

论 著

基于CT快速扫描一站式双下肢动静脉血管成像的应用研究*

朱宇豪 赵婕锐 陈洪亮*
邱丽华 郑全军 江万洪
陈 丽 张 超

四川省宜宾市第二人民医院放射科
(四川 宜宾 644000)

【摘要】目的 探索CT快速扫描一站式双下肢动静脉血管成像的可行性和应用价值。**方法** 对 110例患者采用Revolution CT双下肢扫描, A组采用快速扫描间接法CTA和直接法CTV(CTA 39例, 一站式成像32例), B组采用常规扫描间接法CTA(40例), C组采用常规扫描间接法CTV(31例), A组动脉与B组动脉血管密度和图像质量比较, A组静脉与C组静脉血管密度和图像质量比较。**结果** A、B两组下肢大腿动脉血管CT值均无显著差异, 两组膝部动脉、小腿动脉、踝部动脉血管CT值有显著差异, 其中B组膝部动脉、小腿动脉、踝部动脉血管CT值均低于A组; A、B两组间下肢动脉血管图像质量相似, 无显著差异。A组下肢静脉横断面示全部密度较高, 无假充盈缺损, 与C组比较A组扫描下肢静脉图像质量更好, 有显著差异。**结论** CT快速扫描间接法双下肢动脉CTA和直接法双下肢静脉CTV一站式成像, 辐射剂量显著减少, 一次检查即可对双下肢动静脉病变分析, 值得临床推广应用。

【关键词】 X线; 计算机体层摄影术; 一站式成像; 动静脉

【中图分类号】 R445.3

【文献标识码】 A

【基金项目】 四川省医学科研计划项目(S18028)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.10.053

Application Research of One-stop Arteriovenous Angiography of Lower Limbs Based on CT Rapid Scanning*

ZHU Yu-hao, ZHAO Jie-rui, CHEN Hong-liang*, QIU Li-hua, ZHENG Quan-jun, JIANG Wan-hong, CHEN Li, ZHANG Chao.

Department of Radiology, Second People's Hospital of Yibin City, Yibin 644000, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the feasibility and application value of CT rapid scanning one-stop arteriovenous angiography of lower limbs. **Methods** 110 patients were scanned with Revolution CT double lower limbs. Group A used rapid scanning of indirect CTA and direct CTV (39 CTA, 32 one-stop imaging), Group B used conventional scanning of indirect CTA (40 cases), Group C used conventional scanning of indirect CTV (31 cases), Group A compared the arterial density and image quality with Group B, and Group A compared the venous density and image quality with Group C. **Results** There was no significant difference in the CT values of the thigh artery of the lower limbs between group A and group B. There were significant differences in the CT values of the knee artery, calf artery and ankle artery between the two groups. The CT values of the knee artery, calf artery and ankle artery in group B were lower than those in group A; The image quality of lower limb artery between group A and group B was similar, and there was no significant difference. The cross section of the lower limb veins in group A showed that the density of all the lower limb veins was high, and there was no false filling defect. Compared with group C, the quality of the lower limb veins in group A was better, with a significant difference. **Conclusion** The radiation dose of one-stop CT scan of indirect CTA and direct CTV of both lower extremity arteries is significantly reduced, and one examination can analyze the arteriovenous lesions of both lower extremity, which is worthy of clinical application.

Keywords: X-ray; Computed Tomography; One-stop Imaging; Arteriovenous Angiography

近些年CT设备和检查技术不断更新换代, 尤其是高端多层螺旋CT具有较快的扫描速度, 扫描的辐射剂量不断下降、图像质量不断提高, 全身动脉血管CT一站式扫描头颈部、冠状动脉、主动脉及双下肢血管图像质量也能达到诊断要求^[1]。最常用的高端设备有Brilliance iCT、双源CT和Revolution CT等, 采用降低管电压(70KV、80KV、100KV)和管电流可减少CT检查的辐射剂量, 另外用宽探测器、加大螺距和缩短球管旋转速率等尽可能超快速完成扫描也能显著降低辐射剂量^[2-4], 从而使下肢动脉CT成像(CT angiography, CTA)和静脉CT成像(CT venography, CTV)进入新时代, 但以往一次检查仅完成下肢动脉或下肢静脉CT成像, 没有一站式成像报道, 现就采用Revolution CT快速扫描一站式双下肢动静脉成像技术和应用价值进行分析。

1 资料与方法

1.1 一般资料 采用Revolution CT, Medtron和Ulrich高压注射器, 20G和26G专用耐高压留置针。对比剂采用碘氟醇注射液350mgI/mL, 共100mL, 后处理工作站AW4.7。2018年5月至2022年8月临床怀疑下肢血管病患者共110例, 其中男64例, 女46例, 年龄21-89岁, 排除对碘对比剂过敏及严重的肝、肾功能不全和心功能不全患者。随机分为A、B、C组, A组为快速扫描一站式成像组(CTA39例, 其中一站式CTA+CTV32例, 7例因小腿静脉无法接针未做直接法CTV), B组为动脉常规扫描组(CTA40例), C组为静脉常规扫描组(CTV31例)。

1.2 检查方法 方案: A组, CTA间接法注射对比剂, 延迟15秒, 约4.4秒完成从头侧向足侧双下肢扫描, CTV直接法注射对比剂, 延迟165秒, 约4.4秒完成从足向头侧双下肢扫描, 病员或家属用手压迫双侧大腿根部, 扫描时放开。B组, CTA间接法注射对比剂, 延迟5秒, 约15.6秒完成从头侧向足侧双下肢扫描。C组: CTV间接法注射对比剂, 延迟165秒, 约15.6秒完成从头侧向足侧双下肢扫描。三组扫描范围包括盆部和双下肢(腹主动脉下端和足底血管, 长约1200mm)。A、B、C组经前臂静脉注射80mL对比剂, 注射速率5.0mL/s, 再注射30mL生理盐水, 注射速率3.0mL/s; A组动脉成像注射对比剂后80秒经小腿静脉注射稀释的对比剂, 对比剂浓度10%, 注射速率1.0mL/s。采用自动阈值团注触发扫描技术, 监测感兴趣区设置在双侧髂外动脉, A、B组阈值250HU启动动脉扫描。

参数: 管电压100KV, 管电流采用自动调节管电流技术100~200mA, 螺旋扫描, A组螺距0.992: 1, 球管旋转时间0.28s/r, B、C组螺距0.508: 1, 球管旋转时间0.5s/r, 迭代重建ASIR-V。CT机操作系统依据所设置的扫描参数自动计算出辐射剂量: 剂量长度乘积(dose length product, DLP), 以盆部剂量转化系数计算有效辐射剂量(effective dose, ED), $ED(mSv) = k \times DLP$ (k为剂量转化系数 $k=0.015^{[5]}$), A组一站式成像时 $DLP=185.2 \sim 334.3 mGy \cdot cm$, $ED=2.78 \sim 5.01 mSv$; B、C组常规扫描时 $DLP=587.1 \sim 1109.7 mGy \cdot cm$, $ED=8.80 \sim 16.64 mSv$ 。

1.3 图像分析 对下肢血管成像图像进行VR、MIP和CPR后处理, 经1个主管技师和2个副主

【第一作者】 朱宇豪, 男, 住院医师, 主要研究方向: 心脏和血管CT磁共振成像。E-mail: 787022710@qq.com

【通讯作者】 陈洪亮, 男, 主任医师, 主要研究方向: 心脏和血管CT磁共振成像, 胸部放射诊断。E-mail: 984938026@qq.com

任以上职称医师分析,根据血管密度和VR、MIP图像对血管质量作整体评级:好、很好、良好、差(充盈缺损血管段分析侧支血管)。

1级,血管密度较高,VR、MIP图像边界清楚、显示分支较多,质量很好。

2级,血管密度高,VR、MIP图像边界清楚、显示分支多,质量好。

3级,血管密度一般,VR、MIP图像边缘模糊、显示分支少,质量良好。

4级,血管密度较低,VR、MIP图像分支显示不清楚,质量差。

1.4 统计学分析 采用SPSS 26.0统计分析软件,血管密度以($\bar{x} \pm s$)表示,比较A组动脉与B组动脉间血管密度、质量和A组静脉与C组静脉血管密度、质量。服从正态分布的计量资料组间比较采用t检验,不服从正态分布的计量资料及血管评级组间比较采用秩和检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 A组与B组下肢动脉血管比较 A、B两组间大腿动脉密度相似,CT值无显著差异($P>0.05$),两组间膝部动脉、小腿动脉、踝部动脉血管CT值差异有统计学意义($P<0.05$),其中B组膝部动脉、小腿动脉、踝部动脉血管CT值均低于A组。A、B两组间下肢动脉图像质量作整体评级:A组1级24例,2级10例,3级5例,4级0例,B组1级18例,2级14例,3级5例,4级3例,差异无统计

学意义($P>0.05$),见表1、3。

2.2 A组与C组下肢静脉血管比较 A、C两组间大腿深浅静脉、膝部静脉、小腿深静脉和大小腿大隐静脉血管CT值比较差异有统计学意义($P<0.05$),A组血管无假充盈缺损,密度较C组更高。A、C组间下肢静脉图像质量作整体评级:A组VR示1级20例,2级9例,3级3例,4级0例,C组静脉1级0例,2级0例,3级23例,4级8例,差异有统计学意义($P<0.05$),见表2、4。

2.3 下肢动、静脉病变 A组动、静脉病变:下肢动脉正常2例,下肢动脉粥样硬化伴栓塞27例(图1AB),狭窄3例(图2A),其他7例(包括软组织感染6例、假性动脉瘤1例),有下肢感染肿胀者动脉较正常侧早显,正常侧小腿和足部图像质量均较差(图3A)。双下肢静脉正常8例,双下肢静脉狭窄或栓塞21例(其中4例合并下肢静脉或下腹壁皮下静脉曲张,图2B~E,图3BC);左髂总静脉被右髂总动脉脉压迫狭窄1例(图1C)。右侧腓动脉及腓静脉以下动静脉充盈不良,被周围血肿包绕压迫1例;单纯双侧小腿浅表静脉曲张且充盈良好1例。

B组动脉病变:下肢动脉正常8例,双下肢动脉粥样硬化伴栓塞24例,单纯狭窄0例,其他8例(包括软组织感染肿胀5例、软组织肿瘤1例),有下肢感染肿胀者动脉较正常侧早显,肿瘤侧动脉也较正常侧早显,正常侧小腿和足部图像质量均较差(图4)。

C组静脉病变:1例左髂总静脉狭窄,其余30例未见确切异常。

表1 双下肢动脉血管密度(Hu)

	B组动脉密度	A组动脉密度	t值	P值
大腿动脉	414.1±122.4	460.8±128.5	-1.309	0.191
膝部动脉	387.9±131.1	458.6±108.6	-2.347	0.022
小腿动脉	336.9±111.5	393.8±94.3	-2.445	0.017
踝部动脉	251.0±109.5	300.3±99.7	-2.090	0.040

表2 双下肢静脉的CT值(Hu)

	C组静脉密度	A组静脉密度	t值	P值
大腿深静脉	119.1±18.0	419.7±142.8	-6.960	0.000
膝部深静脉	118.2±16.8	465.9±162.9	-7.065	0.000
小腿深静脉	118.1±21.0	536.3±142.1	-9.723	0.000
大腿大隐静脉	94.8±29.0	421.3±119.2	-8.982	0.000
小腿大隐静脉	95.3±24.5	335.6±160.1	-5.173	0.000

表3 双下肢动脉图像质量比较

分组	图像质量评级和比例				合计
	1级	2级	3级	4级	
A	24(61.6%)	10(25.6%)	5(12.8%)	0	39
B	18(45.0%)	14(35.0%)	5(12.5%)	3(7.5%)	40

注:A组与B组下肢动脉图像质量整体评级比较,秩和检验, $Z=-1.553$, $P=0.125$ 。

表4 双下肢静脉图像质量比较

分组	图像质量评级和比例				合计
	1级	2级	3级	4级	
A	20(62.5%)	9(28.1%)	3(9.4%)	0	32
C	0	0	23(74.2%)	8(25.8%)	31

注:A组与C组下肢静脉图像质量整体评级比较, $Z=-6.714$, $P=0.000$ 。

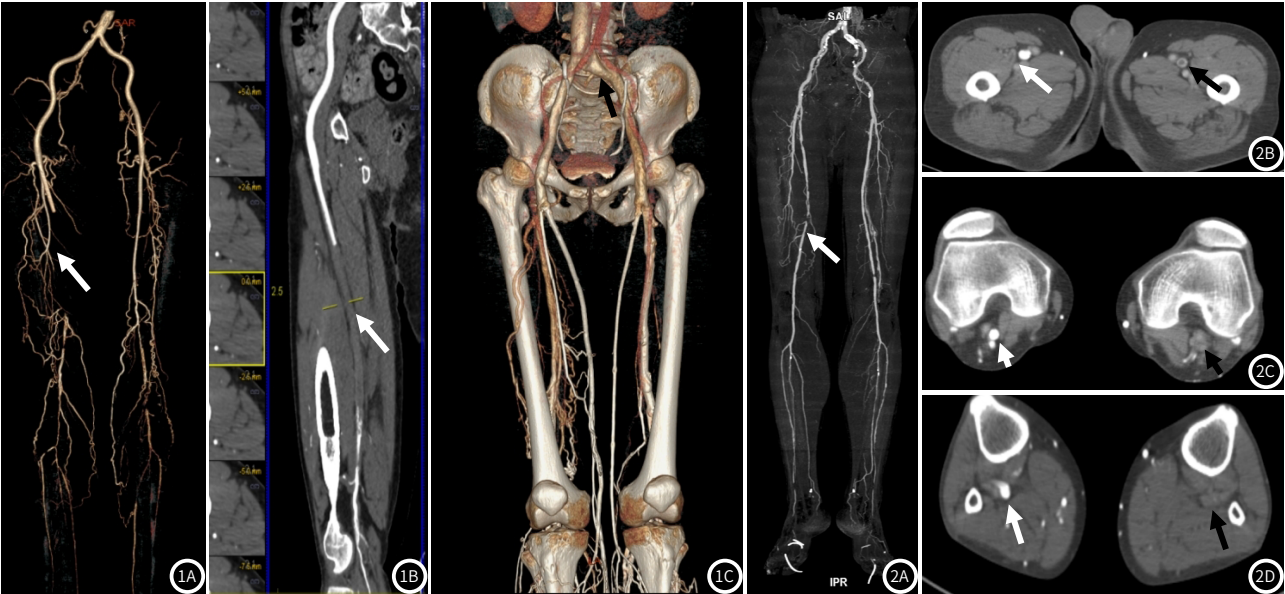




图1A-D 男, 66岁, 图1A为动脉VR、CPR示右侧股浅动脉广泛性狭窄(白箭); 图1C为静脉VR示, 左髂总静脉被右髂总动脉受压狭窄(黑箭)。

图2A-B 男, 81岁, 图2A为动脉MIP示右股浅动脉壁非钙化斑块, 腔重度狭窄(白箭); 图2BCD为静脉横断面大腿、膝部和小腿深静脉血栓(白箭), 右侧大腿、膝和小腿静脉充盈良好, 密度均匀(黑箭); 2E静脉VR示右下肢静脉充盈良好(白箭), 左下肢深静脉血栓(黑箭)。

图3A-C 女, 67岁, 图3A为动脉MIP示右小腿静脉充盈较左侧差(黑箭), 左足肿胀、充盈右较侧好(白箭)。图3B、C为静脉MIP、VR示左髂总、髂外和股深静脉闭塞(白箭), 伴盆部和大小腿静脉显著曲张(黑箭)。

图4 男, 67岁, 动脉MIP示左侧大腿后部软组织肿瘤(白箭), 肿瘤大量异常血管, 可见股深和股浅动脉多分支增粗供血, 右小腿血管较左侧充盈差(白箭)。

3 讨论

双下肢动脉成像启动扫描监测感兴趣区的选择和启动扫描阈值、扫描速度均不统一, 以往主要监测感兴趣区于腹主动脉下端和腘动脉, 启动阈值100~200HU, 扫描时间10~30多秒不等^[4,6]。首先, 在多数外周动脉血管病患者中, 腹主动脉及下肢动脉常常受累^[7], 腹主动脉和双下肢动脉壁因斑块可能重度狭窄和栓塞, 当感兴趣区设置在有病变动脉段, 可能会因为动脉重度狭窄或闭塞影响监测不能及时启动扫描而错过其最佳扫描时间, 故本研究采用双侧髂外动脉为感兴趣区监测启动扫描, 因双侧同时重度狭窄或闭塞可能较小, 可防一侧有病变无法启动扫描。其次, 下肢血管图像质量要好, 血管密度必须达到一定水平才能达到VR、MIP、CPR等图像对比更好, 分支显示更多, 根据下肢CTA图像质量评价标准强化质量要求^[8]下肢动脉的横断面影像血管密度CT值应在250~300HU, 为保证血管密度均大于250HU, 采用动脉CTA扫描启动阈值为250HU, 即双侧髂外动脉任一侧密度达到250HU时自动阈值团注触发扫描。另外, 一站式成像组采用了5秒完成盆部和双下肢快速扫描, 较常规扫描组显著缩短了扫描时间, 降低了辐射剂量。本研究一站式成像组和常规扫描组患者大腿部动脉血管密度相似, 膝部动脉、小腿动脉、踝部动脉血管CT值均高于常规扫描组, 在主观评级方面, 两组动脉质量相似, 对动脉病变显示均较清楚, 主要病变有栓塞、动脉瘤、肿瘤, 两组病例部分合并下肢感染和肿胀, 有下肢感染肿胀和肿瘤侧下肢动脉较正常侧早显, 原因多为感染、肿瘤组织血供较丰富, 同侧下肢血流量增加、血流加快, 造成病变侧先达阈值启动了扫描, 正常侧小腿和足部充盈相对差。

下肢静脉CT血管成像技术主要分为直接法与间接法, 直接法相比于间接法而言, 间接法静脉血管充盈均匀无假充盈缺损, 但对于下肢回流障碍的病人其血管充盈密度低、小血管显示不好, 单纯直接法注射对比剂假阳性多, 本研究一站式成像组静脉横断面示全部均较常规扫描组密度较高, 无假充盈缺损, 与常规扫描组比较, 一站式成像组下肢静脉显影更清晰, 主观评级图像质量更好, 原因: (1)在动脉成像注射80mL对比剂后165秒对双下肢静脉注射稀释对比剂, 并延迟时间内压迫大腿根部, 扫描时才放开, 使稀释对比剂在下肢深、浅静脉充分的充盈, 对回流障碍病变均显示更良好; (2)一站式成像组双下肢动静脉血管成像采用下肢动脉成像后再下肢直接法注射稀释对比剂行静脉成像, 相当于在增强静脉期向下肢静脉直接补充稀释对比剂, 汲取了直接法血管密度高和间接法血管充盈均匀两个优点, 取长补短, 避免单纯直接法或DSA造影因边缘效应造成假阳性征象, 同时相对提高了对比剂浓度。该方法在单侧下肢静脉双向法成像中的研究有报道^[9-10], 其在双下肢动静脉

一站式成像未作报道, 并且下肢静脉病变有时是双侧性的, 双侧下肢静脉高质量的CT成像很有必要, 本研究静脉病变主要有狭窄、栓塞、静脉曲张等。

总之, Revolution CT球管旋转1圈最快用时0.28s, 轴扫时探测器覆盖范围160mm, 螺旋扫描时覆盖宽80mm, 扫描盆部和双下肢最短用时约5s左右。本研究快速扫描一站式双下肢动静脉血管成像, 首先, 能够一次检查快捷地完成下肢动脉和静脉血管检查, 共用10秒左右, 与分别动脉和静脉常规检查比较显著减少了扫描时间和辐射剂量; 其次双下肢动静脉一站式成像采用了间接法和直接法联合成像, 动脉和静脉图像质量均较好, 有利于临床一次检查就能对下肢血管病变全面分析; 不足之处采用双侧髂外动脉监测启动动脉扫描, 部分病例正常侧小腿和足部因血流速度慢反而成像差, 以后可采用正常侧髂外动脉监测有望提高下肢动脉成像质量, 另外动静脉病变也因三组不是同一样本且病例相对少, 未进行统计学分析。

参考文献

- [1] 利玉林, 邓灵波, 谢婷婷, 等. 探讨Revolution CT全身动脉CTA一站式扫描的临床应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(2): 178-186.
- [2] 张大明, 谢彦婷, 薛华丹, 等. 第3代双源CT 70kV管电压50ml对比剂用量模式在外周动脉CT血管成像扫描中的可行性[J]. 中国医学科学院学报, 2017, 39(1): 107-113.
- [3] 屈婷婷, 郭建新, 丁宁宁, 等. 低电压结合迭代重建在下肢动脉CT血管成像中降低剂量的研究[J]. 实用放射学杂志, 2019, 35(9): 1497-1501.
- [4] 邢俊, 程爱兰, 金莉卿, 等. 可变螺距技术在下肢动脉CT血管成像中的应用与价值[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(1): 128-131.
- [5] Utsunomiya D, Oda S, Funama Y, et al. Comparison of standard- and low-tube voltage MDCT angiography in patients with peripheral arterial disease[J]. Eur Radiol, 2010, 20(11): 2758-2765.
- [6] 郑月月, 柳德学, 石小霞. 256层螺旋CT血管成像在2型糖尿病下肢血管病变诊断中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(4): 174-176.
- [7] Fernández-Frías L, Peñalvo JL, Fernández-Ortiz A, et al. Prevalence, vascular distribution, and multiterritorial extent of subclinical atherosclerosis in a middle-aged cohort: the PESA (progression of early subclinical atherosclerosis) Study[J]. Circulation, 2015, 131(24): 2104-2113.
- [8] 金征宇. 下肢动脉CT血管成像扫描技术专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53(2): 88-92.
- [9] 王绍娟, 王利伟, 顾建平, 等. 双源CT双向法静脉造影在下肢深静脉血栓中的初步应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 13(5): 32-34.
- [10] 刘晓林. 双源CT双向法静脉造影在下肢静脉血栓中的初步应用[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(20): 72-74.

(收稿日期: 2023-02-11)

(校对编辑: 韩敏求)