

· 论著 ·

比较IDEAL与FS技术在口底颌面部MRI中的脂肪抑制效果

王斐斐

郑州大学第一附属医院磁共振科, 河南 郑州 450052

【摘要】 目的: 对比探讨3D MR三点法非对称回波的最小二乘估算法迭代水脂分离(iterative decomposition of water and fat with echo asymmetric and least-squares estimation, IDEAL)与频率选择脂肪预饱和法(frequency-selective fat saturation, FS)技术在口底颌面部MRI检查中的脂肪抑制效果与临床应用。**方法:** 收集郑州大学第一附属医院33例行口底颌面部MRI检查的病例, 均行常规MRI序列、FS-T2WI序列和IDEAL-T2WI序列扫描。对比分析FS-T2WI与IDEAL-T2WI水像图像的总图像质量和脂肪抑制效果, 分别评分, 并比较舌体、腮腺、皮下脂肪和头夹肌的信噪比效率。**结果:** IDEAL-T2WI水像图像清晰、信噪比高、脂肪抑制效果均匀可靠, 图像质量评分为 3.924 ± 0.221 , 脂肪抑制效果评分为 3.909 ± 0.232 , 舌体、腮腺、皮下脂肪、头夹肌信噪比效率分别为 0.888 ± 0.123 、 1.050 ± 0.126 、 1.092 ± 0.128 、 0.843 ± 0.114 ; FS-T2WI图像均出现不同程度压脂不均匀, 图像质量评分为 2.424 ± 0.453 , 脂肪抑制效果评分为 2.379 ± 0.434 , 舌体、腮腺、皮下脂肪、头夹肌信噪比效率分别为 0.351 ± 0.044 、 0.452 ± 0.068 、 0.335 ± 0.073 、 0.515 ± 0.055 ; 各项数据间差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论:** IDEAL-T2WI具有图像清晰、脂肪抑制效果均匀可靠、信噪比高的特点, 优于FS-T2WI, 有助于口底颌面部疾病的检出。

【关键词】 磁共振成像; 口底; 颌面部; 脂肪抑制; 非对称回波的最小二乘估算法迭代水脂分离

中图分类号: R445.2 文献标志码: A 文章编号: 1008-617X(2017)05-0349-05

Comparison of fat suppression effect of 3T MR IDEAL with FS technology in oral and maxillofacial region

WANG Feifei (Department of MRI, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, Henan Province, China)

Correspondence to: WANG Feifei E-mail: 592894469@qq.com

【Abstract】 Objective: To compare the fat suppression effect and clinical application of iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation (IDEAL) sequence with frequency-selective fat saturation (FS) technology in oral and maxillofacial MRI examinations. **Methods:** The data of 20 cases who underwent oral and maxillofacial MRI examinations using routine MRI sequence, FS-T2WI sequence and IDEAL-T2WI sequence scanning were collected. The total image quality and fat suppression effect of FS-T2WI and water image of IDEAL-T2WI were comparatively analyzed and scored in each case, and signal-to-noise ratio (SNR) efficiencies in the tongue, parotid gland, subcutaneous fat and splenius capitis were compared. **Results:** All cases obtained clear and high SNR water images of IDEAL-T2WI, and the fat suppression effect was uniformity and reliable. The scores of total image quality and fat suppression effect was 3.924 ± 0.221 and 3.909 ± 0.232 , respectively. The SNR efficiencies in the tongue, parotid gland, subcutaneous fat and splenius capitis were 0.888 ± 0.123 , 1.050 ± 0.126 , 1.092 ± 0.128 , 0.843 ± 0.114 , respectively. There was non-uniform fat suppression effect on FS-T2WI images. The scores of total image quality and fat suppression effect was 2.424 ± 0.453 and 2.379 ± 0.434 , respectively. The SNR efficiencies in the tongue, parotid gland, subcutaneous fat and splenius capitis were 0.351 ± 0.044 , 0.452 ± 0.068 , 0.335 ± 0.073 , 0.515 ± 0.055 , respectively. There were statistically significant differences between IDEAL-T2WI and FS-T2WI ($P < 0.05$). **Conclusion:** IDEAL-T2WI can obtain clear image, uniform and reliable fat suppression effect, high SNR. It is better than FS-T2WI, and helpful for the detection of oral and maxillofacial diseases.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; The floor of the mouth; Maxillofacial region; Fat suppression; Iterative decomposition of water and fat with echo asymmetric and least-squares estimation

快速发展的MRI技术正越来越多地从不同视角为临床提供快速、科学、成熟、可靠的诊断手段。压脂技术在头颈部疾病影像学

诊断中非常重要, 对于口底颌面部临床诊断而言, 良好的脂肪抑制效果是进行MRI评价的关键所在。高场强MR脂肪抑制技术有多种,

频率选择脂肪预饱和法(frequency-selective fat saturation, FS)是最常用且非常重要的脂肪抑制技术之一,但易受磁场不均匀性的影响^[1]。非对称回波的最小二乘估算法迭代水脂分离(iterative decomposition of water and fat with echo asymmetric and least-squares estimation, IDEAL)是一种全新的Dixon水脂分离成像技术^[2],能有效克服磁场不均匀性的影响,彻底使水脂分离,获得均一一致的脂肪抑制效果。本研究从临床角度对这两种脂肪抑制技术进行对比分析,进一步评价IDEAL技术在头颈部系统中的临床应用。

1 资料和方法

1.1 病例资料

收集郑州大学第一附属医院行口底颌面部MRI检查的病例共20例,均行常规MRI序列、FS-T2WI和IDEAL-T2WI序列检查。其中男性19例、女性14例;年龄14~79岁,平均46岁。舌癌8例,舌癌术后5例,颈区增大淋巴结8例,正常12例。

1.2 影像学检查

采用GE 3.0T MR扫描仪,头颈联合线圈。所有病例均行常规MRI序列、FS-T2WI序列和IDEAL-T2WI序列检查。FS-T2WI序列主要参数:重复时间(repetition time, TR) 3 500 ms,回波时间(echo time, TE) 68 ms,视野(field of view, FOV) 200 mm×200 mm,层厚4 mm,层间距1 mm,激励次数3次,扫描时间2 min 57 s。IDEAL-T2WI序列主要参数:TR 3 700 ms,TE 85 ms,FOV 200 mm×200 mm,层厚4 mm,层间距1 mm,激励次数2次,扫描时间4 min 53 s。IDEA-T2WI序列扫描结束可同时获得同相位、反相位、水像(脂肪抑制)及脂像共4组图像。所有序列于扫描前常规自动匀场。所有患者在扫描前完成相应准备,并保持扫描过程中安静制动。

图像整体质量及脂肪抑制效果评价:由2名有经验的MRI医师在序列未知的前提下进行评

分,采用4分制法。1分即脂肪抑制效果和整体图像质量差,图像无法诊断;2分即脂肪抑制效果和整体图像质量欠佳,提供部分诊断信息;3分即脂肪抑制效果和整体图像质量良好,无诊断信息丢失;4分即脂肪抑制效果和整体图像质量优良。

信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)和SNR效率计算:分别在IDEA-T2WI水像和FS-T2WI图像的同层面上,对正常舌体、腮腺、颈背部皮下脂肪、头夹肌和背景噪声区设置感兴趣区(region of interest, ROI),背景噪声位于结构像之外,需避开伪影,每个ROI面积约为10 mm²,获得信号强度值(SIA)和背景信号的标准差(sn),分别计算组织与背景信号的标准差之比(SNR=SIA/sn)。SNR效率定义为SNR与扫描时间的平方根之比。

1.3 统计学处理

使用SPSS 17.0软件对所得资料进行统计学分析,图像整体质量、脂肪抑制效果评分及SNR效率比较采用配对 t 检验, $P<0.05$ 为有统计学意义。

2 结 果

IDEAL-T2WI序列一次扫描同时获得4组图像,即同相位、反相位、水像和脂像图像(图1)。IDEAL-T2WI水像、FS-T2WI图像整体质量评分分别为 3.924 ± 0.221 、 2.424 ± 0.453 ,脂肪抑制效果评分分别为 3.909 ± 0.232 、 2.379 ± 0.434 ,舌体、腮腺、皮下脂肪、头夹肌SNR效率分别为 0.888 ± 0.123 、 1.050 ± 0.126 、 1.092 ± 0.128 、 0.843 ± 0.114 和 0.351 ± 0.044 、 0.452 ± 0.068 、 0.335 ± 0.073 、 0.514 ± 0.055 ;各项差异均具有统计学意义(表1、2)。可见,IDEAL-T2WI水像图像质量优良,水脂分离彻底,脂肪抑制效果均匀可靠,图像SNR较高,均优于FS-T2WI(图2)。在疾病检出方面,有2例在FS-T2WI图像上未获得良好检出(图3)。

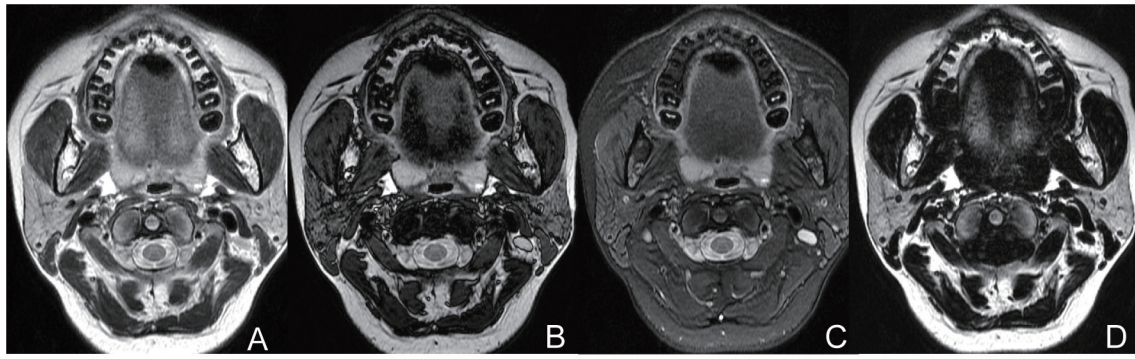


图 1 正常人群IDEAL T2WI序列一次扫描获得口腔颌面部横轴位四组图像

A: 即同相位; B: 反相位; C: 水像; D: 脂像。可见整体图像质量较好, 信噪比较高, 组织对比度良好, C图水像(脂肪抑制)图质量及脂肪抑制效果良好

表 1 IDEAL-T2WI与FS-T2WI整体图像质量和脂肪抑制效果评分

评分	IDEAL-T2WI	FS-T2WI	t值	P值
整体图像质量	3.924±0.221	2.424±0.453	17.105	0.000
脂肪抑制效果	3.909±0.232	2.379±0.434	17.872	0.000

表 2 舌体、腮腺、皮下脂肪、头夹肌的SNR效率

SNR效率	IDEAL-T2WI	FS-T2WI	t值	P值
舌体	0.888±0.123	0.351±0.044	23.615	0.000
腮腺	1.050±0.126	0.452±0.068	24.041	0.031
皮下脂肪头夹肌	1.092±0.128	0.335±0.073	29.473	0.004
	0.843±0.114	0.515±0.055	14.858	0.000

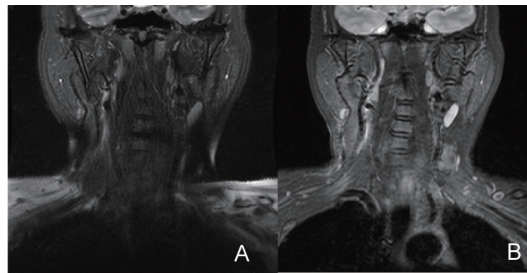


图 2 颈区增大淋巴结病例冠状位FS-T2WI和IDEAL-T2WI水像图

A: 冠状位FS-T₂WI水像图; B: 冠状位IDEAL-T₂WI水像图。可见A图整体图像质量欠佳, 颈肩部脂肪抑制效果不均匀, 部分诊断信息丢失, 双侧颈部淋巴结病变边界欠清晰, 颈部血管、神经根、皮下脂肪、肌肉软组织及胸廓入口处结构显示不清; B图整体图像质量优良, 颈肩部脂肪抑制均匀, 组织对比度良好, 无诊断信息丢失

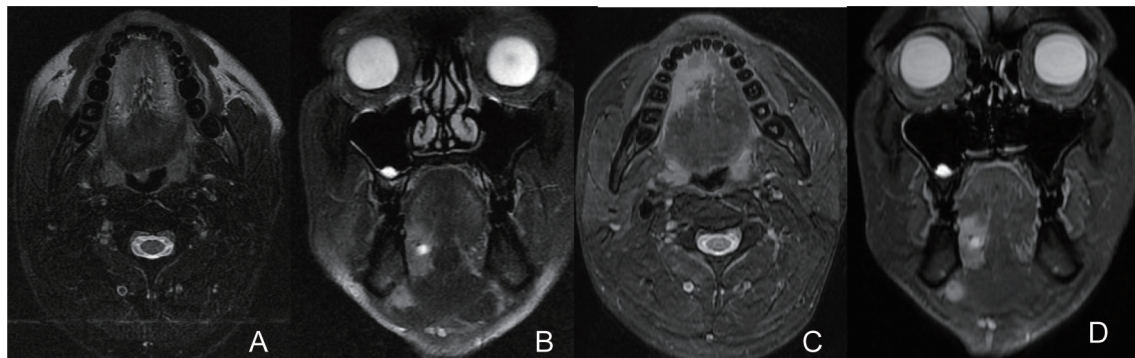


图 3 舌体癌病例横轴位和冠状位FS-T2WI图及IDEAL-T2WI水像图

A: 横轴位FS-T₂WI图; B: 冠状位FS-T₂WI图; C: 横轴位IDEAL-T₂WI水像图; D: 冠状位IDEAL-T₂WI水像图。可见A、B图整体图像质量欠佳, 口底、颌面部脂肪抑制效果不均匀, 部分诊断信息丢失, 舌体右侧份病变显示不明确, 病变边界显示不清; C、D图整体图像质量优良, 脂肪抑制效果均匀, 组织对比度良好, 舌体右侧份病变显示明确, 病变部位、大小、信号及其与周围结构关系显示清晰

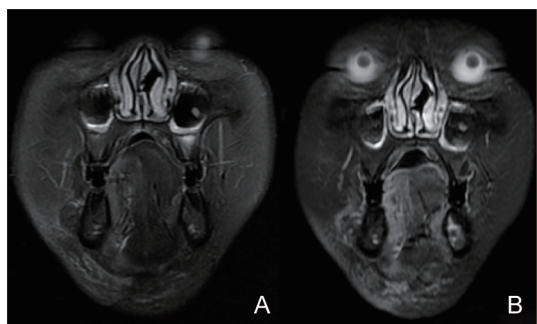


图4 舌癌术后复发病例冠状位FS-T₂WI和IDEAL-T₂WI水像图

A: 冠状位FS-T₂WI; B: IDEAL-T₂WI水像图。可见A图整体图像质量良好, 舌体右侧份病变呈稍长T₂信号, 病变边界显示尚可, 颏下及右侧颌面部可见软组织水肿高信号影; B图整体图像质量优良, 舌体右侧份病变、颏下及右侧颌面部软组织水肿范围较A图显示更清晰

3 讨 论

脂肪抑制技术是MRI检查中一种十分必要的技术, 合理有效地运用脂肪抑制技术进行图像采集, 既能改善图像质量, 又能提高病变检出与临床诊断能力, 从而为诊断及鉴别诊断提供重要信息。

FS一直是最常用的脂肪抑制技术之一, 也称为化学位移选择饱和(chemical shift selective saturation, CHESS)技术^[3], 即利用脂肪与水中质子间不同的进动频率所产生化学位移效应而成像。该技术主要抑制脂肪组织的信号, 对其他组织信号影响较小, 可应用于全身各个部位的脂肪抑制扫描; 对场强依赖性较大, 只有在1.0T以上高场MR扫描方可获得较好效果, 本组病例均在GE 3.0T MR扫描仪完成; 对磁场均匀度的要求很高, 任何影响磁场均匀性的因素均不同程度地影响其脂肪抑制效果, 尤其在颅颈交界区域。本组收集口底颌面部病例, 分别评价FS-T₂WI总体图像质量、脂肪抑制效果及其对病变的检出与显示, 发现所有病例在颅底、口底、颌面及颅颈交界区域出现不同程度组织变形、脂肪抑制不均匀、病变轮廓显示不清的表现。分析原因, 是由于颅底骨质与鼻窦气体交界、口底舌体周围间隙、颌面及颅颈交界结

构几何空间、空气-组织界面差异较大等导致局部磁场不均匀性, 从而影响FS-T₂WI图像, 给临床诊断及鉴别诊断带来不同程度的困难。

IDEAL技术为一种改进的三点式Dixon水脂分离成像技术^[2], 多年来其成像方法不断改进, 由最初的两点采集发展到如今的三点采集^[4,5]。以往三点式Dixon水脂分离成像技术是在90°激发射频脉冲后, 施加相同的180°相位回聚脉冲, 分别在 $-\pi$ 、0、 π 时间点采集3次回波信号, 采集的图像信息经过处理, 计算水和脂肪的相位值, 确定每个像素中水和脂肪的相位, 即可获得只含有水的图像和只含有脂肪的图像。这一技术可克服磁场不均匀性带来的影响, 清晰显示水脂边界, 水脂分离彻底^[4-7]。同时, 通过后处理软件计算还可获得重建的多组图像, 即IDEAL一次扫描可得到同相位、反相位、水像(脂肪抑制)和脂像图。有研究表明, IDEAL技术可兼容多种序列^[2,8-11], 应用于T₁WI、T₂WI、质子密度加权像, 并在多部位得到应用^[12-14]。本组收集口底颌面部病例并对比分析IDEAL-T₂WI与FS-T₂WI图像, 结果显示IDEAL-T₂WI在总体图像质量、脂肪抑制效果及病变检出方面均优于FS-T₂WI图像。在FS-T₂WI图像对舌体病变的显示能力低于IDEAL-T₂WI, 部分病变显示不清, 轮廓不易判断, 部分病变与周围组织结构对比剂减低; FS-T₂WI图像上亦可见不同程度脂肪信号抑制不均匀及部分诊断信息丢失的现象。IDEAL-T₂WI图像克服了这些不足之处。因此, IDEAL技术具备良好的克服磁场不均匀性及彻底水脂分离的能力, 可将其常规用于口底颌面部MRI检查中, 为临床诊断工作提供较大帮助。

关于IDEAL技术在头颈部MRI中的应用报道不多, 而压脂序列对头颈部疾病诊断非常重要。本研究收集口底颌面部病例, 从不同角度评价FS-T₂WI与IDEAL-T₂WI序列的脂肪抑制效能。结果表明, IDEAL技术所获得图像清晰, SNR较高, 在头颈交界区极易产生磁场不均匀性的情况下, 其脂肪抑制效果优良, 更有利于口底颌面部病变的检出、观察和诊断。虽然IDEAL-T₂WI序列的扫描时间比FS-T₂WI序

列长,但在3.0T MR中可获得一定程度的改善,且IDEAL序列一次扫描获得4组图像,均在体部及骨肌各系统获得较满意的应用效果^[12-15]。总之,IDEAL技术在头颈部口腔颌面部病变的MRI检查中非常实用,可作为MRI常规检查序列。

参考文献

- [1] DEL GRANDE F, SANTINI F, HERZKA D A, et al. Fat-suppression techniques for 3-T MR imaging of the musculoskeletal system [J]. *Radiographics*, 2014, 34(1): 217-233.
- [2] REEDER S B, PINEDA A R, WEN Z, et al. Iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation(IDEAL): application with fast spin-echo imaging [J]. *Magn Reson Med*, 2005, 54(3): 636-644.
- [3] 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: 185-200.
- [4] WANG D, ZWART N R, LI Z, et al. Analytical three-point Dixon method: With applications for spiral water-fat imaging [J]. *Magn Reson Med*, 2016, 75(2): 627-638.
- [5] TAKASU M, KAICHI Y, TANI C, et al. Iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation (IDEAL) magnetic resonance imaging as a biomarker for symptomatic multiple myeloma [J]. *PLoS One*, 2015, 10(2): e0116842.
- [6] MA J. Dixon techniques for water and fat imaging [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2008, 28(3): 543-558.
- [7] BLEY T A, WIEBEN O, FRANÇOIS C J, et al. Fat and water magnetic resonance imaging [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2010, 31(1): 4-18.
- [8] REEDER S B, WEN Z, YU H, et al. Multicoil Dixon chemical species separation with an iterative least-squares estimation method [J]. *Magn Reson Med*, 2004, 51(1): 31-45.
- [9] REEDER S B, MCKENZIE C A, PINEDA A R, et al. Water-fat separation with IDEAL gradient-echo imaging [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2007, 25(3): 644-652.
- [10] MA J, SINGH S K, KUMAR A J, et al. Method for efficient fast spin echo Dixon imaging [J]. *Magn Reson Med*, 2002, 48(6): 1021-1027.
- [11] REEDER S B, PINEDA A R, WEN Z, et al. Iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation (IDEAL): application with fast spin-echo imaging [J]. *Magn Reson Med*, 2005, 54(3): 636-644.
- [12] COSTA D N, PEDROSA I, MCKENZIE C, et al. Body MRI using IDEAL [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 190(4): 1076-1084.
- [13] AOKI T, YAMASHITA Y, OKI H, et al. Iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation (IDEAL) of the wrist and finger at 3T: comparison with chemical shift selective fat suppression images [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2013, 37(3): 733-738.
- [14] HORI M, KIM T, ONISHI H, et al. Ovarian masses: MR imaging with T1-weighted 3-dimensional gradient-echo IDEAL water-fat separation sequence at 3T [J]. *Magn Reson Med Sci*, 2012, 11(2): 117-127.
- [15] 任爱军, 郭勇, 田树平, 等. IDEAL技术在脊柱病变的应用 [J]. *放射学实践*, 2011, 26(10): 1096-1099.

(收稿日期: 2017-08-14 修回日期: 2017-09-23)