

论 著

磁共振上腹部快速
自动化增强扫描流
程的初步研究*1. 第二军医大学附属长海医院影像
医学科 (上海 200433)2. 西门子(深圳)磁共振有限公司
(广东 深圳 518057)陈玉坤¹ 王 振¹ 阳青松¹
陈录广¹ 傅彩霞² 翁得河²
张 乐² 金爱国¹ 王 莉¹
陆建平¹ 马 超¹

【摘要】目的 建立磁共振(MRI)上腹部快速自动化扫描方案,初步探究该扫描方案在3T MR系统上的可行性。方法 设置MR上腹部扫描流程:包括定位像、冠状位T2加权成像、横断位T2加权成像、单次激发自旋回波扩散加权成像(DWI, $b=1000\text{s/mm}^2$)、同反相位兼DIXON T1 VIBE平扫及增强压脂T1 VIBE,并设置自动视野(FOV)定位、自动屏气提示及自动造影剂团注监测。前瞻性招募上腹部3T MRI增强扫描患者36名,行上腹部增强MR扫描,记录扫描时间,两位观察者利用两分法评价各序列图像诊断质量。结果 所有参与者皆可按照自动屏气提示完成检查,自动造影剂团注监测方法可以有效监测造影剂到达主动脉时间,整个扫描方案的平均检查时间为12mins (16 ± 70)s,两位观察者评价所有患者图像质量皆可用于临床诊断。结论 本研究提出的基于自动FOV定位、自动屏气提示及自动造影剂监测的3T上腹部快速自动化MR扫描方案可以用于临床。

【关键词】磁共振成像;自动化;快速;扫描流程;上腹部

【中图分类号】R445.2; R57

【文献标识码】A

【基金项目】上海市自然科学基金(14ZR1408300);上海市科委医学引导项目(14411960100);长海医院“1255”学科建设计划(CH125520800)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.01.039

通讯作者:马 超

A Fast and Automatic Contrast-enhancement
MR Workflow for Upper Abdominal Scan: A
Preliminary Study*

CHEN Yu-kun, WANG Zhen, YANG Qing-song, et al., Department of Radiology, Changhai Hospital of Shanghai, Secondary Military Medical University, Shanghai 200433, China

[Abstract] *Objective* A fast and automatic contrast-enhancement MR workflow for upper abdominal scan was proposed and its feasibility was evaluated on a 3T scanner. *Methods* A MR workflow was set up for upper abdominal scan, including localizer, coronal T2WI, Transversal T2 WI, single-shot spin-echo DWI ($b=1000\text{s/mm}^2$), T1 VIBE with 2 echoes and DIXON reconstruction, and contrast-enhanced T1 VIBE. Automatic FOV positioning, automatic voice command and automatic bolus detection were applied on this workflow. 36 patients were prospectively enrolled in this study and underwent contrast enhanced MRI exam with the proposed workflow on abdomen. The exam duration of the whole workflow for every patient was recorded. Two radiologists assessed the image qualities with a two-category scale. *Results* All patients were able to complete the breath-hold exam under automatic-voice command. Automatic bolus detection could successfully catch the bolus on the aorta and triggered the next steps. The average exam duration of the whole workflow for all 36 patients is 12mins (16 ± 70)s. Images of all study patients could be used for diagnosis. *Conclusion* The proposed automatic and fast MR workflow for upper abdomen scan can be used in clinical practices.

[Key words] MRI; Automatic; Fast; Workflow; Upper Abdomen

磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)在临床疾病诊断及评估中的作用越来越重要,其具有无电离辐射、高软组织对比等优点^[1]。但相对于计算机断层成像(Computed Tomography, CT)来说, MRI仍存在扫描时间较长、操作者工作程序复杂等不足。MRI快速扫描序列开发及优化扫描流程优化在临床工作中越来越重要,特别是在腹部扫描情况下,为了降低呼吸运动影响及减少检查时间,往往采用屏气扫描等方式,但势必增加操作者工作复杂性。随着软件技术的不断发展和更新,新一代的MRI系统已经开始配备一站式自动化扫描流程,如西门子公司开发的Dot(Day optimizing throughput)引擎^[2],提供了诸如心脏,头颅,腹部,膝关节,腰椎等部位的一站式自动化扫描方案。但厂家提供的默认扫描方案更符合欧美医院影像科的偏好,扫描时间也比较长,难以适应国内病人多,机器相对较少等实际情况。因此,我们从国内实际出发,设计了一套上腹部MRI快速自动化扫描方案。该方案联合应用自动视野(Field of View, FOV)定位、自动屏气提示及自动造影剂团注监测和最新的鸡尾酒并行加速采样技术^[3],目的是形成一套自动化、快速的扫描流程,同时保证优秀的图像质量和足够的诊断信息,并初步探究该扫描方案在3T MR系统上的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性招募2016年9月至2016年11月我院行上腹部MRI增强检查36例患者。36例患者中男性33例,女性3例,年龄27~68岁,平均51岁。所有患者均签署知情同意书,在MRI检查前,进行必要

的MRI安全检查提醒及屏气和呼气训练。

1.2 研究方法 所有MRI检查均在3T超导磁共振仪(MAGNETOM Skyra, Siemens, Erlangen, Germany)上完成。嵌入式体部线圈用于信号激发,体部相控线圈和集成式脊柱线圈用于MRI信号接收。扫描序列包括:(1)一次18s屏气扫描的三方向定位像;该定位像数据将被软件用于肝脏和腹主动脉自动识别和分割,以供自动FOV定位和自动造影剂监测功能所需。(2)一次20s屏气冠状位T2 HASTE序列,TR/TE=1000/97ms,采集矩阵 256×240 ,FOV $425 \times 340\text{mm}^2$,层厚6mm,层数20;(3)呼吸触发(PACE)横断位T2 BLADE序列,TE=79ms,采集矩阵 320×320 ,FOV $400 \times 400\text{mm}^2$,层数28,层厚6mm,回波链长度42;(4)基于两回波DIXON水脂分离技术的高分辨率T1 VIBE序列。该序列同时提供正反相位T1加权像和增强前去脂T1加权像。15s一次屏气扫描,TR=3.97ms,TE=1.26/2.43ms,翻转角 12° ,鸡尾酒并行采样技术,加速因子3,采集矩阵 195×320 ,FOV $325 \times 400\text{mm}^2$,层厚3mm,层数64;(5)横断位单次激发平面回波扩散加权成像(single-shot echo-planar DWI,带层选择性匀场功能iShim^[3],产品原型序列),b值为 1000s/mm^2 ,36s分两次屏气扫描,TR/TE=3100/61ms,采集矩阵 128×128 ,FOV $400 \times 400\text{mm}^2$,层数30,层厚6mm;(6)用于造影剂自动监测的两维FLASH序列,在自由呼吸下进行单层面快速连续扫描,时间分辨率为0.8秒/帧。该序列基于定位像对主动脉进行自动分割的结果,自动识别主动脉

并自动确定感兴趣区(ROI)。该序列开始运行后,即可使用手动或者自动注射装置进行造影剂注射。软件自动监测造影剂到达主动脉的时间并触发下一步骤。图1显示造影剂自动监测实例;(7)对比增强高分辨率T1 VIBE序列,用于包括肝脏动脉期,静脉期和延迟期的图像采集,除了使用脂肪抑制而非DIXON技术以外,其他参数和序列(4)中设置一样。

以上序列(除了定位像是磁体中心自动扫描外)均采用自动层数和FOV调节功能。对于需要屏气扫描的序列,皆采用自动语音提醒来完成扫描。

1.3 数据分析 扫描结束后,所有图像均由MRI设备自带软件自动重建,并自动上传PACS系统。两位放射科医生独立观察图像质量评价,利用二分法评价图像质量是否可以用于临床诊断,计算扫描成功率;并根据第一幅图像成像时间及结束扫描最后一幅图像成像时间,计算每位患者在床检查时间。

1.4 统计学方法 应用SPSS 16.0统计软件,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示。

2 结 果

参与实验的36例患者均能按照自动语音提示完成屏气序列的扫描。每位患者的造影剂到达腹主动脉时间均被软件自动捕捉并成功触发肝脏动脉期、静脉期及延迟期的扫描。所有患者完成整个扫描方案所花的平均时间为12mins (16 ± 70)s ($\bar{x} \pm s$)。两位观察者评价所有患者图像质量(信噪比和分辨率)皆可用于临床诊断,扫描成功率为100%。(图2-10显示试验中典型病例的在本方案

中的各个序列图像)。

3 讨 论

MRI由于其优秀的软组织分辨能力,在腹部检查中起到了至关重要的地位。随着软硬件技术的进步,快速MRI成像方法、数据重建方法及数据分析方法进展迅速^[5-7],但多数研究集中在MRI技术及分析方法方面^[8-10],关于腹部快速MRI检查流程的报道较少,传统的扫描方法对技术员的精力和技术熟练程度要求高,同时耗时较长。面对国内病人多,机器相对较少等实际情况下,腹部快速MRI检查方案的设置对提高检查效率、规范扫描流程、提高图像质量具有重要意义。

本研究中,应用新技术建立的一套符合国内实际情况的上腹部扫描流程,平均检查时间约12分钟,接近于腹部CT增强扫描时间,同时保证优秀的图像分辨率和信噪比及足够的诊断信息,减少因技术人员操作习惯不同导致的图像质量误差,同时提高增强后各期相特别是动脉期的准确性。该扫描流程中使用自动FOV定位、自动屏气语音命令和自动造影剂监测,使得MRI扫描中自动化程度大大增加,显著减轻技术人

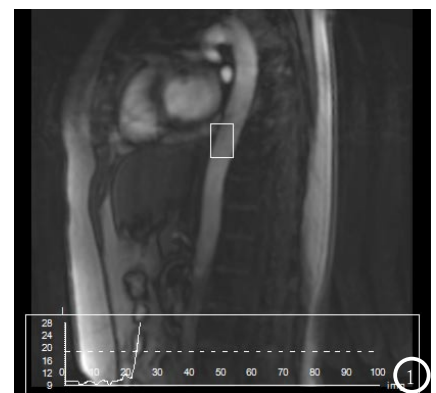


图1 两维FLASH序列自动监测造影剂到达时间。图中动脉上的感兴趣区(ROI)为软件自动放置。图下方的曲线为信号-时间曲线,水平虚线为判断造影剂是否到达的阈值。

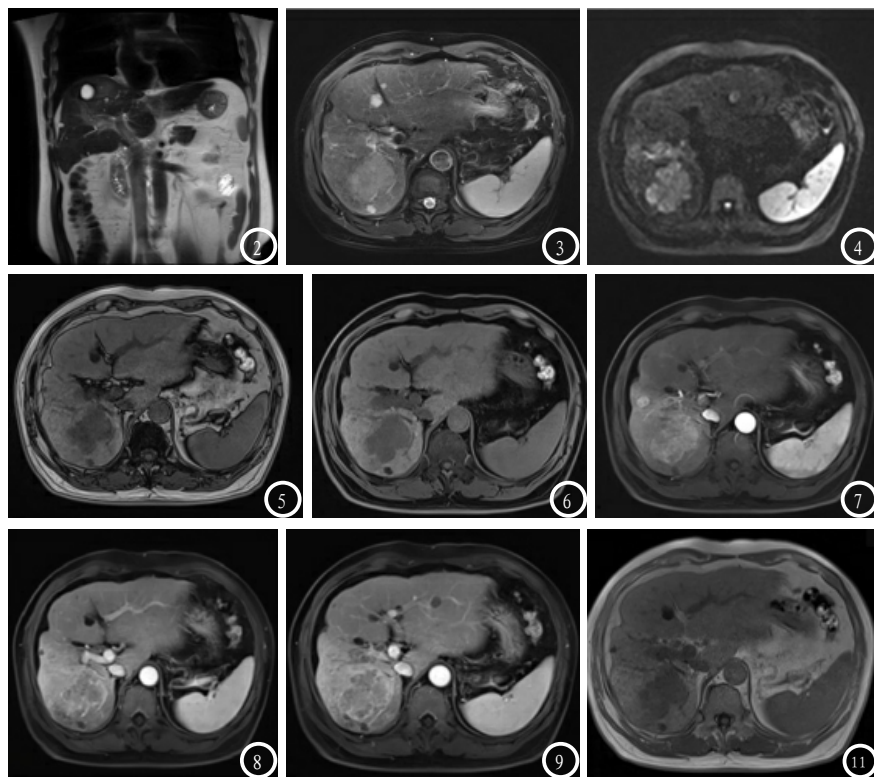


图2-10 一治疗后肝癌患者的多对比MR图像,从图中可看到复发活性病灶,肝硬化及囊肿。图2为冠状位T2 Haste;图3为横断位T2 BLADE;图4为DWI序列, $b=1000s/mm^2$;图5为T1 反相;图6为T1同相;图7为Dixon水像;图8为增强后肝脏动脉期T1WI;图9为门脉期T1WI;图10为延迟期T1WI。

员的工作负担,同时因不同病人或技术员引起的图像质量差异也明显降低。

综上所述,本研究联合应用自动FOV定位、自动屏气提示及自动造影剂团注监测技术形成的腹部MRI快速扫描流程中,保证了优秀的图像质量和足够的诊断信息,在3T MR系统上是可行的,具有较好的临床应用前景。

参考文献

- [1]赵喜平.磁共振成像系统的原理及其应用[M].科学出版社,2000.
- [2]Moeninghoff C,Umutlu L,Kloeters C,et al.Workflow efficiency of two 1.5 T MR scanners with and without an automated user interface for head examinations[J].Acad Radiol,2013,20(6):721-730.
- [3]Breuer F A,Blaimer M,Mueller M F,et al.Controlled aliasing in volumetric parallel imaging (2D CAIPIRINHA) [J].Magnetic Resonance in Medicine,2006,55(3):549-556.
- [4]Zhang H,Xue H,Alto S,et al.

Integrated Shimming Improves Lesion Detection in Whole-Body Diffusion-Weighted Examinations of Patients With Plasma Disorder at 3 T[J]. Investigative Radiology,2015,51(5):297-305.

- [5]管春,朱庆永.参考制导的压缩感知快速磁共振重建方法[J].中国医学物理学杂志,2016,33(3):217-221.
- [6]张利军,姚秀忠.腹部(肝)磁共振成像的技术进展[J].中国临床医学,2014,21(4):497-499.
- [7]梁碧玲,沈君.敏感性编码技术在腹部磁共振快速成像中的应用[J].中国医学影像技术,2002,18(6):598-600.
- [8]张刚,林骅.MR扩散加权成像诊断前列腺癌的临床研究[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(10):99-101.
- [9]随海晶,闫成功,赵振国,等.磁共振成像联合弥散加权成像对腹膜转移癌的诊断价值[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(10):105-107.
- [10]李春宏,苏凯,罗康新.肝脏IV病变肿瘤的MRI影像学特征及诊断价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(10):83-85.

(本文编辑:谢婷婷)

【收稿日期】2016-11-14