·骨骼肌肉影像学·

256 层 iCT 全景血管成像评价上肢动静脉内瘘功能不全

雍昉，张发林，徐志锋，潘爱珍

【摘要】 **目的**：探讨 256 层 iCT 全景血管成像在评估血液透析患者自体内瘘血管功能不全中的价值。**方法**：36 例血液透析并血管通路功能不全患者采用 256 层 iCT 进行造瘘侧上肢血管成像，采用对比剂追踪及智能触发扫描技术，对原始图像采用容积再现(VR)、最大密度投影(MIP)、曲面重组(CPR)等技术进行后处理，获取内瘘血管的二维及三维图像。**结果**：36 例患者均顺利完成 CT 血管成像检查，能清晰显示内瘘血管全程，内瘘血管并发症，病变部位、范围、狭窄程度及侧支循环形成情况。36 例患者中单纯流入性动脉狭窄 4 例，其中多发节段性狭窄 2 例；单纯吻合口狭窄 7 例；单纯流出性静脉狭窄 6 例；流入性动脉＋吻合口狭窄 6 例，吻合口＋流出性静脉狭窄 6 例，流入性动脉＋吻合口＋流出性静脉狭窄 4 例，流入性动脉＋流出性静脉狭窄 3 例。36 例患者中合并附壁血栓 16 例，引流静脉瘤样变或节段性扩长、扩张 8 例，串珠样改变 4 例，9 例患肢软组织肿胀伴发不同程度侧支循环形成。**结论**：全景 CTA 可以清晰显示瘘血管全程，能对内瘘血管的并发症进行准确诊断，为临床治疗提供指导。

【关键词】 血液透析；动静脉内瘘；CT 血管成像；体层摄影术，X 线计算机

【中图分类号】R543；R814.42 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2017)09-0967-04

DOI：10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.09.015

Evaluation of upper extremity arteriovenous fistula in hemodialysis patients by 256 slices iCT angiography YONG Fang, ZHANG Fa-lin, XU Zhi-feng, et al. Department of Radiology, the First People's Hospital of Foshan, Guangdong 528000, China

【**Abstract**】 **Objective**: To study the clinical value of 256 slices iCT angiography (CTA) in hemodialysis patients with upper extremity arterio-venous fistula dysfunction. **Methods**: 36 hemodialysis patients with vascular dysfunction had 256 slices iCT angiography to obtained the angiogram of the upper extremity arteriovenous fistula. Contrast material tracking and intelligent scanning technology were used. The raw data were post-processed with volume rendering (VR), maximum intensity projection (MIP), curved planar reformation (CPR) techniques, 2D and 3D vascular images of the blood vessels with internal fistula were acquired. **Results**: CTA of 36 cases were performed successfully. The whole course of internal fistula, vascular complication, location and extent, degree of stenosis and collateral circulation were clearly displayed. Of the 36 patients, there were simple arterial inflow stenosis (4 cases, including 2 cases with multiple segmental stenoses), anastomotic stenosis (7 cases), and simple outflow venous stenosis (6 cases). Moreover, arterial inflow in combination with anastomotic stenosis were revealed in 6 cases, anastomotic stenosis plus outflow venous stenosis in 6 cases, inflow arterial plus anastomotic and venous outflow stenosis in 4 cases, arterial inflow and venous outflow stenosis in 3 cases. Mural thrombus was found in 16 cases, venous aneurysm and segmental dilation in 8 cases, bead-string like change in 4 cases, soft tissue swelling in combination with various degree of collateral circulation in 9 cases. **Conclusion**: The whole course of arterio-venous fistula can be displayed clearly on CTA, also vascular complications can be assessed accurately, which provides a valuable guidance for clinical treatment.

【**Key words**】 Hemodialysis; Aneriovenous fistulas; Computed tomography angiography; Tomography, X-ray computed

血液透析是目前慢性肾功能衰竭患者的重要治疗方法，而自体动静脉内瘘已成为维持性血液透析患者最安全有效的透析通路[1]。由于对内瘘血管特别是流出静脉长期的穿刺和局部损伤等，常导致各种并发症，如感染、血栓形成、狭窄、血管瘤样扩张等[1-3]。早期诊断及干预对于延长血管通路寿命、维持高效的透析效果非常重要。血管超声一直是诊断血管内漏的首选技术，但对操作者要求高，且无法显示血管全景，同时难以显示头臂静脉、上腔静脉及锁骨下静脉下段的情况，制约因素较多[2]。目前 CT 血管成像(computed tomography angiography，CTA)不仅可全景显示完整的透析通路，还能通过后处理技术多角度、多层面地观察透析通路的病变，为临床治疗提供直观依据[3,4]。但是由于良好的 CTA 图像对设备及技术要求较高，目前国内相关研究仍不多。本研究采用 256 层 CTA 技术对 28 例发生自体动静脉内瘘功能不全的血液透析患者进行研究，分析内瘘血管形态学的变化，旨在为

作者单位：528000 广东，佛山市第一人民医院影像科
作者简介：雍昉(1973－)，女，广东佛山人，副主任医师，主要从事血管性疾病 CT 诊断工作。
基金项目：佛山市科技创新平台项目(2015AG10004)；佛山市医学重点专科培育项目建设(Fspy3－2015013)

临床治疗、干预提供指导。

材料与方法

1. 病例资料

搜集本院 2013－2015 年因慢性肾衰竭接受维持性血液透析并出现内瘘功能不全症状的患者 36 例，其中男 20 例，女 16 例，年龄 42～74 岁，平均(62.0±8.7)岁；肾衰透析患者中，慢性肾炎 16 例，多囊肾 3 例，狼疮性肾病 2 例，糖尿病肾病 8 例，高血压性肾病 7 例。所有内瘘均为前臂内瘘，内瘘使用 1～6 年，每周透析 2～3 次。症状均表现为血透流量减低(<180 mL/min)和上肢肿胀，所有患者上臂内瘘处触诊均有不同程度的血流震颤；透析通路完全闭塞者不纳入本研究。所有患者 CT 检查前均被告知电离辐射与对比剂不良反应，并签署知情同意书；在检查结束后当天安排血液透析，以减少肾功能损伤。

2. 检查方法

采用 Philips Brilliance 256 层 iCT 行 CTA 检查，先行平扫，患者取仰卧位，进针肢举过头顶，非进针肢屈曲平放于胸前。扫描参数：管电压 120 kV，电流 300 mA，探测器准直 128×0.625 mm，层厚 5 mm，层间距 5 mm，视野 380 mm×380 mm，扫描范围包括整个患肢。CTA 检查选用非离子型对比剂碘比乐(350 mg I/mL)，剂量 80～90 mL，经高压注射器从非患肢前臂静脉进针，流率 3.0～4.5 mL/s，注射对比剂后追加生理盐水 30 mL，流率 3 mL/s。采用对比剂浓度跟踪技术，将感兴趣区(region of interest，ROI)设置于主动脉弓，阈值 150 HU，ROI 到达阈值后 18 s 启动增强扫描。

3. 图像处理和分析

将所有扫描图像导入 EBW 工作站，采用曲面重组(curved planar refomlation，CPR)、多平面重组(multiplanar reformation，MPR)、最大密度投影(maximum intensity proiection，MIP)、容积再现(volume rendering，VR)等技术对数据进行后处理，以显示患侧上肢动静脉全景图像。依次观察动脉血管、吻合口、静脉血管，判断血管有无斑块或血栓、狭窄及狭窄程度、范围、形态改变、侧支循环情况及周围软组织的异常表现。根据工作站所测狭窄部位血管的面积与相邻正常血管面积判定狭窄程度，狭窄程度<50%为轻度狭窄，50%～75%为中度狭窄。>75%为重度狭窄。因静脉变异较大，将引流静脉及锁骨下静脉可疑节段与前后血管截面进行对比，相差>50%定义为狭窄，不做分级。

结 果

36 例患者均顺利完成 CTA 检查，未发现对比剂过敏事件，所有 CTA 图像均有良好的信噪比，结合 VR、MIP 及 CPR 等重建图像均能清晰显示内瘘侧上肢血管情况以及与周围组织结构的空间关系、周围侧支循环的形成情况、软组织表现等，可满足临床诊断需求。

36 例患者中单纯流入性动脉狭窄 4 例，其中多发节段性狭窄 2 例(图 1)，包括轻度狭窄 3 例，中度狭窄 1 例；单纯吻合口狭窄 7 例，包括轻度狭窄 1 例，中度狭窄 3 例，重度狭窄 2 例，闭塞 1 例；单纯流出性静脉狭窄 6 例(图 2)，其中锁骨下静脉血栓 2 例，包括轻度狭窄 3 例，重度狭窄 3 例。流入性动脉＋吻合口狭窄 6 例，其中至少 1 处重度狭窄 3 例(图 3)；吻合口＋流出性静脉狭窄 6 例(图 4a)，其中至少 1 处重度狭窄 5 例，锁骨下静脉血栓 1 例(图 4b)；流入性动脉＋吻合口＋流出性静脉狭窄 4 例，其中至少 1 处重度狭窄 2 例；流入性动脉＋流出性静脉狭窄 3 例(图 5)。本组 36 例患者中合并附壁血栓 16 例(图 6)，引流静脉瘤样变或节段性扩长、扩张 8 例(图 6)，呈串珠样改变 4 例(图 3)，9 例患肢软组织肿胀伴发不同程度侧支循环形成(图 4)。

讨 论

血液透析患者的血管通路往往因血管反复穿刺，血管内皮增生、动脉粥样硬化等因素引发血管狭窄及血栓等并发症，导致有效透析血流量降低，影响透析效果，因此准确、全面反映内瘘血管的并发症，对指导临床实施高效的治疗具有重要作用。彩色多普勒超声(color Doppler ultrasound，CDUS)具有价廉、简便、无创等优势，能准确确定病变血管的位置，且能观察血液的流向，测定流速和流量[2,4,5]，K-DQQI 及血管外科学会指南推荐使用 CDUS 评估血液透析通路功能，但该技术不仅极大依赖操作者的技术水平及经验[6]，同时近端静脉狭窄和细小血管显示不清，且不能提供内瘘血管的全景图，并存在检测盲区，制约因素较多。数字减影血管造影(digital subtraction angiography，DSA)是评估血管通路功能不良的金标准[7]，但 DSA 为有创性检查，费用昂贵且存在相关并发症，检查过程中操作者及患者均受到一定量的辐射，术中需反复给予对比剂，且无法明确血管通路走行、解剖空间关系及软组织情况，在诊断和指导治疗上存在较大局限性。随着螺旋 CT 技术的发展，大范围、智能化的扫描技术及先进的后处理技术的出现，不仅能获取血管全景图像，且精细的结构显示能力使毫米级的狭窄血管以及众多细小侧支循环也能清晰显示，因此采用合适的扫描方案能全景显示整个透析通路，对透析通路发生病变时能进行全面评估。目前 CTA 已广泛应用于各种

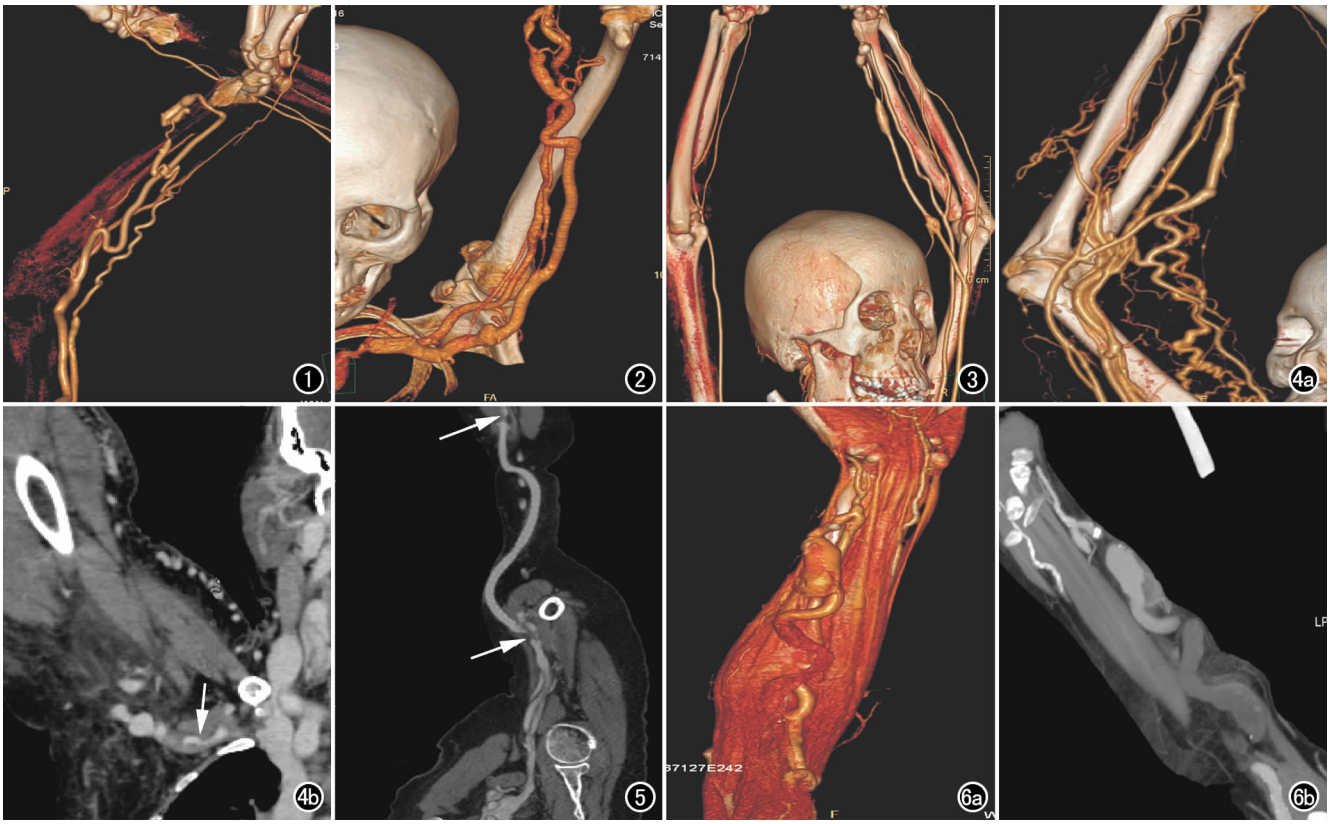

图 1　患者，女，55 岁，右前臂内瘘，VR 图像示流入性动脉多发节段性重度狭窄。　**图 2**　患者，男，63 岁，左侧肘部内瘘，VR 图像示瘘血管迂曲扩张，静脉近段中度狭窄并远段全程扩张明显。　**图 3**　患者，男，58 岁，左前臂内瘘，VR 图像示流入性动脉狭窄及吻合口多发节段性重度狭窄，并且呈串珠样改变。　**图 4**　患者，女，61 岁，右前臂内瘘。a) VR 图像示内瘘周围血管迂曲、杂乱，吻合口局部轻度狭窄；b) CPR 图像示右侧锁骨下静脉血栓形成（箭），周围侧支循环形成伴软组织肿胀。
图 5　患者，女，48 岁，左前臂内瘘，CPR 图像示瘘血管静脉段及动脉段局部中度狭窄（箭）。　**图 6**　患者，男，64 岁，右前臂内瘘。a) VR 图像示静脉段局部轻度变窄伴局部瘤样扩张；b) CPR 图像示静脉远段血栓形成。

血管疾病的检查，具有与 DSA 相媲美的显示及诊断效果。同时也有多项研究表明，在评价内瘘血管功能不全方面，CTA 也有较高的准确性，同时能提供 DSA 不能显示的信息[4,8]，尤其对于偏心型狭窄的病变，其评估效果优于二维 DSA[9]。本研究采用 256 层 iCT 进行检查，所有患者均顺利完成 CTA 扫描，且均获取优质的图像，完全满足诊断需求。鉴于对比剂对肾功能的损害，检查结束后当天安排血液透析的方案，可减少肾功能损伤，因此本组患者未出现肾功能恶化的情况。

相关文献报道内瘘血管的并发症主要发生在靠近吻合口的周围血管[2,4,8,10]，但是对于高血压、糖尿病致终末期肾病患者，动脉粥样斑块十分普遍，动静脉瘘的建立导致动脉血流加速，加剧了血管损伤，远离瘘口的流入性动脉病变不可忽视。本研究采用 256i CT 实现大范围数据采集，一次性注入对比剂后，能获取整个上肢动静脉血管、瘘血管及锁骨下动静脉、上腔静脉等的图像信息，实现对整个透析通路的全面评估。自体动静脉内瘘可导致不同程度的高输出量心力衰竭，造成不同患者注射对比剂后，对比剂到达对侧靶血管的时机产生较大的差异。内瘘血管显示清晰的关键因素之一是选择好合适的扫描时间，最佳的扫描时间点在图像上表现为内瘘动静脉内对比剂浓度均较高（较高的 CT 值）。既往按照经验直接延迟 20～35 s 进行扫描，导致部分血管内对比剂浓度过低而显示欠佳，影响诊断效果，而本研究采用对比剂浓度跟踪及智能触发扫描技术，从对比剂注入到主动脉弓 ROI 达到阈值 150 HU后 18 s 启动扫描，平均总延迟时间（注射对比剂到开始扫描）为 34.3 s，采用该技术所有患者均获取满意的瘘血管全景图像，结合既往研究[4,8,11]，笔者认为在评估内瘘血管功能上，CT 智能触发扫描技术具有重要价值。

本组 36 例内瘘血管功能不全患者均存在内瘘血管流入动静脉及吻合口单发或多发狭窄伴血栓形成，再次印证了血栓及狭窄是内瘘血管最常见并发症的观点。非去骨 VR 图像能全景、直观显示透析通路的情况，包括血管狭窄段及范围、走向、形态变化，侧支循环形成等，同时阈值调节能显示皮肤及更表浅、细小的透析通路血管并能进行任意角度旋转，明确透析通路责

任血管的准确空间位置；同时结合 MIP、CPR 图像，能显示血管腔内外的情况，明确引起内瘘不全的病因（透析通路狭窄、血栓等），并可对狭窄程度进行量化分析，为临床治疗、干预提供参考信息。综上所述，全景 CTA 能清晰显示内瘘血管通路情况，明确内瘘功能不全的原因，实现全面的诊断和术前评估，对临床治疗、干预具有较高的指导价值。

参考文献：

[1] Wong B, Muneer M, Wiebe N, et al. Buttonhole versus rope-ladder cannulation of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a systematic review[J]. Am J Kidney Dis, 2014, 64(6): 918-936.

[2] 丁红，顾奇澜，朱宇莉，等. 高频超声监测稳定血透患者动静脉内瘘并发症的临床价值再评价[J]. 中国临床医学影像杂志，2015，26(2)：118-121.

[3] Labriola L, Crott R, Desmet C, et al. Infectious complications following conversion to buttonhole cannulation of native arteriovenous fistulas: a quality improvement report[J]. Am J Kidney Dis, 2011, 57(3): 442-448.

[4] 曹正江，崔天蕾，金丽珠，等. CT 血管成像和超声在血液透析动静脉内瘘功能障碍诊断中的应用比较[J]. 重庆医学，2011，40(23)：2324-2329.

[5] 彭鑫，涂波，黄晓玲，等. 彩色多普勒超声在动静脉内瘘中的临床应用价值[J]. 临床超声医学杂志，2015，17(4)：261-262.

[6] Sidawy AN, Spergel LM, Besarab A, et al. The society for vascular surgery: clinical pmctice guidelines for the surgical placement and maintenance of arteriovenous hemodialysis access[J]. J Vasc Surg, 2008, 48(5 Suppl): 2S-25S.

[7] Srinivasan VM, Chintalapani G, Duckworth EA, et al. Application of 4D-DSA for dural arteriovenous fistulas[J]. World Neurosurg, 2016, 96(12): 24-30.

[8] 张小胜，彭飞，黄德健，等. 动静脉内瘘功能不全多排 CT 全景血管成像应用[J]. 介入放射学杂志，2014，23(11)：945-948.

[9] Edwards AJ, Wells IP, Roobottom CA. Muhidetector row CT angiography of the lower limb arteries: a prospective comparison of volume-rendered techniques and intra-arterial digital subtraction angiography[J]. Clin Radiol, 2005, 60(1): 85-95.

[10] 谭隆旺，贺斌，成友华，等. 经皮血管成形术治疗血液透析动静脉内瘘狭窄或闭塞[J]. 放射学实践，2012，27(7)：793-795.

[11] 金文韬，林斌，刘洪涛，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，2013，29(4)：535-538.

（收稿日期：2016-10-20 修回日期：2016-12-26）

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕，已于 2008 年 3 月 1 号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下：请登录同济医院医学期刊网站（http://www.fsxsj.net）点击“放射学实践”进入本刊网站首页 → 点击“作者投稿”→ 按提示注册（请务必按系统提示正确填写个人信息，同时记住用户名和密码，以便查询稿件处理进度）→ 用新注册的用户名和密码登录 → 点击“作者投稿”进入稿件管理页面→ 点击“我要投稿”→ 浏览文件→上传文件（浏览文件后请点击后面的“上传”按钮，只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作，文章须以 WORD 格式上传，图表粘贴在文章中）→录入稿件标题、关键词等→最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费（100 元/篇）以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度，不必打电话或发邮件查询，具体步骤如下：用注册过的用户名和密码登录 → 点击“作者查稿”进入稿件管理页面→ 点击左侧导航栏“我的稿件库” →“稿件状态”显示稿件处理进度→点击“查看”→ 选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费（版面费）的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到，作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿（或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿），本刊须花费大量精力将稿件录入系统中，部分稿件重复多次处理，这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。**本刊作者需登录本刊网站投稿，**如果通过邮箱或邮局投稿，本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足，网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处，希望各位影像同仁不吝赐教，多提宝贵意见，予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题，或者对本系统及网站有好的意见和建议，请及时联系我们。

联系人：石鹤 明桥 联系电话：027－83662875