

• 肝脏脂肪定量诊断影像学专题 •

IDEAL-IQ 与 MRS 定量测量肝脏脂肪含量的可行性及相关性

黄梦月, 程敬亮, 吕晓婷, 高雪梅, 屈召慧, 黄梦娜

【摘要】 目的:探讨非对称回波的最小二程估算法迭代水脂分离技术(IDEAL-IQ)与磁共振波谱(MRS)定量测量肝脂肪含量的可行性及相关性。**方法:**采用 IDEAL-IQ 和 MRS 定量测量 87 例非酒精性脂肪肝患者及 20 例健康志愿者的肝脏脂肪含量,对比分析 IDEAL-IQ、MRS 测量的脂肪含量的差异及相关性。**结果:**107 例受检者中 IDEAL-IQ 扫描成功 102 例(95.8%, 102/107), MRS 扫描成功 76 例(71.0%, 76/107), 两种检查方法的扫描成功率差异有统计学意义($P < 0.05$)。76 例受检者 MRS、IDEAL-IQ 均扫描成功, 此 76 位受检者由 MRS、IDEAL-IQ 测得的相对脂质含量(RLC)、脂肪分数(FF)分别为(17.33 ± 10.86)%、(16.28 ± 10.27)%, 两者差异无统计学意义($P = 0.192$)。IDEAL-IQ 与 MRS 测量肝脂肪含量相关性的散点图显示两者呈线性关系, Pearson 相关性分析显示 RLC 和 FF 呈正相关($r = 0.784, P = 2.613$)。**结论:**MRS、IDEAL-IQ 均可定量测量脂肪肝的脂肪含量, 两者测量的肝脏脂肪含量呈线性正相关。

【关键词】 非酒精性脂肪肝; 肝脏脂肪含量; 磁共振成像; 磁共振波谱

【中图分类号】 R575.5; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)05-0447-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.05.004

IDEAL-IQ and MRS in quantitative assessment of liver fat content HUANG Meng-yue, CHEN Jing-liang, LV Xiao-ting, et al. Department of Magnetic Resonance, The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China

【Abstract】 Objective: To investigate the IDEAL-IQ and MRS in quantitative assessment of liver fat content. **Methods:** 87 patients with non-alcoholic fatty liver disease and 20 healthy volunteers were scanned with MRS and then the fat content using IDEAL-IQ and MRS was calculated by postprocessing software. The thresholds of graded liver fat were achieved through analyzing the quantitative relationship between IDEAL-IQ and MRS. The difference and correlation between IDEAL-IQ and MRS were compared in quantitative assessment of liver fat content. **Results:** 102 persons (102/107, 95.8%) were scanned by IDEAL-IQ successfully in 107 subjects. 76 subjects (76/107, 71.0%) were scanned successfully with MRS scan. 76 patients (71.0%, 76/107) were scanned with MRS and IDEAL-IQ. The scores of relative lipid content (RLC) in MRS and fat fraction (FF) in IDEAL were 17.33 ± 10.86 and 16.28 ± 10.27 , respectively. There was no significant difference between the RLC (MRS) and FF (IDEAL) ($P = 0.192$). According the scattergram, there was a linear relationship between RLC and FF. Pearson correlation analysis showed that RLC and FF were positive. **Conclusion:** Fatty liver could be diagnosed accurately through MRS and IDEAL-IQ.

【Key words】 Nonalcoholic fatty liver; Hepatic fat content; Magnetic resonance imaging; Magnetic resonance spectroscopy

肝脂肪变性在大多数情况下被定义为肝细胞内脂肪的异常堆积, 病程是可逆的^[1], 晚期可进展为脂肪性肝炎、肝纤维化、肝硬化, 甚至是功能衰竭和肝细胞癌, 因此, 早期诊断和治疗脂肪肝是非常必要的。本文采用非对称回波的最小二程估算法迭代水脂分离技术(iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and the least squares estimation quantification sequence, IDEAL-IQ)和磁共振波谱(magnetic resonance spectroscopy, MRS)定量测量 87 例非酒精性脂肪肝患者及 20 例健康志愿者的肝脏脂肪含量, 并对两种检查方法的测量结果进行相关性分析, 旨在探讨 IDEAL-IQ 和 MRS 定量测量肝脏脂肪含量的可行

性和相关性。

材料与方法

1. 病例资料

脂肪肝的诊断参照中华医学会肝脏病学分会制定的非酒精性脂肪肝诊断标准, 选取 2014—2016 年就诊于郑州大学第一附属医院的 87 例非酒精性脂肪肝患者(男 63 例, 女 24 例)和 20 例健康志愿者(男 10 例, 女 10 例), 107 位受检者年龄范围为 16~70 岁, 中位年龄 46 岁。脂肪肝患者临床主要表现为肥胖、消化不良等非特异性症状。

2. 检查方法

107 例受检者均行 3.0T MRI (GE Discovery750)扫描。扫描前受检者禁食禁水 6~8h, 并对其进行呼吸训练, 禁止受检者随身携带金属物品。

作者单位: 450052 郑州, 郑州大学第一附属医院

作者简介: 黄梦月(1990—), 女, 河南商丘人, 硕士, 医师, 主要从事 MRI 影像诊断工作。

通讯作者: 高雪梅, E-mail: Gaosumei1964@163.com

受检者取仰卧位,脚先进。MRS 扫描参数:TE 35 ms, TR 2000 ms,激励次数 8,体素大小 25 mm×25 mm×25 mm。IDEAL-IQ 扫描参数:重复时间 13.71 ms,层厚 10 mm,翻转角 5°,带宽 61.25 kHz,矩阵大小 256×128,扫描层数 24。

3. 数据处理及统计学分析

采用 GE Advantage Windows 工作站进行图像后处理,利用 GE 软件测量脂峰和水峰下面积。通过公式(1)计算脂肪相对含量(relative lipid content, RLC)。

$$RLC = \frac{S_{脂}}{S_{水} + S_{脂}} \times 100\%$$
 (1)

其中 $S_{水}$ 代表水峰下面积, $S_{脂}$ 代表脂峰下面积。测量完成后将 IDEAL-IQ 的脂肪比图拉入后处理工作站 viwer 中,在波谱定位体素块相对应的位置勾画感兴趣区(region of interest, ROI),大小约 25 mm×25 mm,左下角即会出现相应的数值。

ROI 的选取应尽量避免胆管较多的区域,尽量与 MRS 定位体素块在同一层面上的同一位置,所有 ROI 大小尽量保持一致。连续测量 3 次脂肪分数,求其平均值。

采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,MRS 与 IDEAL-IQ 扫描成功率的比较采用卡方检验,MRS 与 IDEAL-IQ 测量的肝脏脂肪含量比较采用配对 t 检验,相关性检验采用 Pearson 相关分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

107 例受检者中 IDEAL-IQ 扫描成功 102 例(95.8%,102/107),MRS 扫描成功 76 例(71.0%,76/107),IDEAL-IQ 的扫描成功率高于 MRS,差异有统计学意义($P < 0.05$,表 1);MRS 扫描失败的 31 位受检者中单纯肥胖者(体质指数 $\geq 30 \text{ kg/m}^2$)15 例,肥胖+呼吸不配合者 12 例,单纯呼吸不配合者 4 例;IDEAL-IQ 扫描失败的 5 例患者均为呼吸不配合者。76 例受检者 MRS、IDEAL-IQ 均扫描成功,此 76 例受检者由 MRS、IDEAL-IQ 测得的 RLC、脂肪分数(fat fraction, FF)分别为 $(17.33 \pm 10.86)\%$ 、 $(16.28 \pm 10.27)\%$ (图 1、2),两者差异无统

计学意义($P=0.192$)。IDEAL-IQ 与 MRS 测量肝脏脂肪含量相关性的散点图显示两者呈线性关系(图 3),Pearson 相关性分析显示 RLC 和 FF 呈正相关($r=0.784, P=2.613$)。

表 1 IDEAL-IQ 与 MRS 扫描成功率及测量的脂肪含量比较

指标	IDEAL-IQ	MRS	χ^2/t 值	P 值
成功率(%)	95.3(102/107)	71.0(76/107)	22.576	<0.001
脂肪含量(%)	16.28±10.27	17.33±10.86	1.316	0.192

讨 论

肝脏病理穿刺是诊断非酒精性脂肪肝的金标准,然而病理穿刺具有创伤性^[2]。目前无创性测量脂肪含量的方法有超声、CT 及 MRI。超声在诊断脂肪肝中存在主观性强、缺乏客观指标等不足^[3]。CT 能定量测量脂肪肝的脂肪含量,但是 CT 具有辐射性,不适合于儿童及纵向随访^[4]。MRI 被认为是非侵入性、定量检测肝脏脂肪含量的最佳检查方法。目前测量脂肪含量的 MRI 序列包括正反相位、Dixon、MRS、IDEAL、IDEAL-IQ,其中 MRS、IDEAL-IQ 是目前研究的热点。MRS 被认为是诊断脂肪肝的金标准,但 MRS 操作复杂,尚未广泛应用于临床。

相关研究发现正常人与脂肪肝患者水峰下面积、性别、年龄及体质指数(body mass index, BMI)差异均无统计学意义^[5],故本研究未对上述因素对肝脏脂肪含量的影响进行研究。肝脏脂肪大多呈非均匀性分

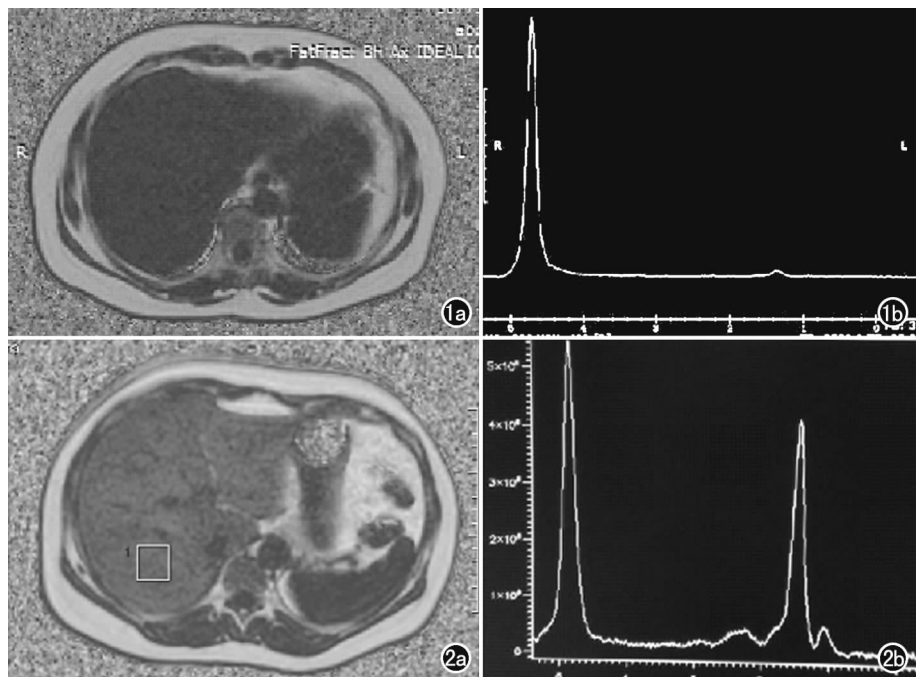


图 1 健康志愿者,男,38 岁。a) 脂肪比图测量得到的 FF 值为 2.47%; b) MRS 图像示 4.7ppm 处可见高耸的水峰,而 1.3ppm 处未见明显的脂质峰,峰值及峰下面积无法测量。图 2 脂肪肝患者,女,28 岁。a) 脂肪比图测量得到的 FF 值为 35.95%; b) MRS 图像示 1.3ppm 处可见高耸的脂质峰, MRS 测量的肝脏脂肪含量为 42.7%。

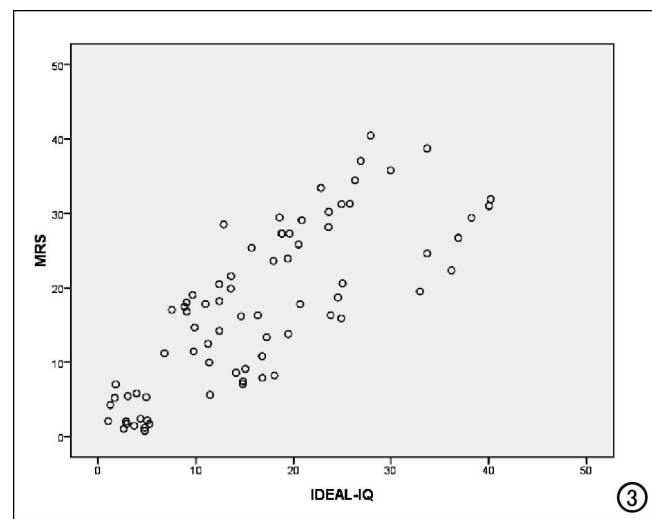


图3 IDEAL-IQ 与 MRS 测量肝脏脂肪含量相关性的散点图。

布,而肝脏单体素块的脂肪测量具有很大的局限性,体素块位置的不同会造成结果出现很大差异,Regnell 等^[6]报道肝脏第 V 段的脂肪含量可代表整体肝脏的脂肪含量,故本研究选择肝脏第 V 段为研究对象,这样就可以使所有 ROI 尽量保持一致,并且能减小个体差异对结果的影响。

本研究结果显示 MRS 测量的 RLC 与 IDEAL-IQ 测量的 FF 差异无统计学意义($P=0.192$),这与相关研究的结果相符^[7-9]。本研究同时发现 RLC 与 FF 呈线性正相关,相关性系数为 0.784,低于以往文献报道的相关性系数^[10],可能与人为选择 ROI 存在误差有关,对于不均匀性脂肪肝患者存在采样误差,其次 MRS 扫描时间长,呼吸运动及磁场不均匀均可影响扫描成功率^[11]。MRS 虽可以客观反映脂肪肝的脂肪含量,但由于操作及后处理都比较复杂,目前仍未广泛应用于临床,并且 MRS 对主磁场的均匀性要求较高^[12],肝脏内铁的沉积和血液代谢物均可改变主磁场的均匀性。IDEAL-IQ 在进行脂肪定量分析中排除了弛豫率所带来的信号影响,从而能够更准确地定量测量脂肪含量^[13-14]。IDEAL-IQ 单次屏气扫描可以得到六种图像,即脂肪比图、 R_2^* 图、水像、脂像、同相位及反相位图像^[11],IDEAL-IQ 还解决了诸多因素影响 FF 测量准确性的问题,这些因素包括磁场不均匀性、T1 弛豫、脂肪谱、噪声偏差和涡流等^[15-16]。MRS 被认为是诊断脂肪肝的金标准^[14],本研究结果表明 IDEAL-IQ 与 MRS 具有较高的相关性,并且已有体外实验证明 IDEAL-IQ 的测量结果与脂肪含量具有较高的相关性^[17]。因此,IDEAL-IQ 与 MRS 均可用于测量肝脏脂肪含量。

目前已有许多关于 MRS 定量测量肝脏脂肪含量

的报道,但均未涉及 MRS 的扫描成功率。本研究中 MRS 的扫描成功率较低(71.0%),31 例 MRS 扫描失败者中单纯肥胖者($BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$)15 例,肥胖+呼吸不配合者 12 例,单纯呼吸不配合者 4 例。曾有研究发现当局部磁场不均匀时,可导致谱线变宽^[16],这样就无法精确地进行单一物质的峰标准化拟合,导致测量结果出现误差。随着脂肪肝病变程度的加重,肥胖患者体内脂肪沉积增多且不均匀,有时肝内局部可伴有铁质的沉积,这些都会造成磁场不均匀、线宽增加、MRS 扫描失败或定量测量脂肪含量不准确。受检者肥胖是造成 MRS 扫描失败的主要原因之一,波谱定位错误、ROI 内含有气体、骨等影响磁场均匀性的物质、磁场中心频率位移、磁场均匀性差等也可导致 MRS 扫描失败。呼吸配合欠佳的受检者的呼吸运动可导致 MRS 体素块位移,使体素块靠近骨、气体,导致扫描失败。本研究中 MRS 的扫描成功率(71.0%, 76/107)低于 IDEAL-IQ(95.8%, 102/107),与既往研究结果相符。IDEAL-IQ 在肝脏脂肪含量的定量测量中排除了弛豫率所带来的信号影响,且 IDEAL-IQ 操作简便、扫描时间短,与其他影像学检查方法相比,IDEAL-IQ 能更准确地测量肝脏脂肪含量^[18]。在临床上 MRS 虽然可以定量测量非酒精性脂肪肝的脂肪含量,但是 MRS 扫描时间较长,后处理复杂、费时,需要患者呼吸配合,扫描成功率不高。IDEAL-IQ 扫描时间短,成功率高,后处理简便,具有更广阔的临床应用前景。虽然对比剂可以影响 R_2^* 值,但是注射对比剂后 IDEAL-IQ 仍然可以准确地测量脂肪含量,因此 IDEAL-IQ 测量脂肪含量的稳定性较高,不受对比剂的影响^[19-20],即使在注射对比剂前扫描失败,也可在注射对比剂之后再行扫描。

综上所述,MRS、IDEAL-IQ 均可精确测量脂肪肝的脂肪含量,但 MRS 扫描时间较长,后处理复杂、费时;IDEAL-IQ 操作简便、扫描用时短,且 IDEAL-IQ 测量脂肪含量具有较高的稳定性,具有较广阔的临床应用前景。

参考文献:

- [1] Angulo P. GI Epidemiology: nonalcoholic fatty liver disease[J]. Aliment Pharmacol Ther, 2007, 25(8): 883-889.
- [2] Yokoo T, Shieh-morteza M, Hamilton G, et al. Estimation of hepatic proton-density fat fraction by using MR imaging at 3.0 T[J]. Radiology, 2011, 258(3): 749-759.
- [3] Ma X, Holalkere NS, Kambadakone RA, et al. Imaging-based quantification of hepatic fat: methods and clinical. Applications[J]. Radiographics, 2009, 29(5): 1253-1277.
- [4] Parente DB, Rodrigues RS, Paiva FF, et al. Is MR spectroscopy really the best MR-based method for the evaluation of fatty liver in diabetic patients in clinical practice? [J]. PLoS One, 2014, 9(11):

- e112574.
- [5] 梁长虹,徐莉,刘再毅,等. 在体肝脏 3.0T ^1H -MR 波谱匀场及抑水影响因素探讨[J]. 中华放射学杂志,2009,43(7):739-742.
- [6] Regnell SE, Peterson P, Trinh L, et al. Magnetic resonance imaging reveals altered distribution of hepatic fat in children with type 1 diabetes compared to controls[J]. Metabolism, 2015, 64(8):872-878.
- [7] Irwan R, Edens MA, Sijens PE. Assessment of the variations in fat content in normal liver using a fast MR imaging method in comparison with results obtained by spectroscopic imaging[J]. Eur Radiol, 2008, 18(4):806-813.
- [8] Machann J, Thamer C, Schnoedt B, et al. Hepatic lipid accumulation in healthy subjects: a comparative study using spectral fat-selective MRI and volume-localized ^1H -MR spectroscopy[J]. Magn Reson Med, 2006, 55(4):913-917.
- [9] 范明霞,田建明,陆建平,等. 活体 ^1H 磁共振波谱分析在大鼠脂肪肝中应用价值的初步研究[J]. 中国医学影像技术,2004,20(10):1503-1505.
- [10] Kukuk GM, Hittatiya K, Sprinkart AM, et al. Comparison between modified Dixon MRI techniques, MR spectroscopic relaxometry, and different histologic quantification methods in the assessment of hepatic steatosis[J]. Eur Radiol, 2015, 25(10):2869-2879.
- [11] Stareuk Z, Jr Starcuk Z, Mlynarik V, et al. Low-power water suppression by hyperbolic secant pulses with controlled offsets and delays (WASHCODE)[J]. J Magn Reson, 2001, 152(2):168-178.
- [12] 郭若泪,唐文杰,朱叶青,等. 磁共振 IDEAL-IQ 序列对肝脏脂肪变性和铁过载的诊断价值[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2015, 36(5):689-692.
- [13] 韩海伟,韩成坤,汪敬群,等. 三回波梯度回波序列与 ^1H -MRS 在大鼠肝内脂肪含量测定中的应用[J]. 临床放射学杂志,2014,33(6):929-932.
- [14] Lee SJ, Yu SM. Effectiveness evaluation of the fat percentage determination in multi-echo T_2 -corrected single-voxel spectroscopy by comparing the 3-point Dixon and the 6-point interference Dixon techniques[J]. Appl Magn Reson, 2014, 45(11):1333-1342.
- [15] Chiang HJ, Lin LH, Li CW, et al. Magnetic resonance fat quantification in living donor liver transplantation[J]. Transplant Proc, 2014, 46(3):666-668.
- [16] Karcaaltincaba M, Idilman I, Celik A. Focal sparing of iron and fat in liver tissue in patients with hemosiderosis: diagnosis with combination of R_2^* relaxometry and proton density fat fraction calculation by MRI[J]. Diagn Interv Radiol, 2011, 17(4):323-327.
- [17] 刘伟,邸强,赖云耀,等. 采用 3.0T MR 不同分析方法进行体外模型脂肪定量分析的价值[J]. 中华放射学杂志,2014,48(12):1033-1037.
- [18] Tang A, Tan J, Sun M, et al. Nonalcoholic fatty liver disease: MR imaging of liver proton density fat fraction to assess hepatic steatosis[J]. Radiology, 2013, 267(2):422-431.
- [19] Ge M, Zhang J, Wu B, et al. Effect of gadolinium on hepatic fat quantification using multi-echo reconstruction technique with T_2^* correction and estimation[J]. Eur Radiol, 2016, 26(6):1913-1920.
- [20] Liao J, Shiehorteza M, Girard OM, et al. Evaluation of MRI fat fraction in the liver and spine pre and post SPIO infusion[J]. Magn Reson Imaging, 2013, 31(6):1012-1016.

(收稿日期:2017-01-10 修回日期:2017-03-30)

下期要目

乳腺影像学专题

AIP 与胰腺癌的鉴别诊断征象分析

原发性脾血管肉瘤的 CT、超声及病理对照研究

小儿炎性肌纤维母细胞瘤 CT/MRI 表现分析

卵巢未成熟畸胎瘤的 CT 表现特征

儿童松果体区肿瘤的临床及影像学特征

桥脑弥散内生型胶质瘤行为抑制减低患儿静息态功能 MRI 的研究

伴有踝关节外侧副韧带损伤的慢性外侧踝关节不稳患者距骨软骨的 T_2 -mapping 评估

64 层螺旋 CT 冠脉血管成像最佳重建时相与心率关系的研究

真实稳态进动快速成像在脂肪肝诊断中的临床应用