# · 骨骼肌肉影像学 ·

磁共振 3D-IDEAL-IQ 技术定量评估 2 型糖尿病大腿肌肉脂肪 浸润

王昊雷,严俊,朱红丽,杞天付,高超,黄益龙,何波

【摘要】目的:采用 MRI 定量技术 3D-IDEAL-IQ 分析 2 型糖尿病(T2DM)患者与健康志愿者之间的大腿肌间、肌内脂肪浸润含量差异,并分析其分布情况。方法:搜集确诊为 T2DM 的男性患者 23 例,女性患者 20 例(T2DM 组),招募年龄、性别相匹配的健康志愿者 40 例(对照组,男 20 例,女 20 例)。对所有受试者进行大腿中段的 MRI 检查,分别测量皮下脂肪面积和肌肉区域间脂肪面积,通过各肌肉脂肪分数计算肌肉内的脂肪面积及单纯肌肉面积。再根据人体解剖学分区将肌肉分群,分别计算各肌群的肌肉内脂肪面积及绝肌肉面积。结果: T2DM 组的皮下脂肪面积(P=0.004)、肌肉区域间的脂肪面积(P<0.001)、肌内脂肪面积(P<0.001),绝对值均大于对照组; T2DM 组的肌内脂肪面积相对值较对照组大(P<0.001),单纯肌肉面积相对值较对照组小(P=0.044),并且大腿前外侧群肌肉减少更为显著(P=0.003)。结论: 3D-IDEAL-IQ 定量技术可以用于评价 T2DM 患者大腿肌间和肌内脂肪浸润含量和分布; T2DM 患者大腿骨骼肌的脂肪及肌肉的比率较健康人群产生变化,脂肪沉积更明显,肌肉含量更少,且前外侧群的肌肉受累较严重。

【关键词】 2 型糖尿病; IDEAL-IQ 技术;磁共振成像;骨骼肌;脂肪浸润;脂肪定量

【中图分类号】R587.1;R445.2 【文献标志码】A 【文章编号】1000-0313(2023)05-0604-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.05.013

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The value of MRI 3D-IDEAL-IQ technique in quantitative evaluation of thigh muscle fat infiltration in type 2 diabetes mellitus WANG Hao-lei, YAN Jun, ZHU Hong-li, et al. Department of Medical Imaging, the First Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650032, China

[Abstract] Objective: To assess the difference in the content of intermuscular and intramuscular fat infiltration in thigh between patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) and healthy volunteers by quantitative MRI 3D-IDEAL-IQ, and to analyze its distribution. Methods: 23 male and 20 female patients diagnosed with T2DM (T2DM group) and 40 age and gender-matched healthy volunteers (control group, 20 males, 20 females) were enrolled. Mid-thigh MRI scans were performed on all subjects. The subcutaneous fat area and intermuscular fat area were measured respectively and the intramuscular fat area and pure muscle area were calculated by each muscle fat fraction. Then the thigh muscles were divided into different muscle groups according to anatomical division, and the intramuscular fat area and pure muscle area of each muscle group were calculated respectively. Results: The T2DM group had a higher absolute value of areas of subcutaneous fat (P=0.004), intermuscular fat (P<0.001)and intramuscular fat (P<0.001) than the control group. Compared to the control group, the T2DM group had a larger relative value of intramuscular fat area (P<0.001) and a smaller relative value of pure muscle area (P=0.044), especially in the anterolateral muscle group (P=0.003). Conclusions: 3D-IDEAL-IQ quantitative technique can be used to evaluate the content and distribution of the intermuscular and intramuscular fat infiltration in the thigh of T2DM patients. The ratio of fat and muscle in thigh skeletal muscle changes in those T2DM patients, with fat increased and muscle decreased and the muscles of the anterolateral group severely involved.

作者单位:650032 昆明,昆明医科大学第一附属医院医学影像科(王昊雷、严俊、朱红丽、杞天付、高超、黄益龙、何波);655000 云南,曲靖市第一人民医院放射科(严俊)

作者简介:王昊雷(1995—),男,云南昆明人,硕士,住院医师,主要从事肌骨影像诊断工作。

通讯作者:何波,E-mail:929883137@qq.com;黄益龙,E-mail:kmhuangyilong@qq.com

基金项目:云南省临床医学研究中心子课题(202102AA100067)

**[Key words]** Type 2 diabetes mellitus; IDEAL-IQ technology; Magnetic resonance imaging; Skeletal muscle; Fat infiltration; Fat quantification

2型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus, T2DM) 患 者会产生过多的脂肪酸异位沉积在骨骼肌等非脂肪组 织器官中[1],骨骼肌异位脂肪沉积可导致高胰岛素血 症,进而产生胰岛素抵抗(insulin resistance, IR),是 T2DM 发生发展中的重要环节[2-5]。因此,评价骨骼肌 异位脂肪沉积的情况对 T2DM 的临床诊治至关重要。 测定下肢大腿中段的骨骼肌脂肪含量是评估全身骨骼 肌脂肪含量最简单、最常用的方法[6]。目前,骨骼肌脂 肪含量的评估方法主要有 Goutallier 分级法、磁共振 波谱分析(magnetic resonance spectroscopy, MRS)、 Dixon 及其衍生技术等。本研究采用的定量非对称回 波的最小二乘估算法迭代水脂分离序列(iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least squares estimation quantification sequence, IDEAL-IQ),基础是三点式 Dixon 成像技术,单次扫 描可获得四组图像(同、反相位及水相、脂相),可利用 化学位移原理对脂肪组织进行定量分析,且 3D-IDE-AL-IQ 序列的层间分辨率更高[7-8]。IDEAL-IQ 技术 所测得的质子密度脂肪分数(proton density fat fraction, PDFF) 与磁共振波谱分析结果具有较好的一致 性,且 IDEAL-IQ 技术运用更为灵活,可以把 ROI 放 置在扫描范围内的任意位置,测定该区域内的脂肪分 数(fat fraction, FF)[9-10]。目前,国内基于 IDEAL-IQ 技术定量评估 T2DM 患者大腿骨骼肌肌内脂肪组织 沉积情况及分布的研究尚少见报道。因此,本研究通 过运用 3D-IDEAL-IQ 定量技术,分析 T2DM 患者与 健康志愿者大腿骨骼肌脂肪浸润水平及其分布特征的 差异,旨在为临床评估 T2DM 骨骼肌异位脂肪沉积程 度和康复训练运动处方提供客观的影像学依据。

#### 材料与方法

#### 1. 病例资料

搜集本院 2019 年 1 月至 2020 年 7 月确诊的 T2DM 患者及年龄、性别相匹配的健康志愿者。本研究共纳入 83 例研究对象,其中 T2DM 患者 43 例 (T2DM 组,男 23 例,女 20 例),健康志愿者 40 例(对照组,男、女各 20 例)。T2DM 组患者参照美国糖尿病协会(american diabetes association, ADA)制定的最新诊断标准[11]。病例排除标准:①MRI 扫描禁忌症;②妊娠者;③既往接受大腿部手术者;④患有神经肌肉疾病者;⑤存在下肢畸形者;⑥长期服用噻唑烷二酮类、激素类药物者;⑦下肢瘫痪或长期营养不良、活动受限以及专业肌肉训练者;⑧长期酗酒者。所有

T2DM 患者及健康志愿者均已事先签署知情同意书 并告知相关事官。

#### 2. 检查方法

MRI 检查采用 GE 3.0T MR 扫描仪(Discovery 750W,美国),线圈放置中心定于大腿中段。扫描序列包括轴面  $T_1$ WI FSE 序列、IDEAL-IQ 及冠状面  $T_2$  I-DEAL 序列(用于确定大腿中段位置及排除可能存在的病变),各序列扫描参数见表 1。

表 1 各序列扫描参数

序列	TR (ms)	TE (ms)			层间距 (mm)
$T_1WI$	632.0	13.7	$40 \times 24$	3.0	1.0
IDEAL-IQ	9.8	4.3	$40 \times 24$	4.0	0.0
Cor-T <sub>2</sub> IDEAL	2947.0	64.6	$46 \times 46$	6.0	1.5

注:TR:重复时间;TE:回波时间;IDEAL-IQ:定量非对称回波的最小二乘估算法迭代水脂分离序列;Cor- $T_2$  IDEAL:冠状面  $T_2$  IDEAL序列。

### 3. 图像分析及测量

大腿各肌肉脂肪分数的测量:本研究采用ADW4.6(GE,美国)工作站进行图像后处理,采用本课题组严俊等[12]的测量方法,在T1图像上分别勾画各肌肉轮廓,并在与之对应的FF图上生成相应的ROI,ROI沿肌肉边缘下1~2mm勾画,目的是避开皮下以及大腿肌肉间的脂肪,记录每块肌肉的FF(图1)。由同一位具有5年以上骨骼肌肉诊断经验的影像科医师在同一层面勾画两次,取平均值作为最终结果。

大腿中段区域划分及处理:大腿皮下脂肪面积  $(S_{th})$ : $T_1$ WI上大腿阔筋膜以外的高信号区域。大腿肌肉区域间脂肪面积  $(S_{inter})$ :用皮下脂肪内轮廓以内的总面积  $(S_{IMAT})$ 减去该层面股骨及所有肌肉的横截面积之和,即可获得肌肉区域间脂肪面积  $S_{inter}$  (图 2)。

肌内脂肪面积( $S_{intra}$ )及单纯肌肉面积( $S_m$ )的测量: 肌内脂肪面积的计算方式为肌肉总横截面积( $S_{sum}$ )乘以该层面内所有肌肉平均脂肪分数(FF),即 $S_{intra} = S_{sum} \times FF$ 。单纯肌肉横截面积  $S_m$  的计算公式为  $S_m = S_{sum} - S_{intra}$ 。根据人体解剖将大腿中部肌肉划分为前外侧群、后侧群、内侧肌群(图 3)。

# 4. 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。所有计量资料均以均数  $\pm$  标准差  $(x\pm s)$  表示,服从正态分布者采用独立样本 t 检验进行组间比较,不服从正态分布者采用 Mann-Whitney U 检验进行组间比较,组内两两比较采用 Tukey 检验。以 P < 0.05 为差异有统计学意义。

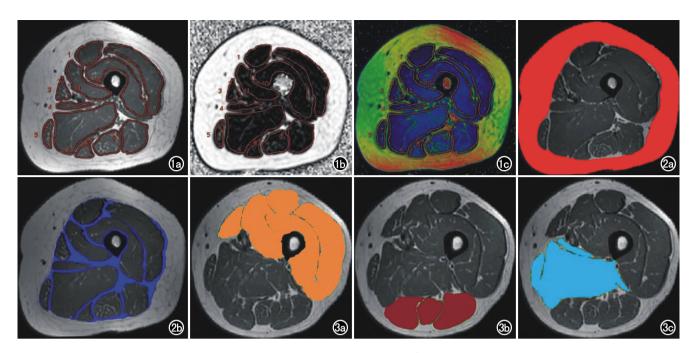


图 1 大腿中段各肌肉脂肪分数勾画示意图。a)  $T_1$  WI 各肌肉轮廓勾画示意图;b) 与 a 图对应的 FF 图上生成相应 ROI;c)  $T_1$  WI 与 FF 图的融合伪彩图像。 图 2 大腿皮下脂肪面积及肌肉区域间脂肪面积勾画示意图。a) 大腿皮下脂肪组织  $S_{th}$  (红色区域);b) 肌间脂肪  $S_{inter}$  (蓝色区域)。 图 3 大腿各肌群划分示意图。a) 前外侧群(橘色): 股外侧肌、股直肌、股内侧肌、股中间肌及缝匠肌;b) 后群(红色): 股二头肌、半腱肌及半膜肌;c) 内收肌群(蓝色): 大收肌、长收肌及股薄肌。

# 结 果

统计学分析结果显示, T2DM 组的体重及身体质量指数(body mass index, BMI) 明显大于对照组,且差异有统计学意义(P<0.001),其他指标两组间差异无统计学意义(P>0.05,表 2)。

表 2 T2DM 组与对照组的基线情况比较

指标	T2DM 组 (n=43)	对照组 (n=40)	t/Z 值	P 值
年龄(岁)	$53.4 \pm 6.7$	$50.53 \pm 7.13$	-1.908	0.06
性别(男/女,例)	23/20	20/20	_	>0.05
身高(cm)	$165.49 \pm 7.20$	$163.25 \pm 6.55$	-1.478	0.143
体重(kg)	74.81 $\pm$ 10.63	$57.00 \pm 5.29$	-9.550	<0.001**
$BMI(kg/m^2)$	$27.17 \pm 3.05$	$21.44 \pm 1.38$	-7.564	<0.001 * *

注:BMI:身体质量指数;\*\*:P<0.001。

各区域脂肪面积对比见表 3,统计学分析结果显示,在皮下(P=0.004)、肌间(P<0.001)、肌内(P<0.001)、肌内(P<0.001)三个部分脂肪面积的比较中,T2DM 组均明显大于对照组,且差异均有统计学意义。在校正了 BMI后,两组间皮下、肌内脂肪面积比较差异仍有统计学意义(P<0.001)。对各区域的面积进行标准化处理后的统计学分析结果显示,T2DM 组的相对肌内脂肪面积大于对照组,T2DM 组的相对单纯肌肉面积小于对照组,差异均有统计学意义(P<0.05,表 4)。在校正了 BMI后,两组间相对肌内脂肪面积(P<0.001)、相对单纯肌肉面积(P=0.007)的差异仍有统计学意义。

大腿各肌群的标准化横截面积、单纯肌肉面积和

表 3 T2DM 组与对照组大腿皮下各区域脂肪面积对比 (mm²)

部位	T2DM 组 (n=43)	对照组 (n=40)	Z值	P 值	$P_{{\scriptscriptstyle ec k}{\scriptscriptstyle  m EBMI}}$
皮下	$5670.40 \pm 2425.77$	$4097.59 \pm 1671.35$	-2.902	0.004*	<0.001**
肌间	$1797.84 \pm 465.15$	$1462.10 \pm 303.44$	-3.802	<0.001**	0.544
肌内	$694.87 \pm 269.64$	$444.78 \pm 119.72$	-4.985	<0.001**	<0.001**

注:\* P<0.05;\*\* P<0.001

表 4 T2DM 组与对照组大腿各区域面积标准化值对比

项目	T2DM 组 (n=43)	对照组 (n=40)	Z值	P 值	$P_{ar{k}{\scriptscriptstyle m LBMI}}$
肌间/S <sub>s</sub>	$0.132 \pm 0.03$	$0.127 \pm 0.03$	-0.743	0.460	_
肌内/S <sub>s</sub>	$0.049 \pm 0.01$	$0.038 \pm 0.01$	-4.142	<0.001**	<0.001**
单纯肌肉/S <sub>s</sub>	$0.818 \pm 0.04$	$0.835 \pm 0.04$	2.048	0.044*	0.007*

注: $S_s$ :大腿阔筋膜以内不包括骨的所有区域面积; P < 0.05; \*\* P < 0.001

肌内脂肪面积的测量结果见表 5。统计学分析结果显 示,T2DM 组内收肌群的横截面积及单纯肌肉面积相 对值高于对照组,前外侧肌群的横截面积及单纯肌肉 面积相对值低于对照组,差异均有统计学意义(P值均 <0.05)。T2DM 组各肌群肌肉内的脂肪面积均大于 对照组, 差异均有统计学意义 (P 值均 < 0.05)。各肌 群平均脂肪分数的比较见表 6,统计学分析结果显示, T2DM 组大腿各肌群的平均脂肪分数均较对照组高, 差异均有统计学意义(P 值均<0.05)。在 T2DM 组 中,大腿后群肌肉的平均脂肪分数显著高于内收肌群 及前外侧肌群,差异均有统计学意义(P值均< 0.001);前外侧肌群与内收肌群的平均脂肪分数比较, 差异无统计学意义(P>0.05)。在对照组内比较大腿 后肌群与前外侧肌群的平均脂肪分数,结果显示前者 明显高于后者,差异有统计学意义(P=0.006)。健康 志愿者与 T2DM 患者皮下脂肪面积及各肌群 FF 示意 图见图 4、5。

# 讨论

本研究采用 MR 3D-IDEAL-IQ 技术分析 T2DM 患者和健康对照组之间大腿肌肉脂肪浸润情况,结果 发现 T2DM 患者的大腿皮下脂肪、肌间脂肪、肌内脂肪面积均较对照组增大,而肌肉面积相对值较对照组减少,且大腿前外侧群肌肉减少最为明显。

目前,关于 T2DM 患者肌内脂肪及肌间脂肪分布 差异的影像学研究少见报道。本研究发现,T2DM 组 肌内脂肪面积(S<sub>inte</sub>)及肌间脂肪面积(S<sub>inte</sub>)的绝对值 均明显高于对照组,这与 Pritchard 等[13]的研究结果 一致,分析其微观机制可能是肌细胞内的脂质抑制了 骨骼肌氧化磷酸化能力[14],骨骼肌中的脂肪组织分泌 炎性因子可能导致蛋白和肌肉分解[15]。Karampinos 等[16] 量化绝经后女性小腿部的肌内脂肪及肌间脂肪 体积的研究结果表明,T2DM 组与对照组的绝对值差 异无统计学意义,这与本研究结果不一致,可能与该研 究只涉及绝经后女性,目该研究中 T2DM 患者的病程 都为5年以上,而本研究中 T2DM 患者的病程从初诊 至 15 年不等。目前的研究发现, T2DM 可能与肌间 脂肪和肌内脂肪的分布特点有关,这也可能与 T2DM 病程进展有关[17],有助于监测 T2DM 患者饮食和运 动干预期间的治疗效果[18]。另外,BMI 是目前临床工 作中判断体脂含量的主要指标,全身脂肪含量增加是 T2DM 发生发展的重要因素。我们通过校正 BMI 后 发现两组间大腿各区域的脂肪含量差异仍有统计学意 义,可以认为在排除 BMI 的影响后,两组间大腿皮下 各区域的脂肪和肌肉含量仍有统计学差异。

本研究进一步分群比较了大腿骨骼肌脂肪分数的差异,健康人群大腿后群肌肉的平均脂肪分数明显高于同层面前外侧群肌肉,提示大腿后群肌肉更易出现脂肪浸润,这可能由于人体长期处于直立状态,需要伸肌群对抗重力,大腿前外侧肌群属于伸肌群,在维持人体直立姿态中起主要作用,因此伸肌群脂肪浸润较少。而大腿后群属于屈肌群,主要负责膝关节屈曲,运动较少,因此脂肪沉积更为明显。在 T2DM 患者中,大腿后群肌肉的平均脂肪分数高于同层面内收肌群及前外

表 5 T2DM 组与对照组各肌群的 CSA、S <sub>m</sub> 、S <sub>intra</sub> 标准化值比较 (	$(mm^2)$
--	----------

指标/标准化值	T2DM $(n=43)$	对照组 (n=40)	t 值	P 值
CSA				
前外侧群/S <sub>sum</sub>	$0.51 \pm 0.03$	$0.52 \pm 0.03$	2.304	0.024*
后群/S <sub>sum</sub>	$0.19 \pm 0.02$	$0.20 \pm 0.02$	0.477	0.635
内收肌群/S <sub>sum</sub>	$0.30 \pm 0.03$	$0.28 \pm 0.04$	-2.484	0.015*
$S_m$				
前外侧群/S <sub>sum</sub>	$0.48 \pm 0.03$	$0.50 \pm 0.03$	3.050	0.003*
后群/S <sub>sum</sub>	$0.18 \pm 0.02$	$0.19 \pm 0.02$	1.430	0.157
内收肌群/S <sub>sum</sub>	$0.28 \pm 0.03$	$0.27 \pm 0.04$	-2.033	0.045*
$S_{intra}$				
前外侧群/S <sub>sum</sub>	$0.03 \pm 0.01$	$0.02 \pm 0.01$	-3.148	0.002**
后群/S <sub>sum</sub>	$0.014 \pm 0.005$	$0.010 \pm 0.004$	-3.635	<0.001*
内收肌群/S sum	$0.02 \pm 0.01$	$0.01 \pm 0.00$	-2.716	0.007*

注: CSA: 横截面积; S<sub>m</sub>: 单纯肌肉面积; S<sub>intra</sub>: 肌内脂肪面积; S<sub>sum</sub>: 层面内所有肌肉 CSA 之和; \* P<0.05; \* \* P<0.001。

表 6 T2DM 组与对照组组内各肌群的脂肪分数比较 (%)

组别	前外侧群	后群	内收肌群	F值	P 值
T2DM 组(n=43)	$5.03 \pm 1.51$	$7.38 \pm 2.65 *$	5.34 $\pm$ 1.92 $^{\sharp}$	16.16	<0.001**
对照组(n=40)	$3.88 \pm 1.20$	$4.96 \pm 2.05$ *	$4.38 \pm 1.70$	4.09	0.002*

侧肌群肌肉,这可能提示 T2DM 患者大腿的各个肌群脂肪浸润呈 现不均匀性,且大腿后群的肌肉脂 肪浸润更严重。因此,在针对 T2DM 患者进行运动处方康复治 疗时,在减重的同时,可以增加针 对大腿前外侧肌群的离心抗阻训 练,从而更好地增加肌肉量<sup>[19]</sup>。

本研究存在以下局限性:①本研究纳入的样本量较少,我们仍在进一步扩大样本量以深入探究。②本研究纳入受试者时,控制了性别和年龄对骨骼肌脂肪浸润的影响,而内科治疗方式和病程对其的影响仍需进一步研究。③我们尽可能区域分割皮下、肌内和肌间的脂肪,但肌间血管、神经等组织仍然不可避免地被划入肌间脂肪的区域内,期待未来能找到更有效、准确的方法将其分割分析。

综上所述, MRI 3D-IDEAL-IQ 定量评价 T2DM 患者大腿肌间和肌内脂肪浸润含量和分布是可行的。在 T2DM 患者大腿皮下脂肪中, 肌间、肌内脂肪面积绝对值增大, 肌肉内的脂肪相对含量增多, 单纯肌肉的相对量减少, 且以前外侧群的肌肉减少为著。另外, 大腿各肌群的脂肪浸润表现出不均匀性,即大腿后群肌肉脂肪浸润较内侧、前外侧群肌肉更明显。本

研究结果可为 T2DM 患者骨骼肌异位脂肪评价和个体化康复方案制定提供客观的影像学定量参考和指导。

#### 参考文献:

- [1] Shulman GI. Ectopic fat in insulin resistance, dyslipidemia, and cardiometabolic disease[J]. N Engl J Med, 2014, 371(23): 2237-2238.
- [2] Larson-Meyer DE, Newcomer BR, Ravussin E, et al. Intrahepatic and intramyocellular lipids are determinants of insulin resistance in prepubertal children[J]. Diabetologia, 2011, 54(4):869-875.
- [3] Yazici D, Sezer H. Insulin resistance, obesity and lipotoxicity[J]. Adv Exp Med Biol, 2017, 960(2);277-304.
- [4] Longo M, Zatterale F, Naderi J, et al. Adipose tissue dysfunction as determinant of obesity-associated metabolic complications[J].

  Int J Mol Sci, 2019, 20(9):2358.
- [5] Brans C, Grunnet LG. Mechanisms in Endocrinology: skeletal muscle lipotoxicity in insulin resistance and type 2 diabetes; a

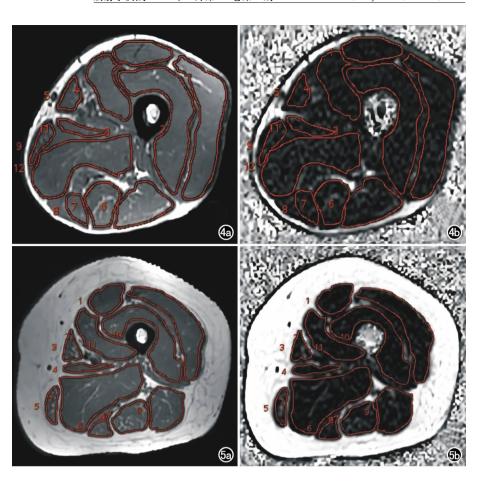


图 4 健康志愿者,男,50岁,BMI为22.3(kg/m²),大腿皮下脂肪面积为2911mm²,前外侧群脂肪分数为3.26,后群脂肪分数为5.63,内收肌群脂肪分数为5.47。a)大腿中段 $T_1$ WI图像上肌肉勾画示意图;b)对应的FF图上生成各肌群相应感兴趣区轮廓。 图 5 T2DM患者,男,50岁,病程5年,BMI为24.3(kg/m²),大腿皮下脂肪面积为7708 mm²,前外侧群脂肪分数为5.54,后群脂肪分数为8.30,内收肌群脂肪分数为7.10。a)大腿中段 $T_1$ WI图像上肌肉勾画示意图;b)对应的FF图上生成各肌群相应感兴趣区轮廓。

- causal mechanism or an innocent bystander? [J]. Eur J Endocrinol, 2017, 176(2): r67-r78.
- [6] Goodpaster BH, Thaete FL, Kelley DE. Thigh adipose tissue distribution is associated with insulin resistance in obesity and in type 2 diabetes mellitus[J]. Am J Clin Nutr, 2000, 71(4):885-892.
- [7] Liu CY, McKenzie CA, Yu HZ, et al. Fat quantification with IDE-AL gradient echo imaging: correction of bias from T<sub>1</sub> and noise [J]. Magn Reson Med, 2007, 58(2): 354-364.
- [8] 刘欢,王秋霞,盛晓兰,等. 磁共振 FSE-IDEAL 与 IDEAL-IQ 序列 在水脂混合模型脂肪定量中的对比研究[J]. 放射学实践,2018,33(5):442-447.
- [9] Kang GH, Cruite I, Shiehmorteza M, et al. Reproducibility of MRI-determined proton density fat fraction across two different MR scanner platforms[J]. J Magn Reson Imaging, 2011, 34(4): 028-034
- [10] 陈晓,罗馨,雷红,等. 磁共振 IDEAL-IQ 序列评价"接力赛"电针 法对腹型肥胖女性肝脏脂肪含量的影响[J]. 放射学实践,2017,

32(5):471-474.

- [11] Marathe PH, Gao HX, Close KL. American diabetes association standards of medical care in diabetes 2017[J]. J Diabetes, 2017, 9 (4), 320-324.
- [12] 严俊,王玲,黄益龙,等. 基于轴位 T<sub>1</sub>WI 图像大腿肌肉脂肪浸润量化方法的可行性研究[J]. 磁共振成像,2021,12(12):49-54.
- [13] Pritchard JM, Karampatos S, Beattie KA, et al. The relationship between intramuscular adipose tissue, functional mobility, and strength in postmenopausal women with and without type 2 diabetes[J]. J Aging Res, 2015, 2015; 872726.
- [14] Boettcher M, Machann J. Stefan N, et al. Intermuscular adipose tissue (IMAT); association with other adipose tissue compartments and insulin sensitivity[J]. J Magn Reson Imaging, 2009, 29 (6):1340-1345.
- [15] Ebisui C, Tsujinaka T, Morimoto T, et al. Interleukin-6 induces proteolysis by activating intracellular proteases (cathepsins B and L, proteasome) in C2C12 myotubes[J]. Clin Sci (Lond), 1995, 89

(4):431-439.

- [16] Karampinos DC, Baum T, Nardo L, et al. Characterization of the regional distribution of skeletal muscle adipose tissue in type 2 diabetes using chemical shift-based water/fat separation [J]. J Magn Reson Imaging, 2012, 35(4):899-907.
- [17] Vettor R, Milan G, Franzin C, et al. The origin of intermuscular adipose tissue and its pathophysiological implications [J]. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2009, 297(5): E987-998.
- [18] Mojtahedi MC, Thorpe MP, Karampinos DC, et al. The effects of a higher protein intake during energy restriction on changes in body composition and physical function in older women[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2011, 66(11):1218-1225.
- [19] Virtue S, Vidal-puig A. Adipose tissue expandability, lipotoxicity and the Metabolic Syndrome——an allostatic perspective [J]. Biochim Biophys Acta, 2010, 1801(3):338-349.

(收稿日期:2022-05-18 修回日期:2022-09-08)

# 《放射学实践》杂志入选 中国医学科学院医学科学卓越期刊目录(2021版)

近日,华中科技大学同济医学院附属同济医院《放射学实践》杂志入选中国医学科学院医学科学卓越期刊目录,是该目录中文杂志放射影像领域仅有的两本杂志之一。《放射学实践》杂志入选中国科协发布10大领域《我国高质量科技期刊分级目录》业内认可的较高水平期刊。

《放射学实践》创刊于 1986 年。创刊时杂志主要内容是将德国著名医学影像学杂志《Roentgen-praxis》原文翻译成中文,向中国广大放射学工作者介绍德国最新的医学影像学信息,是我国改革开放后最早的国际合作译文期刊。1996 年开始刊登国内专家学者的文章,以论著为主,涉及医学影像学的方方面面。以时代性、权威性、群众性作为刊物的定位品格,博采众长、兼收并蓄,受到广大放射学工作者的喜爱。现为 2020 年版北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目"学术期刊评价及文献计量学研究"研究成果——《中国核心期刊要目总览》。本刊为中国科学引文数据库(CSCD)核心库来源期刊、《中文核心期刊要目总览》收录期刊、中国科技核心期刊、中国高质量科技期刊分级目录临床医学领域医学影像学期刊,并在中国学术期刊分区中位列 Q1 区。