

论 著

磁矩恢复技术在屏气3D Space序列应用于MRCP中的价值探讨

徐琦* 何永胜 杨宏楷

王梦雅 戚轩

马鞍山市人民医院影像科

(安徽 马鞍山 243000)

【摘要】目的 探讨磁矩恢复技术在屏气三维可变翻转角快速自旋回波(3D Space)序列应用于磁共振胰胆管成像(MRCP)中的价值。**方法** 选取63例MRCP检查患者,分别采用常规屏气3D Space序列及施加了磁矩恢复技术的屏气3D Space序列进行MRCP检查,将扫描结果分为常规扫描组及磁矩恢复组;所有扫描图像经最大密度投影(MIP)重建后,采用“4分法”对每组图像质量进行主观评分,并分别测量左肝管、右肝管及胆总管的SNR及CNR,对比两组图像评分差异。**结果** 磁矩恢复组图像主观评分明显高于常规扫描组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。常规扫描组图像的平均SNR及CNR分别为:左肝管(SNR: 18.99 ± 5.98 , CNR: 24.61 ± 6.77);右肝管(SNR: 19.06 ± 6.45 , CNR: 24.36 ± 6.65);胆总管(SNR: 20.81 ± 7.11 , CNR: 27.78 ± 7.68),磁矩恢复组图像的平均SNR及CNR分别为:左肝管(SNR: 27.10 ± 8.50 , CNR: 32.40 ± 8.57);右肝管(SNR: 26.70 ± 7.97 , CNR: 31.76 ± 7.74);胆总管(SNR: 29.95 ± 10.25 , CNR: 36.89 ± 10.45),磁矩恢复组胆道系统的平均SNR及CNR均高于常规扫描组($P < 0.05$)。**结论** 磁矩恢复技术能明显改善图像质量,提高胆道系统的SNR及CNR,在采用屏气3D Space序列的MRCP检查中有着很高的应用价值。

【关键词】 磁矩恢复技术;
三维可变翻转角快速自旋回波;
磁共振胰胆管成像

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.11.033

Exploration on the Value of Restore Magnetization Technique in the Application of Breath-holding 3D Space Sequence to MRCP

XU Qi*, HE Yong-sheng, YANG Hong-kai, WANG Meng-ya, QI Xuan.

Department of Imaging, Maanshan People's Hospital, Maanshan 243000, Anhui Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of restore magnetization technique in breath-holding 3D sampling perfection with application optimized contrasts using different flip angle evolution(3D Space) sequence to magnetic resonance cholangiopancreatography(MRCP). **Methods** A total of 63 patients who underwent MRCP examination were selected, and the conventional breath-holding 3D Space sequence and a breath-holding 3D Space sequence with a restore magnetization technique implemented for MRCP examinations respectively. The scanning results were divided into conventional scanning group and restore magnetization group; all scanned images were maximum intensity projection reconstructed, and the "Quartering" was applied to subjectively score the quality of each group of images. The SNR and CNR of the left hepatic duct, right hepatic duct and common bile duct were measured respectively, and the differences in image scores between the two groups were compared. **Results** The subjective scores of images in the restore magnetization group were prominently higher than those in the conventional scanning group. The difference was statistically significant ($P < 0.05$). The mean SNR and CNR values of the images in the conventional scanning group were: for the left hepatic duct(SNR: 18.99 ± 5.98 , CNR: 24.61 ± 6.77); for the right hepatic duct(SNR: 19.06 ± 6.45 , CNR: 24.36 ± 6.65); and for the common bile duct (SNR: 20.81 ± 7.11 , CNR: 27.78 ± 7.68). Meanwhile, the mean SNR and CNR values of the images in the restore magnetization group were: for the left hepatic duct (SNR: 27.10 ± 8.50 , CNR: 32.40 ± 8.57); for the right hepatic duct (SNR: 26.70 ± 7.97 , CNR: 31.76 ± 7.74); and for the common bile duct (SNR: 29.95 ± 10.25 , CNR: 36.89 ± 10.45). Accordingly, the mean SNR and CNR values of the biliary duct system in the restore magnetization group were higher than those in conventional scanning group ($P < 0.05$). **Conclusion** Restore magnetization technique can improve the image quality significantly and enhance the SNR and CNR of the biliary duct system, which has high application value in MRCP examination using breathing-hold 3D Space sequence.

Keywords: Restore Magnetization Technique; 3D Sampling Perfection with Application Optimized Contrasts Using Different Flip Angle Evolution; Magnetic Resonance Cholangiopancreatography

胆道系统病变作为临床常见疾病,治疗前的精准检查被影像和临床所共同关注, B超、CT因其简便、快速的检查方式,在胆道系统的检查中有着一定的优势,但对一些复杂病变难以定位定性,内镜下逆行性胰胆管造影(endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP)有着较高的诊断精确性且可以同步进行治疗,但检查中需借助内镜将导丝置入胆管内并注入造影剂,故适用范围相对局限。MRCP在不引入外源性对比剂的情况下,可以无创显示胆道系统的形态与走行,相比与B超、CT及ERCP等检查,有着明显的优势,现已成为胆道系统的主要检查方式^[1-5],三维可变翻转角快速自旋回波(3D Space)序列是MRCP检查中最为常用的序列之一,近年来随着序列参数的不断优化,可以实现单次屏气3D Space-MRCP检查^[6],但常规采用的屏气3D Space序列因采集时长受到被检者屏气承受极限的制约,TR值的设置要远低于水分子的T1值(3500ms),将在一定程度上影响水分子回波信号的强度,本研究将磁矩恢复技术应用于屏气3D Space-MRCP检查,探讨磁矩恢复技术在改善因TR值过短而导致水分子部分信号强度降低的作用,以验证其在屏气3D Space-MRCP检查中的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月至2022年7月来我科行MRCP检查的患者作为研究对象。共选取63例患者纳入研究,男30例,女33例,年龄19~89岁,平均(58.3 ± 15.7)岁。对63例被检者分别采用常规屏气3D Space序列和磁矩恢复-屏气3D Space序列进行MRCP检查,将图像结果分为常规扫描组和磁矩恢复组,并对比组间图像质量差异。本研究申请医院伦理委员会批准后,所有患者均已被告知并签署知情同意书。纳入标准:检查前无胆道系统手术史;屏气训练测试达标;无严重的胸腹腔积液。

1.2 方法 采用Siemens Magnetom Prisma 3.0T MR扫描仪,腹部18通道相控阵线圈,检查前被检者禁食4-6h,扫描序列和参数:常规屏气3D Space序列:冠状位3D薄层扫描,TR 1950ms,TE 617ms,体素大小 $0.5 \times 0.5 \times 1.3$ mm,FOV 320×320 mm,层数

【第一作者】徐琦,男,副主任技师,主要研究方向:医学影像技术。E-mail: 270072254@qq.com

【通讯作者】徐琦

72, 激励次数 1, IPAT(并行采集): factor PE (加速因子)5, 扫描时间18s; 磁矩恢复-屏气3D Space序列: 与常规屏气3D Space序列参数一致, 并勾选参数界面Contrast/Common/Restore magn(磁矩恢复)选项, 扫描时间18s。

1.3 图像评价 主观评分: 将所有检查图像导入后处理工作站进行最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)重建, 再由两名5年以上年资的副主任医师采用盲法评价两组图像, 并以“4”分法进行图像质量评分^[7], 1分: 胆道系统整体信号强度差, 肝内胆管及主胰管显示不佳; 2分: 胆道系统整体信号强度中等, 肝内胆管及主胰管显示一般; 3分: 胆道系统整体信号强度较强, 肝内胆管及主胰管显示清晰; 4分: 胆道系统整体信号强度高, 肝内胆管及主胰管显示极佳。

客观评分: 由一名影像技师在检查图像上分别绘制左、右肝管面积 $\geq 2\text{mm}^2$ 的ROI, 胆总管面积 $\geq 5\text{mm}^2$ 的ROI, 左、右肝管及胆总管周围无伪影干扰且非病变区域分别绘制3个面积 $\geq 20\text{mm}^2$ 的周围组织ROI, 通过测量ROI内的SI(信号强度)及SD(背景噪声标准差), 根据公式SI胆道/SD胆道=SNR(信噪比)、(SI胆道-SI周围组织)/SD周围组织=CNR(对比噪声比)^[8]; 分别计算出左、右肝管及胆总管的SNR及CNR。

1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0统计分析软件进行数据分析, 主观评分结果计数资料采用Fisher精确检验, 客观评分结果计量资料符合正态分布以($\bar{x} \pm s$)表示, 采用配对样本t检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。两名医师的评片结果一致性采用Kappa检

验, Kappa值 < 0.4 表示一致性差; $0.4 \leq \text{Kappa值} \leq 0.75$ 表示一致性良好; $\text{Kappa} > 0.75$ 表示一致性好。

2 结果

2.1 主观评分结果 两位医师评片结果一致性好(kappa值为0.923); 常规扫描组3、4分图像占比51%(32/63), 磁矩恢复组3、4分图像占比86%(54/63); 磁矩恢复组图像主观评分明显优于常规扫描组(表1), 差异有统计学意义($\chi^2=20.81, P < 0.05$), 常规屏气3D Space序列(图1A、2A)胆道系统整体信号强度及各分支显示均不及磁矩恢复-屏气3D Space序列(图1B、2B)。

表1 常规扫描组与磁矩恢复组图像主观评分结果对比

组别	1分	2分	3分	4分
常规扫描组(n=63)	6	25	21	11
磁矩恢复组(n=63)	2	7	25	29
χ^2 值	20.81			
P值	< 0.05			

2.2 客观评分结果 采用SNR及CNR作为图像质量评价的客观依据, 对比两组图像胆道系统各分支SNR及CNR, 并采用配对样本t检验进行数据分析, 得出磁矩恢复组胆道系统的平均SNR及CNR均高于常规扫描组(表2), 差异具有统计学意义($P < 0.05$)。



图1A~1B 女, 71岁, 胆总管结石。1A: 常规屏气3D Space序列, 胆道信号强度中等, 胆总管末端显示一般; 1B: 磁矩恢复-屏气3D Space序列, 胆道信号强度高, 胆总管末端显示清晰。
图2A~2B 男, 83岁, 胰腺占位。2A: 常规屏气3D Space序列, 肝内胆管二级分支及主胰管显示不清; 2B: 磁矩恢复-屏气3D Space序列, 肝内胆管二级分支及主胰管显示清晰。

表2 常规扫描组与磁矩恢复组图像SNR及CNR平均值比较

组别	SNR			CNR		
	左肝管	右肝管	胆总管	左肝管	右肝管	胆总管
常规扫描组(n=63)	18.99±5.98	19.06±6.45	20.81±7.11	24.61±6.77	24.36±6.65	27.78±7.68
磁矩恢复组(n=63)	27.10±8.50	26.70±7.97	29.95±10.25	32.40±8.57	31.76±7.74	36.89±10.45
t值	6.18	5.90	5.81	10.63	10.86	10.49
P值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

3 讨论

MRCP采用重T2加权成像,在进行回波信号采集时,胆道系统中的水分子因残余较大的横向磁化矢量而表现为高信号,与背景组织形成鲜明对比^[9-11]。3D Space序列最先由美国学者John Mugler提出并应用于骨关节和周围神经系统^[12],而采用屏气的方式应用于MRCP检查中的可行性和价值已有文献报道^[13]。

3.1 两种方式原理分析 屏气3D Space-MRCP为了兼顾被检者屏气承受能力,TR值的设置一般不超过2000ms,而水分子的T1值为3500ms左右,这就意味着当第一个TR周期内所有回波信号采集结束后,下一组射频脉冲激励前,水分子的纵向磁化矢量只有部分恢复,其矢量恢复的大小将直接影响下一个TR周期内水分子回波信号的强弱,因此常规屏气3D Space序列会因TR值缩短而导致水分子回波信号的减低,影响图像质量。磁矩恢复技术原理是加快质子纵向磁化矢量恢复的速度,在Siemens MR设备上名为Restore magn.,在GE和PHILIPS的MR设备上名为Fast recovery(快速恢复)和Driven Equilibrium(驱动平衡),该技术就是在一个TR周期内当所有回波链均完成信号的采集后,因水分子的T2衰减慢,故残余较大的横向磁化矢量,此时施加一个180°的复相位脉冲致使残余的横向磁化矢量重聚,然后再施加一个-90°的翻转脉冲把之前重聚的残余横向磁化矢量迅速恢复至B0方向转化为纵向磁化矢量,加速了水分子宏观纵向磁化矢量的恢复,以便于在下一个TR周期内的射频脉冲激励时,可以将水分子的初始纵向磁化矢量翻转达到最大化,补偿了因纵向矢量恢复不完全,而导致水分子的信号减低,磁矩恢复-屏气3D Space序列可以在不延长TR时间的前提下,提升水分子的回波信号强度。

3.2 两组图像质量比较 主观评分方面 磁矩恢复-屏气3D Space序列胆道系统整体显示更佳,尤其在对含水较少的肝内胆管二节分支及主胰管的显示更为清晰,评分3、4分图像占比较常规屏气3D Space序列有显著提升。客观评分方面:快速恢复-屏气3D Space序列因水分子的回波信号强度提高,增加了胆道系统与背景组织之间的信号差,左、右肝管及胆总管的SNR及CNR较常规屏气3D Space序列整体提高。通过对比两组图像主、客观不同评分方式的数据结果后,充分证实了磁矩恢复技术在提升屏气3D Space-MRCP图像质量方面的价值。

由于研究的不够深入也存在一定的局限性:(1)只对图像显示质量方面进行了对比分析,未将病变的检出方面纳入评价标准;(2)只在超高场3.0T MR设备上进行了试验论证,当场强降低时,水分子的纵向弛豫会随之缩短,未知快速恢复技术是否同样适用于低场的MR设备;(3)样本数量有限,未知是否随着样本量的增加会对研究结果影响。

综上所述,磁矩恢复技术能有效提升屏气3D Space-MRCP图像质量,为影像诊断及临床治疗提供了更加清晰的信息依据,可以作为常规技术应用于屏气3D Space-MRCP检查中。

参考文献

- [1] 王钧波,季敏,杨皓玮,等.口服钆双胺稀释液在小儿磁共振胰胆管成像中的应用[J].中国医学影像技术,2020,36(3):429-432.
- [2] 王梦珂,白岩,孟楠,等.常规胰胆管成像与压缩感知胰胆管成像对胰胆管系显示的对比[J].磁共振成像,2021,12(3):30-33.
- [3] 刘静静,吕帅,黄梦月,等.常规MRI、DWI及MRCP在胆总管泥沙样结石诊断中的应用价值[J].临床放射学杂志,2021,40(11):2144-2147.
- [4] 王益双,路涛,张天悦,等.3D-SPACE-MRCP与2D-HASTE-MRCP在磁共振胰胆管成像中的应用对比[J].临床放射学杂志,2021,40(7):1413-1416.
- [5] 潘高争,马钊,刘宜军,等.多序列MRI对复发性化脓性胆管炎的诊断价值[J].实用放射学杂志,2014,30(10):1683-1686.
- [6] 郑恩双,薛蕴菁,孙斌,等.单次屏气3D-SPACE序列MR胰胆管成像技术的可行性初探[J].中华放射学杂志,2020,54(8):799-803.
- [7] 柳秋风,曹晓乐,闵祥德,等.3D-GRASE序列与2D-FSE序列在磁共振胰胆管造影中的对比研究[J].临床放射学杂志,2022,41(6):1151-1154.
- [8] 马培旗,袁玉山,张宗夕,等.基于压缩感知技术的3D-MRCP的临床应用探索[J].临床放射学杂志,2020,39(4):787-789.
- [9] 靳珍怡,陈财忠,孙伟,等.3D梯度自选回波序列在胰胆管成像中的应用价值[J].实用放射学杂志,2022,38(7):1177-1180.
- [10] 魏志民,宋玉坤,韩海伟,等.对比分析屏气三维梯度-自旋回波与呼吸门控触发三维快速自旋回波MR胰胆管成像[J].中国医学影像技术,2020,36(8):1234-1238.
- [11] 张立国,刘青光,陈士新,等.MRCP联合CT或MRI增强扫描诊断梗阻性黄疸的价值[J].实用放射学杂志,2015,31(9):1475-1478.
- [12] 黄龙全,许梅海,申炜,等.3D-SPACE序列在胰胆管成像中的应用研究[J].实用放射学杂志,2018,34(8):1271-1273.
- [13] CHEN Zhiyong, SUN Bin, DUAN Qing, et al. Three-dimensional breath-hold MRCP using SPACE pulse sequence at 3T: comparison with conventional navigator-triggered technique[J]. AJR Am J Roentgenol, 2019, 213(6): 1247-1252.

(收稿日期: 2025-02-24)

(校对编辑: 翁佳鸿)