

·临床研究·

医师资历和 ROI 设置对 IDEAL-IQ 评价肝脏脂肪含量的影响

洪居陆¹ 贺小红¹ 李慧² 陈婉雯¹ 曾成龙¹ 吴李贤³ 卢瑞梁¹ 高明勇¹

¹ 佛山市第一人民医院(中山大学附属佛山医院)医学影像科 528000; ² 佛山市第一人民医院(中山大学附属佛山医院)肿瘤中心放疗科 528000; ³ 佛山市第一人民医院(中山大学附属佛山医院)感染科 528000

通信作者: 高明勇, Email: gmyong163@163.com

【摘要】目的 探讨医师资历和感兴趣区(ROI)设置对非对称回波三点法水脂分离-定量测定(IDEAL-IQ)评价肝脏脂肪含量的影响。**方法** 选取2017年1月至3月于佛山市第一人民医院43例疑诊为脂肪肝患者[男性39例、女性4例,年龄(40.37±14.65)岁]的IDEAL-IQ数据,由3位医师以3种ROI面积(10、25、50 mm²)测定肝脏质子密度脂肪含量(PDFF)。由1位医师分别以距离肝脏包膜10、20、30 mm为中心勾画50 mm² ROI测定PDFF。符合正态分布且方差齐的计量资料采用单因素方差分析。采用SPSS 17.0信度分析检验同一医师按不同面积ROI重复测定同组资料的一致性及不同医师按同一ROI面积重复测定同组资料的一致性。采用组内相关系数(ICC)比较检验结果的重复性。 α 系数>0.8且ICC>0.75表示可信度和可重复性均高。**结果** 同一位医师按3种ROI面积测定的PDFF分别为(14.17±8.40)%、(13.49±8.42)%和(13.25±8.39)%,差异无统计学意义($F=0.138$, $P=0.871$)。3位医师按同一ROI面积测定的PDFF分别为(14.10±8.81)%、(12.75±8.48)%和(14.06±8.22)%,差异无统计学意义($F=0.352$, $P=0.704$)。同一位医师按3种ROI面积和3位医师按同一ROI面积测定的2组PDFF数据的 α 系数均>0.8且ICC均>0.75。距离肝脏包膜10、20、30 mm处测定的PDFF的差异无统计学意义。**结论** 医师资历和ROI设置对IDEAL-IQ评价肝脏PDFF无影响,其具有极高的可信度和可重复性。

【关键词】 磁共振成像; 肝脏; 脂肪; 资历; 感兴趣区

基金项目: 佛山市医学重点专科培育项目(Fspy3-2015013); 佛山市自筹经费类科技计划项目(医学类科技攻关)(1920001000891)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-201903046-00040](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201903046-00040)

Radiologists' qualifications and regions of interest settings to evaluate liver fat by IDEAL-IQ sequence

Hong Julu¹, He Xiaohong¹, Li Hui², Chen Wanwen¹, Zeng Chenglong¹, Wu Lixian³, Lu Ruiliang¹, Gao Mingyong¹

¹Department of Medical Imaging, the First People's Hospital of Foshan (the Affiliated Foshan Hospital of Sun Yat-sen University), Foshan 528000, China; ²Department of Radiotherapy for Tumor Center, the First People's Hospital of Foshan (the Affiliated Foshan Hospital of Sun Yat-sen University), Foshan 528000, China; ³Department of Infectious Disease, the First People's Hospital of Foshan (the Affiliated Foshan Hospital of Sun Yat-sen University), Foshan 528000, China

Corresponding author: Gao Mingyong, Email: gmyong163@163.com

【Abstract】Objective To explore the effect of radiologists' qualifications and region of interest (ROI) settings on the evaluation of liver proton density fat fraction (PDFF) by iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation and image quantification (IDEAL-IQ). **Methods** A total of 43 patients (39 males and 4 females, 40.37±14.65 years old) underwent 3D IDEAL-IQ scanning by a GE Discovery MR750W 3.0 T MRI scanner at the First People's Hospital of Foshan. PDFFs were determined on fat fraction maps by three different

radiologists with ROIs of 10, 25, and 50 mm². When the measurement data showed a normal distribution and the variance was homogeneous, one-way ANOVA was used for statistical analysis. The consistency of the same group of data measured repeatedly by the same researcher according to the ROI of different areas with that measured by different radiologists was evaluated via reliability analysis by using SPSS 17.0. Intra-group correlation coefficients (*ICC*) were used to compare the repeatability of the test results. In this work, $\alpha > 0.8$ and $ICC > 0.75$ were used to demonstrate high reliability and repeatability. **Results** The PDFFs measured with three different ROIs by the same doctor were (14.17±8.40)%, (13.49±8.42)%, and (13.25±8.39)%, respectively. There was not significant difference ($F=0.138$, $P=0.871$). The PDFFs measured by three doctors according to the same ROI respectively were (14.10±8.81)%, (12.75±8.48)% and (14.06±8.22)%, respectively. The difference was not statistically significant ($F=0.352$, $P=0.704$). The same radiologists determined the same group of data on the fat fraction maps with different ROIs, and reliability analysis indicated $\alpha > 0.8$ and $ICC > 0.75$. These results indicate that the determination of PDFFs with different ROIs has high reliability and repeatability. The three radiologists then measured the same group of data on fat fraction maps with the same ROI, and reliability analysis indicated $\alpha > 0.8$ and $ICC > 0.75$. Differences between the PDFFs measured at 10, 20, and 30 mm involved the vertical distance between the center of the ROI and the hepatic envelope. **Conclusions** Radiologists' qualifications and ROI settings have no effect on the IDEAL-IQ sequence evaluation of liver PDFF. Measurements made under different qualifications and ROIs by using the IDEAL-IQ technique have high reliability and repeatability.

【 Key words 】 Magnetic resonance imaging; Liver; Fat; Qualification; Regions of interest

Fund programs: Foshan Key Medical Specialty Training Project (Fspy3-2015013); Self-Financing Science and Technology Project of Foshan (Medicine Science and Technology Research) (1920001000891)

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-201903046-00040](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201903046-00040)

脂肪肝是一种常见的代谢性疾病,是导致各类慢性肝脏疾病的首要病因^[1]。早期如不干预,脂肪肝可转变为脂肪性肝炎,进而发展成为肝硬化,甚至肝癌^[2-3]。因此,早期动态监测及定量评价肝脏脂肪含量有重要的临床意义^[4-5]。无创性定量评价肝脏脂肪含量的方法是目前临床研究的热点之一^[6-8]。MRI非对称回波三点法水脂分离-定量测定(iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation and image quantification, IDEAL-IQ)方法是近年出现的一种无创性定量评估肝脏质子密度脂肪含量(proton density fat fraction, PDFF)的新技术,临床应用研究报道仍较少^[9-11]。对MRI新技术的可重复性研究亦是目前的研究热点^[12-14]。我们通过分析医师资历(工作经历)和ROI设置,评价IDEAL-IQ技术对肝脏PDFF的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2017年1月至3月于佛山市第一人民医

院疑诊为脂肪肝的患者89例,均接受IDEAL-IQ扫描。纳入标准:①体重指数(body mass index, BMI)≥23 kg/m²;②超声和(或)瞬时弹性成像怀疑脂肪肝。排除标准:①BMI<23 kg/m²;②IDEAL-IQ扫描时屏气不佳,图像出现呼吸移动伪影;③肝脏病变,包括结节和(或)肿瘤、局灶性脂肪肝、肝硬化等。根据上述标准,排除BMI<23 kg/m²的患者27例、肝脏病变16例、呼吸伪影3例,剩余43例纳入本研究,其中男性39例、女性4例,年龄(40.37±14.65)岁。患者病史及化验结果:有饮酒史者12例、肝功能(谷丙转氨酶/谷草转氨酶/谷氨酰转肽酶)异常31例、高尿酸血症33例、高脂血症31例、糖尿病史12例、高血压病史11例、肌酐水平升高2例,其中97.7%的患者至少有上述1项指标异常;IDEAL-IQ诊断为脂肪肝41例。

1.2 仪器与扫描方法

采用美国GE公司Discovery MR 750W 3.0 T超导MRI扫描仪、腹部线圈和呼吸门控技术。检查前对患者进行呼吸训练,向其讲述屏气的技巧,并

强调屏气对本次检查的重要性,得到患者的理解和配合,屏气时间需超过 20 s。扫描范围:根据三维容积定位,轴位扫描覆盖整个肝脏,腹部线圈中心定位于剑突中心,呼吸门控软管放于肚脐平面。所有患者均于检查前签署了知情同意书。

腹部常规序列选取横轴位 T1 加权成像(内插快速扰相梯度回波:回波时间 1.8 ms,恢复时间 4 ms,激励次数 0.69,翻转角 12°)、T2 加权成像(快速自旋回波并行采集技术:回波时间 78 ms,恢复时间 10 000 ms,反转时间 165 ms,回波链长度 18,激励次数 2.00,带宽 83.33)和弥散加权成像(平面回波成像:b=0 和 1000,回波时间 63.3 ms,恢复时间 10 000 ms,激励次数 8.00),层厚均为 6 mm,层间距为 0 mm。

三维 IDEAL-IQ 序列主要参数:兼容并行采集技术,实现二维并行采集加速,回波链长度 3,分 2 次采集,每次采集 3 个回波,共有 6 个不同时间的回波(最小回波时间 1 ms,最大回波时间 5 ms)。翻转角 4° 、重复时间 7.3 ms、激励次数 0.50、层厚 7 mm、层间距 0 mm、扫描时间 19 s。

可重复性研究在肝左叶外侧段、肝左叶内侧段、肝右叶前段和肝右叶后段显示较好的层面的 4 个位置手工勾画 ROI。勾画 ROI 时,至少距离肝脏包膜约 10 mm,注意避开大静脉和大胆管。医师内部的可重复性:由同一位医师独立在 43 例患者的肝脏脂肪分量图上手工勾画 ROI(图 1),ROI 面积分别为 10 mm^2 (图 1 中 A)、 25 mm^2 (图 1 中 B)和 50 mm^2 (图 1 中 C),分别记录 PDFF,共 172 个。医师间的可重复性:由 3 位医师(医师 A、B、C)分别独立勾画 ROI,方法同上,记录 PDFF。

ROI 位置与肝脏包膜的关系:由 1 位医师(C)在肝右叶后上段勾画圆形 ROI(图 2),面积为 50 mm^2 ,圆心与肝脏包膜的垂直距离分别为 10、20、30 mm,每个距离的 ROI 分别测 3 次,取平均值,记录 PDFF。

1.3 图像分析

由 3 位不同资历(工作经历)的医师[医师 A(1 年)、医师 B(5 年)和医师 C(11 年)]在未知患者是否有脂肪肝的情况下,利用 MR 设备配置的后处理工作站(AW Volume 5)Viewer 功能,独立对脂肪分量图进行 PDFF 测定。3 位医师均在参与本研究前接受了 IDEAL-IQ 技术的应用培训,掌握肝脏 PDFF 测定的位置及技巧,并能熟练测量。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 17.0 软件对数据进行统计学分析。符合正态分布的定量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,定性资料以百分数表示。方差齐的计量资料采用单因素方差分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。采用 SPSS 17.0 信度分析检验同一医师按不同 ROI 面积重复测定同组资料的一致性,及不同医师按同一 ROI 面积重复测定同组资料的一致性,alpha 系数 > 0.8 表示可信度极高。使用组内相关系数(intra-class correlation coefficient, ICC)比较检验结果的重复性,ICC > 0.75 表示重复性非常高^[14]。

2 结果

同一位医师按 3 种 ROI 面积测定的 PDFF 分别为 $(14.17 \pm 8.40)\%$ 、 $(13.49 \pm 8.42)\%$ 和 $(13.25 \pm 8.39)\%$,差异无统计学意义($F=0.138$, $P=0.871$)。3 位医师按同一 ROI 面积测定的 PDFF 分别为 $(14.10 \pm 8.81)\%$ 、 $(12.75 \pm 8.48)\%$ 和 $(14.06 \pm 8.22)\%$,差异无统计学意义($F=0.352$, $P=0.704$)。3 位医师和 3 种 ROI 面

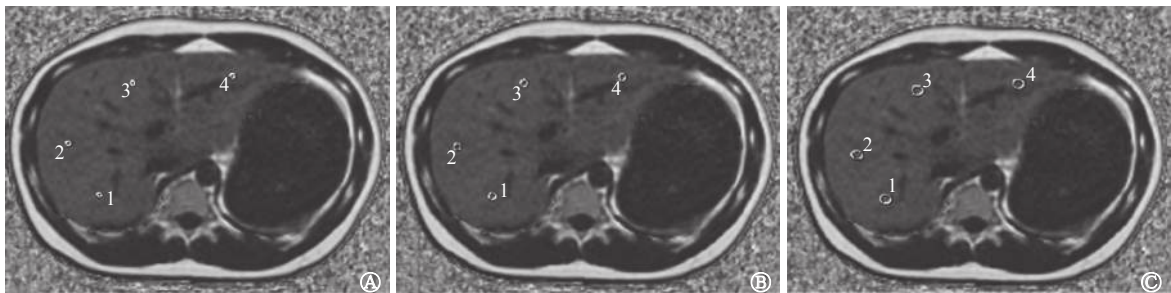


图 1 同一位医师手工勾画 3 种面积 ROI 的肝脏脂肪分量 MRI 图像 患者男性,30 岁,体重指数为 31.1 kg/m^2 ,有肝功能异常、高脂血症病史,IDEAL-IQ 诊断为重度脂肪肝,PDFF 约为 28.3% 图中, A: ROI 面积为 10 mm^2 ; B: ROI 面积为 25 mm^2 ; C: ROI 面积为 50 mm^2 。ROI: 感兴趣区; MRI: 磁共振成像; IDEAL-IQ: 非对称回波三点法水脂分离-定量测定; PDFF: 质子密度脂肪含量

Fig. 1 The fat fraction of the liver was manually delineated three regions of interest by the same doctor (male, 30 years old)

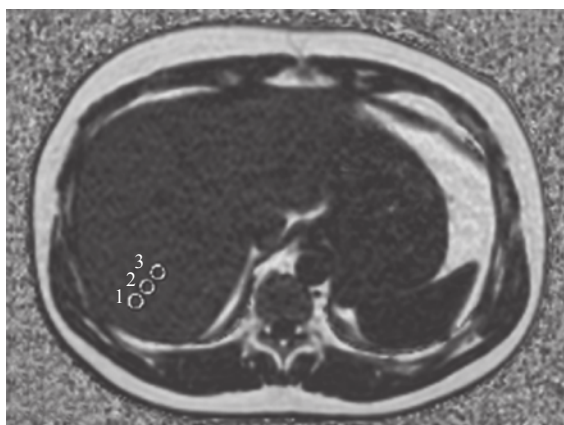


图 2 手工勾画 ROI 的肝脏脂肪分量 MRI 图像 脂肪肝患者, 男性, 18 岁, 体重指数为 27.0 kg/m^2 , 有尿酸血症、肝功能异常病史, IDEAL-IQ 诊断为中度脂肪肝, PDFF 约为 11.0%。于肝右叶后上段勾画圆形 ROI, ROI 面积为 50 mm^2 , 圆心与肝脏包膜的垂直距离分别为 10、20、30 mm。ROI: 感兴趣区; MRI: 磁共振成像; IDEAL-IQ: 非对称回波三点法水脂分离-定量测定; PDFF: 质子密度脂肪含量

Fig. 2 The fat fraction of the liver was manually delineated the regions of interest (male, 18 years old)

积的 PDFF 及其比较见表 1 和表 2。

对表 1 和表 2 中的数据进行可信度和可重复性分析, 同一位医师分别以 ROI 面积 10、25、 50 mm^2 测定同一组资料, alpha 系数均 >0.8 且 ICC 均 >0.75 , 这说明在不同 ROI 面积下测定的 PDFF 有很高的可信度和可重复性; 3 位医师分别在同一 ROI 面积下测定同一组资料, alpha 系数均 >0.8 且 ICC 均 >0.75 , 这说明不同医师在同一 ROI 面积下测定的 PDFF 亦有很高的可信度和可重复性。

于肝右叶后上段距离肝脏包膜 10、20、30 mm 处测定的 PDFF 分别为 $(9.54 \pm 12.84)\%$ 、 $(9.68 \pm 13.27)\%$ 和 $(10.50 \pm 12.79)\%$, 差异无统计学意义 ($F=0.032$, $P=0.968$)。

3 讨论

3.1 IDEAL-IQ 技术临床应用优势

MRI 脂肪测定技术^[15] 主要包括基于磁共振波普成像技术和基于脂肪敏感 MRI 技术的肝脏脂肪量化法^[16]。磁共振波普成像是通过计算波谱中脂质峰的 AUC 得到 PDFF, 步骤较繁琐, 且单次采集只能覆盖小区域的肝脏, 限制了其临床的广泛应用^[16]。同反相位水脂分离技术容易受到磁场不均匀的影响, 尤其是肝内铁元素的影响, 导致其对轻度级别的脂肪肝定量评价产生偏差, 且 PDFF 需要通过相关公式计算获得, 较为繁琐。IDEAL 技术可以克服磁场的轻度不均匀获得肝脏的 PDFF, 但其采集时间较长, 难以对全肝 PDFF 进行一站式定量分析。IDEAL-IQ 是在 IDEAL 技术上改良的三维序列, 通过 1 次屏气扫描可以获得全肝的脂肪分量、 $R2^*$ 、水相、脂相、同相位和反相位等 6 个序列图像, 在脂肪分量图上即可测出 PDFF, 无需复杂繁琐的后处理及校正步骤, 也无需借助公式计算, 有良好的临床应用前景^[10]。

3.2 IDEAL-IQ 技术临床应用的重复性分析

IDEAL-IQ 技术在临床上尚未被广泛推广应

表 1 同一医师测定 3 种不同 ROI 面积的 PDFF 及其比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Proton density fat fraction and test results of three regions of interest areas measured by the same radiologists ($\bar{x} \pm s$)

医师	ROI(mm^2)			F 值	P 值	alpha 系数	ICC
	10	25	50				
A	14.78±8.84	14.03±8.76	13.49±8.87	0.232	0.793	0.998	0.994
B	13.15±8.77	12.59±8.45	12.51±8.38	0.070	0.932	0.994	0.981
C	14.59±8.02	13.84±8.42	13.76±8.30	0.131	0.877	0.997	0.992

注: 表中, ROI: 感兴趣区; PDFF: 质子密度脂肪含量; ICC: 组内相关系数

表 2 不同医师测定同一 ROI 面积的 PDFF 及其比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Proton density fat fraction and test results of the same regions of interest areas measured by different radiologists ($\bar{x} \pm s$)

ROI(mm^2)	医师			F 值	P 值	alpha 系数	ICC
	A	B	C				
10	14.78±8.84	13.15±8.77	14.59±8.02	0.469	0.627	0.982	0.951
25	14.03±8.76	12.59±8.45	13.84±8.42	0.361	0.697	0.985	0.957
50	13.49±8.87	12.51±8.38	13.76±8.30	0.256	0.775	0.984	0.953

注: 表中, PDFF: 质子密度脂肪含量; ROI: 感兴趣区; ICC: 组内相关系数

用,可供借鉴的经验不多^[9-11],尚未见对于不同医师测定同一病例 PDFF 可信度的相关报道。这是临床医师关心和需要影像科解决的问题,也是本技术推广应用的关键问题。为解决这个问题,我们设计了同一组 IDEAL-IQ 肝脏脂肪分量图,由3位不同资历的医师在同一位置以同一 ROI 面积测定,其 PDFF 的差异无统计学意义。3人测定 PDFF 的 alpha 系数均 >0.8 ,这说明可信度非常高;3人测定 PDFF 的 ICC 均 >0.75 ,这说明可重复性很高。因此,在经过 IDEAL-IQ 技术临床应用的培训后,无论医师的资历高低,其测定的 PDFF 均有高度的一致性,可信度高。

焦志云等^[9]认为,应用 IDEAL-IQ 测定肝脏 PDFF 时,ROI 面积应 $>200\text{ mm}^2$,并应尽可能取大的有效 ROI,测定位置为肝 I~VIII 段中心,共8个 ROI。郭若汨等^[10]在应用 IDEAL-IQ 测定 PDFF 时,选取肝门层面肝右叶前段,ROI 面积为 10 mm^2 。而 Serai 等^[11]认为,为避免呼吸移动伪影的影响,PDFF 测定位置应选定在肝 VII 段,ROI 面积尽可能大。上述研究者均认为 PDFF 测定时应避开较大的胆管和血管。为解决究竟 ROI 面积多大时 IDEAL-IQ 测定肝脏 PDFF 的可信度高且可重复性高这个问题,我们在肝门层面选取肝左叶外侧段、肝左叶内侧段、肝右叶前段和肝右叶后段等4个位置,分别设计 10 、 25 、 50 mm^2 等3种不同面积 ROI,让同一位医师分别测定,结果显示 PDFF 的差异无统计学意义。本研究结果亦显示,在 ROI 面积 $\leq 50\text{ mm}^2$ 时,PDFF 测定的可信度和可重复性均很高。

3.3 ROI 位置与肝脏包膜关系对 PDFF 测定影响的分析

在 IDEAL-IQ 临床应用中,我们常常比较困惑,ROI 距离肝脏包膜多远,PDFF 测定才不容易出现呼吸移动伪影。本研究选定在肝右叶后上段^[11],距离肝脏包膜 10 、 20 、 30 mm 处为圆心勾画 50 mm^2 的圆形 ROI,结果显示,测定 PDFF 的差异无统计学意义。因此,我们认为,在图像无呼吸移动伪影的条件下,ROI 不超出肝脏包膜且避开肉眼可见较大的胆管和血管,测定的 PDFF 均可符合技术要求。

3.4 本研究的不足

我们设置的 ROI 面积较小,未将 100 、 200 mm^2 和全肝面积等较大面积的 ROI 纳入研究。但我们认为,ROI 面积过大,尤其是肝脏脂肪变性级别较

低时,图像的对比度和分辨率均较差,很难分清较大的胆管和血管,这可能导致 PDFF 测定值偏小。因此,我们采用多位置、较小面积的 ROI,这可能更有利于反映肝细胞的真实情况。

综上所述,医师资历及 ROI 设置对 IDEAL-IQ 评价肝脏 PDFF 无影响,可信度和可重复性均很高,有利于该技术在临床推广应用。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 洪居陆负责试验的设计、数据的测量、论文的撰写;贺小红负责扫描技术和论文的指导;李慧负责临床资料的整理、数据的处理;陈婉雯和曾成龙负责数据的测量;吴李贤负责临床患者的筛查和诊断;卢瑞梁负责患者的扫描安排、扫描技术的指导;高明勇负责试验的协调与指导、论文的审阅。

参 考 文 献

- [1] Leitão HS, Paulino C, Rodrigues D, et al. MR Fat Fraction Mapping: A Simple Biomarker for Liver Steatosis Quantification in Nonalcoholic Fatty Liver Disease Patients[J]. *Acad Radiol*, 2013, 20(8): 957-961. DOI: [10.1016/j.acra.2013.05.004](https://doi.org/10.1016/j.acra.2013.05.004).
- [2] Wieland AC, Mettler P, McDermott MT, et al. Low Awareness of Nonalcoholic Fatty Liver Disease Among Patients at High Metabolic Risk[J]. *J Clin Gastroenterol*, 2015, 49(1): e6-e10. DOI: [10.1097/MCG.0000000000000075](https://doi.org/10.1097/MCG.0000000000000075).
- [3] Ehman RL. Science to Practice: Can MR Elastography Be Used to Detect Early Steatohepatitis in Fatty Liver Disease?[J]. *Radiology*, 2009, 253(1): 1-3. DOI: [10.1148/radiol.2531091040](https://doi.org/10.1148/radiol.2531091040).
- [4] Deng J, Fishbein MH, Rigsby CK, et al. Quantitative MRI for hepatic fat fraction and T_2^* measurement in pediatric patients with non-alcoholic fatty liver disease[J]. *Pediatr Radiol*, 2014, 44(11): 1379-1387. DOI: [10.1007/s00247-014-3024-y](https://doi.org/10.1007/s00247-014-3024-y).
- [5] 贺鹏,任波,李玲,等.剪切波弹性成像技术在非酒精性脂肪性肝病诊断及肝纤维化分级中应用的初步研究[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2017, 28(9): 637-641. DOI: [10.3969/j.issn.1008-1062.2017.09.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-1062.2017.09.009).
He P, Ren B, Li L, et al. Preliminary study of shear wave elastography in the application in diagnosis and grading of nonalcoholic fatty liver disease[J]. *J China Clin Med Imaging*, 2017, 28(9): 637-641. DOI: [10.3969/j.issn.1008-1062.2017.09.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-1062.2017.09.009).
- [6] 马静,宋志强,宋琼,等. T_2^* 校正的多回波 Dixon 技术定量分析非酒精性脂肪肝的临床应用研究[J]. *放射学实践*, 2014, 29(4): 423-427. DOI: [10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.04.022](https://doi.org/10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.04.022).
Ma J, Song ZQ, Song Q, et al. Quantitative analysis of the degree of nonalcoholic fatty liver disease with T_2^* -corrected multi-echo Dixon technique of MRI[J]. *Radiol Pract*, 2014,

- 29(4): 423-427. DOI: [10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.04.022](https://doi.org/10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.04.022).
- [7] 张显怡, 纪若云, 蔡小丽, 等. 3.0T 磁共振弹性成像评价非酒精性脂肪肝及预测脂性肝炎[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2019, 30(12): 859-892. DOI: [10.12117/jccmi.2019.12.006](https://doi.org/10.12117/jccmi.2019.12.006).
Zhang XY, Ji RY, Cai XL, et al. Evaluation of non-alcoholic fatty liver disease and prediction of liver fibrosis by 3.0T magnetic resonance elastography[J]. *J Chin Clin Med Imaging*, 2019, 30(12): 859-892. DOI: [10.12117/jccmi.2019.12.006](https://doi.org/10.12117/jccmi.2019.12.006).
- [8] 赵黎明, 王益双, 印隆林, 等. T2*校正的双反转角梯度三回波技术与¹H-MRS对肝脏脂肪含量定量分析的对照研究[J]. *实用放射学杂志*, 2020, 36(1): 115-119. DOI: [10.3969/j.issn.1002-1671.2020.01.029](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1671.2020.01.029).
Zhao LM, Wang YS, Yin LL, et al. Quantification of liver fat content: comparison of T2*-corrected dual flip angles gradient triple-echo sequences and ¹H-MRS[J]. *J Pract Radiol*, 2020, 36(1): 115-119. DOI: [10.3969/j.issn.1002-1671.2020.01.029](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1671.2020.01.029).
- [9] 焦志云, 李澄, 何玲, 等. 运用 3.0 T 磁共振 IDEAL-IQ 技术进行肝脏脂肪定量分析的可行性研究 [J/OL]. *中华临床医师杂志 (电子版)*, 2015, 9(19): 3516-3520[2019-03-20]. <http://d.wanfangdata.com.cn/periodical/zhlcyszz201519008>. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2015.19.008.
Jiao ZY, Li C, He L, et al. Feasibility of liver fat quantification using IDEAL-IQ imaging at 3.0 T MR[J/OL]. *Chin J Clin (Electron Ed)*, 2015, 9(19): 3516-3520[2019-03-20]. <http://d.wanfangdata.com.cn/periodical/zhlcyszz201519008>. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2015.19.008.
- [10] 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. DOI: [10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ\(med.sci\).2015.0111](https://doi.org/10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2015.0111).
Guo RM, Tang WJ, Zhu YQ, et al. Diagnostic Value of MRI IDEAL-IQ Sequence to Hepatic Steatosis and Hepatic Iron-overloaded[J]. *J Sun Yat-Sen Univ(Med Sci)*, 2015, 36(5): 689-692. DOI: [10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ\(med.sci\).2015.0111](https://doi.org/10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2015.0111).
- [11] Serai SD, Dillman JR, Trout AT. Proton Density Fat Fraction Measurements at 1.5- and 3-T Hepatic MR Imaging: Same-Day Agreement among Readers and across Two Imager Manufacturers[J]. *Radiology*, 2017, 284(1): 244-254. DOI: [10.1148/radiol.2017161786](https://doi.org/10.1148/radiol.2017161786).
- [12] 陈世林, 陈鑫, 钟丽珊, 等. 正常肝脏体素内不相干运动磁共振扩散加权成像的可行性及可重复性研究[J]. *实用放射学杂志*, 2014, 30(4): 623-626. DOI: [10.3969/j.issn.1002-1671.2014.04.021](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1671.2014.04.021).
Chen SL, Chen X, Zhong LS, et al. Feasibility of magnetic resonance diffusion-weighted intravoxel incoherent motion imaging and its reproducibility in normal liver[J]. *J Pract Radiol*, 2014, 30(4): 623-626. DOI: [10.3969/j.issn.1002-1671.2014.04.021](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1671.2014.04.021).
- [13] 娄昕, 吴冰, 黄点点, 等. 正常成人后循环脑区动脉自旋标记灌注成像的可重复性研究[J]. *中华放射学杂志*, 2014, 48(2): 151-154. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2014.02.016](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2014.02.016).
Lou X, Wu B, Huang DD, et al. Inter-scanner reliability and reproducibility of three dimensional pseudo-continuous arterial spinlabeling MR perfusion of posterior circulation territory in healthy adults[J]. *Chin J Radiol*, 2014, 48(2): 151-154. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2014.02.016](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2014.02.016).
- [14] 刘再毅, 陈鑫, 颜丽芬, 等. b 值对肝脏磁共振扩散加权成像 ADC 值及其可重复性的影响[J]. *中国医学影像学杂志*, 2013, 21(5): 370-373. DOI: [10.3969/j.issn.1005-5185.2013.05.016](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-5185.2013.05.016).
Liu ZY, Chen X, Yan LF, et al. Effect of b Value on ADC Value and Its Repeatability in Hepatic Magnetic Resonance Diffusion Weighted Imaging[J]. *Chin J Med Imaging*, 2013, 21(5): 370-373. DOI: [10.3969/j.issn.1005-5185.2013.05.016](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-5185.2013.05.016).
- [15] 孟颖, 梁宇霆. 定量诊断脂肪肝的影像学研究进展[J]. *国际医学放射学杂志*, 2014, 37(1): 28-32. DOI: [10.3874/j.issn.1674-1897.2014.01.Z0104](https://doi.org/10.3874/j.issn.1674-1897.2014.01.Z0104).
Meng Y, Liang YT. Imaging progress of quantitative diagnosis of fatty liver[J]. *Int J Med Radiol*, 2014, 37(1): 28-32. DOI: [10.3874/j.issn.1674-1897.2014.01.Z0104](https://doi.org/10.3874/j.issn.1674-1897.2014.01.Z0104).
- [16] 王梓, 胡道予. 量化评价非酒精性脂肪性肝病患者肝脏脂肪含量的研究进展[J]. *临床肝胆病杂志*, 2013, 29(12): 894-896. DOI: [10.3969/j.issn.1001-5256.2013.12.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-5256.2013.12.005).
Wang Z, Hu DY. Research advances in quantitative evaluation of liver fat in patients with nonalcoholic fatty liver disease[J]. *J Clin Hepatol*, 2013, 29(12): 894-896. DOI: [10.3969/j.issn.1001-5256.2013.12.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-5256.2013.12.005).

(收稿日期: 2019-03-21)



微信公众号



官网二维码