

· 论 著 ·

老年人躯干肌群与髋部肌群相关性研究

晏乘曦¹ 王玲² 姚丁华¹ 杨若培² 刘艳东² 程晓光² 唐光才^{1*}

1. 西南医科大学附属医院放射科, 四川 泸州 646000

2. 北京积水潭医院放射科, 北京 100035

中图分类号: R814.42 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2018) 12-1586-05

摘要: **目的** 探讨老年人躯干肌群与髋部肌群体质成分含量的相关性。**方法** 收集 2017 年 3 月至 5 月来我院体检的新街口社区 60~85 岁中老年人 316 名, 其中, 男性 122 名, 女性 194 名。CT 扫描得到志愿者腹部和髋部图像, 使用东软医疗系统有限公司开发的高级可视化后处理工作站 (advanced visualization workspace, AVW), 分别定量测量 L₃ 椎体中份层面和小转子下 3 cm 垂直股骨长径横截面的肌群面积 (cross-sectional muscle area, CSMA)、肌肉间隙脂肪面积 (inter-muscular adipose area, IMAA)、肌肉脂肪浸润程度 (muscle fat infiltration, MFI)。用单样本 K-S 检验正态性; 使用组内相关系数 (interclass correlation coefficient, ICC) 评价两名测量者组间重复性及一名测量者两次测量的组内重复性; 使用独立样本 *t* 检验比较男、女两组间一般情况、躯干和髋部肌群 CSMA、IMAA、MFI 结果的差异; *Pearson* 相关性比较两组 L₃ 水平躯干肌群和髋部肌群体质成分的相关性, 再分别以 L₃ CSMA、IMAA、MFI 为因变量, 髋部 CSMA、IMAA、MFI 为自变量做多元逐步回归分析, 确定影响躯干肌群体质成分的主要影响因子。*P* < 0.05, 差异有统计学意义。**结果** 男性躯干和髋部 CSMA 大于女性, 两个部位 MFI 程度小于女性。*Pearson* 相关分析显示男、女躯干 CSMA、IMAA、MFI 与髋部 CSMA、IMAA、MFI 成正相关, 其中, 男性躯干肌肉面积与髋部肌肉面积相关性最高。**结论** 老年躯干肌群与髋部肌群体质成分改变具有相关性, 男性躯干肌肉面积与髋部肌肉面积相关性最高。

关键词: 躯干肌群; 髋部肌群; 相关性

Correlation between trunk muscle group and hip muscle group in older individuals

YAN Chengxi¹, WANG Ling², YAO Dinghua¹, YANG Ruopei², LIU Yandong², CHENG Xiaoguang², TANG Guangcai^{1*}

1. Department of Radiology, Southwest Medical University, Luzhou, 646000

2. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

* Corresponding author: TANG Guangcai, Email: 168345315@qq.com

Abstract: Objective To investigate the correlation between the composition of trunk muscle group and hip muscle group.

Methods Data of 316 older individuals aged 60-85 years (122 males and 194 females), who underwent physical examination from March to May 2017 at our hospital, were collected. Abdominal and hip images were obtained using CT scan. Cross-sectional muscle area (CSMA), intra-muscular muscle area (IMAA) and muscle fat infiltration (MFI) were obtained on the central plane of the third lumbar vertebra (L₃) and 3 cm below the lesser trochanter by using Post-processing workstation Advanced Visualization Workspace (AVW) developed by Shenyang Neusoft Ltd. Statistics analyses were performed by using one-sample K-S test to test the normality of the data, intra-class correlation coefficient (ICC) to test the inter-correlation of two subjects and the intra-correlation of two measures in one subject, independent-samples *t* test to test the differences between males and females in general characteristics and trunk and hip CSMA, IMAA and MFI, *Pearson* correlation analysis to test the correlation of the composition of muscle groups at L₃ and hip, and multiple regression analysis to determine the predictors of trunk muscle group composition, with L₃ CSMA, IMAA and MFI as the dependent variables and hip CSMA, IMAA and MFI as the independent variables. **Results** CSMA of both trunk and hip in males was greater than that in females, and males had less MFI at both sites than females. *Pearson* correlation analysis showed positive correlation between L₃ CSMA, IMAA and MFI and hip CSMA, IMAA and MFI in both males and females, and the correlation was the strongest for CSMA in males. **Conclusion** In older people, trunk muscle composition positively

基金项目: 北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养项目 (2009-2-03)

* 通信作者: 唐光才, E-mail: 168345315@qq.com

correlated with hip muscle composition, of which, the correlation between trunk CSMA and hip CSMA in males was the highest.

Key words: trunk muscle group; hip muscle group; correlation

在增龄过程中骨骼肌质量丢失,力量、爆发力以及耐力等降低称为“骨骼肌减少症”或“肌少症”(sarcopenia)^[1]。既往研究表明^[2-4],肌少症与骨量丢失和骨质疏松症有关,亦与脆性骨折密切相关^[5-6]。因此,对骨骼肌的定量测量成为研究肌少症,预防脆性骨折的重要手段。国内外对骨骼肌的研究多集中在髋部肌群或者 L₃ 中心层面的椎旁肌群、椎后肌群^[7-9],重点关注肌群与骨密度及年龄的相关性,鲜有对 L₃ 横截面肌群的研究^[10],此外,躯干肌群与髋部肌群之间的关系尚不明确。本文利用 CT 定量测量老年人躯干肌群及髋部肌群,探讨其不同性别老年人中的差异及不同部位肌群的相关性。

1 资料和方法

1.1 研究对象

本研究纳入人群的数据来源于一项大样本、多中心的城乡流行病学前瞻性研究(prospective urban and rural epidemiology, PURE),所选择的社区人群来自中国北京西城新街口社区,所选年龄范围为 60~85 岁,中位年龄为 67 岁。将研究对象分为男性($n=122$)、女性($n=194$)两组,所有对象均排除严重器质性疾病、腹盆腔脂肪增多症、肢体残疾畸形或甲状腺功能异常等全身和代谢性疾病,并排除服用糖皮质激素等药物者。所有受检者均签署知情同意书。本研究经北京积水潭医院伦理委员会批准实施。

1.2 仪器和方法

CT 扫描:CT 扫描设备为 Toshiba Aquilion 80 排 160 层 CT,扫描参数为 120 kV, 125 mAs,扫描野(scan field of view, SFOV)500 mm,床高 120 cm,螺距 0.8,矩阵(512×512),1 mm 层厚,标准重建。受检者仰卧于检查床,双手抱头,采用腹部吸气后屏气呼吸控制,扫描范围为 T₁₂~S₁ 水平,获取腹部 CT 图像。髋部检查扫描范围为髋臼顶上 1 cm 到股骨小转子下 5 cm。患者扫描时加垫 Mind Ways 公司 5 样本体膜 QCT 体膜,图像用于之后骨密度研究。

测量方法:将腹部及髋部原始 dicom 图像传入东软医疗系统有限公司开发的后处理工作站(advanced visualization workspace, AVW)。使用 AVW 后处理工作站 fat analysis 功能,在三维图像上选取 L₃ 椎体中份层面,采用半自动分割方法,勾勒躯干肌群的内外轮廓(除外椎体骨质),将肌肉阈值设定为 -29 Hu~100 Hu,软件自动计算该层面肌肉面积(CSMA);将阈值设定为 -220 Hu~-30 Hu,自动计算肌肉间隙内脂肪面积(IMAA)(图 1)。选取左侧股骨小粗隆下 3 cm 垂直于股骨干长轴层面,以半自动分割方法,将肌肉筋膜作为外轮廓,骨皮质作为内轮廓,阈值设定为 -29 Hu~100 Hu,计算该层面肌肉面积(CSMA),调整阈值为 -220 Hu~-30 Hu,自动计算肌肉间隙脂肪面积(IMAA)(图 2)。所有操作由两名经过培训的放射科规培医师负责。在大样本测量之前,从本次研究人群中随机抽取 30 例,由 2 名测量者进行独立测量,1 周以后,其中一名测量者按照同样方法重复测量一次。

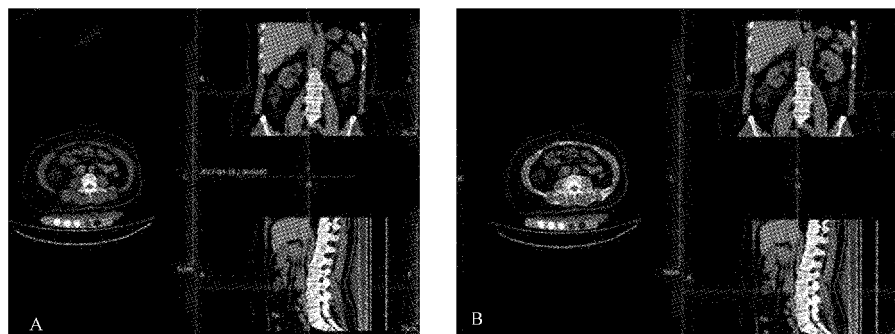


图 1 L₃ 椎体中份肌肉面积以及肌肉间隙脂肪面积测量示意图;图 1-A 红色组织为肌肉组织面积;图 1-B 黄色为肌肉间隙脂肪组织。

Fig. 1 Measurement of CSMA and IMAA at the central plane of L₃; Fig. 1-A The red tissue is L₃ CSMA; Fig. 1-B The yellow tissue is L₃ IMAA

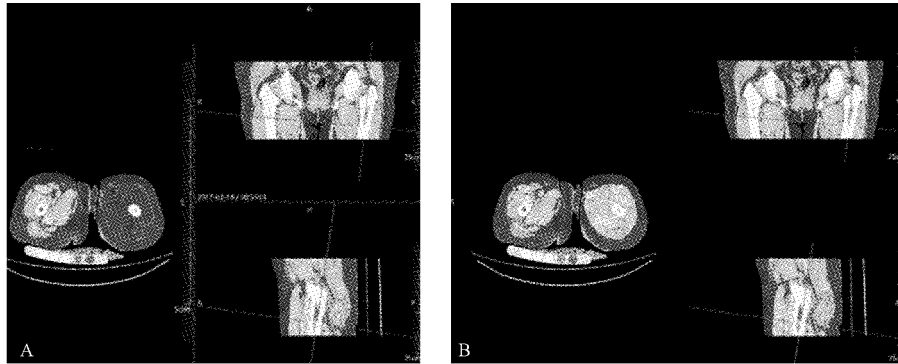


图 2 髋部肌肉面积及肌肉间隙内脂肪面积测量示意图:图 2-A 红色组织为髋部肌肉组织;图 2-B 黄色为髋部肌肉间隙脂肪组织。

Fig. 2 Measurement of hip CSMA and IMAA; Fig. 1-A The red tissue is hip CSMA; Fig. 1-B The yellow tissue is hip IMAA

1.3 统计学处理

采用 SPSS 21.0 统计软件进行分析。经单样本 K-S 检验,各计量资料均符合正态分布,所有计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。使用组内相关系数 (interclass correlation coefficient, ICC) 评价两名测量者组间重复性及一名测量者两次测量的组内重复性。ICC 大于 0.8,可认为是测量结果一致性较好。使用独立样本 t 检验比较男、女两组间一般情况、躯干和髋部肌群 CSMA、IMAA、MFI 结果差异。使用 Pearson 相关性比较两组 L_3 水平躯干肌群和髋部肌群体质成分的相关性。分别以 L_3 CSMA、IMAA、MFI 为因变量,髋部 CSMA、IMAA、MFI 为自变量做多元逐步回归分析,确定影响躯干肌群体质成分的主要影响因素。 $P < 0.05$,差异有统计学意义。

2 结果

2.1 受检对象基本资料

本研究纳入 316 名健康志愿者,其中,男性 122 名,女性 194 名,年龄 60 ~ 85 岁。两组志愿者一般情况见表 1。男性年龄、体重、身高、腰围、臀围均大于女性 ($P < 0.05$),体质指数 (bone mass index, BMI) 与女性无显著差异 ($P = 0.14 > 0.05$)。

2.2 躯干及髋部肌群体质成分测量者内、测量者间重复性检验

测量者对 L_3 层面和髋部小粗隆下 5 cm 垂直于股骨干长轴层面肌肉面积及肌间隙内脂肪面积重复性检验结果见表 2。测量者间 ICC 及测量者内 ICC 均较高 (> 0.80)。

表 1 独立样本 t 检验比较各项基本信息在男性、女性间的差异 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Basic information of males and females compared by independent-samples t test ($\bar{x} \pm s$)

变量	总体 ($n = 316$)	男性 ($n = 122$)	女性 ($n = 194$)
年龄/y	68.33 $\pm$ 6.07	69.28 $\pm$ 6.19 ^a	67.73 $\pm$ 5.93 ^a
体重/kg	67.55 $\pm$ 9.89	72.40 $\pm$ 9.27 ^b	64.50 $\pm$ 9.02 ^b
身高/cm	163.04 $\pm$ 7.45	169.87 $\pm$ 5.01 ^c	158.74 $\pm$ 5.19 ^c
BMI/(kg/cm ²)	25.37 $\pm$ 2.96	25.05 $\pm$ 2.70 ^d	25.56 $\pm$ 3.11 ^d
腰围/cm	87.16 $\pm$ 8.63	90.25 $\pm$ 7.93 ^e	85.22 $\pm$ 8.50 ^e
臀围/cm	99.26 $\pm$ 9.06	101.26 $\pm$ 7.85 ^f	98.00 $\pm$ 9.55 ^f

注:独立样本 t 检验:^a $t = 2.23, P = 0.03 < 0.05$; ^b $t = 7.49, P < 0.01$; ^c $t = 18.82, P < 0.01$; ^d $t = -1.49, P = 0.14 > 0.05$; ^e $t = 7.49, P < 0.01$; ^f $t = 3.31, P < 0.01$ 。

表 2 使用 AVW 测量 L_3 水平及小转子下 3 cm 垂直股骨长径横截面的肌肉体质成分重复性 (ICC 值)

Table 2 ICC of the measurements of muscle group composition at central plane of L_3 and 3 cm below the lesser trochanter by using AVW

测量项目	L_3 CSMA	L_3 IMAA	髋部 CSMA	髋部 IMAA
测量者内	0.978	0.953	0.986	0.996
测量者间	0.936	0.937	0.979	0.984

2.3 不同性别躯干和髋部肌群体质组成差异比较

不同性别比较躯干和髋部肌群体质成分差异可发现,男性躯干 L_3 水平肌肉面积明显大于女性,肌肉 MFI 程度明显小于女性 ($P < 0.05$),而相应层面 IMAA 与女性比较,差异无统计学意义 ($P = 0.620 > 0.05$)。男性髋部肌肉面积大于女性,IMAA 以及肌肉 MFI 程度小于女性 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 肌群体质组成结果及差异在男性、女性间的比较($\bar{x} \pm s$)**Table 3** Comparison of muscle group composition between males and females($\bar{x} \pm s$)

变量	男性	女性	t 值	P 值
L ₃ CSMA/cm ²	128.38 ± 20.99	91.25 ± 15.64	16.82	0.000
L ₃ IMAA/cm ²	18.09 ± 8.16	18.49 ± 6.59	-0.48	0.620
L ₃ MFI	0.14 ± 0.06	0.21 ± 0.08	-7.45	0.000
Hip CSMA/cm ²	123.59 ± 16.83	91.18 ± 12.96	18.16	0.000
Hip IMAA/cm ²	10.89 ± 3.89	12.48 ± 4.37	-3.29	0.000
Hip MFI	0.09 ± 0.03	0.14 ± 0.05	-10.10	0.000

2.4 老年男性、女性腹部肌群体质成分与髋部肌群体质成分改变的相关性

男、女躯干 L₃ CSMA 与髋部 CSMA 成正相关($P < 0.05$),而与髋部 MFI 相关性不显著($P > 0.05$);男、女 L₃ IMAA 与髋部 IMAA、MFI 呈正相关($P < 0.05$);男、女 L₃ MFI 髋部 MFI、IMAA 均成正相关($P < 0.05$)。见表 4。

表 4 躯干与髋部肌肉体质成分相关性分析**Table 4** Correlation of trunk muscle group composition and hip muscle group composition

因素	L3 CSMA		L3 IMAA		L3 MFI	
	r _{男性}	r _{女性}	r _{男性}	r _{女性}	r _{男性}	r _{女性}
Hip CSMA	0.723 ^a	0.662 ^a	0.152 ^b	-0.09 ^b	-0.091 ^c	-0.295 ^a
Hip IMAA	0.311 ^a	0.154 ^b	0.564 ^a	0.461 ^a	0.428 ^a	0.341 ^a
Hip MFI	0.019 ^c	-0.108 ^c	0.474 ^a	0.448 ^a	0.448 ^a	0.450 ^a

注:^a $P < 0.01$,^b $P < 0.05$,^c $P > 0.05$ 。

2.5 对男、女躯干肌群体质成分多元回归分析

分别以男、女躯干 CSMA、IMAA、MFI 程度为因变量,髋部 CSMA(X_1)、IMAA(X_2)、MFI 程度(X_3)为自变量进行多元逐步回归分析($P > 0.1$ 为排除标准, $P < 0.05$ 为进入标准),建立回归方程。结果显示,影响男性躯干 CSMA 的因素主要有髋部 CSMA、MFI;影响男性躯干 IMAA 的因素只有髋部 IMAA;影响男性躯干 MFI 程度因素有髋部 MFI。影响女性躯干 CSMA 的因素有髋部 CSMA;影响女性躯干 IMAA 的因素有髋部 IMAA;影响女性躯干 MFI 程度因素有髋部 MFI。见表 5。

3 讨论

随着年龄增长,骨骼肌质量减少、功能下降的现象被定义为肌少症^[11]。肌肉这种退行性改变一方面由于肌纤维减少和萎缩,造成肌肉横截面积(CSMA)减少^[12-15];另一方面肌细胞内脂质沉积和肌细胞间脂肪细胞增生导致脂肪、结缔组织等成分的浸润^[16-17]。因此,肌肉定量测量是肌少症筛查的关键因素,也是目前研究肌少症的热点之一。既往

表 5 L₃ 水平肌群体质成分多因素的逐步回归分析**Table 5** Multifactor stepwise regression analysis of L₃ muscle group composition

因素	非标准化系数		标准化系数	t 值	P 值
	B	标准误差			
L ₃ CSMA _{男性}					
常量	42.876	21.406		2.003	0.047
Hip CSMA	0.874	0.082	0.701	10.695	0.000
Hip MFI	87.066	41.816	0.130	2.082	0.039
L ₃ IMAA _{男性}					
常量	5.202	1.829		2.844	0.005
Hip IMAA	1.183	0.158	0.564	7.481	0.000
L ₃ MFI _{男性}					
常量	-0.085	0.058		-1.453	0.149
Hip MFI	0.899	0.162	0.441	5.536	0.000
L ₃ CSMA _{女性}					
常量	18.141	5.995		3.026	0.003
Hip CSMA	0.802	0.065	0.664	12.317	0.000
L ₃ IMAA _{女性}					
常量	9.993	1.283		7.744	0.000
Hip IMAA	0.702	0.092	0.465	7.670	0.000
L ₃ MFI _{女性}					
常量	-0.192	0.058		-3.330	0.001
Hip MFI	0.687	0.101	0.441	6.772	0.000

注:男性标准化回归方程 $L_3 \text{ CSMA}_{\text{男性}} = 42.876 + 0.701X_1 + 0.130X_2$; $L_3 \text{ IMAA}_{\text{男}} = 5.202 + 0.564X_2$; $L_3 \text{ MFI}_{\text{男性}} = 0.899X_3$ 女性标准化回归方程 $L_3 \text{ CSMA}_{\text{女性}} = 18.141 + 0.664X_1$; $L_3 \text{ IMAA} = 9.993 + 0.465X_2$; $L_3 \text{ MFI}_{\text{女性}} = -0.192 + 0.441X_3$ 。

研究对椎体测量层面没有统一标准,常以 L₃ 腰椎中部水平的整层肌量或单独椎后肌肌量的变化作为诊断依据^[9,18],也有将大腿中份、髋部肌群作为代表层面研究肌肉的增龄性改变^[7,19]。针对此争议,本研究首次将两个层面肌群体质成分进行相关性研究,对了解正常衰老中骨骼肌退变的发展进程有重要的意义,以及对如何选择测量部位提供理论依据。

本研究使用 advanced visualization workspace (AVW)后处理工作站进行腹部和髋部体成分的测量,用 CT 阈值的方法对图像进行分割。重复性实验表明^[20],测量者内及测量者间一致性较好,验证了该方法对身体成分定量测量的可靠性。对同一指标测量时组内重复性高于组间重复性,这可能与测量者对测量方法的记忆有关。测量者间重复性较好,提示经过培训后,测量者间经验水平对结果影响较小。

在比较男女体质成分时可发现,男性躯干肌群肌肉和髋部肌群的净肌肉面积均大于女性,肌肉 MFI 程度小于女性。Visser 等^[21]对黑人、白人大腿中段身体成分研究结果显示不同人种男性大腿中段肌肉面积大于女性,研究还显示男性肌肉 CT 值大于女性,Kelley 等^[22]研究结果显示 CT 值与脂肪、结

缔组织增生、浸润的程度成负相关,CT 值越低,脂肪浸润程度越严重,因此,本研究男性肌肉 MFI 小于女性的结果与既往研究结果相符。

在肌群体质成分的相关性研究中,本研究结果提示,在老年躯干和髋部两个部位横截面肌肉面积($r_{男}=0.723, r_{女}=0.662$)、肌肉间隙脂肪含量($r_{男}=0.564, r_{女}=0.461$)、肌肉脂肪浸润程度($r_{男}=0.448, r_{女}=0.450$)均成正相关,其中,男女躯干与髋部肌肉面积相关性最大、其次是肌肉间隙脂肪面积,肌肉脂肪浸润程相关性最小。提示利用某一代表性较好部位的肌群体质成分推测全身肌肉改变的可能性,从而节约资源,减少患者所受的辐射。

本研究探讨了不同性别老年人躯干和髋部代表层面肌群体质成分含量的差别以及不同部位肌群体质成分含量的相关性,目前同类研究数量仍然较少。将本研究与国外其他一些具有重叠年龄段的研究进行比较时,结果有一定出入,推测差异可能与使用不同人种、测量方式不同、样本量偏低等因素有关^[14,23],未来仍需大样本、多年龄段研究来证实上述发现。

【参 考 文 献】

- [1] Bijlsma AY, Meskers MC, Molendijk M, et al. Diagnostic measures for sarcopenia and bone mineral density[J]. *Osteoporos Int*, 2013, 24(10): 2681-2691.
- [2] Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People[J]. *Age ageing*, 2010, 39(4): 412-423.
- [3] Cheng Q, Zhu X, Zhang X, et al. A cross-sectional study of loss of muscle mass corresponding to sarcopenia in healthy Chinese men and women: reference values, prevalence, and association with bone mass[J]. *J Bone Miner Metab*, 2014, 32(1): 78-88.
- [4] Walsh MC, Hunter GR, Livingstone MB. Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density[J]. *Osteoporos Int*, 2006, 17(1): 61-67.
- [5] Di Monaco M, Vallero F, Di Monaco R, et al. Prevalence of sarcopenia and its association with osteoporosis in 313 older women following a hip fracture[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2011, 52(1): 71-74.
- [6] Di Monaco M, Castiglioni C, Vallero F, et al. Sarcopenia is more prevalent in men than in women after hip fracture. A cross-sectional study of 591 inpatients[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2012, 55(2): e48-e52.
- [7] Lang T, Koyama A, Li C, et al. Pelvic body composition measurements by quantitative computed tomography: association with recent hip fracture[J]. *Bone*, 2008, 42(4): 798-805.
- [8] 王晨, 侯雪, 张勇, 等. 绝经后骨质疏松骨折腰大肌改变的 CT 定量分析[J]. *中国骨与关节杂志*, 2016, 5(8): 577-581.
- [9] 蔡韦, 王玲, 陈颐中, 等. 定量 CT 研究中老年男性椎后肌群退行性改变与年龄的相关性[J]. *重庆医学*, 2016, 45(30): 4193-4196.
- [10] Prado CM, Lieffers JR, McCargar LJ, et al. Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study[J]. *Lancet Oncology*, 2008, 9(7): 605-607.
- [11] Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*, 2010, 39(4): 412-423.
- [12] Newman AB, Kupelian V, Visser M, et al. Sarcopenia: alternative definitions and associations with lower extremity function[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2003, 51(11): 1602-1609.
- [13] Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: the health ABC study. *J Appl Physiol*, 2001, 90(6): 2157-2165.
- [14] Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*, 2006, 61(10): 1059-1064.
- [15] Sayer AA, Dennison EM, Syddall HE, et al. The developmental origins of sarcopenia: using peripheral quantitative computed tomography to assess muscle size in older people. *J Gerontol Med Sci*, 2008, 63(8): 835-840.
- [16] Goodpaster BH, Kelley DE, Thaete FL, et al. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *J Appl Physiol*, 2000, 89(1): 104-110.
- [17] Dube J, Goodpaster BH. Assessment of intramuscular triglycerides: contribution to metabolic abnormalities. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2006, 9(5): 553-559.
- [18] Montano-Loza AJ, Meza-Junco J, Prado CM, et al. Muscle Wasting Is Associated With Mortality in Patients With Cirrhosis[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2012, 10(2): 166-173.
- [19] Johannesdottir F, Aspelund T, Siggeirsdottir K, et al. Mid-thigh cortical bone structural parameters, muscle mass and strength, and association with lower limb fractures in older men and women (AGES-Reykjavik Study)[J]. *Calcified Tissue International*, 2012, 90(5): 354-364.
- [20] Hudson JM, Milot L, Parry C, et al. Inter- and intra-operator reliability and repeatability of shear wave elastography in the liver: a study in healthy volunteers[J]. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 2013, 39(6): 950-955.
- [21] Visser M, Kritchevsky SB, Goodpaster BH, et al. Visser M, Kritchevsky SB, Goodpaster BH, et al. Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70-79; the health, age and body composition study[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2002, 50(5): 897-904.
- [22] Kelley DE. Skeletal muscle triglycerides: an aspect of regional adiposity and insulin resistance[J]. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2002, 967(1): 135-145.
- [23] Gallagher D, Visser M, Meersman RED, et al. Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender and ethnicity[J]. *Journal of Applied Physiology*, 1997, 83(1): 229-239.

(收稿日期: 2018-02-05; 修回日期: 2018-06-10)