



## 双能量能谱CT物质定量分析技术对胰腺脂肪沉积的诊断价值

李梦如, 韦炜, 张龙龙, 赵英明, 赵晶

引用本文:

李梦如, 韦炜, 张龙龙, 等. 双能量能谱CT物质定量分析技术对胰腺脂肪沉积的诊断价值[J]. 蚌埠医学院学报, 2021, 46(1): 18-21.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.01.005>

### 您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

#### 超声引导下经皮经肝胆囊穿刺引流术在急性胆源性胰腺炎治疗中的应用

Application value of percutaneous transhepatic gallbladder drainage guided by ultrasound in the treatment of acute biliary pancreatitis

蚌埠医学院学报. 2020, 45(9): 1166-1168,1172 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2020.09.006>

#### 能谱CT在结直肠癌分化程度中的应用价值研究

Application value of spectral CT in the evaluation of the differentiation degree of colorectal cancer

蚌埠医学院学报. 2021, 46(1): 29-32 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.01.008>

#### 脉搏波传导速度定量检测糖尿病合并脂肪肝病人颈动脉弹性功能的价值

Application value of the pulse wave velocity in the quantitative detection of carotid elastic function in patients with diabetes mellitus complicated with fatty liver

蚌埠医学院学报. 2020, 45(4): 503-506,510 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2020.04.022>

#### 能谱CT成像定性评估不同分化食管癌转移淋巴结的应用价值

Application value of the spectral CT imaging in the qualitative evaluation of metastatic lymph nodes of differently differentiated esophageal cancer

蚌埠医学院学报. 2021, 46(1): 25-28,32 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.01.007>

#### 血清维生素D结合蛋白对急性胰腺炎的预警效应及其变化机制研究

Study on the early warning effect of serum vitamin D binding protein in acute pancreatitis, and its mechanism

蚌埠医学院学报. 2020, 45(2): 204-206 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2020.02.018>

# 双能量能谱 CT 物质定量分析技术对胰腺脂肪沉积的诊断价值

李梦如, 韦 炜, 张龙龙, 赵英明, 赵 晶

**[摘要]** **目的:**探讨双能量能谱 CT 物质定量分析技术对胰腺脂肪沉积的诊断价值。**方法:**选取临床诊断为肥胖症、高血糖、脂肪肝等代谢综合征候群病人 35 例(观察组),在最佳 KeV 值单能量图像上,分别测定胰腺头、体、尾部的 CT 值;在脂肪-水物质图像上,分别测定胰腺头、体、尾部的脂肪含量;获得胰腺各部组织的能谱曲线,并做出平均能谱曲线。将该结果与 30 例因体检或其他疾病行腹部 CT 扫描的病人(对照组)所测定的脂肪含量值进行对照研究。**结果:**观察组 35 例中 8 例体质指数(BMI)正常,其余均为超重或肥胖;观察组中胰腺平均 CT 值随着 BMI 增高呈下降趋势,而平均脂肪含量值随 BMI 增高呈上升趋势( $P < 0.01$ );观察组胰腺组织的能量 CT 值及水含量值均明显低于对照组,脂肪含量值明显高于对照组( $P < 0.01$ )。**结论:**双能量能谱 CT 定量分析技术可客观、定量地描述胰腺中的脂肪沉积,为临床早期诊断、早期治疗提供更加有价值的信息。

**[关键词]** 脂肪代谢障碍;胰腺疾病;体层摄影术,X 线计算机;定量研究

[中图分类号] R 589.2

[文献标志码] A

DOI: 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.01.005

## Diagnostic value of dual-energy spectral CT material quantitative analysis in pancreatic fat deposition

LI Meng-ru, WEI Wei, ZHANG Long-long, ZHAO Ying-ming, ZHAO Jing

(Department of Radiology, Provincial Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Hefei Anhui 230001, China)

**[Abstract]** **Objective:** To explore the diagnostic value of dual-energy spectral CT material quantitative analysis for pancreatic fat deposition. **Methods:** A total of 35 patients with metabolic syndrome, such as obesity, hyperglycemia and fatty liver, were selected as the observation group. The CT values of the head, body and tail of pancreas were measured on the single energy image of optimal keV value. The fat contents of the head, body and tail of pancreas were determined on the fat-water material image. The spectral curves of pancreatic tissues were obtained to make the average spectral curves. The results were compared with the fat contents measured in 30 patients who underwent abdominal CT scan for physical examination or other diseases in the control group. **Results:** Among 35 cases in the observation group, 8 cases were found with normal body mass index, and the rest were overweight or obesity. The average CT value of pancreas decreased with the increase of body mass index ( $P < 0.01$ ), while the average fat content increased with the increase of body mass index ( $P < 0.01$ ). The energy CT value and water content of pancreatic tissues in observation group were significantly lower than those in control group, and the fat content was significantly higher than that in control group ( $P < 0.01$ ). **Conclusions:** Dual-energy spectral CT quantitative analysis can objectively and quantitatively describe the fat deposition in pancreas, and provide more valuable informations for early diagnosis and treatment in clinic.

**[Key words]** fat metabolism disorder; pancreatic disease; tomography, X-ray computer; quantitative study

胰腺脂肪沉积(pancreatic fat deposition, PFD)是指胰腺腺泡或胰岛细胞中有三酰甘油累积,或胰腺实质被脂肪组织替代<sup>[1]</sup>。PFD 的发生可直接损害胰岛  $\beta$  细胞或间接抑制细胞胰岛素信号转导,最终诱发  $\beta$  细胞凋亡引起糖尿病,而糖尿病、肥胖、代谢综合征等又可导致胰腺发生脂肪化,进一步加重病人病情<sup>[2-6]</sup>。脂肪积聚于胰腺实质胰岛细胞或腺

泡细胞是可逆的,称为胰腺脂肪浸润;脂肪细胞积聚于胰腺实质内是不可逆的,称为胰腺脂肪替代<sup>[7-8]</sup>。由于胰腺脂肪沉积部分为可逆性的,因此定量评价胰腺脂肪含量对于胰腺脂肪沉积的早期诊断、早期干预十分重要,而双能量能谱 CT 定量分析技术能够克服传统 CT 的伪影及部分容积效应等弊端、对病灶脂肪含量精准判断,对胰腺脂肪沉积预防、早期诊断具有重要价值。本研探讨双能量能谱 CT 定量分析技术在 PFD 中的诊断价值。现作报道。

### 1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2017 年 3 月至 2019 年 8 月 65 例在我院行腹部 CT 扫描的病人资料,根据病人

[收稿日期] 2019-12-30 [修回日期] 2020-03-31

[基金项目] 国家自然科学基金青年科学基金项目(81501468);中央高校基本科研业务费专项资金项目(WK911000002)

[作者单位] 安徽医科大学附属省立医院 影像科,安徽 合肥 230001

[作者简介] 李梦如(1995-),女,硕士研究生。

[通信作者] 韦 炜,主任医师,副教授。E-mail: weiweill@126.com

病情分为 2 组。观察组 35 例,其中男 22 例,女 13 例;年龄 21 ~ 76 岁;临床表现为 2 型糖尿病 32 例,代谢综合征及肥胖症 1 例,高胰岛素血症 1 例,单纯性肥胖 1 例;纳入标准:糖尿病、高血脂或代谢综合征病人。对照组 30 例,其中男 20 例,女 10 例;年龄 26 ~ 65 岁;纳入标准:排除糖尿病,无血脂异常,无胰腺疾病、无病理性肥胖[体质量指数(BMI) < 24 kg/m<sup>2</sup>],因体检或其他疾病行腹部 CT 扫描病人。BMI = 体质量(kg)/身高<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>)。BMI < 24 kg/m<sup>2</sup> 正常, ≥24 kg/m<sup>2</sup> 超重, ≥28 kg/m<sup>2</sup> 肥胖。

1.2 方法 病人空腹 8 h,并于检查前 15 ~ 30 min 饮用 500 ~ 1 000 mL 清水,使胃和十二指肠充盈。用 GEDiscovery CT 750HD 扫描机行腹部平扫,病人取仰卧位,扫描范围自膈顶至肋弓下缘,采用 GSI 模式扫描。扫描参数:螺旋扫描速度每圈 0.8 s,螺距:1.375:1,准直宽度 0.625 mm × 64;电压为高低能量(140 kVp 和 80 kVp)0.5 ms 瞬时切换,管电流约为

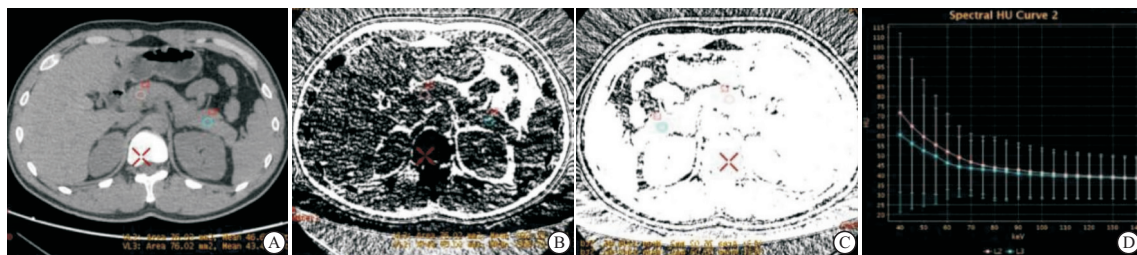
550 mA。

1.3 后处理方法 将平扫单能量图像传输至 Advanced Workstation(ADW 4.6, GE Health)工作站处理,行脂肪测量及分析。主要测量及分析方法为:在最佳 keV 值单能量图像上,分别测定胰腺头、体、尾部的 CT 值,并取均值;在脂肪-水物质图像上,分别测定胰腺头、体、尾部的脂肪含量,并取均值;获得胰腺各部组织的能谱曲线,并做出平均能谱曲线,以直观显示胰腺组织的脂肪含量变化情况。

1.4 统计学方法 采用 *t* 检验、方差分析和 *q* 检验。

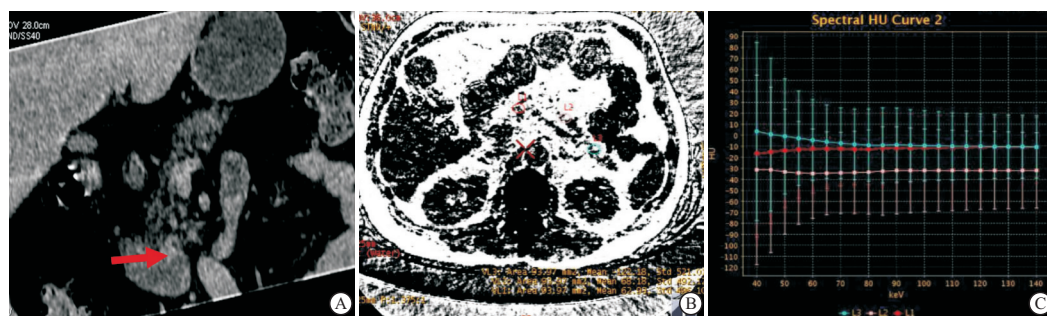
## 2 结果

2.1 图像分析 所有平扫单能量图像传输至 GE ADW 4.6 工作站处理,进行后处理脂肪测量及分析,随着胰腺实质中脂肪含量的增强,胰腺组织能谱曲线的斜率逐渐降低。典型病例见图 1 ~ 3。



A: 70 keV 单能量 CT 轴位图像上,将 ROI 分别放置于胰腺头体尾部获取单能量 CT 值; B、C: 水-脂肪物质对图,其中 B 为脂肪物质图, C 为水物质图,在图 B、C 上可分别获得组织的脂肪含量测定值及水含量测定值; D: 胰腺头部及体部组织的能谱曲线(递减型)

图1 正常对照组



A: 斜位 MPR, 示胰腺脂肪化,头部显著(箭头所示); B: Fat (Water) 基物质图,将 ROI 放置于胰腺头体尾,可获得各部的脂肪含量值,胰头部位脂肪化严重,脂肪含量达 62.99 mg/mL; C: 胰腺各部能谱曲线,曲线斜率明显下降

图2 女,65岁,2型糖尿病20年

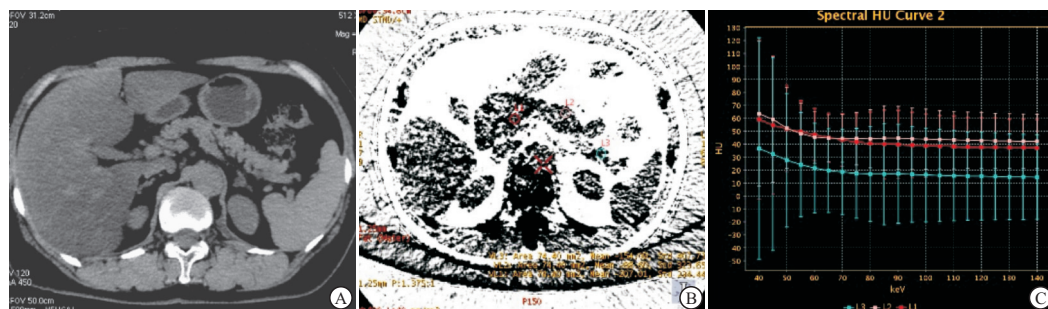
2.2 观察组 BMI 值、胰腺 CT 值及脂含量值分布情况 观察组 35 例中,BMI 为 19.03 ~ 42.44 kg/m<sup>2</sup>,8 例 BMI 正常,其余均为超重或肥胖;胰腺平均 CT 值随着 BMI 增高呈下降趋势,而平均脂含量值随 BMI 增高呈上升趋势,差异均有统计学意义( $P < 0.01$ ) (见表 1)。观察组胰腺组织的能量 CT 值及水含量值均显著低于对照组,脂肪含量值显著高于对照组( $P < 0.01$ ) (见表 2)。

## 3 讨论

组织学诊断为公认的 PFD 诊断金标准,但因活体难以取得目的组织导致临床应用受限。目前临床上用于诊断 PFD 的手段多为影像学检查,包括腹部超声、CT 和 MRI<sup>[6]</sup>。超声检查表现为胰腺回声增强,强于肝脏回声<sup>[6,9]</sup>,但是超声仅能对 PFD 进行定性或半定量分析,且胰腺为腹膜后脏器,易受肠道气

体干扰。多数学者对 MR 技术在量化胰腺脂肪含量的应用进行研究,常用的方法<sup>[10-12]</sup>有 MR 双回波化学移位成像、频率选择脂肪预饱和技术、磁共振波谱分析等,但效果均不佳。常规 CT 平扫是检测 PFD 最普遍的方法,但传统 CT 采用混合能量 X 射线,会使 CT 值产生漂移,且 CT 值容易受机器型号及性能、伪影及部分容积效应等影响,因此准确性亦有限<sup>[13]</sup>。以瞬时双 keV 为核心技术的双能量能谱 CT 成像是 CT 成像领域中的一项新技术。能谱 CT 扫描覆盖范围广,扫描所需时间短,且 CT 能谱成像将传统的 X 线混合能量图像通过特定软件和算法分解成不同 keV 水平的单能量图像,可以获得扫描野内各器官的多种基物质图像(如水、钙、脂肪等)以及能谱曲线,进行物质定量及能谱综合分析<sup>[13-15]</sup>,其优势在于:(1)采用最佳对比噪声比技术,可获得

最佳 keV 的单能量图像,因其具备较高的图像质量和对比噪声比,可消除射线硬化伪影,使 CT 值更加准确。(2)能谱 CT 的物质定量分析技术可以对碘、水、脂肪等物质进行两两配对,进行物质定量测定。(3)能谱曲线反映了感兴趣区内组织在 40 ~ 140 keV 不同条件下 CT 值的连续变化情况,含脂肪组织表现为弓背向上的曲线。本研究采用能谱 CT 对胰腺组织脂肪的沉积情况进行研究发现,胰腺平均 CT 值随着 BMI 增高呈下降趋势,而平均脂肪含量值随 BMI 增高呈上升趋势,差异均有统计学意义 ( $P < 0.01$ );观察组胰腺组织的能量 CT 值及水含量值均显著低于对照组,脂肪含量值显著高于对照组 ( $P < 0.01$ )。能谱 CT 的脂肪-水物质图为 PFD 的判断提供了一个简单易行的测量方法,为临床早期诊断、早期治疗代谢综合征提供更多有价值的信息。



A: 常规轴位图像,胰腺实质显示疏松,边缘凹凸不平,扫描所及肝脏密度弥漫性减低; B: Fat (Water) 基物质图,将ROI放置于胰腺头体尾,可以获得各部的脂肪含量值,各部脂肪含量增高,较大值达80 mg/mL; C: 胰腺各部能谱曲线,曲线斜率明显下降、低平  
图3 女,68岁,高血压病史20年,2型糖尿病

表1 观察组 BMI 值、胰腺 CT 值及脂肪含量值分布情况 ( $\bar{x} \pm s$ )

分组	n	CT 值/Hu	脂肪含量 (脂-水配对)/(mg/mL)
BMI/(kg/m <sup>2</sup> )			
<24	8	40.33 ± 4.41	-106.21 ± 43.29
24 ~ <28	19	35.35 ± 6.07	-80.45 ± 62.01
≥28	8	22.71 ± 6.81 * ** #	37.42 ± 53.69 * ** #
F	—	19.49	15.76
P	—	<0.01	<0.01
MS <sub>组内</sub>	—	35.124	3 203.463

q 检验与 BMI < 24 kg/m<sup>2</sup> 比较 \* \* P < 0.01, 与 BMI 24 ~ 28 kg/m<sup>2</sup> 比较 # # P < 0.01

表2 观察组和对照组单能量 CT 值及脂肪含量值比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

分组	n	CT 值/Hu	脂肪含量 (脂-水配对)/(mg/mL)	水含量 (水-脂配对)/(mg/mL)
观察组	35	31.91 ± 6.72	-22.37 ± 64.56	1 182.69 ± 52.17
对照组	30	50.23 ± 4.13	-179.23 ± 8.95	1 305.10 ± 20.65
t	—	13.44	14.22	12.76
P	—	<0.01	<0.01	<0.01

本研究尚存在以下不足:(1)未能对高血糖、高血脂等不同原因所致的胰腺脂肪化进行分类研究。(2)因样本量较少,未能对 PFD 程度进行分级。今后将加大样本量,进行更细致的研究。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张钦和,刘爱连. 胰腺脂肪定量的 CT 和 MRI 研究进展[J]. 国际医学放射学杂志,2018,41(2):185.
- [2] ALEMPIJEVIC T, DRGASEVIC S, ZEC S, et al. Non-alcoholic fatty pancreas disease[J]. Post Med J,2017,93(1098):226.
- [3] IZQUIERDO-LAHUERTA A, MARTÍNEZ-GARCÍA C, MEDINA-GÓMEZ G. Lipotoxicity as a trigger factor of renal disease[J]. J Nephrol,2016,29(5):603.
- [4] OZTURK K, DOGAN T, CELIKKANAT S, et al. The association of fatty pancreas with subclinical atherosclerosis in nonalcoholic fatty liver disease[J]. Eur J Gastroenterol Hepatol,2018,30(4):411.
- [5] UYGUN A, KADAYIFCI A, DEMIRCI H, et al. The effect of fatty pancreas on serum glucose parameters in patients with nonalcoholic steatohepatitis[J]. Eur J Intern Med,2015,26(1):37.
- [6] 牛春燕,吴方雄. 脂肪胰的研究现状[J]. 世界华人消化杂志,2018,26(21):1280.
- [7] 李建婷,李明龙,宋丽媛. 胰腺脂肪浸润与代谢综合征[J]. 国际内分泌代谢杂志,2013,33(3):203.

# 基于能谱 CT 纹理分析在预测胃癌术前淋巴结转移中的价值

王小雷<sup>1,2</sup>, 高玉青<sup>1</sup>, 徐鹤<sup>1,2</sup>, 张书海<sup>1,2</sup>, 李淑华<sup>1</sup>, 赵灿灿<sup>1</sup>, 段绍峰<sup>3</sup>, 谢宗玉<sup>1</sup>

**[摘要]** **目的:**探讨能谱 CT 纹理分析在胃癌病人术前预测淋巴结转移中的价值。**方法:**回顾性分析 80 例经手术切除病理证实的胃癌病人(训练组为 57 例,验证组为 23 例)。使用专用的纹理分析软件 AK 对术前静脉期能谱 70 keV CT 图像进行分割病变并提取影像学特征。使用 Mann-Whitney U 检验分析 2 组之间的特征,保留  $P < 0.05$  的特征,进一步通过 logistic 回归分析寻找有鉴别能力的特征( $P < 0.05$ ),然后使用最小冗余最大相关方法剔除冗余,但保留与标签相关性最高的 10 个特征,使用逐步多元 logistic 回归,构建预测模型,并构建最终模型,通过 ROC 分析对模型的性能进行评价。**结果:**纹理特征方面,最小冗余最大相关方法选择的 10 个放射组学相关特征对训练组及验证组的鉴别能力较好( $AUC > 0.64$ );多元 logistic 回归预测模型的  $AUC$  为 0.79(0.69 ~ 0.89)。**结论:**基于能谱 CT 的纹理分析有望成为胃癌病人术前淋巴结转移预测的非侵入性工具。

**[关键词]** 胃肿瘤;淋巴结转移;纹理分析;体层摄影术,X 线计算机

**[中图分类号]** R 735.2

**[文献标志码]** A

**DOI:** 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.01.006

## Value of texture analysis based on spectral CT in predicting preoperative lymph node metastasis of gastric cancer

WANG Xiao-lei<sup>1,2</sup>, GAO Yu-qing<sup>1</sup>, XU He<sup>1,2</sup>, ZHANG Shu-hai<sup>1,2</sup>, LI Shu-hua<sup>1</sup>, ZHAO Can-can<sup>1</sup>, DUAN Shao-feng<sup>3</sup>, XIE Zong-yu<sup>1</sup>

(1. Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, Bengbu Anhui 233004;

2. Graduate School, Bengbu Medical College, Bengbu Anhui 233030; 3. Shanghai GE Medical Company, Shanghai 210000, China)

**[Abstract]** **Objective:** To study the value of spectral CT texture analysis in predicting preoperative lymph node metastasis in patients with gastric cancer. **Methods:** Eighty patients (including 57 cases in training group and 23 cases in verification group) with gastric cancer confirmed by surgical resection and pathology were retrospectively analyzed. The special texture analysis software AK was used to segment the lesions and extract the imaging features on the preoperative spectral CT 70 keV venous phase cross-sectional images. The Mann-Whitney U test was used to analyze the features between two groups, and the  $P < 0.05$  features were preserved. The discriminative features were further found by single factor logistic regression analysis. The minimum redundancy maximum correlation method (MRMR) was used to eliminate the 10 features with the highest correlation with the label. Stepwise multiple logistic regression was used to

construct the prediction model and final model. The performance of the model was evaluated using ROC analysis. **Results:** In terms of texture features, the 10 radiology-related features selected by MRMR had better discriminative ability for training group and verification group ( $AUC > 0.64$ ), and the  $AUC$  of multivariate logistic regression prediction model was 0.79 (0.69 - 0.89). **Conclusions:** The texture analysis based on spectral CT is expected to be a non-invasive tool for predicting preoperative

**[收稿日期]** 2020-09-30 **[修回日期]** 2020-11-13

**[基金项目]** 安徽省教育厅自然科学研究重点项目 (KJ2019A0402)

**[作者单位]** 1. 蚌埠医学院第一附属医院 放射科, 安徽 蚌埠 233004; 2. 蚌埠医学院 研究生院, 安徽 蚌埠 233030; 3. 上海 GE 医疗公司, 上海 210000

**[作者简介]** 王小雷 (1995 -), 男, 硕士研究生。

**[通信作者]** 谢宗玉, 硕士研究生导师, 副主任医师, 副教授。E-mail: zongyuxie@sina.com

- [8] 曾祥鹏, 胡良皞, 李兆申. 脂肪胰的研究进展[J]. 中华胰腺病杂志, 2016, 16(1): 68.
- [9] DELLA CORTE C, MOSCA A, MAJO F, et al. Nonalcoholic fatty pancreas disease and nonalcoholic fatty liver disease: more than ectopic fat[J]. Clin Endocrinol (Oxf), 2015, 83(5): 656.
- [10] 曹丽坤, 楚蕾, 黄子星. 磁共振脂肪定量技术在腹腔腔部应用及进展[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2017, 24(10): 1269.
- [11] WILMAN HR, KELLY M, GARRATT S, et al. Characterisation of liver fat in the UK Biobank cohort[J]. PLoS One, 2017, 66(1): S242.
- [12] LAPADAT AM, JIANU IR, UNGUREANU BS, et al. Non-invasive imaging techniques in assessing non-alcoholic fatty liver disease: a current status of available methods[J]. J Med Life, 2017, 10(1):

19.

- [13] TOEPKER M, MORITZ T, KRAUSS B, et al. Virtual non-contrast in second-generation, dual-energy computed tomography: reliability of attenuation values[J]. Eur J Radiology, 2012, 81(3): e398.
- [14] 盖立平, 刘爱连, 孙美玉. 能谱 CT 成像多个测量参数分析[J]. 中国医学影像物理学杂志, 2015, 32(3): 317.
- [15] MATSUMOTO K, JINZAKI M, TANAMI Y, et al. Virtual monochromatic spectral imaging with fast kilovoltage switching: improved image quality as compared with that obtained with conventional 120-kVp CT[J]. Radiology, 2011, 259(1): 257.

(本文编辑 刘梦楠)