

· 论著 ·

磁共振多回波Dixon技术在肥胖儿童肝脏脂肪含量定量评估中的敏感性、特异性分析

姬士军* 刘 丽 彭 霞 李志菊

信阳一五四医院放射科 (河南 信阳 464000)

【摘要】目的 研究肥胖儿童肝脏脂肪含量定量评估中应用磁共振多回波Dixon技术的诊断敏感性、特异性。方法 研究对象为2020年1月-2022年6月我院收治的108例肥胖儿童,并分为甲组(单纯肥胖)、乙组(合并脂肪肝但肝功能正常)、丙组(合并脂肪肝且肝功能异常),另以同期在我院进行体检的40名健康儿童为对照组,所有儿童均进行体格检查、实验室检查及超声、磁共振多回波Dixon序列检查。结果 健康儿童体重指数(BMI)低于肥胖儿童($P<0.05$);对照组与甲组、乙组、丙组PDFF值比较差异有统计学意义($P<0.05$),甲组PDFF值高于对照组,乙组PDFF值高于甲组,丙组PDFF值高于乙组,乙组PDFF值高于对照组,丙组PDFF值高于对照组,丙组PDFF值高于甲组($P<0.05$);PDFF值与腰围、BMI、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、空腹胰岛素(FINS)、胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)、甘油三酯(TG)为正相关关系($P<0.01$),与AST/ALT、高密度脂蛋白(HDL)为负相关关系($P<0.01$);PDFF值鉴别诊断对照组与甲组的敏感度、特异度分别为0.693、0.666,鉴别诊断甲组与乙组的敏感度、特异度分别为0.770、0.791,鉴别诊断乙组与丙组的敏感度、特异度分别为0.828、0.809。结论 磁共振多回波Dixon技术能够有效显示肥胖儿童肝脏脂肪浸润,其PDFF值诊断患儿肝脏脂肪浸润程度具有较高的敏感性与特异性。

【关键词】肥胖儿童;肝脏脂肪含量;磁共振成像;多回波Dixon技术

【中图分类号】R541.4; R814.4

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2023.09.025

Sensitivity and Specificity Analysis of Multi-echo Dixon Technique in Quantitative Assessment of Liver Fat Content in Obese Children

JI Shi-jun*, LIU Li, PENG Xia, LI Zhi-ju.

Radiology Department of Xinyang 154 Hospital, Xinyang 464000, Henan Province, China

Abstract: Objective To study the diagnostic sensitivity and specificity of multi-echo Dixon technique in quantitative assessment of liver fat content in obese children. **Methods** 108 obese children admitted to our hospital from January 2020 to June 2022 were divided into group A (simple obesity), group B (combined with fatty liver but normal liver function) and group C (combined with fatty liver and abnormal liver function). In addition, 40 healthy children who underwent physical examination in our hospital during the same period were used as the control group. All children underwent physical examination, laboratory examination and multi-echo Dixon sequence examination of ultrasound and magnetic resonance. **Results** The body mass index (BMI) of healthy children was lower than that of obese children ($P<0.05$); There were significant differences in PDFF values between the control group and groups A, B and C ($P<0.05$), PDFF value in group A was higher than that in control group, PDFF value in group B was higher than that in group A, PDFF value in group C was higher than that in group B, PDFF value in group C was higher than that in control group, PDFF value in group C was higher than that in group A ($P<0.05$); PDFF value was positively correlated with waist circumference, BMI, alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), fasting insulin (FINS), insulin resistance index (HOMA-IR) and triglyceride (TG) ($P<0.05$), was negatively correlated with AST/ALT and high-density lipoprotein (HDL) ($P<0.05$); The sensitivity and specificity of PDFF values were 0.693 and 0.666 in the differential diagnosis of control group and group A, 0.770 and 0.791 in the differential diagnosis of group A and group B, 0.828 and 0.809 in the differential diagnosis of group B and group C. **Conclusion** Multi-echo Dixon technique can effectively display hepatic fatty infiltration in obese children, and its PDFF value has high sensitivity and specificity in diagnosing the degree of hepatic fatty infiltration in children.

Keywords: Obese Children; Liver Fat Content; Magnetic Resonance Imaging; Multiple Echo Dixon

肥胖引起的腹部器官脂肪浸润,会使肝脏脂肪性质发生变化,从而引发一系列并发症^[1]。肝脏脂肪性质改变通常不会引起明显的临床症状,因此发病早期具有较高的诊断难度,目前临床诊断该疾病的“金标准”是肝脏活检,但其作为一种侵入性检查方式,患者及家属接受度较低,在儿童患者中尤为明显^[2]。无创检查方式首选超声,但无法对肝脏脂肪含量进行精确定量,并且检查结果容易受到患者皮下脂肪厚度的影响;CT检查虽然能够对脂肪肝进行有效诊断,但其辐射伤害的影响也不可完全忽视,患儿家长的接受度也较低;氢质子磁共振波谱虽然能够对肝脏脂肪含量进行精确量化,但无法对肝脏整体脂肪含量进行评估,且检查所需时间较长,需要进行复杂的后处理。磁共振多回波Dixon技术能够利用水脂分离成像原理对整个肝脏任意位置的脂肪进行定量测量,同时还能够得到相应的质子密度脂肪分数(PDFF),但以往该技术多应用于成年患者的临床检查诊断中,在儿童患者中

应用较少^[3]。近年来的诸多临床研究显示^[4],肥胖指标与肝脏脂肪含量联系密切,但较少研究肥胖儿童相关临床指标与其肝脏脂肪含量定量之间的关系。基于此,本文对肥胖儿童肝脏脂肪含量定量评估中应用磁共振多回波Dixon技术的效果及患儿肥胖指标与该技术PDFF参数之间的关系进行了研究,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本次研究共纳入108例肥胖儿童,均于2020年1月-2022年6月在我院进行检查,年龄6-12岁。

纳入标准:临床诊断为体型肥胖^[5];由饮食过量、运动不足引起的肥胖;患儿家长已签署知情同意书。排除标准:遗传、内分泌等病理因素引起的肥胖;合并其他肝脏疾病者;近期服用降糖、调脂等药物者;既往长期饮酒者。肥胖儿童依据《非酒精性脂肪性肝病诊疗指南》^[6]分为不同组别,其中40例单纯肥胖为甲

【第一作者】姬士军,男,主管技师,主要研究方向:放射科,CT,磁共振常规操作及投照技术。E-mail: 1405132882@qq.com

【通讯作者】姬士军

组, 35例合并脂肪肝但肝功能正常为乙组, 33例合并脂肪肝且肝功能异常为丙组。另以同期在我院进行体检的40名健康儿童为对照组, 年龄6-12岁。纳入标准: 身高体重正常; 儿童家长已签署知情同意书。排除标准: 合并肝脏疾病者; 近期服用降糖、调脂等药物者; 既往长期饮酒者。

1.2 方法 (1)体格检查: 所有儿童均测量身高、体重、腰围, 并计算体重指数(BMI)。(2)实验室检查: 所有儿童均进行肝功能、血脂、血糖检测, 肝功能指标主要包括谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST), 并计算AST/ALT; 血脂指标主要包括低密度脂蛋白(LDL)、高密度脂蛋白(HDL)、甘油三酯(TG); 血糖指标主要包括空腹胰岛素(FINS)、空腹血糖(FBG), 并计算胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)。(3)影像学检查: 所有儿童均使用超声诊断仪(型号: DC-7T)进行肝脏检查。完成后使用SIEMENS AG 3.0T磁共振成像系统(型号: MAGNETOM Skyra)进行检查, 以常规肝脏定位法进行扫描定位, 扫描时间设定为13s。多回波Dixon序列参数设置: TE共6组分别为1.05ms、2.46ms、3.69ms、4.92ms、6.15ms、7.38ms, TR为9.15ms, 视野、层厚分别为400mm、3.5mm。检查扫描完成后通过后台校正获得的回波图像, 即可得到相应的脂肪分数图。肝门附近层面感兴趣区分别由2名资深影像医师沿肝缘进行勾画, PDFF值即其平均值, 勾画感兴趣区的过程中肝门区血管、胆管等要尽可能避开。

1.3 统计学分析 使用SPSS 23.0软件处理数据, 计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示行t检验, 相关性描述采用Spearman相关性分析, PDFF值鉴别肝脏脂肪浸润程度采用受试者工作特征曲线分析。P<0.05表示数据对比差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肥胖儿童与健康儿童一般资料比较 健康儿童BMI较肥胖儿童更低(P<0.05), 年龄、性别比较无统计学意义(P>0.05), 见表1。

2.2 肥胖儿童与健康儿童PDFF值比较 对照组与甲组、乙组、丙组PDFF值比较差异有统计学意义(P<0.05)。甲组PDFF值高于对照组(t=3.076, P=0.003), 乙组PDFF值高于甲组(t=11.147, P<0.001), 丙组PDFF值高于乙组(t=9.672, P<0.001), 乙组

PDFF值高于对照组(t=14.868, P<0.001), 丙组PDFF值高于对照组(t=17.857, P<0.001), 丙组PDFF值高于甲组(t=16.377, P<0.001), 见表2。

2.3 PDFF值与肥胖指标的相关性分析 PDFF值与腰围、BMI、ALT、AST、FINS、HOMA-IR、TG为正相关关系(r=0.742, P<0.01; r=0.719, P<0.01; r=0.751, P<0.01; r=0.586, P<0.01; r=0.667, P<0.01; r=0.654, P<0.01; r=0.386, P<0.01), 与AST/ALT、HDL为负相关关系(r=-0.739, P<0.01; r=-0.424, P<0.01)。

2.4 PDFF值对不同肥胖儿童肝脏脂肪浸润程度的鉴别诊断效能 PDFF值鉴别诊断对照组与甲组的敏感度为0.693, 特异度为0.666, 鉴别诊断甲组与乙组的敏感度为0.770, 特异度为0.791, 鉴别诊断乙组与丙组的敏感度为0.828, 特异度为0.809, 见表3。

表1 肥胖儿童与健康儿童一般资料比较

组别	例数	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	性别(例)	
				男	女
肥胖组	108	9.90±1.36	22.60±0.56	58	50
对照组	40	9.62±1.51	16.82±0.63	22	18
t/x ²		1.079	53.885	0.020	
P		0.282	<0.001	0.888	

表2 肥胖儿童与健康儿童PDFF值比较

组别	例数	PDFF值(%)
对照组	40	2.18±0.95
甲组	40	3.20±1.87
乙组	35	9.42±2.91
丙组	33	21.55±6.79
F		207.669
P		<0.001

表3 PDFF值对不同肥胖儿童肝脏脂肪浸润程度的鉴别诊断效能

组别	AUC	95%CI	截界值	敏感度	特异度	约登指数	P
对照组与甲组	0.712	0.776-0.925	2.175	0.693	0.666	0.355	0.006
甲组与乙组	0.829	0.713-0.948	4.350	0.770	0.791	0.552	<0.001
乙组与丙组	0.825	0.703-0.950	13.420	0.828	0.809	0.634	<0.001

3 讨论

肥胖的发生与机体内脂肪过度蓄积有关, 临床上主要表现为体重超重。现代临床研究指出^[7-8], 肥胖的基础病因主要包括以下几个方面: (1)遗传因素: 家族遗传因素与部分单纯性肥胖的发生有关。(2)能量平衡与体重调节异常: 胃酸大量分泌、胃排空异常等原因均可能引起能量摄入与消耗失衡, 从而导致体重超重。(3)环境因素: 暴饮暴食、缺乏运动等不良生活习惯是导致近年来我国肥胖发生率不断上升的重要原因之一; 女性妊娠期营养不良也会使胎儿出生后肥胖发生风险升高; 各种环境的内分泌干扰物也会在一定程度上增加肥胖发生风险。(4)内分泌异常: 人体内分布有大量的食欲调节神经元, 并且有多种激素参与机体能量调节, 食欲调节神经元功能或激素水平异常, 均可能引发肥胖。(5)肠道菌群: 如果在各种因素的影响下导致肠道菌群比例失衡, 则会引起脂多糖吸收并大量进入到血液中, 引发内毒素血症, 使机体产生炎症反应, 而临床研究指出肥胖的本质就是炎症反应, 只是与其他炎症反应相比强度较低, 因此肠道菌群异常最终也会引起肥胖。近年来的流行病学研究指出, 全球范围内儿童肥胖发生率在5.0%左右, 而我国从改革开放以来人民群众生活水平不断提高的同时, 儿童肥胖发生率也逐年升高, 对广大儿童的身心健康产生了不良影响^[9]。

肥胖会对机体组织器官功能、物质循环代谢等产生不良影响, 临床检查可见多种肥胖指标异常, 如肝肾功能指标、血脂血糖指标等。近年来的临床研究发现^[10], 肝脏脂肪浸润会导致多种肥胖指标异常, 但不同肥胖指标之间存在相互影响的关系, 因此在对肝脏脂肪浸润程度进行评估时若观察测量的肥胖指标较少, 则很难得到准确的结果。有研究指出^[11], 脂肪浸润严重程度与腰围之间的相关性要弱于其与内脏脂肪含量之间的相关性, 提示肝脏脂肪浸润程度无法通过一些常规肥胖指标充分表现出来, 并且部分肥胖指标在肝脏脂肪含量发生异常变化后其水平可能仍然正常。在本次研究中, PDFF值与腰围、BMI、ALT、AST、FINS、HOMA-IR、TG为正相关关系(P<0.05), 与AST/ALT、HDL为负相关关系(P<0.05), 提示PDFF值能够对不同肥胖儿童肝脏脂肪沉积程度进行有效区分, 同时也说明不同肥胖儿童肝脏脂肪浸润严重程度可以通过以上指标在一定程度上反映出来。既往研究指出^[12-13], 氢质子磁共振波谱、肝活检对肝脏脂肪含量的检测结果与磁共振多回波Dixon技术的检测结果存在良好的相关性, 并且PDFF值能够对肥胖儿童肝脏脂肪含量进行更加准确、直观地反映。

通过肝肾功能指标、血脂血糖等实验室指标往往只能较为模糊地推断肥胖儿童肝脏脂肪浸润情况, 而目前应用超声、CT等

(下转第62页)

斥作用原理,大部分mALB难以通过滤过膜,仅少量通过肾小球滤过膜,一旦炎症、代谢异常对肾小球滤过膜刺激损伤时可使mALB水平增高^[15]。所以,认为mALB可作为评估早期肾小球损伤的灵敏指标。TRF是一种化学本质为单链糖蛋白的球蛋白,合成于肝脏,在人体内带负电荷,具有转载体内铁分子功能。正常情况下,因肾脏电荷屏障作用,导致TRF难以被滤过,造成尿中含量甚微。研究中,针对过敏性紫癜肾损害患儿、同期健康体检患儿开展研究,进行实验室检查,检测mALB、TRF、 $\alpha 1$ -MG水平,结果发现,三组mALB、TRF、 $\alpha 1$ -MG水平差异明显,说明肾损害的发生,可导致患儿体内mALB、TRF、 $\alpha 1$ -MG水平异常增高。原因如下:mALB、TRF的相对分子质量较大,健康儿童体内的肾小球具有分子屏障、电荷屏障作用,加上肾小球基底膜上带负电荷的硫酸肝素可排斥mALB、TRF,造成尿中mALB、TRF含量少。而过敏性紫癜肾损害的发生,可降低肾小球基底膜上负电荷的硫酸肝素含量,增强肾小球基底膜通透性,减少负电荷位点。作为具有转载铁分子功能的蛋白,TRF在正常生理情况下不通过肾小球滤过膜,而肾损伤时TRF自肾小球滤过膜滤过,使尿中TRF含量增高,所以结合TRF水平变化可判断早期肾小球损伤。部分研究指出,TRF是评价新生儿/儿童肾功能(肾小球滤过膜屏障受损、滤过功能不全)的重要指标,在采集标本方面更具有优势^[16-17]。mALB是最早公认用于评价早期肾损伤的敏感指标,通过滤过膜进入尿液,尿中mALB水平增高,说明肾小球功能不全、肾小管损伤。 $\alpha 1$ -MG合成于淋巴细胞、肝细胞,产生相对恒定,可自由通过肾小球滤膜,几乎被肾小管吸收、分解。所以,健康儿童尿中 $\alpha 1$ -MG含量低,如若肾小管损害,则会减少对 $\alpha 1$ -MG的吸收,使尿中 $\alpha 1$ -MG含量增高。结合上述,检测mALB、TRF及 $\alpha 1$ -MG水平变化可有效判断过敏性紫癜患儿肾损害状况。因此,认为上述指标联合诊断价值更高。本研究结果指出,mALB+TRF+ $\alpha 1$ -MG联合检测阳性检出率较mALB7、TRF、 $\alpha 1$ -MG高,且mALB、TRF、 $\alpha 1$ -MG联合检测对疾病的诊断敏感度、特异性较各单一指标高,说明mALB、TRF、 $\alpha 1$ -MG联合检测可获取理想的诊断效果。

综上所述,mALB、TRF、 $\alpha 1$ -MG联合检测在过敏性紫癜肾

损害患儿中的诊断价值较高,提高检出率,以及结合mALB、TRF、 $\alpha 1$ -MG水平变化判断患儿有无肾损害,以指导制定个体化治疗方案,改善患儿临床结局。鉴于相关报道较少,建议今后继续开展相关研究报道,以期丰富研究成果,提升过敏性紫癜肾损害患者诊断发展水平。

参考文献

- [1]郭宏辉,许纪玲,吴铭辉.甲泼尼龙与地塞米松治疗儿童腹型过敏性紫癜的临床效果及对免疫功能的影响[J].罕少疾病杂志,2022,29(6):78-80
- [2]廖日香.低分子肝素钠联合糖皮质激素预防过敏性紫癜患儿肾损害的效果观察[J].临床合理用药杂志,2020,13(4):95-96.
- [3]郭丽敏,冯仕品,刘喜,等.过敏性紫癜患儿肾损伤发生危险因素及列线图构建[J].临床肾脏病杂志,2022,22(2):100-105.
- [4]刘程程.过敏性紫癜肾损害患者尿微量白蛋白、尿沉渣小圆上皮细胞检测的价值[J].中国实用医药,2022,17(5):100-102.
- [5]张静怡,唐映梅,杨娟,等.尿 $\alpha 1$ -微球蛋白及N-乙酰- β -D-氨基葡萄糖苷酶/尿肌酐在慢性HBV感染相关肝病早期肾损伤中的检测价值[J].临床肝胆病杂志,2022,38(2):322-327.
- [6]郭慧,靳建伟,李梦霞.尿微量白蛋白 $\alpha 1$ -微球蛋白N-乙酰- β -D-葡萄糖苷酶及血清胱抑素C的联合检测在妊娠期糖尿病患者早期肾功能损伤诊断中的价值分析[J].山西医药杂志,2021,50(17):2564-2566.
- [7]陈长见,徐辉南.过敏性紫癜患儿并发肾损害的现状及其相关影响因素分析[J].武警后勤学院学报(医学版),2021,30(7):108-109.
- [8]张丽,贾芳芳.过敏性紫癜患儿肾损害发生状况及其影响因素[J].河南医学研究,2021,30(13):2372-2374.
- [9]李艳,杨焕丹,朱磊,等.儿童过敏性紫癜肾损害的临床危险因素分析[J].中国临床医生杂志,2020,48(5):615-617.
- [10]田晓怡,刘颖,任娜,等.尿液肾损伤标志物联合检测对儿童紫癜性肾炎的诊断价值[J].中华检验医学杂志,2022,45(7):732-737.
- [11]宋楠楠.尿微量白蛋白和尿沉渣小圆上皮细胞检测对过敏性紫癜肾损害患者的诊断价值探讨[J].中国现代药物应用,2021,15(7):55-57.
- [12]吴高敏,黎玉成,陈思.血清胱抑素C与25羟维生素D水平检测在儿童过敏性紫癜肾损害诊断中的价值[J].中国民康医学,2021,33(10):95-97.
- [13]王旭,徐家云.三苯益肾汤治疗IgA肾病的临床疗效及对尿微球蛋白的影响[J].罕少疾病杂志,2021,28(4):53-56
- [14]吉雅菲.糖尿病肾病患者血清CysC、 β_2 -MG和 α_1 -MG检测的临床意义[J].实验与检验医学,2020,38(4):700-702.
- [15]张云,许玉丹,蒋志健.mALB/uCREA、NAG和 β_2 -MG联合检测传染性单核细胞增多症患儿早期肾损伤的价值分析[J].中国医学工程,2021,29(10):109-111.
- [16]陈长见,乔静,袁颖,等.过敏性紫癜肾损害患者尿微量白蛋白、尿沉渣小圆上皮细胞检测及其诊断价值[J].临床军医杂志,2020,48(3):326-327.
- [17]谭志贞,吴绍锋,柯桦,等.ROC曲线分析肾血流参数对儿童过敏性紫癜肾损害的早期预测价值[J].吉林医学,2020,41(1):14-17.

(收稿日期:2022-11-25)

(校对编辑:谢诗婷)

(上接第59页)

常规影像学技术又难以将肝脏轻微脂肪浸润有效检出^[14-15]。在本次研究中,甲组、乙组、丙组PDFF值均高于对照组,且丙组高于甲组、乙组,乙组高于甲组($P<0.05$),提示肝脏脂肪蓄积在肥胖发生早期就已经开始,且随着肥胖程度增加PDFF值也随之增大,肝脏脂肪蓄积越多。因此,及早对肥胖儿童肝脏脂肪含量进行准确评估,并在此基础上及时采取有效措施加以干预控制肥胖进一步发展,对改善患儿预后具有重要意义。而PDFF值能够较为敏感地反映微量脂肪的变化情况,因此可以利用磁共振多回波Dixon技术对肥胖儿童肝脏脂肪含量进行动态监测^[16-17]。在本次研究中,对照组与甲组、甲组与乙组、乙组与丙组利用PDFF值进行鉴别诊断时,截界值不断升高,提示肝脏脂肪浸润程度随着PDFF值的增大而不断加重。同时,PDFF值鉴别诊断鉴别诊断甲组与乙组、乙组与丙组的敏感度与特异度均高于对照组与甲组,提示PDFF值的鉴别诊断效果可能在肝脏脂肪浸润越严重的情况下越好。

综上所述,磁共振多回波Dixon技术能够有效显示肥胖儿童肝脏脂肪浸润,其PDFF值诊断患儿肝脏脂肪浸润程度具有较高的敏感性与特异性。

参考文献

- [1]REBECCA E.LEE,NATHAN H.PARKER,ALLEN M.HALLET,et al.Stakeholder perspectives and sustainability of an integrated care model for the prevention and management of obesity:the Childhood Obesity Research Demonstration (CORD) project[J].Translational Behavioral Medicine,2021,11(2):393-407.
- [2]王丹婧,向永华,甘清,等.磁共振多回波Dixon技术对肥胖儿童肝脏脂肪含量的定量评估[J].中国医学影像学杂志,2022,30(4):368-372.
- [3]杨莹,李洁,周静,等.多回波Dixon技术在非酒精性脂肪肝中脂肪定量及铁沉积的应

- 用进展[J].国际医学放射学杂志,2020,43(2):206-210.
- [4]应洁,刘丹,杨全,等.3.0 TMRI双回波水脂分离Dixon技术在非酒精性脂肪肝患者肝脏脂肪含量定量测定中的应用[J].磁共振成像,2020,11(7):577-580.
- [5]李辉,宗心南,李成叶,等.中国2~18岁儿童青少年超重和肥胖筛查体重指数界值点的研究[J].中华流行病学杂志,2010,31(6):616-620.
- [6]中华医学会肝脏病学分会脂肪肝和酒精性肝病组.非酒精性脂肪性肝病诊疗指南[J].胃肠病学,2010,15(11):676-680.
- [7]CHRISTINA MAVROGIANNI,GEORGE MOSCHONIS,EVA KARAGLANI,et al.European Childhood Obesity Risk Evaluation (CORE) index based on perinatal factors and maternal sociodemographic characteristics:the Feel4Diabetes-study[J].European Journal of Pediatrics,2021,180(8):2549-2561.
- [8]Sepúlveda AR,Solano S,Blanco M,et al.Feasibility, acceptability, and effectiveness of a multidisciplinary intervention in childhood obesity from primary care:nutrition, physical activity, emotional regulation, and family[J].Eur Eat Disord Rev,2020,28(2):184-198.
- [9]周享媛,曹齐,王烈亮,等.应用MR mDixon-Quant技术测量乳腺癌患者内分泌治疗后肝脏脂肪含量及临床分析[J].实用癌症杂志,2021,36(9):1467-1471.
- [10]赵黎明,宋彬,王益双,等.3.0T¹H-MRS、梯度双回波和三回波技术在定量评估脂肪肝治疗效果中的价值[J].中国普外基础与临床杂志,2019,26(8):992-996.
- [11]胡盛龙,赵莉,庄立琨,等.血清细胞角蛋白-18水平与经磁共振成像质子密度脂肪分数量化的肝脏脂肪变性程度的相关性[J].实用医学杂志,2022,38(9):1102-1107.
- [12]王玉丽,胡莹莹,王晔,等.MR定量分析非酒精性脂肪性肝病患者的脂肪含量与代谢综合征的相关性[J].中国医学影像学杂志,2020,36(12):1853-1857.
- [13]刘娜,张浩南,张煜堃,等.磁共振IDEAL-IQ与mDixon Quant技术对腹部、椎体脂肪定量的对比分析[J].磁共振成像,2022,13(3):49-53.
- [14]刘晓怡,温馨,周翔海,等.MRI定量分析2型糖尿病合并非酒精性脂肪性肝病肝脂肪变性程度与铁含量的相关性[J].中国医学影像学杂志,2021,29(10):1017-1021.
- [15]谭辉,樊秋菊,杨震,等.磁共振多回波Dixon序列对骨质疏松症腰椎功能性肌肉-骨骼单位脂肪浸润的定量评价[J].临床放射学杂志,2021,40(12):2340-2344.
- [16]徐春玲,苗重昌,刘雨成,等.应用MRI多回波水脂分离技术评估代谢相关性脂肪性肝病患者肝脏脂肪含量的临床意义[J].实用肝脏病杂志,2021,24(2):220-223.
- [17]欧南,魏梅,王劲,等.应用MRI多回波水脂分离技术评估非酒精性脂肪性肝病患者肝脏脂肪含量效能研究[J].实用肝脏病杂志,2021,24(4):508-511.

(收稿日期:2022-10-25)

(校对编辑:谢诗婷)