

• 军事医学 •

饮食干预对超重官兵血清脂肪酸组分
和身体成分影响的研究

郑少燕, 刘松坚, 张志英, 邓海凌

【摘要】 目的 探索饮食干预对超重官兵血清脂肪酸组分和身体成分的影响。**方法** 2019-02/2020-06 月期间, 选取 168 例部队体质量超重官兵进行饮食干预, 对比干预前后体质量、体脂率(body fat percentage, BFP)、体脂量、腰围、臀围、腰臀比、骨骼肌含量(skeletal muscle mass, SMM)、高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、内脏脂肪含量(visceral fat content, VFC)、多不饱和脂肪酸(polyunsaturated fatty acids, PUFAs)、单不饱和脂肪酸(monounsaturated fatty acids, MUFAs)、饱和脂肪酸(saturated fatty acid, SFA)、总脂肪酸(total fatty acid, TFA)、不饱和脂肪酸(unsaturated fatty acid, UFA)、n-6 多不饱和脂肪酸(n-6 polyunsaturated fatty acid, n-6 PUFA)、n-3 多不饱和脂肪酸(n-3 polyunsaturated fatty acid, n-3PUFA)、软油酸、油酸、棕榈酸含量。**结果** 官兵每日饮食中, 碳水化合物所占比最高, 其次为脂肪、蛋白质。且干预 4 周、8 周、12 周后的腰围、臀围、腰臀比小于干预前($P < 0.05$), 体质量、BFP、体脂量、SMM、HDL、LDL、TC、VFC、PUFAs、MUFAs、SFA、TFA、UFA、n-6 PUFA、n-3PUFA、软油酸、油酸、棕榈酸低于干预前($P < 0.05$)。同时, 入院后 4 周和 8 周的亚油酸、 γ -亚麻酸、 α -亚麻酸、花生四烯酸低于干预前, 但干预 12 周后亚油酸、 γ -亚麻酸、 α -亚麻酸、花生四烯酸有所回升, 且高于干预后 8 周($P < 0.05$)。**结论** 饮食干预对某部超重官兵具有一定意义, 不仅能够改善血脂代谢, 降低肥胖程度, 还可改变身形, 降低血清各脂肪酸含量。

【关键词】 饮食干预; 超重; 脂肪酸; 身体成分**【中图分类号】** R 589.2**【文献标识码】** A

doi:10.13730/j.issn.1009-2595.2022.10.009

Effect of Diet Intervention on the Serum Fatty Acid Composition and Body Composition of an Overweight Officer and Soldier
ZHENG Shaoyan, LIU Songjian, ZHANG Zhiying, DENG Hailing. Department of Physical Examination, Guangzhou Special Service Recuperation Center of Rocket Force, Guangzhou Guangdong 510515, China
Corresponding author: DENG Hailing, E-mail: 415502086@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the effect of diet intervention on the serum fatty acid composition and body composition of overweight officers and soldiers. **Methods** A total of 168 officers and soldiers with overweight body mass were selected for dietary intervention from February 2019 to June 2020. The body mass, body fat percentage (BFP), body fat volume, waist circumference, hip circumference, waist hip ratio, skeletal muscle mass (SMM), high density lipoprotein (HDL), low density lipoprotein (LDL), total cholesterol (TC), visceral fat content (VFC), polyunsaturated fatty acids (PUFAs), monounsaturated fatty acids (MUFAs), saturated fatty acid (SFA), total fatty acid (TFA), unsaturated fatty acid (UFA), n-6 polyunsaturated fatty acid (n-6 PUFA), n-3 polyunsaturated fatty acid (n-3PUFA), soft oleic acid, oleic acid and palmitic acid before and after intervention were compared. **Results** In the daily diet of officers and soldiers, carbohydrates accounted for the highest proportion, followed by fat and protein. The waist circumference, hip circumference and waist hip ratio after 4, 8 and 12 weeks were lower than those before intervention ($P < 0.05$), and the body mass, BFP, body fat volume, SMM, HDL, LDL, TC, VFC, PUFAs, MUFAs, SFA, TFA, UFA, n-6 PUFA, n-3PUFA, soft oleic acid, oleic acid and palmitic acid were lower than those before ($P < 0.05$). At the same time, linoleic acid, γ -linolenic acid, α -linolenic acid and arachidonic acid at 4 and 8 weeks after admission were lower than those before, but linoleic acid, γ -linolenic acid, α -linolenic acid and arachidonic acid increased, and were higher than those 8 weeks after intervention ($P < 0.05$). **Conclusion** Diet intervention has a certain significance for overweight of-

ficers and soldiers. It can not only improve blood lipid metabolism and reduce obesity, but also change body shape and reduce serum fatty acid content.

【Key words】 Diet intervention; Overweight; Fatty acid; Body composition

【基金项目】 卫勤保障能力创新与生成专项计划(20WQ020)

【作者单位】 510515 广东广州, 火箭军广州特勤疗养中心体检科(郑少燕、刘松坚、张志英、邓海凌)

【通信作者】 邓海凌, E-mail: 415502086@qq.com

肥胖症可因环境、遗传等多种因素共同作用下形成,属于慢性代谢性病变,早期主要是因体内能量代谢失衡,热量消耗低于热量摄入,导致体内脂肪细胞数量增多、体积增大,从而导致体重增加^[1]。近年来随着人们生活方式改变和饮食结构改变,肥胖症发病率呈明显上升趋势,已逐渐成为威胁人类健康的全球性问题,因此医学减重势在必行^[2]。目前有氧运动是治疗肥胖症常用手段,能够消耗机体能量,但仅依赖运动无法平衡机体代谢。随着相关研究的深入,有学者发现肥胖不仅可造成肝脏脂肪堆积,还可游离脂肪酸,导致胰岛素抵抗、脂质代谢异常,增加代谢紊乱、心血管发病风险,严重危害人类身心健康^[3]。饮食干预能够在维持机体营养素需求基础上,减少脂肪摄入,有效改善身体形态^[4]。本文就此展开调查,以部队超重官兵作为观察对象,进行饮食干预,对比干预前后脂肪酸含量、身体成分变化,从而了解饮食干预的效能。

1 资料和方法

1.1 资料

本研究于 2019-02/2020-06 月,选取 168 名部队超重官兵为此次试验对象。研究符合《赫尔辛基宣言》的伦理审查。官兵均为男性,年龄 21~45 (32.46 ± 5.14) 岁;体质指数 (body mass index, BMI) 25~33 (28.96 ± 2.01) kg/m²;身高 160~185 (172.46 ± 6.65) cm。(BMI = 体质量 (kg)/身高² (m²)),超重: BMI ≥ 24 kg/m²。

1.2 方法

通过知识-信念-行为途径,设计作息时间表,制定健康减肥目标,在营养师配合下设计专用食谱。同时根据官兵体脂率、基础代谢率、运动时消耗热量,结合个人生活习惯和饮食情况,制定出个性化饮食方案。提供优质蛋白,限制膳食总热量,保证每日热能基本需要量,严格控制脂肪摄入,约占总热量的 15%~25%,蛋白质占 15%~25%,碳水化合物占 50%~70%,计算好食物质量和含脂量,由专业营养师搭配,每隔 4 周评估 1 次,根据测试结果调整膳食供应总量,脂肪、碳水化合物、蛋白质比例保持不变。同时需配合趣味性球类、健身操、快走、慢跑等有氧运动。此外,定期举办知识讲座,例如科学健身、合理膳食、有氧运动等,培养官兵良好生活习惯。

1.3 观察指标

①分析干预前后身体形态指标,在测试前,实验者在病房内安静休息 30 min,室内温度维持 22~25℃,使用酒精棉球擦拭受检者脚底和电极片,采用皮尺法

测量腰围、臀围等,腰臀比(WHR) = 腰围/臀围。使用 Tanita TBF-418B 型号人体脂肪测量仪测定体质量、体脂率(body fat percentage, BFP)、体脂量,由同一人完成测量。②使用北京东华原医疗公司提供 In-body520 人体成分分析仪检测骨骼肌含量(skeletal muscle mass, SMM)、内脏脂肪含量(visceral fat content, VFC)。抽取 5 ml 肘静脉血,2500 r/min,离心 15 min,提取血清待用。使用日立公司提供 7100 型号全自动生化分析仪检测高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)、总胆固醇(total cholesterol, TC)。③分析受检者每日营养物质摄入量及所占比。④采用 AGILENT-6890N 型气相色谱仪、氢焰离子化检测器分析干预前后血清脂肪酸分类、血清脂肪酸含量,饱和脂肪酸(saturated fatty acid, SFA)、总脂肪酸(total fatty acid, TFA)、不饱和脂肪酸(unsaturated fatty acid, UFA)、多不饱和脂肪酸(polyunsaturated fatty acids, PUFAs)、单不饱和脂肪酸(monounsaturated fatty acids, MUFAs)、亚油酸、油酸、花生四烯酸、γ-亚麻酸、软油酸、α-亚麻酸、棕榈酸、n-6 多不饱和脂肪酸(n-6 polyunsaturated fatty acid, n-6PUFA)、n-3 多不饱和脂肪酸(n-3 polyunsaturated fatty acid, n-3PUFA)。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 20.0 统计学软件处理,身体形态指标、人体成分、营养物质摄入量、血清脂肪酸分类、血清脂肪酸含量符合正态分布,用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用球形检验、重复测量单因素方差分析比较不同时间点整体上的差异,事后两两比较采用 LSD-*t* 法检验;对于不满足球形检验时,采用 Greenhouse-Geisser 校正法; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 身体形态指标和血清指标变化

经球形检验(Mauchly's Test of Sphericity)结果显示($\chi^2 = 5.288, P = 0.038$)不符合 Huynh-Feldt 条件,经 Greenhouse-Geisser 校正,epsilon (ϵ) = 0.635。后经单因素重复测量方差分析,4 个时间段整体比较 HDL、腰围、臀围、腰臀比、体质量、BFP、体脂量、SMM、VFC、LDL、TC 存在差异性($P < 0.05$),但两两比较 HDL 不具有统计学差异。干预 4 周、8 周、12 周后的体质量、BFP、体脂量、SMM、VFC、LDL、TC 水平低于干预前($P < 0.05$),腰围、臀围、腰臀比短于干预前($P < 0.05$)。且干预 12 周后的体质量、BFP、体脂量、SMM、VFC、LDL、TC 水平低于干预 4 周、8 周后

($P<0.05$),腰围、臀围、腰臀比短于干预 4 周后、干预 8 周后($P<0.05$),见表 1。

表 1 分析各阶段身体形态指标和血清指标变化 ($\bar{x} \pm s, n = 168$)

Table 1 Analysis of changes of body shape indexes and serum indexes at each stage ($\bar{x} \pm s, n = 168$)

| 指标 | 干预前 | 干预 4 周 | 干预 8 周 | 干预 12 周 | $F_{\text{时间}}$ | P 值 |
|-------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------|--------|
| 腰围(cm) | 130.79 \pm 7.81 | 122.56 \pm 8.69 ^a | 115.59 \pm 7.15 ^{ab} | 108.25 \pm 6.33 ^{abc} | 2406.509 | <0.001 |
| 臀围(cm) | 132.15 \pm 6.59 | 125.86 \pm 6.58 ^a | 120.37 \pm 6.65 ^{ab} | 115.47 \pm 5.81 ^{abc} | 1430.856 | <0.001 |
| 腰臀比 | 1.13 \pm 0.12 | 0.95 \pm 0.11 ^a | 0.93 \pm 0.10 ^{ab} | 0.90 \pm 0.08 ^{abc} | 926.464 | <0.001 |
| 体质量(kg) | 91.46 \pm 8.95 | 86.65 \pm 6.65 ^a | 82.46 \pm 4.15 ^{ab} | 78.49 \pm 4.12 ^{abc} | 507.411 | <0.001 |
| BFP(%) | 54.13 \pm 5.65 | 47.28 \pm 4.49 ^a | 40.36 \pm 4.39 ^{ab} | 36.69 \pm 4.13 ^{abc} | 2579.062 | <0.001 |
| 体脂量(kg) | 31.46 \pm 3.62 | 27.96 \pm 3.14 ^a | 25.51 \pm 2.87 ^{ab} | 23.17 \pm 2.15 ^{abc} | 995.801 | <0.001 |
| SMM(kg) | 37.46 \pm 4.13 | 35.21 \pm 3.29 ^a | 33.26 \pm 2.42 ^{ab} | 31.19 \pm 2.76 ^{abc} | 572.698 | <0.001 |
| VFC(kg) | 130.48 \pm 8.46 | 121.56 \pm 5.59 ^a | 96.65 \pm 6.65 ^{ab} | 89.71 \pm 5.24 ^{abc} | 8034.842 | <0.001 |
| TC(mmol/L) | 4.84 \pm 0.39 | 3.92 \pm 0.32 ^a | 3.21 \pm 0.17 ^{ab} | 3.04 \pm 0.10 ^{abc} | 4583.282 | <0.001 |
| LDL(mmol/L) | 2.94 \pm 0.21 | 2.32 \pm 0.15 ^a | 2.11 \pm 0.10 ^{ab} | 1.98 \pm 0.25 ^{abc} | 3049.039 | <0.001 |
| HDL(mmol/L) | 0.90 \pm 0.24 | 0.91 \pm 0.19 | 0.92 \pm 0.17 | 0.95 \pm 0.18 | 8.931 | 0.003 |

注:与干预前比较,^a $P<0.05$;与干预 4 周比较,^b $P<0.05$;与干预 8 周比较,^c $P<0.05$

2.2 分析每日营养物质摄入量和百分比

官兵每日饮食中,碳水化合物所占比最高,其次为脂肪、蛋白质,见表 2。

表 2 分析官兵每日营养物质摄入量和百分比 ($\bar{x} \pm s, n = 168$)

Table 2 Analysis of daily nutrient intake and percentage of officers and soldiers ($\bar{x} \pm s, n = 168$)

| 营养物质 | 摄入量(kcal) | 占总热量百分比(%) |
|-------|----------------------|-------------------|
| 碳水化合物 | 1121.69 \pm 49.68 | 52.14 \pm 14.79 |
| 脂肪 | 482.13 \pm 42.46 | 23.39 \pm 6.68 |
| 蛋白质 | 371.44 \pm 39.68 | 18.41 \pm 4.32 |
| 每日总热量 | 2007.84 \pm 105.46 | 100 |

2.3 血清脂肪酸分类变化

经球形检验(Mauchly's Test of Sphericity)结果显示($\chi^2 = 3.695, P = 0.041$)不符合 Huynh-Feldt 条件,经 Greenhouse-Geisser 校正,epsilon (ϵ) = 0.582。后单因素重复测量方差分析,4 个时间段整体比较

SFA、TFA、UFA、PUFAs、MUFAs、n-3 PUFA、n-6 PUFA、油酸、软油酸、棕榈酸存在统计学差异性($P<0.05$),事后两两比较,干预 4 周、8 周、12 周后的 SFA、TFA、UFA、PUFAs、MUFAs、n-3 PUFA、n-6 PUFA、油酸、软油酸、棕榈酸低于干预前($P<0.05$)。同时,干预后 4 周和 8 周的亚油酸、 γ -亚麻酸、 α -亚麻酸、花生四烯酸低于干预前,但干预 12 周后亚油酸、 γ -亚麻酸、 α -亚麻酸、花生四烯酸有所回升,且高于干预后 8 周($P<0.05$),见表 3。

3 讨论

肥胖发病率在近 20 年来迅猛增长,已成为当下流行性疾病,经数据统计,全球约有 5 亿人群合并肥胖症,且美国肥胖人口已超过 60%,男性高于女性^[5-6]。肥胖不仅仅是一种危害人类健康的慢性代谢性疾病,也是诱发慢性肾脏病、心脑血管疾病、代谢综合征、糖

表 3 分析各时间段血清脂肪酸分类和血清脂肪酸含量变化 ($\mu\text{g/ml}, \bar{x} \pm s, n = 168$)

Table 3 Classification of serum fatty acid and the changes of serum fatty acid content in each period ($\mu\text{g/ml}, \bar{x} \pm s, n = 168$)

| 指标 | 干预前 | 干预 4 周 | 干预 8 周 | 干预 12 周 | $F_{\text{时间}}$ | P 值 |
|------------------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------|--------|
| TFA($\mu\text{g/ml}$) | 3594.86 \pm 39.56 | 3174.75 \pm 35.22 ^a | 2813.62 \pm 31.85 ^{ab} | 2645.41 \pm 28.74 ^{abc} | 188 086.901 | <0.001 |
| n-6 PUFA($\mu\text{g/ml}$) | 1451.65 \pm 25.69 | 1198.58 \pm 21.25 ^a | 1085.85 \pm 23.27 ^{ab} | 1051.41 \pm 20.32 ^{abc} | 66 501.594 | <0.001 |
| UFA($\mu\text{g/ml}$) | 2384.15 \pm 25.46 | 2013.39 \pm 23.28 ^a | 1759.68 \pm 21.55 ^{ab} | 1721.32 \pm 18.77 ^{abc} | 178 440.588 | <0.001 |
| PUFAs($\mu\text{g/ml}$) | 1542.89 \pm 32.69 | 1321.57 \pm 28.76 ^a | 1175.63 \pm 25.39 ^{ab} | 1132.75 \pm 24.56 ^{abc} | 45 129.522 | <0.001 |
| 亚油酸(C18:2n-6) | 1101.36 \pm 26.95 | 1015.45 \pm 22.33 ^a | 957.46 \pm 19.68 ^{ab} | 1016.68 \pm 15.54 ^{abc} | 2847.606 | <0.001 |
| 棕榈酸(C16:0) | 874.56 \pm 34.18 | 837.44 \pm 30.44 ^a | 749.27 \pm 31.55 ^{ab} | 698.52 \pm 30.25 ^{abc} | 6298.640 | <0.001 |
| 油酸(C18:1n-9) | 651.15 \pm 9.68 | 525.65 \pm 9.52 ^a | 479.86 \pm 8.76 ^{ab} | 461.45 \pm 8.41 ^{abc} | 122 852.299 | <0.001 |
| MUFAs($\mu\text{g/ml}$) | 835.45 \pm 24.16 | 719.69 \pm 23.38 ^a | 605.45 \pm 22.74 ^{ab} | 602.15 \pm 20.32 ^{ab} | 23 747.278 | <0.001 |
| SFA($\mu\text{g/ml}$) | 1184.46 \pm 36.65 | 1096.32 \pm 31.17 ^a | 1024.67 \pm 25.86 ^{ab} | 918.55 \pm 22.39 ^{abc} | 13 030.057 | <0.001 |
| n-3 PUFA($\mu\text{g/ml}$) | 121.36 \pm 10.36 | 101.13 \pm 9.68 ^a | 78.95 \pm 8.98 ^{ab} | 71.15 \pm 6.58 ^{abc} | 6288.362 | <0.001 |
| 花生四烯酸(C20:4n-6) | 254.49 \pm 27.95 | 238.52 \pm 25.41 ^a | 225.13 \pm 22.28 ^{ab} | 234.15 \pm 19.98 ^{abc} | 160.742 | <0.001 |
| 软油酸(C16:1n-7) | 61.48 \pm 5.68 | 48.55 \pm 5.15 ^a | 39.58 \pm 4.41 ^{ab} | 39.15 \pm 3.52 ^{ab} | 3866.669 | <0.001 |
| α -亚麻酸(C18:3n-3) | 18.46 \pm 2.68 | 15.46 \pm 2.24 ^a | 12.53 \pm 2.19 ^{ab} | 15.32 \pm 2.25 ^{ab} | 494.550 | <0.001 |
| γ -亚麻酸(C18:3n-6) | 9.56 \pm 2.15 | 7.48 \pm 1.69 ^a | 6.58 \pm 1.36 ^{ab} | 7.32 \pm 1.14 ^{abc} | 323.975 | <0.001 |

注:与干预前比较,^a $P<0.05$;与干预 4 周比较,^b $P<0.05$;与干预 8 周比较,^c $P<0.05$

尿病、骨关节炎等慢性疾病的重要危险因素。因此寻求一种科学、安全、健康有效的减肥方法已成为全球重点关注问题^[7]。

饮食干预能够通过合理分配每日营养量和碳水化合物、脂肪、蛋白质所占比,从而在维持机体营养量基础上,控制体质量^[8]。由于脂肪和碳水化合物是超重的主要根源,通过合理规划,能够减少胰岛素分泌,抑制糖酵解,从而使得体内葡萄糖利用缺乏,消耗肝糖原,促进脂肪组织代谢和氧化,有效减轻体质量^[9-10]。有研究显示,肥胖者体内白色脂肪大量堆积,可引发心血管疾病、高血糖、高血脂、胰岛素抵抗等代谢性疾病^[11]。本次结果中,官兵接受相应饮食干预后,体质量、腰围、臀围、腰臀比、BFP 均有所降低,说明饮食干预能够改变身体形态。因饮食规范了每日营养素、蛋白质、脂肪的摄入,有效加速脂肪动员,促进肾上腺素、胰高血糖素、胰岛素的分泌,增强脂肪分解限速酶活性,降低体脂含量,从而使脂肪分解,释放脂肪酸,降低体质量^[12]。另外,肥胖症常伴有脂代谢紊乱,且贯穿于肥胖症发生、发展过程^[13]。本结果显示,干预后的官兵 SMM、VFC、BFP、LDL、TC 水平更低于干预前,说明饮食干预在改善血脂代谢和胆固醇代谢中具有一定作用性。其中 HDL 变化幅度不明显,可能是因长时间膳食调整使得体内 TC 合成量减少,而载体需要运输的 HDL 物质也减少,导致 HDL 变化不明显,但本次 LDL、TC 水平较干预前有所降低,主要是因饮食干预调整了整个饮食结构,减少了高脂类食物摄入,从而减少 TC 吸收和合成,促进 TC 分解,说明饮食干预对血脂改善具有显著作用^[14-15]。

脂肪酸是人体主要能量来源,属于一个长的脂肪族碳氢链,常需通过脂肪动员,水解为游离脂肪酸,从而提供机体能量^[16]。而超重人群可因饮食结构不合理,普遍存在高饱和脂肪酸、高热量饮食习惯,故测量脂肪酸成分和含量能够在一定程度上反映脂肪吸收状况。干预 4 周、8 周、12 周后的 MUFAs、油酸、棕榈酸、软油酸、棕榈酸低于干预前,说明饮食干预后,血清脂肪酸含量、成分均有所下降,推测是因饮食方案调整后,能够减少/控制高饱和脂肪酸成分摄入,改善血清中脂肪酸含量,从而预防代谢性疾病发生。而部分必需脂肪酸,例如亚油酸、 γ -亚麻酸、 α -亚麻酸、花生四烯酸也有所下降,是饮食调整差异,导致必要性脂肪酸有所降低,但降低幅度不明显,且可通过合理饮食调节和机体的自我调节,在干预后 12 周有所回升,维持原本正常脂肪酸比例^[17]。

综上所述,饮食干预能够明显改善官兵血脂代谢、身体形态,降低血清脂肪酸含量,推广于超重官兵中,能

够降低肥胖程度,对后期健康有良好促进作用。但由于受检者在依从性上存在差异,无法做到具体饮食结构的标准化,因此需通过后期建设多种饮食模式对照、扩大样本量,进一步观察饮食干预对肥胖人群长期的影响。

参 考 文 献

- [1] 沈焕玲,张莹. 肥胖的饮食和药物治疗的研究现状[J]. 医学综述,2018,24(10):1998-2003
- [2] 杨文利,闫洁,赵文利,等. 8~10 岁超重肥胖儿童 HOMA-IR 指数分布及与人体成分的相关性研究[J]. 中国食物与营养,2019,25(11):70-73
- [3] 李娟,谢小莲,刘尚红,等. 儿童青少年膳食知识水平及饮食模式与超重肥胖的关系[J]. 中国学校卫生,2018,39(11):1609-1612
- [4] 张伦,束龙,章小艳,等. 碳水化合物交换份法饮食干预对 2 型糖尿病合并超重及肥胖患者疗效分析[J]. 医学研究杂志,2017,46(11):72-75
- [5] 孙潇泱,成殷勤,李洪彬,等. 短期极低热量饮食干预对住院超重及肥胖患者的疗效及患者依从性[J]. 中国临床医学,2018,25(2):217-220
- [6] Soares NP, Santos AC, Costa EC, *et al.* Diet-induced weight loss reduces DNA damage and cardiometabolic risk factors in overweight/obese women with polycystic ovary syndrome[J]. Ann Nutr Metab,2016,68(3):220-227
- [7] 林兵,杨勤兵,于永超,等. 营养干预对初诊 2 型糖尿病超重肥胖患者身体成分和血糖的作用[J]. 中华预防医学杂志,2018,52(12):1276-1280
- [8] 温昀斐,岳凌生,慈宏亮,等. 高蛋白膳食干预对肥胖及相关慢性疾病的影响[J]. 生命科学,2020,32(2):170-178
- [9] 王丽娟,于冬妮,汪明芳,等. 超重及肥胖患者的饮食及人体成分[J]. 中华临床营养杂志,2016,24(2):96-100
- [10] 徐冬连,曾珊,蔡金鑫,等. 饮食控制对超重或肥胖患者人体成分的影响[J]. 江苏医药,2016,42(3):336-337
- [11] Edrisi F, Salehi M, Ahmadi A, *et al.* Effects of supplementation with rice husk powder and rice bran on inflammatory factors in overweight and obese adults following an energy-restricted diet: a randomized controlled trial[J]. Eur J Nutr,2018,57(2):833-843
- [12] 王佳,武力,王楠,等. 再次改善膳食模式对北京市房山区张坊村中老年人超重或肥胖高血压患者血压和人体成分及血脂谱的影响研究[J]. 中国全科医学,2018,21(21):2538-2546,2560
- [13] 崇凯芳,李俨. 饮食运动干预对职工体重指数及血压血糖和血脂代谢指标的影响[J]. 中国医药,2018,13(5):710-713
- [14] Parastouei K, Rostami H, Ramezani AA, *et al.* Gene-diet interaction of FTO-rs9939609 gene variant and hypocaloric diet on glycaemic control in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis of clinical trials[J]. Chin Med J (Engl),2020,133(3):310-317
- [15] 徐磊,李春艳,毛彩凤,等. 运动结合饮食干预对肥胖青少年血清脂肪酸组分和身体成分的影响及其相关性研究[J]. 武汉体育学院学报,2018,52(9):86-92
- [16] 杨辉,张片红,江波,等. 生酮饮食及限能平衡饮食对超重及肥胖者人体成分及生化指标的影响[J]. 营养学报,2018,40(4):403-405
- [17] Pagliai G, Dinu M, Casini A, *et al.* Relationship between sleep pattern and efficacy of calorie-restricted Mediterranean diet in overweight/obese subjects[J]. Int J Food Sci Nutr,2018,69(1):93-99 (2021-08-26 收稿)