

3.0T MRI 胸椎扫描中联合线圈单元开放对图像质量的影响

俞家熙, 李新春, 何建勋, 孙翀鹏, 钟志伟, 周润婷

【摘要】 目的:探讨不同的联合线圈单元开放方法在 3.0T MRI 胸椎扫描中对图像质量的影响,筛选最佳扫描方案。

方法:应用 3.0T MR 机联合线圈(NV 线圈及 SPINE 线圈)对 20 例患者行胸椎扫描,分别获得不同线圈单元开放的 T₁WI 压脂增强(SPIR)序列图像,测量图像的信噪比(SNR)及对比度噪声(CNR),比较其图像质量是否存在差异。**结果:**20 例中使用 NV 线圈开放 NPC 单元结合 SPINE 线圈开放 ABC 单元(即 NPC-ABC, A 组)图像的 SNR-I (上段胸椎)及 CNR-I 均高于使用 NV 线圈开放 PC 单元结合 SPINE 线圈开放 ABCD 单元(即 PC-ABCD, B 组),SNR-I 分别为 70.11±5.38 和 16.37±4.76 ($P<0.05$),CNR-I 分别为 15.11±4.62 和 7.90±4.48,两组间差异有统计学意义 ($P<0.05$);而 NPC-ABC 与 PC-ABCD 的 SNR-II (即中段胸椎)及 NPC-ABC 与 PC-ABCD 的 SNR-III (即下段胸椎)间差异均无统计学意义。A 组序列上段胸椎图像的主观评分为 3.6±0.4, B 组为 2.7±0.5。**结论:**使用 NV 线圈开放 NPC 单元结合 SPINE 线圈开放 ABC 单元得出的上段胸椎图像质量最好,可作为常规扫描方案。

【关键词】 磁共振成像; 线圈; 胸椎; 信噪比

【中图分类号】 R445.2; R683.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)07-0801-04

Influence of dual coil elements' opening on the quality of the images in 3.0T MR thoracic scan YU Jia-xi, LI Xing-chun, HE Jian-Yun, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical College, Guangzhou 510120, P. R. China

【Abstract】 Objective: To discuss the influence of the dual coil elements' opening on the quality of the images in 3.0T MR thoracic scan, in order to choose the best scanning program. **Methods:** Thoracic scan was performed in 20 patients with 3.0T MR scanner (Philips Intera Achieva) and dual coil (NV coil & SPINE coil), T₁WI SPIR+C sequence images of different dual coil elements were obtained respectively, their different SNR and CNR were measured and compared to observe the difference of their image quality. **Results:** Of all 20 patients, on NV coil opening elements NPC and using sense spine coil opening elements ABC (NPC-ABC, group A), the SNR I and CNR I both were higher than those by using NV coil opening elements PC and using sense spine coil opening elements ABCD (PC-ABCD, group B), SNR I was 70.11±5.38 and 16.37±4.76 ($P<0.05$) respectively, CNR I was 15.11±4.62 and 7.90±4.48 respectively, there was significant difference ($P<0.05$). There were no significant differences between the SNR II, CNR II of NPC-ABC, PC-ABCD and SNR III, CNR III ($P>0.05$). The subjective scoring of upper thoracic imaging in group A was 3.6±0.4 and in group B was 2.7±0.5. **Conclusion:** The quality of upper thoracic imaging by using NV coil opening elements NPC and sense spine coil opening elements ABC was better, which can be used as a routine scanning program.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Coil; Spine, thoracic; Signal noise ratio

3.0T MR 仪在脊柱成像中明显优于常规 X 线摄影及 CT 扫描^[1],具有不可替代的地位。3.0T MR 机在胸椎成像时采用 SPINE 线圈,上段胸椎往往显示不佳,尤其在 T₁WI 增强图像上动脉搏动伪影较 T₁WI 平扫图像明显,T₁WI SPIR 序列即频谱预饱和和反转恢复序列,是利用水和脂肪的共振频率之差(约 3.4 ppm)进行成像,对射频磁场(B1)均匀性敏感,对静磁场(B0)均匀性更加敏感,因此需要非常高的静磁场均匀性。并且当使用大视野(大于 30 cm)时,脂肪抑制的效果并不能均匀覆盖整个图像。且 3.0T 与 1.5T 的静磁场(B0)周边领域的典型空间分布并不相同,3.0T 的静磁场(B0)范围较 1.5T 少(图 1),因此较

大的躯干成像时受影响更加显著。主要原因是 B1 的不均匀性及磁敏感性增强,磁敏感性导致的共振频率偏移会影响压脂成像的图像质量,特别是紧邻脂肪-水和空气-组织的界面^[2],使得上段胸椎的成像效果受呼吸及脑脊液搏动伪影的影响明显^[3],从而影响诊断质量,因此需要使用联合线圈(NV 线圈及 SPINE 线圈)进行胸椎成像^[4]。Totterman 等^[4]研究认为使用联合线圈进行颈椎及胸椎的 MRI 扫描可以使图像的信噪比(signal to noise ratio, SNR)提高,但在使用联合线圈时,对线圈单元如何选择的研究并不多见,只有单一使用全脊柱线圈时对线圈单元的报道^[5-6]。本次研究在使用联合线圈的基础上通过对线圈通道的不同选择得出的图像质量进行评价,旨在探讨联合线圈使用的最优化方案。

作者单位:510120 广州,广州医学院第一附属医院放射科

作者简介:俞家熙(1985-),男,广州人,技师,主要从事磁共振成像研究工作。

通讯作者:何建勋, E-mail: xundog@163.com

材料与方法

1. 研究对象

回顾性分析本院 2010 年 1 月—2012 年 6 月使用联合线圈且线圈进行 MRI 检查的 20 例患者的影像学资料,其中男 8 例,女 12 例,年龄 20~70 岁,平均 40.6 岁。所有患者无胸椎手术病史。

2. MRI 扫描技术及成像参数

采用 Philips Achieva 3.0T 超导型双源双梯度 MRI 扫描仪,联合使用 NV 线圈及 SPINE 线圈(在参数“geometry”中选择“dual coil”),并在矢状面增强 T₁WI SPIR(T₁WI 脂肪抑制)序列先后设置联合线圈单元的不同使用(在“coil selection”下的“element selection”中的“coil NV”中选择 NPC 通道及在“coil spine”中选择“ABC”通道,在“coil NV”中选择“PC 通道”及在“coil spine”中选择“ABCD”通道)。扫描序列包括平扫矢状面 T₁WI、矢状面脂肪抑制序列及横轴面脂肪抑制序列,横轴面、冠状面及矢状面脂肪抑制序列增强扫描。作为研究序列的增强扫描矢状面脂肪抑制序列(T₁WI SPIR)以冠状面图像定位,扫描平面平行于冠状面椎体轴线,定位方法:胸椎正中矢状面,上缘平第 7 颈椎上缘,下缘包括第一腰椎下缘;扫描参数:TR 424 ms,TE 80 ms,层厚 4 mm,层间距 0.4 mm,视野 16 cm×30 cm,矩阵 512×512,重建体素 0.47 mm×0.47 mm×4.00 mm。

3. 图像处理

第一组(A组)使用 NV 线圈中的 NPC 单元,SPINE 线圈中的 ABC 单元;第二组序列(B组)使用 NV 线圈中的 PC 单元,SPINE 线圈中的 ABCD 单元。以此生成 2 组图像,在正中矢状面层面,分别将面积相等的兴趣区域(ROI)放置于第一胸椎(记作 Th₁)、第 6 胸椎(记作 Th₆)、第 12 胸椎(记作 Th₁₂)及相对应的脊髓内,测量相应区域的信号强度,并在视野内空气中划定兴趣区(ROI),测量其标准差(SD_{空气})。采用下列公式计算两种序列的信噪比(SNR)和对比噪声比(CNR):

$$SNR = \frac{SI_{\text{椎体}}}{SD_{\text{空气}}} \quad (1)$$

$$CNR = \frac{|SI_{\text{椎体}} - SI_{\text{脊髓}}|}{SD_{\text{空气}}} \quad (2)$$

为消除误差,所有测量均进行 3 次,取平均值。由两位副高以上 MRI 诊断医师对两种序列的图像进行主观评分,图像质量分为优良中差,评分分别为 4、3、2、1 分。图像评价标准如下。4 分:医师主观认为图像信噪比良好,所有胸椎及对应脊髓显示清晰,满足诊断;3 分:图像信噪比一般,1~2 个胸椎椎体及对应脊髓显示欠佳,但可以满足诊断;2 分:图像信噪比差,

3~4 个胸椎椎体及对应脊髓显示欠佳,结合其他序列勉强满足诊断;1 分:图像信噪比差,上段胸椎及对应脊髓显示不清,影响诊断。

4. 统计学方法

所有数据均采用均数±标准差表示。不同线圈通道的 SNR、CNR 比较采用配对资料的符号秩和检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。统计学分析采用 SPSS 13.0 软件。

结 果

1. 图像质量的客观评价结果

在矢状面增强 T₁WI SPIR 图像序列上,各组的 SNR 和 CNR 测量结果见表 1。使用 NV 线圈开放 NPC 单元结合 SPINE 线圈开放 ABC 单元(即 NPC-ABC)获得的 SNR Th₁ 及 CNR Th₁ 均高于使用 NV 线圈开放 PC 单元结合 SPINE 线圈开放 ABCD 单元(PC-ABCD),差异均有统计学意义;而 NPC-ABC 与 PC-ABCD 的 SNR Th₆ 和 CNR Th₆,NPC-ABC 与 PC-ABCD 的 SNR Th₁₂ 和 CNR Th₁₂ 差异均无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 Th₁、Th₆ 和 Th₁₂ 各兴趣区域 SNR 及 CNR 比较

线圈组合	Th ₁	Th ₆	Th ₁₂
SNR			
PC-ABCD	16.37±4.76*	50.23±6.70	75.31±5.34
NPC-ABC	70.00±5.38*	68.32±6.55	73.92±5.99
CNR			
PC-ABCD	7.90±4.48 [△]	15.27±5.21	45.38±5.48
NPC-ABC	15.11±4.62 [△]	14.24±5.37	40.90±6.32

注:* 两者间比较 $P<0.05$,即差异有统计学意义;[△] 两者间比较 $P<0.05$,即差异有统计学意义。

2. 图像质量的主观评价

A 组序列上段胸椎(Th₁—Th₄)的主观评分为 3.6±0.4,中段胸椎(Th₅—Th₈)的主观评分为 3.5±0.3,下段胸椎(Th₉—Th₁₂)的主观评分为 3.5±0.3,各椎体均显示清晰。B 组序列上段胸椎(Th₁)的主观评分为 2.7±0.5,20 例中有 7 例 1 个椎体及对应脊髓显示不清,8 例 2 个椎体及对应脊髓显示不清,3 例 3 个椎体及对应脊髓显示不清,2 例上段所有胸椎及对应脊髓显示不清;B 组中段胸椎(Th₆)的主观评分为 3.5±0.4,下段胸椎(Th₁₂)的主观评分为 3.6±0.2,各椎体均显示清晰。说明若只单一使用 SPINE 线圈开放 ABCD 单元,则上段胸椎的椎体均显示不清(图 1);若使用 NV 线圈开放 NPC 单元结合 SPINE 线圈开放 ABC 单元(即 NPC-ABC),可以使上段胸椎(Th₁)的成像质量明显提高,对中段(Th₆)及下段胸椎(Th₁₂)的成像质量无明显改变,即使用正确的线圈单元开放(NV 线圈的 NPC 单元及 SPINE 线圈的 ABC 单元)才能使图像质量提高并满足临床诊断的要求(图 2)。

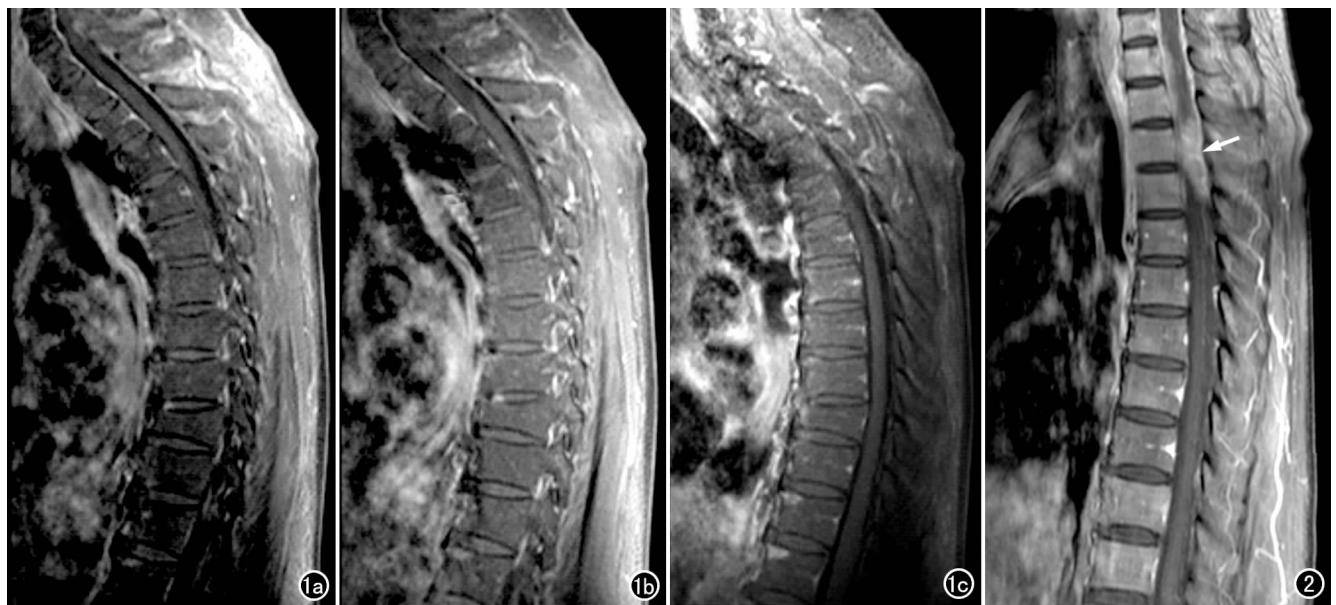


图 1 胸椎 SPIR T₁WI 正中矢状面增强图像。a) 采用 NV 线圈的 NPC 通道和 SPINE 线圈的 ABC 通道, 上段胸椎显示清晰; b) 采用 NV 线圈的 PC 通道和 SPINE 线圈的 ABCD 通道, 上段胸椎(Th₂—Th₄)椎体前缘显示欠清晰; c) 仅选用 SPINE 线圈的 ABCD 通道, 所得出的图像上段胸椎(Th₁—Th₄)显示不清(箭)。图 2 正确选择联合线圈单元的搭配(NV 线圈的 NPC 单元及 SPINE 线圈的 ABC 单元)可以使上段胸椎的病变及其椎体、病变与周围组织关系清晰显示(箭)。

讨 论

1. 影响上段胸椎 MRI 图像质量的因素及成像要点

上段胸椎 MRI 图像质量的因素主要包括 RF 磁场(B₁)不均匀性、静磁场(B₀)的均匀性、磁敏感性增强及成像参数^[9]。

组织受热和射频磁场不均匀性是 3.0T 机高场强所产生的非常重要的结果。高共振频率需要相匹配的高频率激励脉冲, 射频脉冲频率越高, 波长越短, 组织吸收的射频脉冲量越大, 射频脉冲对组织穿透越不均匀。射频脉冲吸收增加, 组织产热增加, 难以得到均匀的质子射频激励, 即 B₁ 不均匀性。3.0T MR 机的射频波长(在水中)约为 26 cm, 是 1.5T MR 机(52 cm)的 1/2, 由于发生波的干涉作用可使某些部位信号不均匀。这些影响根据检查部位的形状而有所差异, 与头部等比较小的检查部位相比, 较大的躯干部受影响更加显著, 如胸椎。

磁敏感性是指某一物质的“可磁化性”, 磁敏感性随磁场强度基本呈线性增加。人体大多数组织是抗磁性的, 即磁敏感性很低, 导致净磁场的降低。顺磁性物质(如 Gd-DTPA)使净磁场轻微升高, 超顺磁性物质(如 SPIO)使净磁场升高较明显, 铁磁性物质使净磁场增加更明显^[10]。磁敏感性导致的细小的共振频率差异可导致质子位置的错误, 特别是在无 180° 射频的脉冲序列, 如梯度回波序列和平面回波成像序列, 这将导

致视野内图像扭曲和信号强度改变, 磁敏感性导致的共振频率偏移也会影响压脂成像的图像质量, 特别是紧邻脂肪-水和空气-组织的界面(如增强后上段胸椎图像)。

在胸椎 MRI 检查中, 参数的设置会直接导致成像质量的好坏。如激励次数、层厚、近线圈效应校正(constant level appearance, CLEAR)技术的使用与否、匀场块的使用与否、相位编码方向、带宽等^[11]。

2. 提高 3.0T 胸椎 MRI 增强图像质量的意义

使用联合线圈进行胸椎 MRI 成像, 线圈单元的开放对成像的质量及疾病的诊断具有重要的意义。本研究中使用 NV 线圈开放 NPC 单元结合 SPINE 线圈开放 ABC 单元进行上胸椎扫描, 20 例患者上胸椎共 80 个椎体全部清晰显示, 其相邻椎体附件、椎管及脊髓均全部清晰显示; 而使用 NV 线圈开放 PC 单元结合 SPINE 线圈开放 ABCD 单元进行上胸椎扫描, 20 例中只有 43 个椎体显示清晰, 部分椎体周围伪影明显, 影响对病变的观察, 因此, 线圈单元正确的开放可以使上段胸椎的病变充分地显示, 从而对疾病进行充分地判断, 及时地对疾病进行正确的治疗。以上研究只是在 T₁WI SPIR 增强后的序列改变其联合线圈单元的搭配(NV 线圈的 NPC 单元及 SPINE 线圈的 ABC 单元), 从理论上推断可以在胸椎常规 MRI 平扫中加以推广应用。

综上所述, 3.0T 胸椎 MRI 的增强扫描需要使用联合线圈, 同时使用正确的线圈单元开放(NV 线圈的

NPC 单元及 SPINE 线圈的 ABC 单元)使图像质量提高并满足临床诊断的要求,而且扫描时间不变,可以作为胸椎增强扫描的常规扫描方案。

参考文献:

- [1] Fries P, Runge VM, Kirchin MA, et al. Magnetic resonance imaging of the spine at 3.0T[J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2008, 12(3):238-252.
- [2] Mao J, Gao JH, Yan H, et al. Susceptibility artifact reduction in fat suppression[J]. Magn Reson Med, 1995, 33(4):582-527.
- [3] Stroman PW. Investigation of human cervical and upper thoracic spinal cord motion: implications for imaging spinal cord structure and function[J]. Figley CR, 2007, 58(1):185-189.
- [4] Totterman S, Foster TH, Plewes DB. Dual cervical thoracic coil for spine magnetic resonance imaging[J]. Acta Radiol, 1989, 30

(6):661-664.

- [5] 常英娟,张劲松,赵海涛. MR 全脊柱相控阵线圈的临床应用及扫描技术[J]. 放射学实践, 2004, 19(2):135-137.
- [6] 姚冀平,沈永菊. 相控阵线圈在全脊柱 MR 连续扫描中的应用[J]. 医用放射技术杂志, 2002, 8(1):28-29.
- [7] 杨正汉,冯逢,王霄英. 磁共振成像技术指南[M]. 北京:人民军医出版社, 2010:391-421.
- [8] Park HS, Lee JM, Kim SH. Differentiation of well-differentiated hepatocellular carcinomas from other hepatocellular nodules in cirrhotic liver: value of SPIO-enhanced MR imaging at 3.0Tesla[J]. J Magn Reson Imaging, 2009, 29(2):328-335.
- [9] Hiratsuka Y, Miki H, Kikuchi K, Kiriyaama. Sensitivity of an eight-element phased array coil in 3.0T MR imaging: a basic analysis[J]. Magn Reson Med Sci, 2007;6(3):177-181.

(收稿日期:2012-11-10 修回日期:2013-02-11)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字,节省篇幅,使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列),以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

ADC (apparent diffusion coefficient):表观扩散系数
ALT:丙氨酸转氨酶;AST:天冬氨酸转氨酶
BF (blood flow):血流量
BOLD (blood oxygenation level dependent):血氧水平依赖
BV (blood volume):血容量
b:扩散梯度因子
CAG (coronary angiography):冠状动脉造影
CPR (curve planar reformation):曲面重组
CR(computed radiography):计算机 X 线摄影术
CT (computed tomography):计算机体层成像
CTA (computed tomography angiography):CT 血管成像
CTPI(CT perfusion imaging):CT 灌注成像
DICOM (digital imaging and communication in medicine):

医学数字成像和传输

DR(digital radiography):数字化 X 线摄影术
DSA (digital subtraction angiography):数字减影血管造影
DWI (diffusion weighted imaging):扩散加权成像
DTI (diffusion tensor imaging):扩散张量成像
ECG (electrocardiography):心电图
EPI (echo planar imaging):回波平面成像
ERCP(endoscopic retrograde cholangiopancreatography):

经内镜逆行胰胆管造影术

ETL (echo train length):回波链长度
FLAIR (fluid attenuation inversion recovery):快速小角度激发反转恢复

FLASH (fast low angel shot):快速小角度激发
FOV (field of view):视野
FSE (fast spin echo):快速自旋回波
fMRI (functional magnetic resonance imaging):功能磁共振成像

IR (inversion recovery):反转恢复
Gd-DTPA:钆喷替酸葡甲胺
GRE (gradient echo):梯度回波
HE 染色:苏木素-伊红染色
HRCT(high resolution CT):高分辨率 CT

MPR (multi-planar reformation):多平面重组
MIP (maximum intensity projection):最大密(强)度投影
MinIP (minimum intensity projection):最小密(强)度投影
MRA (magnetic resonance angiography):磁共振血管成像
MRI (magnetic resonance imaging):磁共振成像
MRS (magnetic resonance spectroscopy):磁共振波谱学
MRCP(magnetic resonance cholangiopancreatography):磁共振胰

胆管成像

MSCT (multi-slice spiral CT):多层螺旋 CT
MTT (mean transit time):平均通过时间
NEX (number of excitation):激励次数
PACS (picture archiving and communication system):图像

存储与传输系统

PC (phase contrast):相位对比法
PET (positron emission tomography):正电子发射计算机体层成像

PS (surface permeability):表面通透性

ROC 曲线(receiver operating characteristic curve):受试者操作特征曲线

SPECT (single photon emission computed tomography):单光子发射计算机体层摄影术

PWI (perfusion weighted imaging):灌注加权成像
ROI (region of interest):兴趣区
SE (spin echo):自旋回波
STIR(short time inversion recovery):短时反转恢复
TACE(transcatheter arterial chemoembolization):经导管动脉化疗栓塞术

T₁ WI (T₁ weighted image):T₁ 加权像

T₂ WI (T₂ weighted image):T₂ 加权像

TE (time of echo):回波时间

TI (time of inversion):反转时间

TR (time of repetition):重复时间

TOF (time of flight):时间飞跃法

TSE (turbo spin echo):快速自旋回波

VR (volume rendering):容积再现

WHO (World Health Organization):世界卫生组织

NAA(N-acetylaspartate):N-乙酰天门冬氨酸

Cho(choline):胆碱

Cr(creatine):肌酸

(本刊编辑部)