

# MRI扫描及体表简单参数评估绝经妇女肌肉间的脂肪含量\*\*\*

闫丹, 阮祥燕

## Evaluation of intermuscular fat content in menopausal women by magnetic resonance imaging scanning and simple surface parameters

Yan Dan, Ruan Xiang-yan

Department of Endocrinology for Gynecology, Beijing OB/GYN Hospital Capital Medical University, Beijing 100026, China

Yan Dan★, Studying for master's degree, Department of Endocrinology for Gynecology, Beijing OB/GYN Hospital Capital Medical University, Beijing 100026, China danxiner19870119@163.com

Corresponding author: Ruan Xiang-yan, Doctor, Chief physician, Professor, Doctoral supervisor, Department of Endocrinology for Gynecology, Beijing OB/GYN Hospital Capital Medical University, Beijing 100026, China ruanxiangyan@163.com

Supported by: the Natural Science Foundation of Beijing, No. 3082011\*; Key Support Projects of Capital Medical Development Foundation, No. 2007-2045\*; High-level Personnel Fund Project of Beijing Municipal Health System in 2009, No. 2009-3-52\*

Received: 2011-11-10  
Accepted: 2011-12-16

### Abstract

**BACKGROUND:** Menopausal women often appear with the increase of intermuscular adipose tissue mass (IMAT) content. International methods that used to measure the IMAT content are CT and magnetic resonance imaging (MRI). Because the costs are more expensive and CT has disadvantages in radioactivity, so they are not suitable to be widely used in clinical.

**OBJECTIVE:** To estimate the intermuscular fat content which measure by MRI from simple surface parameters (anthropometric and serological indicators) in menopausal women in order to improve the detection efficiency and save the health care costs.

**METHODS:** A total of 60 naturally menopausal women were divided into metabolic syndrome group and non-metabolic syndrome group. The anthropometric indicators and serological indicators were measured. IMAT content was detected using bioelectrical impedance analyzer. According to previous research results, the middle leg area and IMAT content were measured by single cross-sectional MRI of the middle leg area. The multiple-regression analysis was conducted between measurement results of MRI and simple surface parameters.

**RESULTS AND CONCLUSION:** ①IMAT content was excess (percentage of IMAT content > 30%). The incidence of metabolic syndrome was 88.3% and 28.3%. ②Middle leg IMAT area and total IMAT content had a positive correlation with triglyceride, systolic pressure, diastolic pressure and fasting plasma glucose, while a negative correlation with high density lipoprotein-cholesterol, when age, years since postmenopause and the level of estradiol were eliminated. ③Fat content of the whole body had a strongest relationship with the IMAT. ④The equation which was used to estimate IMAT from anthropometric simple surface parameters in menopausal women was initially established. It is indicated that the total IMAT content is a risk factor for metabolic syndrome in menopausal women.

Yan D, Ruan XY. Evaluation of intermuscular fat content in menopausal women by magnetic resonance imaging scanning and simple surface parameters. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2012;16(13): 2342-2345.

[<http://www.crter.cn> <http://en.zglckf.com>]

### 摘要

**背景:** 绝经妇女常伴有全身肌肉间脂肪增加,国际上可用于测量全身肌肉间脂肪的方法有CT和MRI,但成本均比较昂贵,且CT具有放射性等缺点,不宜广泛应用于临床。

**目的:** 使用体表简单参数(人体学和血清学指标等)评估绝经妇女MRI扫描肌肉间脂肪含量,以期提高检测效率,节省医疗成本。  
**方法:** 自然绝经的妇女60名,分为代谢综合征组和非代谢综合征组。测量人体学指标(体质量,肱三头肌皮褶厚度等),血清学指标(三酰甘油等),使用生物电阻抗仪测量全身脂肪含量。依既往研究成果选取小腿中部单层图像分析计算小腿中部以及全身肌肉间脂肪含量。将体表简单参数与MRI测量结果进行多元回归分析。

**结果与结论:** ①全身脂肪含量超量(全身脂肪含量百分比>30%)、代谢综合征的发生率分别为88.3%、28.3%。②消除年龄、绝经年限及雌二醇水平的影响,小腿中部肌肉间脂肪面积以及全身肌肉间脂肪体积与三酰甘油、空腹血糖、收缩压、舒张压呈正相关,与高密度脂蛋白胆固醇呈负相关。③与全身肌肉间脂肪体积最相关的指标为全身脂肪含量。④初步建立使用体表简单参数评估绝经妇女肌肉间脂肪含量的方程。提示全身肌肉间脂肪体积是绝经妇女发生代谢综合征的危险因素。

**关键词:** 体成分; 绝经; 血清学指标; 肌肉间脂肪; 代谢综合征

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2012.13.014

闫丹, 阮祥燕. MRI扫描及体表简单参数评估绝经妇女肌肉间的脂肪含量[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(13):2342-2345. [<http://www.crter.org> <http://cn.zglckf.com>]

## 0 引言

代谢综合征是全球心血管疾病发生率和死亡率增加的危险因子<sup>[1-2]</sup>。大量研究显示脂肪分布情况在代谢综合征等肥胖相关慢性病的发生发展过程中起着重要的决定性作用<sup>[3-4]</sup>。全身肌肉间脂肪(Intermuscular adipose tissue mass, IMAT)是心血管疾病的独立危险因素,与胰岛素抵抗、2型糖尿病的发生发展密切相关<sup>[5-7]</sup>。绝

经妇女常伴有IMAT增加<sup>[8]</sup>,这一改变将会对绝经妇女的生命健康造成严重不良影响。目前中国约有2.38亿以上的绝经妇女,评估其IMAT含量,对及早发现绝经妇女代谢综合征的高危人群,及时采取干预措施,有效减少因代谢综合征致心血管疾病的发病率和死亡率,有着极其重要的现实意义。

国际上可用于测量IMAT的方法有CT和MRI,但成本均比较昂贵,且CT具有放射性等缺点,不宜广泛应用于临床;人体学、血清学

指标测定具有费用低、操作简便的优点, 尤适用于临床和科研工作。因此探讨使用体表简单参数评估绝经妇女MRI扫描IMAT的方法, 有利于大幅提高检测效率, 节省医疗成本, 是迫切需要的。目前, 尚未见此报道。

实验将通过对60位绝经妇女进行人体学和血清学指标测定、MRI扫描, 探求使用简单体表参数估绝经妇女IMAT的方法, 为筛选绝经妇女代谢综合征的高危人群提供简易方法。

## 1 对象和方法

**设计:** 调查分析。

**时间、地点及对象:** 选取2010-10/2011-04就诊于首都医科大学附属北京妇产医院内分泌科且被确诊为自然绝经的妇女60名, 年龄41~60岁, 平均年龄(54.0±3.9)岁。依代谢综合征诊断标准分为代谢综合征和非代谢综合征组<sup>[9]</sup>。

**纳入标准:** ①停经3个月以上, 雌二醇<30 ng/L, 卵泡刺激素>40 IU/L的自然绝经妇女。②近3个月未使用激素类药物, 或使用影响质量及体成分的药品。③根据国务院《医疗机构管理条例》规定<sup>[10]</sup>, 受试者知情同意。

**排除标准:** 有甲状腺及肾上腺相关疾病, 吸烟等不良生活习惯。

**仪器:**

仪器及设备	来源
MC/MES00-042 肌肉功能分析仪	北京迈达康医疗设备公司
皮摺厚度测量仪(型号 68902)	美国 Country Technology 公司
医用磁共振成像设备 (Signa Excite Twins PEED)	美国通用(GE)公司
Synchron LX20 全自动生化检测仪	美国 Beckman Coulter 公司
Centaur 全自动化学发光免疫分析仪	美国拜耳公司

**方法:**

**人体学指标的测定:** 测量身高和体质量时受试者脱鞋、帽, 限穿单衣单裤, 两手自然下垂。体质量指数=体质量/身高<sup>2</sup>(kg/m<sup>2</sup>)。测量腰围和臀围时受试者取站位, 双脚分开25~30 cm, 平稳呼吸。测量腹部矢状径时受试者平卧, 平静呼吸, 测量受试者脐孔水平背部到腹部的垂直距离。长度单位为cm, 质量单位为kg。使用皮摺厚度测量仪测量腹部皮摺厚度, 肱二头肌

皮摺厚度, 肱三头肌皮摺厚度, 长度单位为mm。上述所有指标均同时测量3次, 计算到小数点后1位, 取平均值。

**全身脂肪含量的测定:** 空腹12 h, 清晨8~10时测定。受试者着单衣裸脚站立在分析仪上, 两脚踏在两处脚模上, 两手自然下垂, 采用MC/MES00-042肌肉功能分析仪测定。

**MRI脂肪含量的测定:** MRI图像采集于积水潭医院核磁科磁共振成像设备, 受试者双手臂上举仰卧位平躺在1.5T HD的扫描平台上, 以L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub>椎间隙为中心, 脚先进位进行小腿扫描, 每层图片厚10 mm, 间距40 mm。依既往研究成果, 使用北京工业大学自制Matlab编程软件实现MRI图像的选取分析计算<sup>[11]</sup>。

**血清学指标的测定:** 受试者空腹12 h, 晨8~10时前臂静脉采血。测定空腹血清血糖(fasting plasma glucose, FPG)、卵泡刺激素(follicle stimulating hormone, FSH)、雌二醇、三酰甘油(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇。空腹血糖测定采用葡萄糖氧化酶法, 三酰甘油测定采用酶比色法, HDL-C测定采用免疫化学比色法, 仪器为美国 Beckman Coulter 公司生产的Synchron LX20全自动生化检测仪及该公司提供的试剂。生殖激素测定采用美国拜耳公司生产的Centaur全自动化学发光免疫分析仪以及由该公司提供的试剂。试剂盒的批间误差及批内误差控制在3%~5%。

**主要观察指标:** ①绝经妇女全身脂肪超量和代谢综合征的发生情况。②全身IMAT体积与代谢综合征各组分的相关性分析。③使用Pearson相关分析寻找与全身IMAT体积最相关的指标。④建立使用人体学和血清学指标预测绝经妇女全身IMAT体积的方程。

**测量人员质量控制:** 测量人员均接受过严格的培训。

**统计学分析:** 所得数据使用SPSS for Windows 11.5统计软件包进行Pearson相关分析以及多元线性回归分析,  $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。分析者为第一作者及通讯作者, 并得到专业统计老师的指导。

## 2 结果

2.1 参与者数量分析 纳入绝经妇女60名, 按

首都医科大学附属北京妇产医院内分泌科, 北京市100026

闫丹★, 女, 1987年生, 河南省周口市人, 汉族, 首都医科大学在读硕士, 主要从事妇科内分泌方面的研究。  
danxiner1987019@163.com

通讯作者: 阮祥燕, 博士, 主任医师, 教授, 博士生导师, 首都医科大学附属北京妇产医院内分泌科, 北京市100026  
ruanxiangyan@163.com

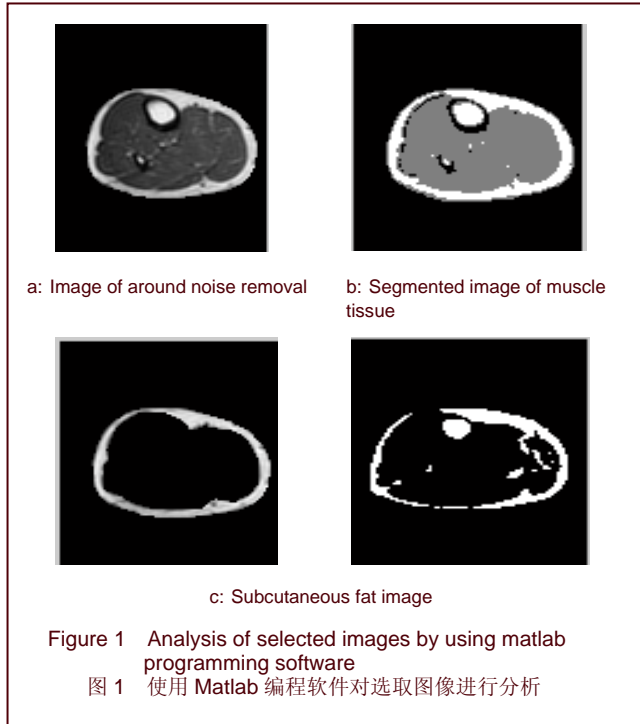
中图分类号: R318  
文献标识码: B  
文章编号: 1673-8225 (2012)13-02342-04

收稿日期: 2011-11-10  
修回日期: 2011-12-16  
(20111110006/W · G)

意向性处理分析, 全部进入结果分析。

2.2 全身脂肪含量超量(全身脂肪含量百分比>30%)和代谢综合征的发生情况 全身脂肪含量超量(全身脂肪含量百分比>30%)53名(88.3%), 患代谢综合征者17名(28.3%)。

2.3 使用Matlab编程软件对图像进行分析计算过程见图1。



2.4 全身IMAT体积与代谢综合征各组分的相关分析见表1。

表1 绝经妇女全身 IMAT 体积与代谢综合征各组分的相关性分析  
Table 1 Correlation analysis between total intermuscular adipose tissue mass (IMAT) volume and abnormal components of metabolic syndrome in postmenopausal women (r)

Index	IMAT
Waistline	0.586 <sup>a</sup>
Triglyceride	0.493 <sup>a</sup>
High density lipoprotein-cholesterol	-0.420 <sup>a</sup>
Systolic pressure	0.242
Diastolic pressure	0.117
Fasting plasma glucose	0.251

<sup>a</sup>P < 0.01

全身IMAT体积与腰围、三酰甘油成正相关, 与HDL-C成负相关, 相关系数分别为: 0.586, 0.493, -0.420, P值均 < 0.01, 差异有显著性意义。

2.5 各测量指标之间的Pearson相关系数 见表2。全身脂肪含量与体质指数最具相关性, 相关系数: 0.912, P值 < 0.01, 差异有非常显著性意义。IMAT与全身脂肪含量的相关性最显著, 相关系数: 0.730, P < 0.01, 差

异有显著性意义。

表2 各测量指标的 Pearson 相关系数  
Table 2 The Pearson correlation coefficient among indicators (r)

Group	Body fat (%)	Midcalf IMAT area (cm <sup>2</sup> )	Total IMAT volume (L)
Weight	0.883 <sup>b</sup>	0.631 <sup>b</sup>	0.631 <sup>b</sup>
Body Mass Index	0.912 <sup>b</sup>	0.718 <sup>b</sup>	0.718 <sup>b</sup>
WC	0.732 <sup>b</sup>	0.586 <sup>b</sup>	0.586 <sup>b</sup>
Hip circumference	0.545 <sup>b</sup>	0.363 <sup>b</sup>	0.363 <sup>b</sup>
Waist-hip ratio	0.283 <sup>a</sup>	0.240	0.240
Sagittalabdominal diameter	0.746 <sup>b</sup>	0.605 <sup>b</sup>	0.605 <sup>b</sup>
Pectoral skinfold thickness	0.454 <sup>b</sup>	0.270 <sup>a</sup>	0.270 <sup>a</sup>
Triceps skinfold thickness	0.513 <sup>b</sup>	0.227	0.227
Abdominal skinfold thickness	0.440 <sup>b</sup>	0.219	0.219
Triglyceride	0.381 <sup>b</sup>	0.493 <sup>b</sup>	0.493 <sup>b</sup>
High density lipoprotein	-0.361 <sup>b</sup>	-0.420 <sup>b</sup>	-0.420 <sup>b</sup>
Follicle stimulating hormone	-0.386 <sup>b</sup>	-0.265 <sup>a</sup>	-0.265 <sup>a</sup>
Body fat (%)	1	0.730 <sup>b</sup>	0.730 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>P < 0.05; <sup>b</sup>P < 0.01; IMAT: intermuscular adipose tissue area; WC: waist circumference

2.6 多元线性回归分析及建立预测模型结果 将IMAT与人体学和血清学指标进行多元线性回归分析, 建立预测模型, 见表3, 4。

表3 预测绝经妇女 IMAT 的模型  
Table 3 The equations which used to estimate intermuscular adipose tissue mass (IMAT) in postmenopausal women

Indicator	Multiple-regression model	Sig
Prediction model of IMAT in the menopausal women only by anthropometric indicators evaluation		
Body fat (%)	=-6.051+1.172 BMI+0.220 W	0.000
Midcalf IMAT area	=-0.000 54+0.000 07 BF	0.000
Total IMAT volume	=0.584+0.012BF	0.000
Prediction model of IMAT in the menopausal women by anthropometric indicators and serological indicators evaluation		
Body fat (%)	=-6.051+1.172 BMI+0.220 W	0.000
Midcalf IMAT area	=-0.000 48+0.000 08 BF+ 0.000 2 TG- 0.000 02 TST	0.000
Total IMAT volume	=0.594+0.012 BF+0.032 TG-0.004 TST	0.000

表4 多元回归方程拟合分析  
Table 4 The regression analysis of multiple regression equations

Group	R	Adjust R <sup>2</sup>	Standard error estimate
Prediction model of IMAT in the menopausal women only by anthropometric indicators evaluation			
Body fat	0.926(a)	0.852	2.008 92
Midcalf IMAT area	0.730(b)	0.525	0.000 367 883 4
Total IMAT volume	0.730(b)	0.525	0.058 934 916 4
Prediction model of IMAT in the menopausal women by anthropometric indicators and serological indicators evaluation			
Body fat	0.926(a)	0.852	2.008 92
Midcalf IMAT area	0.785(c)	0.595	0.000 339 565 2
Total IMAT volume	0.785(c)	0.595	0.054 398 347 4

a: body mass index, weight; b: the whole body fat content; c: the whole body fat content, triglyceride, triceps skinfold thickness; IMAT: intermuscular adipose tissue area

### 3 讨论

**3.1 肥胖与绝经妇女** 肥胖是指脂肪组织异常绝对增加的状态。1997年世界卫生组织已明确宣布肥胖是一种疾病。肥胖者患慢性病的风险较正常体质量者显著增加。绝经妇女常会出现体脂的增多, 这将导致代谢综合征发病风险显著增加<sup>[12-15]</sup>。代谢综合征是心脑血管事件的高危风险因素, 也是导致人类致死、致残的主要原因之一, 严重影响着绝经妇女的生命健康和生活质量。

2007年评估数据显示, 全球约50%绝经妇女处于肥胖状态<sup>[16]</sup>。本次分析显示: 60名绝经妇女中全身脂肪含量超量的发生率为88.3%, 远远超出了全球绝经妇女肥胖的发生率, 代谢综合征的发生率也高达28.3%。这提示要认真对待中国绝经妇女肥胖以及肥胖相关问题, 积极采取有效预防措施和干预手段控制绝经妇女肥胖的发生, 减少因肥胖患代谢综合征等慢性疾病的风险。本次调查在一定程度上说明了目前中国绝经妇女全身脂肪含量超量和代谢综合征的发生情况, 但由于样本量较少, 要全面了解中国绝经妇女全身脂肪含量超量和代谢综合征发病的现状尚需大样本的流行病学调查研究。

**3.2 IMAT与代谢综合征** 绝经妇女随着体内激素环境的变化常伴有IMAT增加。大量研究显示: IMAT与胰岛素抵抗的发生密切相关, 随着IMAT的增加胰岛素抵抗、2型糖尿病的发病率显著增加。另外, IMAT还是心血管疾病的重要独立危险因素, 与其发病率和死亡率成明显的正相关。

本次调查显示全身IMAT体积与代谢综合征组分腰围、三酰甘油、空腹血糖、收缩压、舒张压呈正相关, 与HDL-C呈显著的负相关。全身IMAT体积是绝经妇女发生代谢综合征的危险因素。对绝经妇女进行IMAT评估, 将有利于及早发现绝经妇女代谢综合征的高危人群, 及时采取干预措施, 有效减少因代谢综合征致心血管疾病的发病率和死亡率。

**3.3 预测方程的临床应用** 但使用MRI对绝经妇女进行IMAT扫描, 成本较昂贵且不适用于广泛应用于临床和科研。考虑到体表简单参数的测定具有费用低、操作简便, 尤适用于临床和科研的优点。因此为了提高检测效率, 节省医疗成本。作者进行了使用体表简单参数评估绝经妇女MRI扫描IMAT的研究。国际上尚未见此类报道。

作者首次优化出了与中国绝经妇女全身IMAT体积最相关的体表简单参数全身脂肪含量, 并初步建立了使用体表简单参数评估绝经妇女IMAT的预测模型。这对大幅提高临床以及研究工作的检测效率, 提高绝经妇女的生活质量以及中国妇女保健水平, 节省大量医疗成本, 减轻家庭和社会经济负担有着重要的现实意义。

**致谢:** 感谢积水潭医院核磁科以及北京工业大学的

技术支持。

### 4 参考文献

- [1] Ford ES. Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence. *Diabetes Care*. 2005;28(7):1769-78.
- [2] Mathieu P, Pibarot P, Larose E, et al. Visceral obesity and the heart. *Int J Biochem Cell Biol*. 2008;40(5):821-836.
- [3] Wei M, Gaskill SP, Haffner SM, et al. Waist circumference as the best predictor of non-insulin-dependent diabetes mellitus compared to BMI, waist/hip ratio over other anthropometric measurements in Mexican Americans: a 7-year prospective study. *Obes Res*. 1997;5(1):16-23.
- [4] Hoffman DJ, Wang Z, Gallagher D, et al. Comparison of visceral adipose tissue mass in adult African Americans and whites. *Obes Res*. 2005;13(1):66-74.
- [5] Albu JB, Kovera AJ, Allen L, et al. Independent association of insulin resistance with larger amounts of intermuscular adipose tissue and a greater acute insulin response to glucose in African American than in white nondiabetic women. *Am J Clin Nutr*. 2005;82(6):1210-1217.
- [6] Goodpaster BH, Thaete FL, Kelley DE. Thigh adipose tissue distribution is associated with insulin resistance in obesity and in type 2 diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr*. 2000;71(4):885-892.
- [7] Dymna Gallagher, David E Kelley, Jung-Eun Yim, et al. Adipose tissue distribution is different in type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr*. 2009;89:807-814.
- [8] Mi-Yeon Song, Else Ruts, Jaehee Kim, et al. Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women. *Am J Clin Nutr*. 2004;79:874-880.
- [9] Alberti KG, Zimmet PZ, Shaw JE. The metabolic syndrome: a new world-wide definition from the International Diabetes Federation consensus. *Lancet*. 2005;366(9367):1059-1068.
- [10] State Council of the People's Republic of China. Administrative Regulations on Medical Institution. 1994-09-01. 中华人民共和国国务院. 医疗机构管理条例. 1994-09-01.
- [11] Ruan XY, Gallagher D, Harris T, et al. Estimating whole body intermuscular adipose tissue from single cross-sectional magnetic resonance images. *J Appl Physiol*. 2007;102(2):748-754.
- [12] Sowers M, Zheng H, Timey K, et al. Changes in Body Composition in Women over Six Years at Midlife: Ovarian and Chronological Aging. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(3):895-901.
- [13] Liang XL, Ruan XY. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu*. 2009,13(46):9175-9178. 梁秀兰, 阮祥燕. 绝经妇女体脂改变与相关的慢性疾病[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009,13(46):9175-9178.
- [14] Franco C, Veldhuis JD, Iranmanesh A, et al. Thigh intermuscular adipose tissue is inversely associated with spontaneous GH release in post-menopausal women with abdominal obesity. *Eur J Endocrinol*. 2006;155(2):261-268.
- [15] Jin J, Ruan XY, Hua L, et al. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu*. 2010;14(2):360-364. 金婧, 阮祥燕, 华琳, 等. 绝经妇女体成分与代谢综合征组分的相关性[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010,14(2):360-364.
- [16] Silva HG, Mendonça LM, Conceição FL, et al. Influence of obesity on bone density in postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2007;51(6):943-949.

#### 来自本文课题的更多信息——

**基金声明:** 北京市自然科学基金资助项目(3082011); 首都医学发展基金重点支持项目(2007-2045); 2009年度北京市卫生系统高层次人才资助项目(2009-3-52)。

**作者贡献:** 设计为通讯作者和第一作者, 实施由第一作者, 积水潭医院核磁科, 以及北京工业大学完成, 评估由第一作者和通讯作者完成, 均接受过系统的科研设计、统计以及仪器操作培训。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

**伦理要求:** 在选择研究对象时严格遵守中华人民共和国国务院颁发的《医疗机构管理条例》规定的相关要求。

**本文创新点:** 研究首次优化出了与MRI测量全身肌肉间脂肪最具相关性的指标, 成功建立了使用体表简单参数评估全身肌肉间脂肪的预测模型。