

· 临床研究 ·

Dixon与Fat-Sat技术在眼眶T2加权成像中的图像质量对比研究

刘王琰, 陈露, 胡昊, 刘俊*

南京医科大学第一附属医院放射科, 江苏 南京 210029

[摘要] 目的:对比Dixon和频率选择脂肪预饱和(frequency-selective fat-saturation, Fat-Sat)技术对眼眶T2加权成像(T2-weighted imaging, T2WI)的压脂效果和综合图像质量。方法:前瞻性纳入35例健康受试者,进行眼眶Dixon-T2WI(Dixon组)和Fat-Sat-T2WI(Fat-Sat组)扫描。对两组图像的脂肪抑制效果和综合图像质量进行主观评分。基于两组图像分别测量眼外肌和颞肌的信号强度,并计算信号强度比(signal intensity ratio, SIR)。采用Wilcoxon检验对两组图像主观评分进行比较。采用配对样本 t 检验对信号强度和SIR进行组间比较。结果:Dixon组的脂肪抑制效果高于Fat-Sat组(3.86 ± 0.36 vs. 2.91 ± 0.56 , $P < 0.001$),综合图像质量也高于Fat-Sat组(3.83 ± 0.38 vs. 3.26 ± 0.56 , $P < 0.001$)。Dixon组眼外肌信号强度高于Fat-Sat组(362.33 ± 107.73 vs. 286.59 ± 78.84 , $P < 0.001$),颞肌信号强度也高于Fat-Sat组(207.26 ± 63.41 vs. 170.19 ± 51.93 , $P < 0.001$),而两组图像的SIR差异无统计学意义(1.83 ± 0.54 vs. 1.77 ± 0.49 , $P=0.239$)。结论:与Fat-Sat技术比较,基于Dixon技术的眼眶T2WI压脂效果和图像质量更优,而SIR相仿,可以为临床提供更可靠的诊断依据。

[关键词] 眼眶;磁共振成像;脂肪抑制;Dixon

[中图分类号] R445.2

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2022)12-1741-04

doi: 10.7655/NYDXBNS20221216

Comparison of imaging quality for Dixon and Fat-Sat techniques in orbital T2-weighted imaging

LIU Wangyan, CHEN Lu, HU Hao, LIU Jun*

Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

[Abstract] **Objective:** To compare the fat suppression effect and imaging quality of Dixon and frequency-selective fat-saturation (Fat-Sat) techniques in orbital T2-weighted imaging (T2WI). **Methods:** Thirty-five healthy subjects were enrolled, with both orbital Dixon-T2WI (Dixon group) and Fat-Sat-T2WI (Fat-Sat group) scans. The fat suppression effect and overall imaging quality for the two groups were scored. The signal intensity of extraocular muscle and ipsilateral temporal muscle, as well as their signal intensity ratio (SIR) were quantitatively measured. Wilcoxon signed rank test were used to compare the subjective scores between groups. Paired-sample t test were used to compare the signal intensity and SIR between groups. **Results:** Dixon-T2WI had significantly higher scores of fat suppression effect (3.86 ± 0.36 vs. 2.91 ± 0.56 , $P < 0.001$) and overall imaging quality (3.83 ± 0.38 vs. 3.26 ± 0.56 , $P < 0.001$) as compared to Fat-Sat-T2WI. Dixon-T2WI generated both higher signal intensity of extraocular muscle (362.33 ± 107.73 vs. 286.59 ± 78.84 , $P < 0.001$) and ipsilateral temporal muscle (207.26 ± 63.41 vs. 170.19 ± 51.93 , $P < 0.001$) than Fat-Sat-T2WI. However, there was no significant difference in their SIR between the two groups (1.83 ± 0.54 vs. 1.77 ± 0.49 , $P=0.239$). **Conclusion:** Dixon-T2WI outperforms Fat-Sat-T2WI in both fat suppression effect and overall imaging quality, without significantly altered SIR. This technique can provide a more reliable diagnosis basis for clinic.

[Key words] orbit; magnetic resonance imaging; fat suppression; Dixon

[J Nanjing Med Univ, 2022, 42(12): 1741-1744]

[基金项目] 国家自然科学基金青年基金项目(81801659)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: liujun@jsph.org.cn

磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)越来越多地被应用于诊断眼眶疾病。眼眶疾病在T2加权成像(T2-weighted imaging, T2WI)上多呈高信号,与眶内脂肪组织信号相近,导致病变与眶内解剖结构的轮廓边缘难以区分。因此,临床工作中常使用脂肪抑制技术抑制脂肪信号,以增加眶内解剖结构和高信号病变的区分度。传统的频率选择脂肪预饱和(frequency-selective fat-saturation, Fat-Sat)技术是依据脂肪和水共振频率的微小差异,通过调节激励脉冲的频率和带宽,有选择地使脂肪质子不产生信号,达到抑制脂肪组织信号的目的^[1]。Dixon技术最早由Dixon在1984年提出,该技术可分离出纯水像和纯脂肪像,并可实现对脂肪含量的定量测量。目前,将Dixon技术应用于眼眶MRI的研究尚不多见。因此,本研究拟对比Fat-Sat和Dixon技术对眼眶T2WI的压脂效果和整体图像质量,旨在探讨Dixon技术在眼眶T2WI成像中的应用价值,为后续研究奠定基础。

1 对象和方法

1.1 对象

2018年7月—2020年6月,前瞻性纳入35例健康受试者,其中男9例,女26例,年龄14~75岁,平均(40.6±14.1)岁。纳入标准:①无磁共振检查禁忌;②既往无眼部疾病。本研究经本院伦理委员会批准(批准文号:2018-SRFA-09),所有受试者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 MRI扫描方法

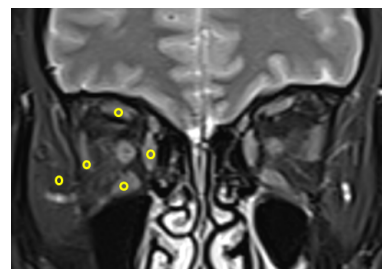
采用Siemens Skyra 3.0T超导磁共振成像系统,20通道头颈联合线圈对受试者进行扫描。受试者取仰卧位、头先进,嘱患者闭眼,眼球保持静止,采集中心对准双眼外眦。扫描序列包括Fat-Sat-T2WI冠状位和Dixon-T2WI冠状位。扫描参数:①Fat-Sat-T2WI:TR 4 000 ms,TE 75 ms,偏转角150°,矩阵224×320,扫描时间2 min 26 s;②Dixon-T2WI:TR 4 000 ms,TE 87ms,偏转角120°,矩阵179×256,扫描时间2 min 18 s。两个序列扫描层厚均为3.5 mm,层数18,FOV 180 mm×180 mm,平均激励次数均为2。Dixon扫描结束后自动生成水图及脂图。

1.2.2 图像分析

主观评价:由2名高年资放射科医师独立对图像总体质量及脂肪抑制效果进行评价。图像总体质量:1分,差;2分,可接受;3分,好;4分,优秀。脂

肪抑制效果:1分,脂肪抑制严重不均,影响图像判读;2分,局部脂肪抑制不均,可提供部分诊断信息;3分,整体图像脂肪抑制效果较好,诊断信息无丢失;4分,整体图像脂肪抑制效果良好。

客观评价:分别在Dixon-T2WI(水图)和Fat-Sat-T2WI图像的同层面上,对同侧内、外、上、下直肌勾画2 mm²圆形感兴趣区(region of interest, ROI),测量信号强度(signal intensity, SI)值,取其平均值作为眼外肌信号强度;对同侧颞肌勾画2 mm²圆形ROI,测量SI值(图1);计算眼外肌颞肌信号强度比(signal intensity ratio, SIR): $SIR=SI_{\text{眼外肌}}/SI_{\text{颞肌}}$ 。



以Dixon-T2WI水图中患者右眼为例,在内、外、上、下直肌勾画2 mm²圆形ROI,测量信号强度值,取其平均值作为眼外肌信号强度;在同侧颞肌勾画2 mm²圆形ROI,测量信号强度值。

图1 眼外肌及颞肌信号测量方法

Figure 1 The methods for measurements of signal intensity of extraocular muscles and ipsilateral temporal muscle

所有主观和客观评价均由2名从事头颈部影像诊断超过4年的医师独立完成,间隔1个月后,其中1名医师再次进行评价。

1.3 统计学方法

统计学采用SPSS19.0软件完成。所有计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)的形式进行描述。采用Wilcoxon检验对两组图像脂肪抑制效果和图像综合质量评分进行比较。采用配对样本t检验对两组图像眼外肌、颞肌的SI以及SIR进行比较。2名观察者对计数和计量资料评价的一致性评价分别采用Kappa及组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC),Kappa和ICC值<0.4为一致性差;0.4~0.6为一致性中等;0.6~0.8为一致性好;>0.8为一致性优。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

Dixon-T2WI(Dixon组)脂肪抑制效果、图像总体质量评分均高于Fat-Sat-T2WI(Fat-Sat组)(表1,图2),且两组图像质量评分观察者内及观察者间一致

性为好至优(Kappa 0.767~0.906)(表2)。

Dixon组眼外肌、颞肌SI值均高于Fat-Sat组(P 均 < 0.001),但两组间SIR无统计学差异(表3)。两组SI值观察者间及观察者间一致性均为优(ICC: 0.828~0.964,表2)。

3 讨论

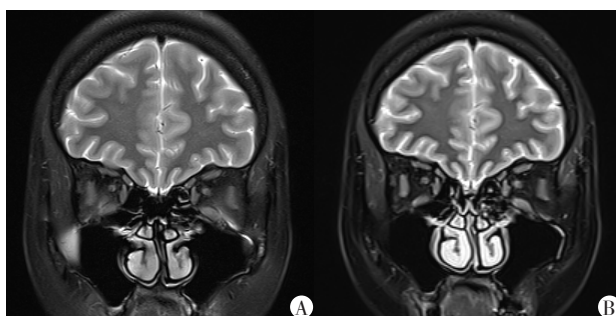
3.1 脂肪抑制在眼眶MRI中的意义

脂肪抑制技术是目前MRI中最常见的技术之一,广泛应用于全身各部位成像,可以判断组织成分、增强组织对比度、减少与脂肪组织相关的伪影,增加小病灶的检出率。在眼眶MRI中,脂肪抑制技术对肿瘤、炎症、血管性病变、眼肌肉病变的诊断均有较大价值^[2],并可以提高视神经损伤诊断的准确率^[3]。Fat-Sat技术实现脂肪抑制的原理是根据水-脂进动频率差异,在激发脉冲前先施加一个针对脂肪频率的预饱和脉冲以消除脂肪的纵向磁化,接着发射激励脉冲,因脂肪尚未弛豫,所以就没有或者仅少量的磁化被倾斜到横向平面上,从而达到抑制

表1 Dixon-T2WI与Fat-Sat-T2WI图像质量主观评价比较

Table 1 Comparison of subjective evaluation of imaging quality between Dixon-T2WI and Fat-Sat-T2WI

指标	Dixon组	Fat-Sat组	Z值	P值
脂肪抑制效果(分)	3.86 ± 0.36	2.91 ± 0.56	-4.689	<0.001
图像综合质量(分)	3.83 ± 0.38	3.26 ± 0.56	-3.911	<0.001



两组T2WI图像质量对比,Dixon组(A)的脂肪抑制效果、综合图像质量优于Fat-Sat组(B)。

图2 Dixon与Fat-sat脂肪抑制效果、综合图像质量比较

Figure 2 Comparison of fat suppression effect and comprehensive imaging quality between Dixon and Fat-sat

表2 Dixon-T2WI与Fat-Sat-T2WI图像质量主观及客观评价参数观察者间及观察者内一致性结果

Table 2 Inter- and intra-observer reproducibility for subjective and objective parameters between Dixon-T2WI and Fat-Sat-T2WI间、X线曝光时间及术后并发症情况

指标	观察者内		观察者间	
	Dixon组	Fat-Sat组	Dixon组	Fat-Sat组
主观评价-Kappa值				
图像综合质量	0.906(0.624~1.000)	0.885(0.692~1.000)	0.822(0.481~1.000)	0.835(0.625~1.000)
脂肪抑制效果	0.803(0.485~1.000)	0.834(0.628~1.000)	0.767(0.222~1.000)	0.773(0.495~0.953)
客观评价-ICC值				
SI _{眼外肌}	0.964(0.902~0.987)	0.901(0.726~0.964)	0.959(0.888~0.985)	0.881(0.672~0.957)
SI _{颞肌}	0.934(0.818~0.976)	0.865(0.626~0.951)	0.930(0.807~0.975)	0.828(0.524~0.938)

括号内为95%CI。

表3 Dixon-T2WI与Fat-Sat-T2WI图像质量客观评价比较

Table 3 Comparison of objective evaluation of imaging quality between Dixon-T2WI and Fat-Sat-T2WI

指标	Dixon组	Fat-Sat组	t值	P值
SI _{眼外肌}	362.33 ± 107.73	286.59 ± 78.84	12.278	<0.001
SI _{颞肌}	207.26 ± 63.41	170.19 ± 51.93	9.398	<0.001
SIR	1.83 ± 0.54	1.77 ± 0.49	1.188	0.239

脂肪组织信号的目的^[4]。Fat-Sat对磁场均匀性依赖性很大,偏中心成像效果一般,可能引起压脂不均,对眼眶水肿、炎症性等病变的诊断存在干扰。Dixon技术能直接将水和脂肪的信号加以区分,研究显示在腹部、乳腺、脊柱等部位使用该技术压脂时,可以克服磁场不均匀的影响,减少金属植入物的伪影,

并同时提供脂相、水相两组图像,测量脂肪含量,大大丰富MRI检查提供的信息,也可明显提高图像质量^[5-8]。

3.2 Fat-Sat与Dixon在眼眶MRI中的脂肪抑制效果及图像质量比较

Fat-Sat是目前最常用的脂肪抑制技术之一,而Dixon作为新兴的脂肪抑制技术,其在眼眶MRI中的应用也越来越多。国内外已有学者将Fat-Sat与Dixon的头颈部MRI进行对比,发现Dixon组对于头颈部成像的图像质量优于Fat-Sat组,且Dixon对眼眶及邻近骨骼的脂肪抑制效果优于Fat-Sat^[8-9]。本研究结果显示,在眼眶T2WI图像中,与Fat-Sat相比,Dixon亦可明显提高脂肪抑制效果及图像综合

质量($P < 0.001$),与既往研究趋势一致^[9]。本研究还发现,Dixon组的眼外肌与颞肌信号强度明显高于Fat-Sat组,其主要原因是Dixon先产生两幅相位敏感图,然后将两副图像相加或相减,得到单一、纯粹的水质子和脂肪图像,所以图像信号更强,这与多数学者在骨骼、肌肉、头颈部等其他部位中的研究结果一致^[10]。此外,本研究发现,虽然Dixon序列可明显提高组织的信号强度,但图像测量所得的SIR并不会发生明显变化。SIR是目前T2WI评估中常用的半定量指标,已被用于多个部位疾病的评价,国内外也有文献将其应用于Graves眼病的治疗效果评价^[11-13]。本研究中,与传统的Fat-Sat-T2WI相比,Dixon-T2WI的SIR相仿,说明Dixon技术在提高图像质量和压脂效果的同时,并不会干扰SIR这类半定量指标的测量,可完全替代传统的Fat-Sat序列。

3.3 研究局限性

本研究选取的样本均为健康受试者眼眶,而对于病理情况下(如患有甲状腺相关眼病、炎性假瘤、IgG4相关性眼病等疾病的患者)眼眶成像的压脂效果和图像质量,Dixon是否还具有优势仍有待进一步研究。

综上所述,相较Fat-Sat,Dixon可明显提高眼眶T2WI的压脂效果和图像质量,而SIR保持相仿,可为临床提供更可靠的诊断依据。

[参考文献]

- [1] 许晓泉,吴飞云,张廉良,等. CT及MR图像特征在鉴别眼眶恶性肿瘤中的诊断价值[J]. 南京医科大学学报(自然科学版),2013,33(10):1464-1468
- [2] STINSON E G, TRZASKO J D, CAMPEAU N G, et al. Time-resolved contrast-enhanced MR angiography with single-echo Dixon fat suppression[J]. Magn Reson Med, 2018, 80(4):1556-1567
- [3] 相丽,孙莉华,王龙胜,等. 3.0T MR Dixon序列与fs-TSE-T2WI序列对视神经磁共振成像的比较分析[J]. 临床放射学杂志,2020,39(9):1869-1872
- [4] BASTIAN-JORDAN M, DHUPELIA S, MCMENIMAN M, et al. A quality audit of MRI knee exams with the implementation of a novel 2-point DIXON sequence[J]. J Med Radiat Sci, 2019, 66(3):163-169
- [5] 姚刚,梁志鹏,杨亚芳,等. Dixon与SPAIR技术在颈部MRI中的脂肪抑制效果对比研究[J]. 中华放射学杂志,2020,54(7):707-712
- [6] ECÉNARRO-MONTIEL A, BALEATO-GONZÁLEZ S, SANTIAGO-PÉREZ M I, et al. Using the modified Dixon technique to evaluate incidental adrenal lesions on 3 T MRI[J]. Radiología (English Edition), 2018, 60(6):485-492
- [7] 张嘉,李鹏,李振辉,等. MR多回波Dixon脂肪定量技术在脊柱病变的应用和展望[J]. 放射学实践,2020,35(8):1077-1080
- [8] JEON K J, LEE C, CHOI Y J, et al. Assessment of bone marrow fat fractions in the mandibular condyle head using the iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation (IDEAL-IQ) method[J]. PLoS One, 2021, 16(2):e0246596
- [9] GADDIKERI S, MOSSA-BASHA M, ANDRE J B, et al. Optimal fat suppression in head and neck MRI: comparison of multipoint Dixon with 2 different Fat-Suppression techniques, spectral presaturation and inversion recovery, and stir[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2018, 39(2):362-368
- [10] 高琪,王付言,张晏境,等. 氢质子MR波谱及多回波Dixon技术对非酒精性脂肪性肝病脂肪变定量诊断及分级的价值[J]. 中华放射学杂志,2018,52(9):677-680
- [11] GARAU L M, DANIELE G, FLAMINIA D C, et al. Extraocular muscle sampled volume in Graves' orbitopathy using 3-T fast spin-echo MRI with iterative decomposition of water and fat sequences[J]. Acta Radiologica Open, 2018, 7(6):205846011878089
- [12] 张燕燕,宋震宇,刘勇,等. 探究Dixon-VIBE技术在颈部增强中的应用价值[J]. 中国临床医学影像杂志,2019,30(6):390-393
- [13] 段森,陈钰,张竹花,等. MRI在Graves眼病诊治方面的研究进展[J]. 国际医学放射学杂志,2019,42(5):551-555

[收稿日期] 2022-06-30

(本文编辑:唐震)