

· 骨骼肌肉影像学 ·

QISS 非增强磁共振血管成像在血管炎上肢动脉应用的初步研究

张华月, 王婧轶, 吴刚, 李小明

【摘要】 目的:探究基于静态间隔单次激发(QISS)非增强磁共振血管成像(MRA)在血管炎上肢动脉的应用。**方法:**选取志愿者 21 例及风湿免疫内科患者 52 例,进行上肢 QISS-MRA 检查,扫描范围从指尖至肘关节上方。对 QISS 重建 MIP 图进行图像质量评分,将上肢动脉分为 12 个节段分别进行评价。评分标准从 0~3 分依次为差、良、中、优。评估不同动脉节段的观察者间一致性。**结果:**所有受试者均顺利完成 MRA 检查。QISS-MRA 在上肢动脉的图像质量平均均在 2 分以上,成像效果良好。除腕部动脉一致性较强外($Kappa=0.771$),其余动脉节段观察者间一致性强($Kappa>0.8$)。肱动脉变异率为 5.5%,正中动脉出现率为 2.7%。**结论:**QISS 非增强磁共振血管成像可作为血管炎患者上肢动脉病变的筛查方式并可发现动脉变异情况。

【关键词】 静态间隔单次激发; 磁共振血管成像; 血管炎; 上肢动脉; 动脉变异

【中图分类号】 R445.2; R543 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)07-0911-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.07.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Preliminary study on the application of quiescent interval single shot non-enhanced magnetic resonance angiography in vasculitis of upper limb arteries ZHANG Hua-yue, WANG Jing-yi, WU Gang, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to explore the application of quiescent interval single shot (QISS) non-contrast-enhanced magnetic resonance angiography (NCE-MRA) in vasculitis of the upper limb arteries. **Methods:** 21 volunteers and 52 patients of the Department of Rheumatology of our hospital were selected for the upper limb QISS-MRA examination with the scanning range from fingertip to the upper edge of the elbow joint. The image quality of QISS reconstructed MIP images was scored. The upper limb arteries were divided into 12 segments for evaluation. The scoring standard from 0 to 3 points was poor, good, medium and excellent. Inter-observer consistency was assessed for different arterial segments. **Results:** All subjects successfully completed MRA examination. The average scores of QISS-MRA in upper limb arteries were above 2, and the image quality was good. Except for the wrist arteries ($Kappa=0.771$), the consistency of other segments was strong among observers ($Kappa>0.8$). The brachial artery variation rate was 5.5% and the incidence of the median artery was 2.7%. **Conclusion:** QISS NCE-MRA can be used for the preliminary examination in patients with vasculitis of the upper limb and also detection of arterial variations.

【Key words】 Quiescent interval single shot; Magnetic resonance angiography; Vasculitis; Upper limb arteries; Arterial variation

上肢动脉受累在大动脉炎和巨细胞动脉炎中并不少见,并可发生在疾病的任何阶段,药物治疗可以避免肢体严重缺血^[1-2],因此及时的诊断及早期治疗对于血

管炎患者非常重要。尽管 DSA 是血管疾病诊断的金标准,但由于其具有创伤性及辐射性,患者对于此种检查方式接受度不高,不利于临床工作的进行。CTA 扫描简便快速,常用来评估上肢急性创伤或栓塞^[3]。由于 CTA 存在电离辐射及碘对比剂的相对风险, MRA 的应用逐渐增多,在需要多次随访的影像学评估的疾病中具有重要价值^[4]。随着钆对比剂与肾源性全身纤维化(nephrogenic systemic fibrosis, NSF)关联的报

作者单位: 430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介: 张华月(1995-), 女, 湖北襄阳人, 博士研究生, 主要从事肌骨影像学研究。

通讯作者: 李小明, E-mail: lilyboston2002@163.com

基金项目: 国家自然科学基金重点项目“椎间盘细胞及分子生物力学应答机制的影像学研究”(31630025)

道^[5],钆对比剂在肾功能不全患者中的使用受到限制,但通常需要进行 MRA 检查的主要人群是肾功能不全的患者。加上对比剂使用的额外成本(时间、人员以用于对比剂注射的设备及管理),非对比增强 MRA (non-contrast-enhanced magnetic resonance angiography, NCE-MRA) 的研究进展得到了巨大的推动^[6]。NCE-MRA 可根据需要进行重复检查,不同的成像原理使得不同的技术在临床应用也有所不同^[7]。静态间隔单次激发(quiescent interval single shot, QISS)作为 NCE-MRA 在外周动脉病变应用的主要代表序列,操作简单,稳定性好^[8],在外周动脉、颈动脉、肺动脉、冠状动脉成像的研究中均有一定应用^[9-13]。QISS 同时也可作为彩色多普勒超声在血液透析瘘管评估的替代方式^[14]。本研究初步研究 QISS 在上肢动脉成像中的应用,旨在为血管炎患者提供一种更为安全的上肢动脉检查方式。

材料与方法

1. 临床资料

收集 2019 年 10 月—2020 年 12 月本院风湿免疫内科怀疑有上肢动脉病变拟行 MRA 检查的 52 例患者,其中男 17 例,女 35 例,年龄 17~72 岁,平均(43.88±12.90)岁。临床症状包括上肢皮疹、瘙痒、关节肿胀、疼痛、双手麻木、发紫等。招募志愿者 21 例,其中男 11 例,女 10 例,年龄 22~28 岁,平均(23.78±1.35)岁,无心血管疾病及风湿免疫系统疾病等。排除标准:MR 检查禁忌症。

2. 扫描技术及方法

采用 Siemens Magnetom Skyra Siemens 3.0T MR 扫描仪。所有被检查者为俯卧位俯卧位双臂向前伸直。使用头颈线圈和体线圈结合的方式覆盖前臂,并与后路集成多通道脊柱线圈相结合。采用心电图触发确保动脉流入事件和数据采集之间的适当同步。

QISS 扫描方法:对整个前臂进行 Fast-View-Scout 快速定位;TR 2.56 ms, TE 1.44 ms;视野 42 cm×99 cm;切片厚度 3 mm。轴面行 QISS MRA,参数:TR 为 1 次心跳;TE 1.68 ms;翻转角 90°,或根据 SAR 限制提示减少;带宽 700 Hz;视野 400 mm×260 mm;矩阵 400×261;切片数 50 片;切片厚度 3 mm;广义自标定部分并行采集(generalized autocalibrating partially parallel acquisitions, GRAPPA)因子 3 或 2。QISS 从前臂至指尖共 4 个站,尽量避开头部,必要时可减少至 3 站。扫描时间约 4 分钟。全部 4 站扫描完成后,机器自动拼接为上肢动脉图像。

3. 图像质量评估

由两位具有丰富经验的影像科医师对拼接图像生

成的 MIP 图进行图像质量评估。将上肢分为 12 个节段:1/2,左/右肱动脉;3/4,左/右桡动脉;5/6,左/右尺动脉;7/8,左/右腕部动脉;9/10,左/右掌部动脉;11/12,左/右手指间动脉。评分标准:0 分,图像质量差,动脉显示不清,伪影重;1 分,图像质量中,动脉有比较清楚的轮廓,伴有中度的静脉或软组织伪影,图像有诊断意义;2 分,图像质量良,动脉显示清晰,无伪影;3 分,图像质量优,动脉呈高亮信号,边缘锐利,无伪影。对于手腕部、掌部及指间动脉进行图像质量评分时,仍采取 4 分标度:0 分,动脉无显示或小于 25%的动脉可见;1 分,25%~50%的动脉可见;2 分,50%~75%的动脉可见;3 分,75%~100%的动脉可见。

4. 统计学分析

采用 SPSS 24.0 对所有数据进行统计学分析。观察者间图像质量评分采取 Kappa 检验,根据 Kappa 系数值判断一致性:<0.20,一致性较差;0.21~0.40,一致性一般;0.41~0.60,一致性中等;0.61~0.80,一致性较强,0.81~1.00,一致性强。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

52 名患者中,临床诊断为血管炎 28 名,其他疾病 24 名。

所有患者和志愿者均顺利完成上肢 MRA 检查。在 52 例患者中,有 3 例患者只接受了单侧肢体的检查。根据上肢动脉节段分段,最终志愿者组有 252 段,患者组有 606 段,总计 858 个节段被评估。观察者 1 与观察者 2 均认为在志愿者中有 3.6%(9/252)的动脉节段图像质量差(0 分),为手掌部动脉与手指间动脉(图 1);在患者组有 4.8%(29/606)的动脉节段图像质量差,其中 4 例患者一侧桡动脉和动脉因伪影干扰评分为 0,其余动脉节段均集中在手掌部动脉与手指间动脉。总计 4.4%的动脉节段无法诊断。

以节段为基础,评估 73 名受检者的观察者间一致性,除手腕部动脉一致性较强,其他动脉节段一致性强(表 1)。

表 1 两名观察者在不同动脉节段的图像质量评分

动脉节段	观察者 1	观察者 2	Kappa 值	P 值
肱动脉	2.95±0.33	2.95±0.33	1.000	<0.001
桡动脉	2.91±0.50	2.91±0.50	1.000	<0.001
尺动脉	2.89±0.52	2.90±0.52	0.920	<0.001
手腕部动脉	2.70±0.61	2.75±0.59	0.771	<0.001
手掌部动脉	2.45±0.95	2.49±0.95	0.802	<0.001
手指间动脉	2.09±1.04	2.02±1.03	0.800	<0.001

在此次研究中,动脉病变主要征象为纤细、狭窄甚至闭塞(图 2、3),未发现动脉瘤病变。52 名患者中,有 19 名患者存在动脉狭窄,其中 13 名为血管炎患者,同

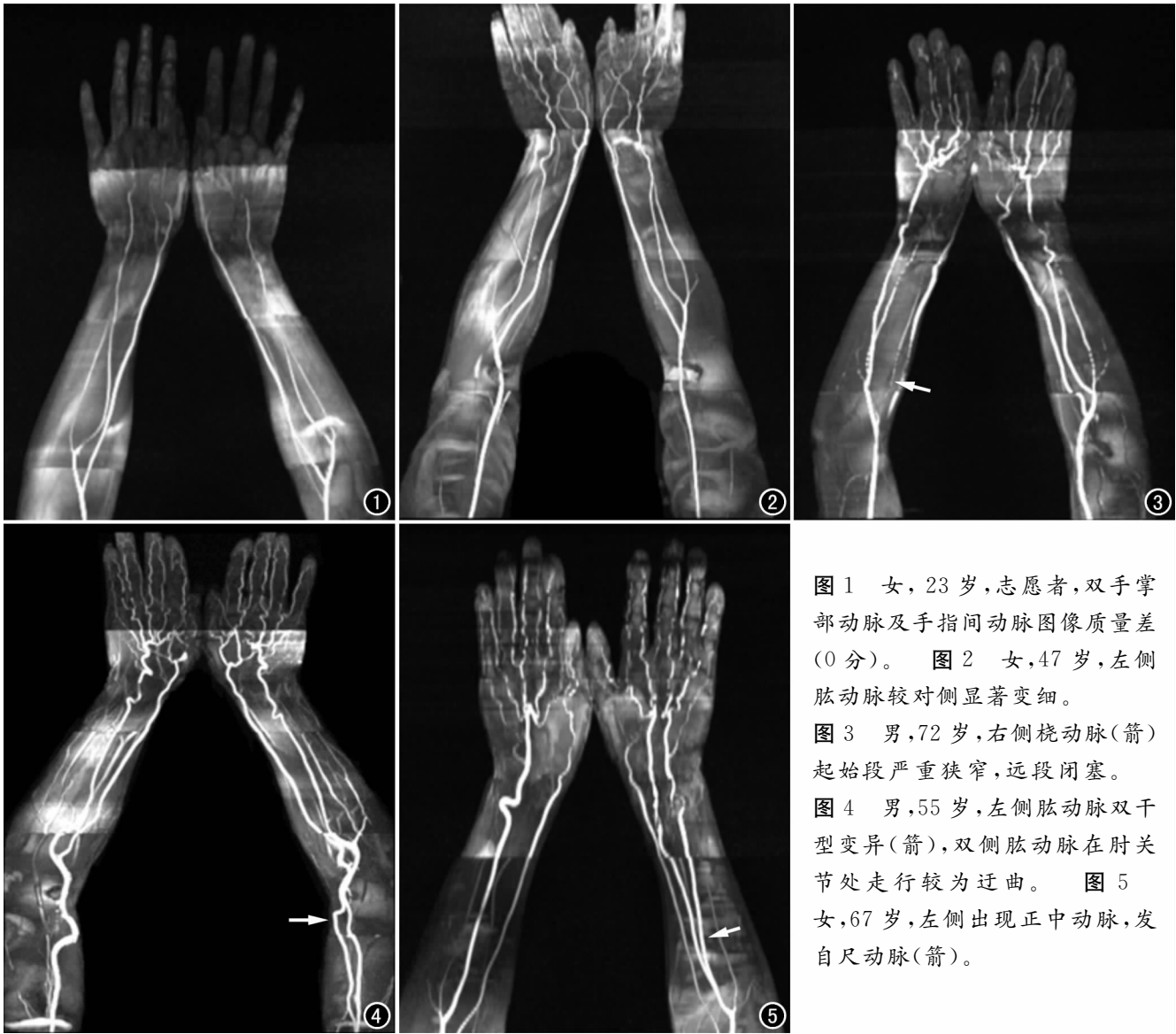


图 1 女, 23 岁, 志愿者, 双手掌部动脉及手指间动脉图像质量差 (0 分)。 图 2 女, 47 岁, 左侧肱动脉较对侧显著变细。 图 3 男, 72 岁, 右侧桡动脉(箭)起始段严重狭窄, 远段闭塞。 图 4 男, 55 岁, 左侧肱动脉双干型变异(箭), 双侧肱动脉在肘关节处走行较为迂曲。 图 5 女, 67 岁, 左侧出现正中动脉, 发自尺动脉(箭)。

一患者存在多处动脉狭窄, 其中存在手指间动脉病变的患者最多, 占血管炎患者的 28.6%, 全部患者的 17.3%(表 2)。

在研究中, 3 例患者一侧上肢肱动脉变异(图 4), 1 例患者双侧上肢肱动脉变异, 2 例患者出现正中动脉(图 5)。本研究中, 肱动脉变异率为 5.5%(4/73), 正中动脉出现率 2.7%(2/73)。

讨 论

QISS 在上肢动脉成像效果良好, 特别是肱动脉、桡动脉、尺动脉, 图像质量优秀, 可检出动脉狭窄的程度及范围。QISS 的潜在问题之一是平行于扫描层面

的血流可能被饱和, 因此手腕部动脉存在部分横向动脉显示不清, 腕部动脉评分低于桡动脉和尺动脉。本研究发现在志愿者和患者组均有手掌部动脉和手指间动脉未成功显示, 这可能与远端血管直径小、血流慢有关, 通过将层厚从 3 mm 减少至 1.5 mm 以及缩小 FOV 从而提高空间分辨率可能使手部动脉的成像效果得到提升^[15]。QISS 的另一缺点是对心电图的依赖性, 由于手部动脉的节律性一般, 因此无需 ECG 触发的 UnQISS 技术可能更合适, 但会延长扫描时间^[16]。

时间飞跃法(time of flight , TOF)在风湿疾病患者手部动脉病变评估中也有应用, 但是耗时过久, 仅一

表 2 不同部位动脉狭窄情况

病变部位	肱动脉	桡动脉	尺动脉	手掌部动脉	手指间动脉
血管炎患者(n=28)	3(10.7%)	1(3.6%)	3(10.7%)	1(3.6%)	8(28.6%)
全部患者(n=52)	3(5.8%)	5(9.6%)	4(7.7%)	1(1.9%)	9(17.3%)

侧手指部位采集时间就达 8 分钟^[17]。肱动脉变异是少见的动脉变异,在文献中多以标本解剖的形式发现报道。本研究发现,肱动脉变异率与病例报道中提及的发生率较为接近^[18],正中动脉出现率较低^[19-20],发自尺动脉的正中动脉更是十分罕见的变异^[21],这种变异可能会带来多种并发症。因此成像快速、操作简单的 QISS-MRA 可作为一种简便观察上肢动脉病变与变异的检查方式。

本研究的不足之处在于志愿者数量过少,未能研究血管内径对手部动脉成像的影响。其次,本研究中血管炎患者的上肢动脉病变率并不能代表实际发病率。另外,笔者也曾使用 SiemensMR 仪的另一种外周动脉 NCE-MRA 技术——NATIVE SPACE 进行上肢动脉成像。虽然有研究报道此类 FSE-MRA 在手部动脉的初步研究^[22],但笔者的研究中上肢动脉成像图像质量非常差,完全不具有对比性与补充性,这也可能是近十多年未有类似的研究报道的原因。

综上所述,QISS 可用于上肢动脉成像,对于动脉狭窄及变异有着良好的应用前景,可作为血管炎患者的一线筛查方式。

参考文献:

- [1] Kermani TA, Matteson EL, Hunder GG, et al. Symptomatic lower extremity vasculitis in giant cell arteritis: a case series[J]. *J Rheumatol*, 2009, 36(10): 2277-2283.
- [2] Assie C, Janvresse A, Plissonnier D, et al. Long-term follow-up of upper and lower extremity vasculitis related to giant cell arteritis: a series of 36 patients[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2011, 90(1): 40-51.
- [3] Jens S, Kerstens MK, Legemate DA, et al. Diagnostic performance of computed tomography angiography in peripheral arterial injury due to trauma: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2013, 46(3): 329-337.
- [4] Connell DA, Koulouris G, Thorn DA, et al. Contrast-enhanced MR angiography of the hand[J]. *Radiographics*, 2002, 22(3): 583-599.
- [5] Grobner T. Gadolinium—a specific trigger for the development of nephrogenic fibrosing dermopathy and nephrogenic systemic fibrosis? [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2006, 21(4): 1104-1108.
- [6] Miyazaki M, Akahane M. Non-contrast enhanced MR angiography: established techniques[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2012, 35(1): 1-19.
- [7] Wheaton AJ, Miyazaki M. Non-contrast enhanced MR angiography: physical principles[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2012, 36(2): 286-304.
- [8] Carr JC. QISS MR angiography an alternative to ct angiography for peripheral vascular evaluation[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2017, 10(10A): 1125-1127.
- [9] Koktzoğlu I, Aherne EA, Walker MT, et al. Ungated nonenhanced radial quiescent interval slice-selective (QISS) magnetic resonance angiography of the neck: evaluation of image quality [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2019, 50(6): 1798-1807.
- [10] Salehi RM, Tesch K, Lebenatus A, et al. Clinical value of noncontrast-enhanced radial quiescent-interval slice-selective (QISS) magnetic resonance angiography for the diagnosis of acute pulmonary embolism compared to contrast-enhanced computed tomography and cartesian balanced steady-state free precession [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2020, 52(5): 1510-1524.
- [11] Edelman RR, Silvers RI, Thakrar KH, et al. Nonenhanced MR angiography of the pulmonary arteries using single-shot radial quiescent-interval slice-selective (QISS): a technical feasibility study[J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2017, 19(1): 48.
- [12] Edelman RR, Giri S, Pursnani A, et al. Breath-hold imaging of the coronary arteries using Quiescent-Interval Slice-Selective (QISS) magnetic resonance angiography: pilot study at 1.5 Tesla and 3 Tesla[J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2015, 17: 101.
- [13] 吴刚, 张晓莉, 李小明. 非对比剂 QISS-MRA 对肾功能不全患者下肢动脉硬化诊断价值[J]. *放射学实践*, 2018, 33(7): 750-753.
- [14] Okur A, Kantarci M, Karaca L, et al. Non-contrast-enhanced imaging of haemodialysis fistulas using quiescent-interval single-shot (QISS) MRA: a feasibility study[J]. *Clin Radiol*, 2016, 71(3): 244-249.
- [15] Salehi RM, Lebenatus A, Bonietzki A, et al. High-resolution, non-contrast-enhanced magnetic resonance angiography of the wrist, hand and digital arteries using optimized implementation of Cartesian quiescent interval slice selective (QISS) at 1.5T [J]. *Magn Reson Imaging*, 2021, 78: 58-68.
- [16] Zhang W, Xu JR, Lu Q, et al. High-resolution magnetic resonance angiography of digital arteries in SSc patients on 3 Tesla: preliminary study [J]. *Rheumatology (Oxford)*, 2011, 50(9): 1712-1719.
- [17] Fujii Y, Teragawa H, Soga J, et al. Flow-mediated vasodilation and anatomical variation of the brachial artery (double brachial artery) in healthy subjects and patients with cardiovascular disease [J]. *Circ J*, 2013, 77(4): 1073-1080.
- [18] Schlosshauer T, Kueenzlen L, Rothenberger JM, et al. Successful free microvascular radial artery flap for phalloplasty in case of a persistent median artery-Retrospective analysis of 48 patients and review of the literature [J]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2020, 52(4): 280-288.
- [19] Eid N, Ito Y, Shibata MA, et al. Persistent median artery: cadaveric study and review of the literature [J]. *Clin Anat*, 2011, 24(5): 627-633.
- [20] Natsis K, Iordache G, Gigis I, et al. Persistent median artery in the carpal tunnel: anatomy, embryology, clinical significance, and review of the literature [J]. *Folia Morphol (Warsz)*, 2009, 68(4): 193-200.
- [21] Lim RP, Storey P, Atanasova IP, et al. Three-dimensional electrocardiographically gated variable flip angle FSE imaging for MR angiography of the hands at 3.0 T: initial experience [J]. *Radiology*, 2009, 252(3): 874-881.

(收稿日期: 2021-01-18 修回日期: 2021-03-31)