSA 确诊。超声对副肾动脉的显示不敏感。核素检查复杂且诊断准确性不高,而未被广泛接受。DSA 仍然是临床常用的“金标准”,然而行 DSA 检查者中有很大比例是正常的,DSA 是有创检查,其局部和全身并发症分别为 7.3% 和 1.8%^[12],因此需要一种既准确又安全的方法来诊断肾动脉狭窄。近年来 CTA 作为一种准确的方法被推广,然而其存在放射性而且使用大剂量的碘对比剂,仍然不是一种理想的检查方法。与以上方法相比,CEMRA 诊断肾动脉狭窄的准确性很高,尤其是阴性预测值很高,对狭窄的分度与 DSA 一致性很好,而且安全无创,无放射性,不需要使用大剂量肾毒性对比剂,有望成为诊断肾动脉病变的首选检查方法。

与 DSA 相比,CEMRA 的主要缺点是空间分辨率较低,有过高估计狭窄程度的趋势;但 DSA 只能观察血管管腔直径的变化,不能了解管壁及腔外的情况,而 CEMRA 与 MRI 相

结合可以发现管壁及管壁外的病变,本研究中注意到 MRI 发现腹主动脉粥样斑块的情况优于 DSA;MRI 组织分辨率高于 DSA,而且 CEMRA 结合动态核磁肾图(MR renography)扫描还可以提供肾动脉血流动力学、肾脏灌注曲线、及肾脏功能方面的信息,综合利用这些信息,不仅可以定性诊断肾动脉狭窄,而且有可能定量分析肾脏损害程度,为进一步治疗提供参考^[13,14]。本组资料中 3 例狭窄>75%和 1 例肾动脉闭塞的肾脏体积明显缩小,动态扫描皮、髓质灌注明显延迟,但由于 3D CEMRA 序列时间分辨率较低,仅能初步观察肾脏的灌注情况,更详尽准确的信息还需进一步的研究。

[参考文献]

[1] Derkx FH, Schalekamp MA. Renal artery stenosis and hypertension[J]. Lancet, 1994, 344(8917):237-239.

[2] Zhou DF, Wang HY, Wang M. Clinical development of atherosclerotic renal artery stenosis[J]. Foreign Medical Sciences Section of Internal Medicine, 2001, 28(9):372-375.

周德福,王海燕,王梅. 动脉粥样硬化性肾动脉狭窄临床研究进展[J]. 国外医学内科学分册, 2001, 28(9):372-375.

[3] Prince MR, Yucel EK, Kaufman JA, et al. Dynamic gadolinium-enhanced three-dimensional abdominal MR arteriography [J]. J Magn Reson Imaging, 1993, 3(6):877-881.

[4] Dong Q, Schoenberg SO, Carlos RC, et al. Diagnosis of renal vascular disease with MR angiography [J]. Radiographics, 1999, 19(6):1535-1554.

[5] Tan KT, van Beek EJ, Brown PW, et al. Magnetic resonance angiography for the diagnosis of renal artery stenosis: a meta-analysis [J]. Clin Radiol, 2002, 57(7):617-624.

[6] Schoenberg SO, Rieger J, Nittka M, et al. Renal MR angiogra-

phy: current debates and developments in imaging of renal artery stenosis[J]. Semin Ultrasound CT MR, 2003, 24(4):255-267.

[7] Liang CH. Three-dimensional contrast-enhanced magnetic resonance angiography[M]. Beijing: Science Press, 2000. 11-13.

梁长虹. 造影剂增强磁共振三维血流成像[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 11-13.

[8] Luo JJ, Li XB, Xu JM, et al. Three-dimensional contrast-enhanced MR angiography technique[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2004, 20(6):891-893.

罗健君, 李晓兵, 许建铭, 等. 磁共振对比增强血管三维成像技术的方法探讨[J]. 中国医学影像技术, 2004, 20(6):891-893.

[9] Prasad S, Bannister K, Taylor J, et al. Is magnetic resonance angiography useful in renovascular disease? [J]. Internal Medicine Journal, 2003, 33(3): 84-90.

[10] Vashbinder GB, Maki JH, Nijenhuis RJ, et al. Motion of the distal renal artery during three-dimensional contrast-enhanced breath-hold MRA[J]. J Magn Reson Imaging, 2002, 16(6):685-696.

[11] Harding MB, Smith LR, Himmelstein SI, et al. Renal artery stenosis: prevalence and associated risk factors in patients undergoing routine cardiac catheterization[J]. J Am Soc Nephrol, 1992, 2(11):1608-1616.

[12] Waugh JR, Sacharias N. Arteriographic complications in the DSA era[J]. Radiology, 1992, 182(1):243-246.

[13] Prasad PV, Goldfarb J, Sundaram C, et al. Captopril MR renography in a swine model: toward a comprehensive evaluation of renal arterial stenosis[J]. Radiology, 2000, 217(3):813-818.

[14] Coulam CH, Lee JH, Wedding KL, et al. Noninvasive measurement of extraction fraction and single-kidney glomerular filtration rate with MR imaging in swine with surgically created renal arterial stenoses[J]. Radiology, 2002, 223(1):76-82.



CT 诊断成人阑尾炎时口服造影剂是否必需

对可疑阑尾炎的患者行 CT 扫描时有多种方法进行增强,美国华盛顿大学外科 Anderson 等近期采用系统回顾方法评价了诊断性 CT 平扫和增强扫描的作用,并将结果发表在 9 月的 Am J Surg 杂志上。研究人员通过 Medline 搜索确定了 23 项研究,所有类型的 CT 扫描在诊断方面都非常出色:敏感性 83%~97%,特异性 93%~98%,阳性预测值 86%~98%,阴性预测值 94%~99%,准确率 92%~97%。无口服造影剂增强的 CT 检查比口服造影剂增强的敏感性(95%比 92%,无统计学意义)和阴性预测值(均为 96%)方面相似,而在特异性(97%比 94%)、阳性预测值(97%比 89%)和准确率(96%比 92%)方面出人意料地好($P<0.0001$)。研究人员认为,对于阑尾炎的诊断,非增强 CT 扫描与口服造影剂增强 CT 相比效果相当或更好,并建议应进行一项有关增强或非增强 CT 扫描的前瞻性比较临床试验来评估其适应证。

——摘自《中华医学信息导报》