

脂肪分布与在校大学生日常体力活动特点的相关性

<https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.3055>

2095-4344.3055

投稿日期: 2019-12-23

送审日期: 2019-12-28

采用日期: 2020-02-26

在线日期: 2020-09-25

中图分类号:

R459.9; R496; R318

文章编号:

2095-4344(2021)08-01277-07

文献标识码: B

舒文博¹, 陈梦池², 李 华³, 黄丽仟¹, 黄彬彬², 张文海², 吴亚臣², 王泽峰², 李俏丽², 刘 鹏¹

文章快速阅读:

文章特点—

△大学生体力活动量、脂肪分布存在性别差异, 体力活动活跃人群体脂率较低
△各强度体力活动量增加有利于机体脂肪减少;
△男大学生皮下脂肪含量、上肢脂肪量主要受到中强度体力活动量、高强度体力活动量影响, 女大学生内脏脂肪含量、躯干脂肪量主要受高强度体力活动量影响。

研究对象:

在校大学生 1875 名: 男性 553 名; 女性 1322 名。

体力活动分级:

低、中、高强度体力活动量;
总体力活动量。

按体脂率分组:

男性: $\leq 10\%$ 、 $11\%-21\%$ 、 $\geq 22\%$;
女性: $\leq 20\%$ 、 $21\%-34\%$ 、 $\geq 35\%$ 。

测试脂肪参数:

总脂肪量、体脂率、内脏脂肪含量、躯干脂肪含量、皮下脂肪含量、上肢脂肪含量、下肢脂肪含量。

文题释义:

体力活动: 为骨骼肌收缩引起能量消耗的各种身体活动, 包括与学习相关、交通相关、内务整理相关、休闲相关等各类体力活动。

脂肪参数: 指脂肪在机体不同部位的分布情况, 包括总脂肪量、体脂率、内脏脂肪含量、躯干脂肪含量、皮下脂肪含量、上肢脂肪含量、下肢脂肪含量。

摘要

背景: 有研究发现不同强度体力活动对不同性别肥胖或者超重人群的脂肪成分改善程度存在差异。

目的: 分析在校大学生日常体力活动、脂肪分布特点, 探究体力活动量与脂肪分布的相关性。

方法: 随机抽样的方法选取广西某高校就读大学生 1 875 名, 采用国际体力活动问卷(IPAQ)(中文版)搜集其近 1 周来的体力活动数据, 采用体成分测量仪测量其脂肪参数。按体脂率大小将男、女大学生各分为 3 组, 男大学生: 体脂率 $\leq 10\%$ 、 $11\%-21\%$ 、 $\geq 22\%$; 女大学生: 体脂率 $\leq 20\%$ 、 $21\%-34\%$ 、 $\geq 35\%$ 。采用 SPSS 23.0 进行数据的处理和分析。研究方案的实施符合广西医科大学的相关伦理要求, 参与者对试验过程完全知情同意。

结果与结论: ①脂肪含量: 男大学生总脂肪量>皮下脂肪含量>躯干脂肪量>下肢脂肪量>内脏脂肪含量>上肢脂肪量; 女大学生总脂肪量>皮下脂肪含量>躯干脂肪量>下肢脂肪量>上肢脂肪量>内脏脂肪含量; ②体力活动方面: 大学生低强度体力活动量>中强度体力活动量>高强度体力活动量; ③体脂率水平: 男大学生低强度体力活动量、中强度体力活动量、总体力活动量: $<10\%$ 组大于 $11\%-21\%$ 组大于 $\geq 22\%$ 组(均 $P < 0.05$), 高强度体力活动量: $<10\%$ 组大于 $11\%-21\%$ 组和 $\geq 22\%$ 组(均 $P < 0.05$); 女大学生低强度体力活动量、中强度体力活动量: $<20\%$ 组大于 $21\%-34\%$ 组和 $\geq 35\%$ 组(均 $P < 0.05$), 高强度体力活动量、总体力活动量: $<20\%$ 组大于 $21\%-34\%$ 组大于 $\geq 35\%$ 组(均 $P < 0.05$); ④相关分析: 男大学生总脂肪量、内脏脂肪含量、躯干脂肪量、下肢脂肪量与低强度体力活动量呈显著负相关(均 $r < 0$, 均 $P < 0.05$), 其他脂肪参数与中强度体力活动量、高强度体力活动量、总体力活动量呈显著负相关(均 $r < 0$, 均 $P < 0.05$), 女大学生内脏脂肪含量与高强度体力活动量呈显著负相关(均 $r < 0$, 均 $P < 0.01$), 躯干脂肪量与高强度体力活动量、总体力活动量呈显著负相关(均 $r < 0$, 均 $P < 0.01$), 其他脂肪参数与低强度体力活动量、中强度体力活动量、高强度体力活动量、总体力活动量呈显著负相关(均 $r < 0$, 均 $P < 0.05$); ⑤结果说明, 大学生体力活动量、脂肪分布存在性别差异, 体力活动活跃人群体脂率较低; 各强度体力活动量增加有利于机体脂肪减少; 男大学生皮下脂肪含量、上肢脂肪量主要受到中强度体力活动量、高强度体力活动量影响, 女大学生内脏脂肪含量、躯干脂肪量主要受高强度体力活动量影响。

关键词: 体脂率; 大学生; 体力活动; 脂肪分布

缩略语: 代谢当量; metabolic equivalent, MET

Correlation between body fat distribution and characteristics of daily physical activity in college students

Shu Wenbo¹, Chen Mengchi², Li Hua³, Huang Liqian¹, Huang Binbin², Zhang Wenhai², Wu Yachen², Wang Zefeng², Li Qiaoli², Liu Peng¹

¹Department of Human Anatomy, School of Basic Medical Sciences, Guangxi Medical University, Nanning 530021, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China;

²Guangxi Medical University, Nanning 530021, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China; ³Emergency Department EICU, Xiangyang No. 1 People's Hospital affiliated to Hubei University of Medicine, Xiangyang 441000, Hubei Province, China

¹ 广西医科大学基础医学院人体解剖教研室, 广西壮族自治区南宁市 530021; ² 广西医科大学, 广西壮族自治区南宁市 530021; ³ 湖北医药学院附属襄阳市第一人民医院急诊科 EICU, 湖北省襄阳市 441000

第一作者: 舒文博, 男, 汉族, 1993 年生, 湖北省孝感市人, 广西医科大学在读硕士, 主要从事体质人类学研究。

通讯作者: 刘鹏, 硕士, 教授, 广西医科大学基础医学院人体解剖教研室, 广西壮族自治区南宁市 530021

<https://orcid.org/0000-0003-1185-7360> (舒文博)

基金资助: 广西一流学科(基础医学)建设项目(GXFCDP-BMS-2018); 广西医科大学大学生创新创业训练计划项目(2018009, 2018112), 项目负责人: 刘鹏

引用本文: 舒文博, 陈梦池, 李华, 黄丽仟, 黄彬彬, 张文海, 吴亚臣, 王泽峰, 李俏丽, 刘鹏. 脂肪分布与在校大学生日常体力活动特点的相关性[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(8):1277-1283.



Shu Wenbo, Master candidate, Department of Human Anatomy, School of Basic Medical Sciences, Guangxi Medical University, Nanning 530021, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

Corresponding author: Liu Peng, Master, Professor, Department of Human Anatomy, School of Basic Medical Sciences, Guangxi Medical University, Nanning 530021, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

Abstract

BACKGROUND:Obesity is a risk factor for many chronic diseases. In recent years, the obesity rate of college students in my country has been on the rise. Undergraduates are under great academic pressure and have little exercise time, and their obesity needs attention from the society. Studies have found that different intensities of physical activities improve fat composition of obese or overweight people of different sexes to different extent. **OBJECTIVE:** To analyze the characteristics of daily physical activity and fat distribution in college students, and to explore the correlation between physical activity and fat distribution. **METHODS:** In total, 1 875 college students from a college of Guangxi Province were randomly selected using random sampling method. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (Chinese version) to collect their physical activity data for the past week, and a body composition measuring instrument was used to measure their fat parameter. Male and female college students were divided into three groups according to body fat rate. Male college students: $\leq 10\%$, $11\% \sim 21\%$, $\geq 22\%$; female college students: $\leq 20\%$, $21\% \sim 34\%$, $\geq 35\%$. SPSS 23.0 was used for data processing and analysis. **RESULTS AND CONCLUSION:** (1) Fat mass: In male college students, total fat mass > subcutaneous fat mass > trunk fat mass > lower limb fat mass > visceral fat mass > upper limb fat mass; in female college students, total fat mass > subcutaneous fat mass > trunk fat mass > lower limb fat mass > upper limb fat mass > visceral fat mass. (2) Physical activity: in college students, low-intensity physical activity > medium-intensity physical activity > high-intensity physical activity. (3) Body fat rate: In male college students, low-intensity, medium-intensity and total physical activity were highest in the < 10% group, followed by 11%–21% group and $\geq 22\%$ group in turn (all $P < 0.05$), and the high-intensity physical activity in the < 10% group was higher than that in the 11%–21% group and $\geq 22\%$ group (all $P < 0.05$). In female college students, low-intensity and medium-intensity physical activity in the < 20% group was higher than that in the 21%–34% group and $\geq 35\%$ group (all $P < 0.05$), and the high-intensity and total physical activity was highest in the < 20% group, followed by 21%–34% group and $\geq 35\%$ group in turn (all $P < 0.05$). (4) Correlation analysis: In male college students, low-intensity physical activity was significantly negatively correlated with total fat mass, visceral fat content, trunk fat mass, and lower limb fat mass (all $r < 0$, all $P < 0.05$), and other fat parameters were significantly negatively correlated with medium-intensity, high-intensity and total physical activity (all $r < 0$, all $P < 0.05$). In female college students, visceral fat mass was significantly negatively correlated with high-intensity physical activity ($r < 0$, $P < 0.01$), and trunk fat mass was significantly negatively correlated with high-intensity physical activity and total physical activity (both $r < 0$, both $P < 0.01$), and other fat parameters were significantly negatively correlated with low-intensity physical activity, medium-intensity physical activity, high-intensity physical activity, and total physical activity (all $r < 0$, all $P < 0.05$). To conclude, there are sex differences in physical activity and fat distribution among college students, and the fat rate of the group with active physical activity is low. The increase in physical activity of various strengths is beneficial to the reduction of body fat. In male college students, subcutaneous fat mass and upper limb fat mass are mainly affected by medium-intensity and high-intensity physical activity, and in female college students, visceral fat mass and trunk fat mass are mainly affected by high-intensity physical activity. **Key words:** body fat rate; college students; physical activity; fat distribution

Funding: Guangxi First-Class Discipline (Basic Medicine) Construction Project, No. GXFCDP-BMS-2018; Undergraduate Innovation and Entrepreneurship Training Program of Guangxi Medical University, No. 2018009 and 2018112 (both to LP)

How to cite this article: SHU WB, CHEN MC, LI H, HUANG LQ, HUANG BB, ZHANG WH, WU YC, WANG ZF, LI QL, LIU P. Correlation between body fat distribution and characteristics of daily physical activity in college students. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2021;25(8):1277-1283.

0 引言 Introduction

一项全球性研究表明, 2014 年中国男性和女性重度肥胖人数仅次于美国, 居世界第二位, 轻度肥胖人数则位居世界第一位^[1-2]。2014 年中国学生体质与健康研究报告显示中国各年龄段学生肥胖率也呈现上升趋势^[3]。有研究表明, 肥胖为高血压、高血脂、糖尿病等诸多慢性疾病的危险因素^[4-7]。大学生学业压力大, 锻炼时间少, 其肥胖问题更需要引起社会重视。有研究发现大学生各部位脂肪增长是不均匀的, 男大学生脂肪率由 15% 以下增长到 15%–20% 的过程中, 四肢脂肪增长缓慢, 在 15%–20% 增长到 20% 过程中脂肪在各部位的增长是均匀的, 而且脂肪增加与躯干脂肪增加关系密切; 女大学生各部位脂肪则一直呈均匀增长; 男性大学生的脂肪主要分布在腰腹部, 呈向心性发展趋势; 女大学生主要分布在下肢和腰腹, 呈较为均匀的发展趋势^[8]。也有研究表明男大学生皮褶厚度为腹部大于肩胛下角大于肱三头肌, 女大学生腹部大于肱三头肌大于肩胛下角^[9]。脂肪是构成人体十分重要的体质成分, 具有储能、内脏缓冲、维持体温、参与机体新陈代谢等作用, 合理的脂肪分布有利于人体生理代谢的正常进行、体温维持, 有利于人体运动功能的进行^[10]。

近年来, 有研究发现青年人身体活动的缺乏成为许多低中等收入国家严重的公共卫生问题^[11]。中国许多地区也出现大学生的体力活动水平明显降低的现象^[12-13]。大学生身体素质低下问题也不容忽视。国外有研究发现, 通过减少能量的摄入、增加能量的消耗建立一个负能量平衡是减少脂肪在人

体分布的一种策略^[14], 也有研究证实了进行体力活动具有控制肥胖或超重人群体质量的作用^[15]。有研究发现运动、节食等减肥方式, 对人体内脏和皮下脂肪的作用效果普遍存在着差异^[16]; 也有研究发现不同强度体力活动对不同性别肥胖或者超重人群的脂肪成分改善程度存在差异^[17]。这表明不同体力活动强度对脂肪分布的影响存在差异。该研究将体力活动强度分为不同的层级, 对人体各部位的脂肪参数进行检测, 通过探讨大学生不同强度体力活动量、脂肪分布的特点及相关性, 为大学生运动针对性减脂、保持体脂合理分布提供科学指导。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 横断面研究。

1.2 时间及地点 于 2017 年 5 月至 2018 年 10 月在广西某高校体质人类学实验室完成问卷调查和脂肪参数测试。

1.3 对象 采用随机抽样的方法抽取广西某高校在读大学生。纳入标准: ①年龄 18–25 岁; ②非体育专业; ③自愿参与此次研究, 知情同意并签署知情同意书。排除标准: ①患有心肺肝肾等方面疾病; ②长期服用钙剂、抗结核药、激素等; ③有运动性障碍及近 1 年内有外伤及手术史; ④配合度差或不愿配合。

研究方案的实施符合广西医科大学的相关伦理要求。

1.4 方法

1.4.1 体力活动量数据搜集 由专业人员填写国际体力活动

问卷 (IPAQ)(中文版), 搜集受试者 1 周日常体力活动情况。具体为询问受试者过去 1 周体力活动类型 (包括学习、交通、内务整理、休闲等) 和进行活动强度分级 (包括低强度、中强度、高强度), 并询问每周运动的时间、频率等。

1.4.2 分组方法 采用《国际体力活动问卷》的体力活动分级标准^[18], 根据活动强度和代谢当量 (metabolic equipment, MET), 将受试者的体力活动量分为低强度体力活动量 (LPA)、中强度体力活动量 (MPA)、高强度体力活动量 (VPA), 总体力活动量 (TPA) 为前三者之和。

(1) 高强度体力活动量需满足下面 2 条标准中的任何 1 条: ①各类高强度体力活动合计 ≥ 3 d, 且每周总体力活动量 ≥ 1500 代谢当量 (metabolic equivalent, MET) -min / 周; ② 3 种强度的体力活动合计 ≥ 7 d, 且每周总体力活动量 ≥ 3000 MET-min / 周。

(2) 中强度体力活动量需满足下面 3 条标准中任何 1 条: ①满足每天至少 20 min 的各类高强度体力活动, 合计 ≥ 3 d; ②满足每天至少 30 min 的各类中等强度和 / 或步行类活动, 合计 ≥ 5 d; ③ 3 种强度的体力活动合计 ≥ 5 d, 且每周总体力活动量 ≥ 600 MET-min / 周。

(3) 低强度体力活动需满足下面 2 条标准中任何 1 条: ①没有报告任何活动; ②报告了一些活动, 但是尚不满足上述中、高分组标准。

1.4.3 脂肪参数测定 采用奥美体成分测量仪 (TANITA MC-180) 测量其不同部位的脂肪量、脂肪率。安装、连接奥美体成分测量仪, 通电、开机, 输入受试者姓名身高等信息。当仪器屏幕显示 “准备好了” 时, 让受试者着薄轻衣衫, 脚底涂上乙醇, 站在仪器踏板的金属片上, 双手握住接触手柄, 自然垂于身体两侧, 并保持静止, 点击 “开始测量”, 得出身体各部分脂肪量和脂肪率数据, 保存并导出数据, 具体包括总脂肪量、体脂率、内脏脂肪含量、躯干脂肪量、皮下脂肪含量、上肢脂肪量、下肢脂肪量。该测定的进行由专业人员负责。研究将男、女大学生体脂率各分为 3 组^[19], 男大学生: $\leq 10\%$ (体脂率偏低)、 $11\% \sim 21\%$ (体脂率标准)、 $\geq 22\%$ (体脂率偏高); 女大学生: $\leq 20\%$ (体脂率偏低)、 $21\% \sim 34\%$ (体脂率标准)、 $\geq 35\%$ (体脂率偏高)。

体成分分析方法包括生物电阻抗分析法、水下称重法、皮褶厚度法等^[20-21], 其中奥美体成分测量仪 (生物电阻抗分析法) 不仅可以直观测定肌肉、脂肪、蛋白质、身体水分等体成分, 而且可以准确、敏感地对人体肥胖进行检测, 其操作简单、经济实惠, 属于无创检查^[22], 适用于大范围的流行病学调查、运动医学研究^[23-24]。

1.5 主要观察指标 ①男、女大学生脂肪参数、体力活动量比较; ②男、女大学生体力活动量、脂肪分布特点; ③不同体脂率水平大学生体力活动量; ④体力活动量与脂肪参数的相关性分析。

1.6 统计学分析 采用 SPSS 23.0 软件进行数据的分析, 正态分布计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两独立样本比较采用独立样本 t

检验; 非正态分布计量资料用中位数四分位数间距 $M(Q1, Q3)$ 表示, 多组非正态计量资料比较用非参数秩和检验 (Kruskal-Wallis H 检验), 两两比较采用 SPSS 秩和检验 (SNK 法)。体力活动与脂肪参数的相关性分析采用偏相关分析。 $P < 0.05$ 表示差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 研究共纳入大学生 1 875 名, 其中男大学生 553 名, 女大学生 1 322 名, 全部进入结果分析。

2.2 男、女大学生各指标比较 总体上, 男、女大学生身高、体质量、体质量指数处于良好水平, 其中男大学生身高、体质量、体质量指数大于女大学生 (t 分别为 40.473, 25.362, 9.106, 均 $P < 0.01$), 脂肪参数 (除内脏脂肪含量) 均小于女大学生 (均 $P < 0.01$), 高强度体力活动量、总体力活动量大于女大学生 (Z 分别为 -3.840, -1.993, 均 $P < 0.05$)。说明男、女大学生脂肪参数、体力活动量存在性别差异。见表 1。

表 1 | 男、女大学生各指标比较

Table 1 | Comparison of various indicators between male and female college students

项目	男 (n=553)	女 (n=1 322)	t/Z 值	P 值
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	19.99 $\pm$ 1.49	19.97 $\pm$ 1.44	0.222	0.824
身高 ($\bar{x} \pm s$, cm)	169.06 $\pm$ 5.90	157.54 $\pm$ 4.90	40.473	0.000
体质量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	58.84 $\pm$ 9.15	48.08 $\pm$ 6.14	25.362	0.000
体质量指数 ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	20.54 $\pm$ 2.74	19.35 $\pm$ 2.19	9.106	0.000
总脂肪量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	7.97 $\pm$ 4.92	11.53 $\pm$ 3.97	-15.105	0.000
体脂率 ($\bar{x} \pm s$, %)	12.83 $\pm$ 5.74	23.44 $\pm$ 5.11	-37.693	0.000
内脏脂肪含量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	0.88 $\pm$ 0.92	0.82 $\pm$ 0.57	1.342	0.180
躯干脂肪量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	4.21 $\pm$ 2.97	5.18 $\pm$ 2.39	-6.853	0.000
皮下脂肪含量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	7.03 $\pm$ 4.05	10.70 $\pm$ 3.43	-18.679	0.000
上肢脂肪量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	0.67 $\pm$ 0.32	0.89 $\pm$ 0.40	-11.188	0.000
下肢脂肪量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	3.20 $\pm$ 1.67	5.57 $\pm$ 1.24	-30.015	0.000
低强度体力活动量 [M(Q1, Q3), MET-min/周]	1 368.00(627.00, 2 772.00)	1 386.00(627.00, 2 677.13)	-0.594	0.553
中强度体力活动量 [M(Q1, Q3), MET-min/周]	660.00(180.00, 1 920.00)	600.00(160.00, 1 710.00)	-1.252	0.210
高强度体力活动量 [M(Q1, Q3), MET-min/周]	160.00(0.00, 840.00)	0.00(0.00, 480.00)	-3.840	0.000
总体力活动量 [M(Q1, Q3), MET-min/周]	2 982.00(1 402.50, 5 589.00)	2 775.00(1 306.88, 4 978.00)	-1.993	0.046

表注: MET 为代谢当量

2.3 男、女大学生体力活动量、脂肪分布特点 ①脂肪参数方面: 男大学生: 总脂肪量 > 皮下脂肪含量 > 躯干脂肪量 > 下肢脂肪量 > 内脏脂肪含量 > 上肢脂肪量; 女大学生: 总脂肪量 > 皮下脂肪含量 > 躯干脂肪量 > 下肢脂肪量 > 上肢脂肪量 > 内脏脂肪含量; ②体力活动方面: 大学生低强度体力活动量 > 中强度体力活动量 > 高强度体力活动量, 其中, 5% 男、女大学生中强度体力活动量为 0, 25% 男大学生高强度体力活动量为 0, 50% 女大学生高强度体力活动量为 0。说明男、女大学生脂肪分布存在差异, 日常体力活动以低体力活动为主, 女大学生未进行高体力活动的人数占比大于男大学生。见表 2。

2.4 不同体脂率水平大学生体力活动量情况 不同体脂率水平男、女大学生低强度体力活动量、中强度体力活动量、高强度体力活动量、总体力活动量均存在组间差异 (均 $P < 0.05$)。

采用非参数秩和检验和两两比较的 SPSS 秩和检验方法 (SNK 法) 显示, 男大学生低强度体力活动量、中强度体力活动量、总体力活动量: $\leq 10\%$ 组大于 $11\%-21\%$ 组大于 $\geq 22\%$ 组, ; 高强度体力活动量: $\leq 10\%$ 组大于 $11\%-21\%$ 组和 $\geq 22\%$ 组, 见表 3; 女大学生低强度体力活动量、中强度体力活动量: $\leq 20\%$ 组大于 $21\%-34\%$ 组和 $\geq 35\%$ 组 ($P < 0.05$); 高强度体力活动量、总体力活动量: $\leq 20\%$ 组大于 $21\%-34\%$ 组大于 $\geq 35\%$ 组 ($P < 0.05$), 见表 4。以上结果表明男、女大学生进行体力活动活跃人群体脂率低于其他组。

2.5 体力活动量与脂肪参数的相关性分析 控制年龄、身高、体质量, 偏相关分析显示, 男大学生总脂肪量、内脏脂肪含量、躯干脂肪量、下肢脂肪量与低强度体力活动量呈显著负相关 (均 $r < 0$, 均 $P < 0.05$), 体脂率、皮下脂肪含量、上肢脂肪量与低强度体力活动量相关性不显著 ($P > 0.05$), 各脂肪参数与中强度体力活动量、高强度体力活动量、总体力活动量呈显著负相关 (均 $r < 0$, 均 $P < 0.05$); 女大学生内脏脂肪含量与高强度体力活动量呈显著负相关 (均 $r < 0$, 均 $P < 0.01$), 与低强度体力活动量、中强度体力活动量、总体力活动量相关性不显著 ($P > 0.05$), 躯干脂肪量与高强度体力活动量、总体力活动量呈显著负相关 (均 $r < 0$, 均 $P < 0.01$), 与低强度

体力活动量、中强度体力活动量相关性不显著 ($P > 0.05$), 其他脂肪参数与低强度体力活动量、中强度体力活动量、高强度体力活动量、总体力活动量显著负相关 (均 $r < 0$, 均 $P < 0.05$)。见表 5。说明各强度体力活动量对男、女大学生脂肪参数存在不同程度的负性影响, 男大学生低强度体力活动量对体脂率、皮下脂肪含量、上肢脂肪量的影响并不显著; 女大学生高强度体力活动量对内脏脂肪含量影响较大, 低强度体力活动量、中强度体力活动量对躯干脂肪量的影响并不显著。

3 讨论 Discussion

进行体力活动是增加能量消耗、减少脂肪堆积非常好的方式。首先, 适当进行体力活动可以提高棕色脂肪组织质量、氧耗速率, 增强线粒体生物发生、呼吸功能^[25]; 其次, 体力活动量的增加可以提高人体静息代谢率, 使机体能量消耗增加, 脂肪氧化能力得到增强^[26]; 再者, 长期进行体力活动可以促进脂肪组织的血管内皮细胞密度增加, 促进血管内皮生长因子及其受体的表达, 促进血管生成、改善血供, 利于脂肪组织的代谢^[27], 这些都表明体力活动对机体脂肪的分布有着重要影响。目前, 国际上对于采取多大的体力活动强度、

表 2 | 男、女大学生体力活动量、脂肪分布特点

Table 2 | Characteristics of physical activity and fat distribution of male and female college students

项目	男性人数百分比 (n=553)					女性人数百分比 (n=1 322)				
	5%	25%	50%	75%	95%	5%	25%	50%	75%	95%
总脂肪量 (kg)	2.70	4.60	6.60	9.80	18.53	6.40	9.00	11.00	13.50	18.00
体脂率 (%)	5.00	8.70	11.60	16.00	23.70	15.12	20.20	23.30	26.50	31.70
内脏脂肪含量 (kg)	0.10	0.30	0.60	1.00	2.83	0.30	0.50	0.70	0.90	1.60
躯干脂肪量 (kg)	0.90	2.25	3.40	5.40	10.63	2.00	3.68	4.90	6.40	9.09
皮下脂肪含量 (kg)	2.40	4.30	6.00	8.60	15.73	6.00	8.50	10.30	12.50	16.40
上肢脂肪量 (kg)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.40	0.40	0.60	0.80	1.00	1.60
下肢脂肪量 (kg)	1.30	2.10	2.80	3.90	6.46	3.80	4.80	5.40	6.20	7.60
低强度体力活动量 (MET-min/ 周)	99.00	627.00	1 386.00	2 772.00	5 999.40	165.00	627.00	1 386.00	2 677.13	5 544.00
中强度体力活动量 (MET-min/ 周)	0.00	180.00	660.00	1 920.00	5 706.00	0.00	160.00	600.00	1 710.00	4 971.00
高强度体力活动量 (MET-min/ 周)	0.00	0.00	160.00	840.00	3 360.00	0.00	0.00	0.00	480.00	2 388.00
总体力活动量 (MET-min/ 周)	378.20	1 402.50	2 982.00	5 589.00	12 685.30	330.00	1306.88	2 775.00	4 978.00	9 946.50

表注: MET 为代谢当量

表 3 | 不同体脂率水平男大学生体力活动量情况

[M(Q1, Q3), n=553]

Table 3 | Physical activity of male college students with different body fat rate levels

体力活动量	体脂率 $\leq 10\%$ (n=325)	体脂率 $11\%-21\%$ (n=199)	体脂率 $\geq 22\%$ (n=29)	H 值	P 值
低强度体力活动量 (MET-min/ 周)	2 574.00(1 155.00, 4158.00) ^{ab}	808.50(462.00, 1 287.00) ^c	99.00(0.00, 305.25)	200.330	0.000
中强度体力活动量 (MET-min/ 周)	1 555.00(555.00, 3 057.50) ^{ab}	270.00(90.00, 580.00) ^c	0.00(0.00, 35.00)	195.736	0.000
高强度体力活动量 (MET-min/ 周)	560.00(0.00, 1 440.00) ^{ab}	0.00(0.00, 160.00)	0.00(0.00, 0.00)	151.472	0.000
总体力活动量 (MET-min/ 周)	5 062.50(3 540.50, 7 428.00) ^{ab}	1 320.00(939.00, 1 882.30) ^c	198.00(36.50, 384.00)	381.744	0.000

表注: 与 $11\%-21\%$ 组比较, ^a $P < 0.05$; 与 $\geq 22\%$ 组比较, ^b $P < 0.05$; 与 $\geq 22\%$ 组比较, ^c $P < 0.05$ 。MET 为代谢当量

表 4 | 不同体脂率水平女大学生体力活动量情况

[M(Q1, Q3), n=1 322]

Table 4 | Physical activity of female college students with different body fat rate levels

体力活动量	体脂率 $\leq 20\%$ (n=654)	体脂率 $21\%-34\%$ (n=605)	体脂率 $\geq 35\%$ (n=63)	H 值	P 值
低强度体力活动量 (MET-min/ 周)	1 386.00(759.00, 2 772.00) ^{ab}	1 368.00(693.00, 2 673.00)	66.00(0.00, 198.00)	148.347	0.000
中强度体力活动量 (MET-min/ 周)	780.00(237.50, 2 065.00) ^{ab}	570.00(170.00, 1 560.00)	0.00(0.00, 40.00)	115.326	0.000
高强度体力活动量 (MET-min/ 周)	160.00(0.00, 720.00) ^{ab}	0.00(0.00, 320.00) ^c	0.00(0.00, 0.00)	72.033	0.000
总体力活动量 (MET-min/ 周)	3 261.50(1 713.25, 5 571.25) ^{ab}	2691.00(1 206.50, 4 687.00) ^c	150.00(0.00, 378.00)	173.192	0.000

表注: 与 $21\%-34\%$ 组比较, ^a $P < 0.05$; 与 $\geq 35\%$ 组比较, ^b $P < 0.05$; 与 $\geq 35\%$ 组比较, ^c $P < 0.05$ 。MET 为代谢当量

表 5 | 体力活动量与脂肪参数的相关性分析

(r 值)

Table 5 | Correlation analysis of physical activity and fat parameters

脂肪参数	男				女			
	低强度体力活动量	中强度体力活动量	高强度体力活动量	总体力活动量	低强度体力活动量	中强度体力活动量	高强度体力活动量	总体力活动量
总脂肪量	-0.101 ^b	-0.180 ^b	-0.163 ^b	-0.197 ^b	-0.072 ^b	-0.064 ^b	-0.093 ^b	-0.103 ^b
体脂率	-0.081	-0.175 ^b	-0.139 ^b	-0.176 ^b	-0.082 ^b	-0.069 ^b	-0.066 ^b	-0.102 ^b
内脏脂肪含量	-0.105 ^b	-0.159 ^b	-0.165 ^b	-0.189 ^b	-0.017	-0.023	-0.090 ^b	-0.051
躯干脂肪量	-0.104 ^b	-0.185 ^b	-0.156 ^b	-0.199 ^b	-0.051	-0.047	-0.083 ^b	-0.080 ^b
皮下脂肪含量	-0.074	-0.161 ^b	-0.157 ^b	-0.172 ^b	-0.081 ^b	-0.069 ^b	-0.087 ^b	-0.108 ^b
上肢脂肪量	-0.016	-0.101 ^b	-0.102 ^b	-0.093 ^b	-0.064 ^b	-0.072 ^b	-0.078 ^b	-0.098 ^b
下肢脂肪量	-0.089 ^b	-0.150 ^b	-0.159 ^b	-0.173 ^b	-0.090 ^b	-0.070 ^b	-0.078 ^b	-0.110 ^b

表注: MET 为代谢当量。^a $P < 0.05$; ^b $P < 0.01$

体力活动量以有效的应对肥胖尚未取得共识^[28]。国内有关大学生日常体力活动对脂肪分布的影响报道较少,此次研究对象为大学生群体,其身体机能处于良好时期,较少受到外部复杂环境干扰,适合健康人群体质研究。

此次研究结果显示,男大学生脂肪参数(除内脏脂肪含量)均小于女大学生,高强度体力活动量、总体力活动量大于女大学生。进一步对男、女大学生脂肪分布、体力活动量特点进行分析发现,男大学生:总脂肪量 > 皮下脂肪含量 > 躯干脂肪量 > 下肢脂肪量 > 内脏脂肪含量 > 上肢脂肪量;女大学生:总脂肪量 > 皮下脂肪含量 > 躯干脂肪量 > 下肢脂肪量 > 上肢脂肪量 > 内脏脂肪含量;男、女大学生低强度体力活动量 > 中强度体力活动量 > 高强度体力活动量,其中,5%男、女大学生中强度体力活动量为 0,25%男大学生高强度体力活动量为 0,50%女大学生高强度体力活动量为 0。说明大学生脂肪分布、体力活动量存在性别差异,其日常体力活动以低体力活动为主,而且女大学生较少或未进行高体力活动的人数占比大于男大学生。杨乐等^[29]研究发现不同年龄段男性各部位(除内脏脂肪含量)的脂肪量均低于同年龄段女性,与此次研究结果一致,其原因可能与人体内激素组成有关。脂肪组织的堆积和代谢受到性激素影响。雄性激素在男性体内的分布多于女性,对肌肉的生长有强大的促进作用,表现为增加骨骼肌的质量和伸缩力度,对肌肉的这种作用强于对脂肪的作用^[30],而且雄性激素促进脂肪向男性腹部内脏堆积,致使男性肥胖发展趋势为“向心性肥胖”^[31]。与男性不同,女性体内主要以雌激素为主。雌激素的存在有利于脂肪组织在机体的堆积^[30],表现为促进脂肪向女性四肢堆积,使女性肥胖发展趋势为“外周型肥胖”^[31]。故男大学生总脂肪量、皮下脂肪含量、躯干脂肪量、下肢脂肪量、上肢脂肪量少于女性大学生,故男大学生:内脏脂肪含量 > 上肢脂肪量;女大学生:上肢脂肪量 > 内脏脂肪含量。体力活动为骨骼肌收缩消耗能量导致的身体活动^[1]。TOWNE 等^[32]发现男大学生的体力活动量普遍高于女大学生,与此次研究结果部分一致。究其原因,首先,体力活动的性别差异可能主要与自我效能、社会支持、动机的性别差异有关^[33]。例如男性进行体力活动的目的倾向于内在动机,如快乐和挑战,而女性倾向于外在的动机,如控制体质量^[34]。具体来说,高强度体力活动量需体力、身体素质好的人进行。女大学生群体

由于体力差、耐力不足等原因,导致高强度体力活动难以达到和维持^[35],甚至出现了许多女大学生较少或未进行高体力活动的现象,最终形成了男性大学生高强度体力活动量较大的现状。步行、使用电脑、伏案工作等低强度体力活动及交通、休闲等中强度体力活动是大学生基本的活动方式^[18],其在学习、生活中持续时间大致相同,可能导致男、女大学生低强度体力活动量、中强度体力活动量相差较小,这也反映了大学生体力活动消耗水平偏低的现状^[12]。此次研究结果还显示,男、女大学生体力活动活跃人群体脂率低于其他组,与汪海伟等^[36]的研究结果一致。国内学者提出每天至少进行 30 min、每周 3 次以上中高强度体力活动可以减少肥胖风险^[37]。此次研究大学生体力活动低于该标准,故体力活动活跃者可以更好的控制机体脂肪。国外有调查发现 49.6% 的大学生对体型不满意,88.44% 的大学生希望体脂率不再上升^[38]。在处于“以瘦为美”的观念下,相关学者指出,社会需要引导个体关注身体功能,而不仅仅是外表,因为关注身体功能的个体对生活更为积极,也更有利于身体健康^[39-40]。

内脏脂肪分布在中腹部肠系膜和网膜周围。有研究发现,内脏脂肪细胞比皮下脂肪细胞有更多的血管、更丰富的血液供应、更多的神经支配^[41],内脏脂肪堆积过多会导致向心性肥胖,显著提高肥胖人群 2 型糖尿病、非酒精性脂肪肝、血脂异常的发病率^[4-5],显著增加非肥胖人群患高血压、高血脂等代谢综合征的患病风险^[6-7]。由此可知腹部内脏脂肪堆积过多对人体健康威胁很大。此次研究结果显示,女大学生内脏脂肪含量与高强度体力活动量呈显著负相关(均 $r < 0$, 均 $P < 0.01$),躯干脂肪量与高强度体力活动量、总体力活动量呈显著负相关(均 $r < 0$, 均 $P < 0.01$),其他脂肪参数与低强度体力活动量、中强度体力活动量、高强度体力活动量、总体力活动量显著负相关(均 $r < 0$, 均 $P < 0.05$),说明各强度体力活动量对女大学生脂肪参数存在不同程度的负性影响,特征表现为女大学生高强度体力活动量对内脏脂肪含量、躯干脂肪量有着较大影响。ZHANG 等^[42]研究发现在消耗相同能量条件下,高强度体力活动对年轻女性内脏脂肪的作用效果强于中等强度体力活动,与此次研究结果类似。其原因可能与高强度体力活动促进女性腹部内脏脂肪动员有关^[43]。进一步分析发现,机体基础脂肪分解与脂肪细胞体积有着较强的相关性,且存在脂肪细胞越大,脂肪分解活性越高的现象^[44-45]。

女性在臀股区集中更高的脂肪比例, 男性则在腹部内脏储存更多的脂肪^[30], 国外有研究发现女性有较大的臀部脂肪细胞^[44-45], 而男性则有较大的内脏脂肪细胞^[6], 内脏脂肪细胞大小的性别差异引起女性内脏脂肪分解活性弱于男性, 导致高强度体力活动量才能对女大学生内脏脂肪产生显著影响。当然, 也有研究发现减少内脏脂肪的最佳体力活动量应在每周至少 15.8 kJ(3 780 kal)^[46], 且运动强度要在中等以上^[37]。低强度体力活动量、中强度体力活动量对内脏脂肪量影响不显著可能也与体力活动强度较小、时间不足、率较低引起的体力活动量不足有关。目前, 大学生普遍存在课业重, 锻炼时间有限的问题, 这些问题和自我效能、社会支持、动机上的性别差异^[33], 共同决定了女大学生有限的高强度体力活动量对内脏脂肪产生显著性影响。从组成上看, 躯干脂肪包括躯干皮下脂肪和内脏脂肪, 其中, 内脏脂肪主要位于腹部内脏区域, 而皮下脂肪在臀下区占比最大^[47], 与皮下脂肪相比, 内脏脂肪更具细胞性、血管性、神经支配性, 包含更多炎症细胞和免疫细胞等特点^[41]。有研究发现, 躯体脂肪与内脏脂肪等级有着很强的正相关性^[48], 躯干内脏脂肪可能主导体力活动与躯干脂肪的关系。此次研究女大学生高强度体力活动量、总体力活动量与躯干脂肪量呈显著相关性, 也可能与高强度体力活动对腹部内脏脂肪的影响较大有关^[43]。

皮下脂肪由上肢、下肢脂肪、躯干脂肪的皮下部分组成, 主要沉积在臀下区, 约占总脂肪量的 80%^[47], 皮下脂肪的积累代表了生理性能量摄入过多(高热量饮食)和有限的能量消耗(体力活动), 当储存能量过多、产生新的脂肪细胞的能力受损、生理或者精神压力过大时, 脂肪开始堆积在皮下组织以外的地方—内脏区域^[41, 49]。此次研究结果显示男大学生总脂肪量、内脏脂肪含量、躯干脂肪量、下肢脂肪量与低强度体力活动量呈显著负相关(均 $r < 0$, 均 $P < 0.05$), 体脂率、皮下脂肪含量、上肢脂肪量与低强度体力活动量相关性不显著($P > 0.05$), 各脂肪参数与中强度体力活动量、高强度体力活动量、总体力活动量呈显著负相关(均 $r < 0$, 均 $P < 0.05$)。说明各强度体力活动量对男大学生脂肪参数存在不同程度的负性影响, 特征表现为男大学生低强度体力活动量对体脂率、皮下脂肪含量、上肢脂肪量的影响并不显著, 而女大学生则未出现类似结果。其原因可能为, 首先, 脂肪代谢存在性别差异。BLAAK 等^[30]研究发现, 男性和女性受试者在脂肪动员、氧化和储存上存在显著差异, 并认为这可能与研究中出现的女性进行体力活动时从脂肪获取的能量较男性多有关。此次研究男大学生在低强度体力活动时从脂肪获取的能量可能不足, 难以对皮下脂肪含量、上肢脂肪量产生显著影响。其次, 脂肪代谢在分布上存在差异。葛晓川等^[50]对 12 名肥胖青少年进行为期 4 周的体力活动训练后, 发现躯干、上肢、下肢脂肪量减少并不均衡, 并认为部位不同, 脂肪代谢水平存在差异的情况。有研究发现: ①部位不同, 脂肪组织在脂肪动员、脂肪酸摄取上存在显著性差异^[44]; ②上半身细胞和下半身脂肪细胞对肾上腺素介导的脂解作用的敏感性存在差异, 及与脂

肪细胞表面的肾上腺素受体数量和种类存在差异^[45]。相关代谢水平、分子在不同部位间的差异和体力活动强度、体力活动量不足共同作用可能导致了此次研究的男大学生低强度体力活动量与体脂率、皮下脂肪含量、上肢脂肪量的相关性不显著。

综上所述, 大学生体力活动量、脂肪分布存在性别差异, 体力活动活跃人群体脂率较低。各强度体力活动量增加有利于机体脂肪减少, 男大学生皮下脂肪含量、上肢脂肪量主要受到中强度体力活动量、高强度体力活动量影响, 女大学生内脏脂肪含量、躯干脂肪量主要受高强度体力活动量影响。需要积极倡导大学生进行适当的体力活动, 保持脂肪的合理分布以促进身体健康。

作者贡献: 舒文博和陈梦池撰写初稿, 帮助解释结果, 并对稿件进行批判性修改。黄丽仟和黄彬彬监督数据处理, 帮助解释统计结果。张文海、吴亚臣和王泽峰帮助收集数据并解释结果。李华和李俏丽对文章稿件进行了盲法评估。刘鹏帮助开发了问卷并解释了结果, 并对稿件进行了批判性的修改。所有作者阅读并批准了最终的手稿。

经费支持: 该文章接受了“广西一流学科(基础医学)建设项目(GXFCDP-BMS-2018)”“广西医科大学大学生创新创业训练计划项目(2018009, 2018112)”的资助。所有作者声明, 经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突: 文章的全部作者声明, 在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

机构伦理问题: 研究方案的实施符合广西医科大学的相关伦理要求。

知情同意问题: 参与试验的大学生自愿参与此次研究, 对试验过程完全知情同意并签署知情同意书。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审, 同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名—非商业性使用—相同方式共享 4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] CASPERSEN CJ, POWELL KE, CHRISTENSON GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep.1985;100(2):126-131.
- [2] NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. Lancet. 2016;387(10026):1377-1396.
- [3] 中国学生体质与健康研究组. 2014 年中国学生体质与健康研究报告 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2018:710.
- [4] PHILIPSEN A, JØRGENSEN ME, VISTISEN D, et al. Associations between ultrasound measures of abdominal fat distribution and indices of glucose metabolism in a population at high risk of type 2 diabetes: the ADDITION-PRO study. PLoS One.2015;10(4):e0123062.
- [5] ROSENQUIST KJ, PEDLEY A, MASSARO JM, et al. Visceral and subcutaneous fat quality and cardiometabolic risk. JACC Cardiovasc Imaging. 2013;6(7):762-771.

- [6] REBUFFÉ-SCRIVE M, ANDERSSON B, OLBE L, et al. Metabolism of adipose tissue in intraabdominal depots of nonobese men and women. *Metabolism*.1989;38(5):453-458.
- [7] No authors listed. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults-The Evidence Report. National Institutes of Health *Obes Res*. 1998;6 Suppl 2:S15-209S.
- [8] 崔凯. 不同体脂率大学生的身体成分和脂肪分布特征 [D]. 杭州: 杭州师范大学, 2012.
- [9] 李俊萍, 张新霞, 马兴友, 等. 北方汉族大学生皮褶厚度与体成分分析 [J]. *解剖学杂志*, 2017,40(01):82-85+103.
- [10] 杨羿帆, 陈玉凤. 体育专业学生身体脂肪与运动能力的相关性研究 [J]. *当代体育科技*, 2017,7(4):87-89.
- [11] VANCAMPFORT D, VAN DAMME T, FIRTH J, et al. Correlates of physical activity among 142,118 adolescents aged 12-15 years from 48 low- and middle-income countries. *Prev Med*. 2019;127:105819.
- [12] 张青华. 澳门大学生与高中学生体力活动状况的比较研究 [J]. *成都体育学院学报*, 2018,44(4):98-102.
- [13] 丁鹏. 四川省大学生体力活动和生命质量的现状分析与相关性研究 [D]. 成都: 四川师范大学, 2018.
- [14] SPIEGELMAN BM, FLIER JS. Obesity and the regulation of energy balance. *Cell* 2001; 104(4): 531-543.
- [15] JAKICIC JM, DAVIS KK. Obesity and physical activity. *Psychiatr Clin North Am*. 2011;34(4):829-840.
- [16] MERLOTTI C, CERIANI V, MORABITO A, et al. Subcutaneous fat loss is greater than visceral fat loss with diet and exercise, weight-loss promoting drugs and bariatric surgery: a critical review and meta-analysis. *Int J Obes (Lond)*. 2017;41(5):672-682.
- [17] WEWEGE M, VAN DEN BERG R, WARD RE, et al. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2017;18(6):635-646.
- [18] IPAQ Group. International physical activity questionnaire [EB/OL] [2018-01-26]. <http://www.ipaq.ki.se/downloads.html>.
- [19] 罗文超. 大连地区成人身体成分的调查研究 [D]. 大连: 大连医科大学, 2013.
- [20] PRICE KL, EARTHMAN CP. Update on body composition tools in clinical settings: computed tomography, ultrasound, and bioimpedance applications for assessment and monitoring. *Eur J Clin Nutr*. 2019;73(2): 187-193.
- [21] CENICCOLA GD, CASTRO MG, PIOVACARI SMF, et al. Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. *Nutrition*. 2019;62:25-31.
- [22] 及春兰. 学龄前儿童人体成分分析 [J]. *中国妇幼保健*, 2015,30(29): 4989-4991.
- [23] WANG ZH, YANG ZP, WANG XJ, et al. Comparative Analysis of the Multi-Frequency Bio-impedance and Dual-energy X-ray Absorptiometry on Body Composition in Obese Subjects. *Biomed Environ Sci*. 2018; 31(1):72-75.
- [24] TINSLEY GM, MORALES E, FORSSE JS, et al. Impact of Acute Dietary Manipulations on DXA and BIA Body Composition Estimates. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(4):823-832.
- [25] 付鹏宇, 龚丽景, 胡扬. 运动对棕色脂肪功能的影响及作用机制 [J]. *体育科学*, 2018,38(11):92-97.
- [26] 梁成军. 抗阻力量训练的减肥效果 [J]. *湖北体育科技*, 2014.7(7): 603-606
- [27] QUINN LS, STRAIT BL, ANDERSON BG, et al. Interleukin-15 stimulates adiponectin secretion by 3T3-L1 adipocytes: evidence for a skeletal muscle-to-fat signaling pathway. *Cell Biol Int*. 2005;29(6):449-457.
- [28] VIANA RB, DE LIRA CAB, NAVES JPA, et al. Can We Draw General Conclusions from Interval Training Studies?. *Sports Med*. 2018;48(9): 2001-2009.
- [29] 杨乐, 张宝, 管石侠, 等. 不同性别不同年龄成年人身体成分测量指标的检测分析 [J]. *安徽医学*, 2019,40(11):1276-1279.
- [30] BLAAK E. Gender differences in fat metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2001;4(6):499-502.
- [31] 周新丽, 赵家军. 肥胖与性激素 [J]. *中国实用内科杂志*, 2011,31(4): 257-259.
- [32] TOWNE SD JR, ORY MG, SMITH ML, et al. Assessing physical activity among young adults attending a university: the role of sex, race/ethnicity, technology use, and sleep. *BMC Public Health*. 2017;17(1): 721.
- [33] SEO YJ, HA Y. Gender Differences in Predictors of Physical Activity among Korean College Students Based on the Health Promotion Model. *Asian Pac Isl Nurs J*. 2019;4(1):1-10.
- [34] CHOI JY, CHANG AK, CHOI EJ. Sex differences in social cognitive factors and physical activity in Korean college students. *J Phys Ther Sci*. 2015; 27(6):1659-1664.
- [35] 姚崇, 赵闪光, 毛志宏, 等. 体力活动干预对大学生抑郁症的改善效果与代谢机制 [J]. *陕西师范大学学报 (自然科学版)*, 2019,47(3): 21-30+125.
- [36] 汪海伟, 李占宇, 张晓丹. 天津市部分大学生体力活动水平与身体成分的相关性 [J]. *中国学校卫生*, 2018,39(8):1195-1198.
- [37] 王欢, 江崇民, 蔡睿, 等. 不同职业人群的体力活动水平 —— 基于加速度计和活动日志数据 [J]. *体育科学*, 2016,36(5):33-38.
- [38] MILLS C, GILES G. Body Image concerns of Male Rugby Players, with specific focus on Muscularity and Body Fat. *Muscularity and Body Fat. Journal of Obesity and Overweight*. 2017; 3(1): 1-8.
- [39] ALLEVA JM, VELDHUIS J, MARTIJN C. A pilot study investigating whether focusing on body functionality can protect women from the potential negative effects of viewing thin-ideal media images. *Body Image*. 2016;17:10-13.
- [40] ALLEVA JM, MARTIJN C, VAN BREUKELEN GJ, et al. Expand Your Horizon: A programme that improves body image and reduces self-objectification by training women to focus on body functionality. *Body Image*. 2015;15:81-89.
- [41] IBRAHIM MM. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. *Obes Rev*. 2010;11(1):11-18.
- [42] ZHANG H, TONG TK, QIU W, et al. Comparable Effects of High-Intensity Interval Training and Prolonged Continuous Exercise Training on Abdominal Visceral Fat Reduction in Obese Young Women. *J Diabetes Res*. 2017;2017:5071740.
- [43] TREMBLAY A, DESPRÉS JP, LEBLANC C, et al. Effect of intensity of physical activity on body fatness and fat distribution. *Am J Clin Nutr*. 1990;51: 153-157.
- [44] JENSEN MD. Lipolysis: contribution from regional fat. *Annu Rev Nutr*. 1997;17:127-139.
- [45] WAHRENBERG H, LÖNNQVIST F, ARNER P. Mechanisms underlying regional differences in lipolysis in human adipose tissue. *J Clin Invest*. 1989;84(2):458-467.
- [46] OHKAWARA K, TANAKA S, MIYACHI M, et al. A dose-response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. *Int J Obes (Lond)*. 2007;31(12):1786-1797.
- [47] WAJCHENBERG BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr Rev*. 2000;21(6):697-738.
- [48] 宇克莉, 郑连斌, 李咏兰, 等. 海南临高人体成分分析 [J]. *人类学学报*, 2017,36(1):101-109.
- [49] BJÖRNTORP P. Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities?. *Obes Rev*. 2001;2(2):73-86.
- [50] 葛晓川, 黄亚茹, 毛小云, 等. 4 周运动结合饮食控制对肥胖青少年体脂分布与血脂代谢的影响 [J]. *中国运动医学杂志*, 2015,34(10): 994-997.