

否复发、判断术后残胃壁吻合口胃壁厚度、残胃壁受浸润深度、肿块大小、与周围组织毗邻关系、淋巴结及腹腔内脏器转移等方面具有独特优势,是一种行之有效且准确性很高的诊断方法,对指导临床手术方案的选择或综合治疗、提高胃癌术后生存率具有重要的临床意义。

参 考 文 献

- [1] 胡晔, 陈炯. 复发性胃癌 56 例的外科治疗. 中国临床保健杂志, 2005, 8(6): 516-517.
- [2] Fleming ID, Cooper JS, Henson DE, et al. Stomach// American joint committee on cancer: AJCC cancer staging manual. 5th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997: 71-76.
- [3] 郭建, 李健丁. 胃癌的影像诊断研究进展. 中国医学影像诊断技术, 2003, 19(7): 936-938.
- [4] 任刚, 陈克敏. 胃癌 MRI 检查的研究进展. 中国临床医学影像杂志, 2005, 16(4): 226-228.
- [5] 冯元春, 郭玉林, 陈勇, 等. 进展期胃癌的多排螺旋 CT 和胃镜检查的对比研究. 宁夏医学院学报, 2007, 29(6): 580-582.
- [6] Halpert RD, Feczko PJ. Role of radiology in the diagnosis and staging of gastric malignancy. Endoscopy, 1993, 25(1): 39-45.
- [7] 彭卫军, 周康荣, 秦新裕. CT 在胃癌局部复发诊断中的应用评价. 中国癌症杂志, 2003, 13(6): 540-542.
- [8] 程骏, 温新东, 黎金林, 等. 进展期胃癌术前磁共振成像的研究. 温州医学院学报, 2003, 33(2): 100-101.
- [9] Kang BC, Kim JH, Kim KW, et al. Value of the dynamic and delayed MR sequence with Gd-DTPA in the T-staging of stomach cancer: correlation with the histopathology. Abdom Imaging, 2000, 25(1): 14-24.
- [10] 倪国汉. 低场强 MRI 在胃癌诊断中的作用. 放射学实践, 2002, 17(2): 143-144.
- [11] 彭卫军, 周康荣, 陈惠明. 正常胃 CT 应用解剖和表现. 临床放射学杂志, 1997, 16(4): 352-355.
- [12] 黄锐, 孔祥泉. 胃癌的 MRI 研究. 放射学实践, 2001, 16(6): 432-433.
- [13] 谢德宁, 商秀林. 胃癌浸润转移的螺旋 CT 诊断. 中国误诊学杂志, 2006, 6(6): 1063-1064.

(收稿日期: 2011-10-25)

吞咽过程动态 MRI 的可行性探讨

杨镜全 高明勇 罗素玲 卢瑞梁 贺小红

【摘要】 目的 比较不同磁共振序列的扫描时间和图像质量, 探讨应用其进行吞咽过程动态扫描, 为临床提供直观、有效的咽部疾病诊断和治疗依据的可行性。**方法** 在 GE 3.0T MRI 系统上选用稳态采集快速成像(FIESTA)和快速梯度回波(Fast GRE)序列, 并结合阵列空间敏感性编码技术(ASSET), 对 20 例无自觉吞咽困难患者的咽部进行吞咽过程的单层矢状位动态快速扫描, 分别连续采集 60 幅图像, 由 3 位有经验的 MRI 医师采用双盲法, 对所获得的全部图像分别以优、中、劣 3 种等级进行图像质量目测评价。**结果** 其他扫描参数相同时, FIESTA、Fast GRE、FIESTA+ASSET 和 Fast GRE+ASSET 序列的扫描时间分别为: 54 s、28 s、49 s 和 25 s; Fast GRE+ASSET 序列的扫描时间最短; FIESTA、Fast GRE、FIESTA+ASSET 和 Fast GRE+ASSET 序列的图像质量评价的总分值分别 44、52、52 和 56; Fast GRE+ASSET 序列获得的图像质量最佳。**结论** 在 GE 3.0T MRI 系统上用 Fast GRE+ASSET 序列进行吞咽动态矢状位成像, 咽部结构显示较好, 动态电影图像上吞咽过程显示清晰, 具有为临床提供更直观、有效的诊断依据的可行性。

【关键词】 鼻咽肿瘤; 吞咽障碍; 磁共振成像; 动态扫描

The feasibility of magnetic resonance imaging of the dynamic swallowing YANG Jing-quan, GAO Ming-yong, LUO Su-ling, LU Rui-liang, HE Xiao-hong. Department of Radiology and Imaging, the First People's Hospital of Foshan, Guangdong Foshan 528000, China
Corresponding author: YANG Jing-quan, Email: yjq128@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2012.01.013

作者单位: 528000, 广东省佛山市第一人民医院影像科

通信作者: 杨镜全 (Email: yjq128@163.com)

【Abstract】 Objective To offer some visual and valuable clinical bases for the pharynx disease diagnosis and treatment by comparing the influence of different scanning sequences on the image quality and scanning time, and studying the application to the dynamic swallowing MRI scanning. **Methods** The dynamic swallowing scanning of pharyngeal was performed on 20 nasopharyngeal carcinoma patients without deglutition disorders through GE 3.0 MRI system with fast imaging employing steady state acquisition (FIESTA) and fast gradient recalled echo (Fast GRE) sequences, and combined with the array spatial sensitivity encoding technique(ASSET), which accelerating factors was 2.0 ph, and sixty dynamic images were acquired sequentially. The image quality was graded into three classes: excellent, favorable and poor, which were visually assessed by three senior MRI physician using double-blinded method. The quantitative data were analyzed statistically with the SPSS13.0 software. **Results** Under the same parameters, the scanning time with FIESTA, FIESTA+ASSET, Fast GRE and Fast GRE+ASSET sequences were 54 s, 28 s, 49 s and 25 s respectively. The number of excellent images with the four sequences were 44, 52, 52 and 56 respectively. The scanning time was the shortest and the image quality was the best with Fast GRE+ASSET sequence. **Conclusions** The dynamic imaging of swallowing in sagittal view was achieved with Fast GRE+ASSET sequence on GE 3.0T MRI system. It could present status of the pharynx well, and the soft tissue of swallowing was showed clearly in the dynamic images. These will provide visual and effective evidence for clinical diagnosis and treatment.

【Key words】 Nasopharyngeal neoplasms; Deglutition disorders; Magnetic resonance imaging; Dynamic scan

我国广东省是鼻咽癌高发地区,早期放射治疗的剂量较高,并发症较多,其中,吞咽困难是影响放疗后患者生活质量的主要原因之一^[1]。近年来,MRI作为无辐射且扫描快速的方法被逐渐采用,目前一般以咽部静态扫描为主,国内在吞咽状态下行动态扫描以评价放疗后咽部形态和功能的文献报道较少。本研究采用单层快速动态扫描法,对咽部进行吞咽动作动态成像,探讨在尽可能短的时间内获取满意的吞咽动态电影效果MRI图像,以期为鼻咽癌患者放疗后吞咽困难的后续治疗提供直观、有效的影像学资料。

1 资料和方法

1.1 临床资料

选取于我院行鼻咽癌常规放疗后3~5年无自觉吞咽困难的患者20例,其中,男性12例、女性8例;平均年龄40岁(20~60岁),平均体重50 kg(45~75 kg)。所有患者均于检查前训练吞咽动作,并在完全知晓本研究的目的和过程的前提下签署知情同意书。

1.2 仪器设备

采用美国GE公司的Signa EXCITE HD 3.0T超导型MRI系统,8通道头颈部相控阵线圈和ADW 4.2图像工作站。

1.3 吞咽训练方法

在MRI准备期间预先对患者进行仰卧位干吞咽动作训练和安全性评估。先由工作人员进行有规律的干吞咽动作示范,吞咽速率约为20次/min,并保持头颈部体位不变。然后要求患者按示范重复干吞咽动作,直到符合检查要求。如患者因干吞咽动作训练引发疼痛、呛咳或呕吐等不适,则终止试验。

1.4 扫描方法与参数

患者取仰卧位,头颅正中矢状面对准线圈纵轴,激光定位线的横轴与口角两侧连线重叠、纵轴与正中矢状面重叠,方向选择为“头先进”。快速扫描横断、冠状和矢状3个平面定位像后,从横断面选取咽部会厌正中皱襞所在矢状面作单层动态扫描定位。在选定扫描序列且去除心电门控功能后、动态扫描前,要求患者按照事先的训练方法进行有规律的吞咽动作,直到序列扫描停止。每个序列从通知患者开始吞咽动作的同时启动扫描程序。所有患者均扫描4个序列,即:稳态采集快速成像(fast imaging employing steady state acquisition, FIESTA)、FIESTA+阵列空间敏感性编码技术(array spatial sensitivity encoding technique, ASSET)、快速梯度回波(fast gradient recalled echo, Fast GRE)和Fast GRE+ASSET。扫描参数设置:视野为30 mm×30 mm、重复时间/回波时间为3/1.4 ms、扫描层数为1层、

层厚 5 mm、层间距 0.5 mm、采集次数为 1 次；回波时间为最少回波时间、回波链长度为 16、翻转角 30°、带宽为 100 kHz；矩阵为 224×256、频率编码方向为前后位，ASSET 的加速因子为 2.0 ph，分别连续扫描 60 帧吞咽动态电影效果图。记录各成像序列扫描所需的时间。

1.5 影像资料评价方法

由 3 位有经验的 MRI 医师采用双盲法对 20 例患者的 MRI 图像按优、中、差 3 个等级分别作出图像质量目测评估。评价标准：咽喉部组织结构清晰、组织间对比度良好、信号均匀一致、无图像伪影者为“优”，记 3 分；咽喉部组织结构可辨别、组织间对比度稍差、有轻度伪影者为“中”，记 2 分；咽喉部组织结构模糊、组织间对比度差、图像重度伪影，不能满足临床诊断要求者为“差”，记 1 分。

2 结果

各序列所需扫描时间：FIESTA、FIESTA+ASSET、Fast GRE 和 Fast GRE+ASSET 分别为 54 s、28 s、49 s 和 25 s，均为系统自动显示。增加 ASSET 后，明显减少了采集时间，以 Fast GRE+ASSET 扫描时间最短。采集后的 60 幅连续图像通过 ADW 4.2 图像工作站处理成动态电影效果图(图 1)，由图 1 可见，咽部结构显示较好，此效果图能完整地展示吞咽动作过程中会厌、软腭和舌部的变化过程。

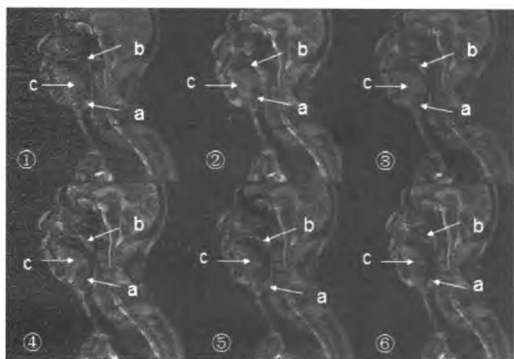


图 1 咽部动态电影效果图 图①~⑥是 60 幅连续图像中的一部分，完整地展示了一个吞咽动作过程中会厌(a)、软腭(b)和舌部(c)的变化过程(分别见箭头所示)。

各序列图像质量评价的得分值见表 1。其中，增加 ASSET 序列图像的得分值均高于其未增加者，Fast GRE+ASSET 序列图像的得分值最高，说明该序列的图像质量最佳。比较采用 FIESTA 序列与采用 FIESTA+ASSET 或 Fast GRE+ASSET 序列得到的

MRI 图像，图像质量差异具有显著性；比较采用 Fast GRE+ASSET 序列与采用 Fast GRE 或 FIESTA+ASSET 序列得到的 MRI 图像，图像质量无明显差异(图 2)。

表 1 20 例患者不同磁共振序列图像质量评价的结果

序列名称	信噪比(%)	采集时间(s)	优	中	差	总分
FIESTA	100	54	7×3	10×2	3×1	44
FIESTA+ASSET	70	28	13×3	6×2	1×1	52
Fast GRE	100	49	14×3	4×2	2×1	52
Fast GRE+ASSET	70	25	17×3	2×2	1×1	56

注：表中，图像质量评分数据为病例数乘以评分值；FIESTA：稳态采集快速成像；FIESTA+ASSET：稳态采集快速成像+阵列空间敏感性编码技术；Fast GRE：快速梯度回波；Fast GRE+ASSET：快速梯度回波+阵列空间敏感性编码技术。

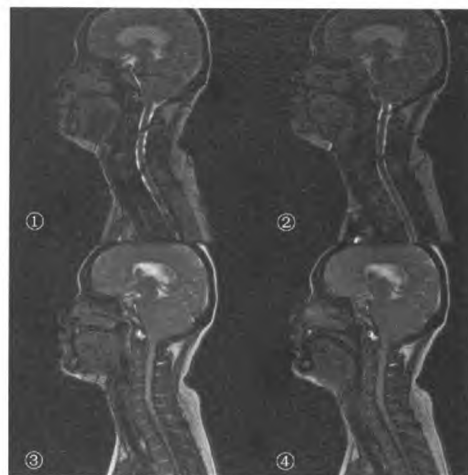


图 2 同一患者相同层面四个序列的影像对比 图①为稳态采集快速成像序列图像；图②为稳态采集快速成像序列+阵列空间敏感性编码技术序列图像；图③为快速梯度回波序列图像；图④为快速梯度回波序列+阵列空间敏感性编码技术序列图像。

3 讨论

MRI 是用于鼻咽癌患者放疗前与放疗后随访的常规检查，具有软组织分辨率高、可任意截面成像、扫描野大、无辐射损伤等优点。近年来，动态 MRI 技术在国内较多运用于心脏室壁运动及血管功能、膝关节运动、颞颌关节运动等，取得了较好的应用效果^[3]。但目前在国内运用该技术进行吞咽功能评估的比较少^[3,5]。本研究根据 GE 3.0T MRI 系统的性能特点，选择 FIESTA 和 Fast GRE 序列，

并结合 ASSET, 在制造商提供的扫描参数的基础上, 通过反复试验, 对部分参数进行了调整, 有效地缩短了数据的采集时间, 实现了对吞咽过程的快速动态扫描, 并使图像质量达到了诊断要求, 基本达到了本研究设定的目的。

本研究选择 FIESTA 和 Fast GRE 序列作为基础序列, 因为这两个序列在层面选择、相位编码和频率编码方向上都施加了聚相位梯度场, 并且在纵向和横向上均达到了稳态, 属于真正的稳态进动快速成像序列, 且目前已成功应用于心脏、内听道及腹部的功能成像^[6]。由于一个吞咽动作的持续过程很短, 几乎在瞬间完成, 因此要想通过 MRI 完整地再现这一过程, 必然要求扫描过程在尽可能短的时间内完成, 同时又要保证图像质量达到临床诊断要求。笔者在本试验过程中发现, 尽管 FIESTA 和 Fast GRE 序列在其他方面的应用已经取得了成功, 但对于吞咽过程动态扫描难以达到上述要求。而 GE 3.0T MRI 系统的 ASSET 是一种基于多通道相控阵线圈的快速并行成像技术, 通过各通道的并行数据采集, 达到了多次数据叠加的效果, 在保持 K 空间(原始数据在进行傅立叶转换之前, 需存储在计算机某一特定空间, 此空间即为 K 空间)最大值不变的同时, 根据每个线圈的空间敏感性特征对图像进行重建, 得到一幅没有伪影的完整图像^[7]。这样, 不但大幅度缩短了扫描时间, 而且保证了图像质量^[7-10]。本研究证实, 应用 Fast GRE+ASSET 序列, 显著缩短了扫描时间, 有利于捕捉瞬间完成的吞咽过程, 可以用于吞咽过程的动态成像, 在扫描时间上具有可行性。

一般认为, 图像的信噪比主要反映靶组织信号与随机噪声的比值, 是影响 MRI 图像质量的关键因素之一。因此, 扫描参数的设置必然要在保证一定的信噪比的前提下进行, 否则, 所得图像质量难以达到临床诊断要求。理论上, 在无运动伪影或其他因素干扰的情况下, 场强越高, 信噪比越高, 图像质量越好。虽然 GE 3.0T MRI 系统具备场强高、能提供足够的信噪比以进行大矩阵、高空间分辨率扫描的优势, 但整合 ASSET 后, 通过隔行数据采集, 然后在去除卷褶后, 利用线圈单元的空间敏感性数据重建的图像, MRI 图像的信噪比会有所降低^[11]。本研究考虑到了所用成像设备的上述特点, 因此, 在设置 Fast GRE+ASSET 序列扫描参数时使

用了 70% 的信噪比和最短的扫描时间(25 s), 经双盲法评价, 证实了该序列的图像质量要优于其他 3 个序列。这很可能是因为大幅度缩短了扫描时间, 减少了靶器官及周围组织的移动伪影, 从而提高了图像的清晰度和对比度。从临床诊断对图像质量要求的角度来看, 在 GE 3.0T MRI 系统上应用 Fast GRE+ASSET 序列作吞咽过程的快速动态扫描也是可行的, 并具有比较明确的临床实用价值。

当然, 本研究是在对患者进行吞咽动作训练后并对吞咽动作实施了一定控制的状态下完成的, 可能与自然状态下的吞咽动作存在一定差距。但笔者认为, 作为一种新的 MRI 技术, 在本研究的基础上, 加大研究样本量, 进一步优化扫描参数, 并与正常人群进行对比研究, 相信这一技术作为对静态 MRI 检查的补充, 能够比较客观地反映咽部解剖结构和功能在吞咽过程中的变化情况, 进一步提供咽部相关病变的有效信息, 为咽部疾病的诊断和治疗提供更为直观的影像学依据。

参 考 文 献

- [1] 周惠娟, 张盘德. 吞咽训练配合针灸治疗鼻咽癌放疗后吞咽障碍. 中国康复理论与实践, 2006, 12(1): 58-59.
- [2] 李赳赳, 王惠南. 基于统计参数图的脑功能磁共振成像数据处理方法. 生物医学工程学杂志, 2007, 24(2): 477-480.
- [3] Abolmaali ND, Schmitt J, Schwarz W, et al. Visualization of the articular disk of the temporomandibular joint in near-real-time MRI: feasibility study. Eur Radiol, 2004, 14(10): 1889-1894.
- [4] Barkhausen J, Goyen M, von Winterfeld F, et al. Visualization of swallowing using real-time TrueFISP MR fluoroscopy. Eur Radiol, 2002, 12(1): 129-133.
- [5] 庄奇新, 杨世坝, 尚克中, 等. 咽部正常形态和结构性病变的 MRI 观察. 中国医学计算机成像杂志, 1995, 1(2): 87-90.
- [6] 孙琦, 余强, 董敏俊, 等. MR FIESTA 技术在 TMJ 动态成像中的应用. 中国医学计算机成像杂志, 2009, 15(2): 119-122.
- [7] 鲍道亮, 陈韵彬, 李伟宁, 等. MRI 检查常见伪影的形成与消除方法的探讨. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2009, 7(4): 64-65.
- [8] 张中伟, 孟俊非. MRI 敏感度编码技术及临床应用. 国外医学临床放射学分册, 2004, 27(6): 397-399.
- [9] 王显峰, 赵建农. ASSET 原理及临床应用进展. 放射学实践, 2008, 23(3): 344-345.
- [10] 高明勇, 杨镜全, 刘健萍, 等. 阵列空间敏感性编码技术在 3.0T 磁共振脑血管成像中的应用. 中华临床医师杂志, 2011, 5(18): 5503-5505.
- [11] 蒋方方, 王敏杰, 张永良, 等. MR 并行采集技术的临床应用. 生物医学工程学进展, 2009, 30(4): 232-237.

(收稿日期: 2011-11-10)