

Evidence from Mice and Women[J]. *Obesity*, 2012, 15(8):1980-1987.

[9]Hesanmi-Oyelere BL, Coad J, Roy N, et al. Lean body mass in the prediction of bone mineral density in postmenopausal women[J]. *BioResearch Open Access*, 2018, 7(1):150-158.

[10]Lekamwasam S, Weerathna T, Rodriqo M, et al. Association between bone mineral density, lean mass, and fat mass among healthy middle-aged premenopausal women: a cross-section study in southern Sri Lanka[J]. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 2009, 27(1):83-88.

[11]Hetherington-Rauth M, Bea JW, Blew RM, et al. Relative contributions of lean and fat mass to bone strength in young Hispanic and non-Hispanic girls [J]. *Bone*, 2018, 113(8):144-150.

[12]杨秀琳,何焯,马力扬,等. 西藏藏族成人体成分与骨量异常的相关性[J]. *解剖学报*, 2017, 48(2):199-203.

[13]严孙杰,冯霖,沈喜妹,等. 健康成人体成分差异对不同年龄段人群骨密度的影响[J]. *福建医科大学学报*, 2009, 43(4):301-305.

[14]Rajesh A, Hasan RK, Satish S, et al. Cytochrome c oxidase dysfunction enhances phagocytic function and osteoclast formation in macrophages[J]. *The FASEB Journal*, 2019, 33(8):9167-9181.

[15]江宁. 绝经后骨质疏松性骨折妇女骨微结构变化及运动平衡机能在骨质疏松及骨折风险评估中的应用[D]. 北京:北京协和医学院, 2020.

作者简介:周磊(1996—),男,汉族,江苏盐城,硕士在读,东南大学体育系,研究方向:学校体育理论与实践;
*通讯作者:丁亮(1980—),男,汉族,江苏南京,副教授,东南大学体育系,研究方向:体育教学与训练。

生态理论背景下运动营养动态干预对女大学生体成分的影响

何宜川¹ 查萍^{2*}

1 北京邮电大学, 北京 100876

2 北京师范大学, 北京 100875

[摘要] 研究目的, 本研究以生态理论为指导, 以改善学生的体成分, 增强学生的体质健康, 培养学生可持续发展的整体健康观与大体育观为主要目标。分析学生不同阶段的体成分、饮食与营养现状, 制定动态变化的运动营养干预方案, 开展干预实验, 探讨运动营养动态干预、单一体育锻炼干预、单一饮食营养干预对学生体成分的影响。研究方法, (1) 问卷调查法, 设计发放《大学生饮食与营养状况调查问卷》, 为制定运动营养干预方案提供数据。(2) 体成分测量法, 使用生物电阻抗体成分分析仪测量学生的体成分, 测量指标包括身体质量指数 BMI、体脂百分比、骨骼肌、腰臀比、基础代谢等。(3) 实验研究法, 面向大学生开展运动营养动态干预实验, 每次干预包括 30 分钟体育锻炼+30 分钟营养教育+文字形式的 1 周饮食指导。对照 1 组开展单一体育锻炼指导。对照 2 组开展营养教育与饮食指导。(4) 数据分析法, 采用 SPSS20.0 对实验组的体成分、饮食与营养数据进行描述性统计、均值比较、时间序列分析, 为运动营养方案的制定提供依据, 并对比干预后实验组与对照组体成分的变化。研究结果, (1) 干预后, 实验组 BMI 下降了 4.91 ± 0.44 ($P < 0.01$), 体脂百分比下降了 6.18 ± 0.24 ($P < 0.01$), 基础代谢提高了 103.51 ± 0.47 ($P < 0.01$), 骨骼肌增长了 2.17 ± 0.07 ($P < 0.05$), 腰臀比降低了 0.10 ± 0.01 ($P < 0.05$), 且各项指标的改善效益均优于对照 1 组和对照 2 组。(2) 干预后, 实验组 BMI、骨骼肌含量、腰臀比均达到正常范围。(3) 单一膳食营养干预对学生骨骼肌的影响不具有显著性差异, 说明膳食营养的控制对人体脂肪的作用较大, 体育锻炼是提高骨骼肌含量与质量最有效的手段。研究结论, (1) 运动营养动态干预对学生的体成分具有积极的改善作用, 且干预效益优于单一体育锻炼或单一膳食营养。(2) 基于数据的多要素融合的动态干预, 增强了健康促进与体质干预研究的精准性与创新性, 为相关研究提供了理论与方法借鉴。(3) 将学生健康促进置于生态视野下进行理论与实践的创新, 帮助学生实现科学锻炼与健康生活, 拓宽了生态理论的应用范畴, 延伸了体育研究的理论视域。

[关键词] 生态理论; 运动营养; 动态干预; 体成分

DOI: 10.33142/jscs.v3i6.10809

中图分类号: R87

文献标识码: A

The Impact of Dynamic Intervention in Sports Nutrition on the Body Composition of Female College Students under the Background of Ecological Theory

HE Yichuan¹, ZHA Ping²

1 Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing, 100876, China

2 Beijing Normal University, Beijing, 100875, China

Abstract: The research objective of this study is guided by ecological theory, with the main goal of improving students' body composition, enhancing their physical health, and cultivating their overall health concept and sports concept of sustainable development. Analyze the body composition, diet, and nutritional status of students at different stages, develop a dynamic exercise nutrition intervention plan, conduct intervention experiments, and explore the effects of exercise nutrition dynamic intervention, single physical exercise intervention, and single dietary nutrition intervention on student body composition. Research method: (1) Questionnaire survey method, design and distribute the "Survey Questionnaire on Dietary and Nutritional Status of College Students" to provide data for formulating exercise nutrition intervention plans. (2) The body composition measurement method uses a bioelectrical antibody composition analyzer to measure the body composition of students. The measurement indicators include body mass index (BMI), body fat percentage, skeletal muscle, waist hip ratio, basal metabolism, etc. (3) The experimental research method is to conduct a dynamic intervention experiment on exercise and nutrition for college students. Each intervention includes 30 minutes of physical exercise, 30 minutes of nutrition education, and one week of dietary guidance in written form. Provide guidance on single physical exercise in control group 1. Conduct nutrition education and dietary guidance in two control groups. (4) The data analysis method used SPSS 20.0 to conduct descriptive statistics, mean comparison, and time series analysis on the body composition, diet, and nutrition data of the experimental group, providing a basis for the formulation of exercise nutrition plans, and comparing the changes in body composition between the experimental group and the control group after intervention. The research results showed that after intervention, the experimental group's BMI decreased by 4.91 ± 0.44 ($P < 0.01$), body fat percentage decreased by 6.18 ± 0.24 ($P < 0.01$), basal metabolism increased by 103.51 ± 0.47 ($P < 0.01$), skeletal muscle increased by 2.17 ± 0.07 ($P < 0.05$), waist hip ratio

decreased by 0.10 ± 0.01 ($P < 0.05$), and the improvement benefits of various indicators were better than those of control group 1 and control group 2. (2) After intervention, the BMI, skeletal muscle content, and waist to hip ratio of the experimental group all reached the normal range. (3) There is no significant difference in the impact of a single dietary nutrition intervention on the skeletal muscle of students, indicating that dietary nutrition control has a greater impact on body fat. Physical exercise is the most effective way to improve the content and quality of skeletal muscle. The research conclusion: (1) Dynamic intervention in sports nutrition has a positive effect on improving the body composition of students, and the intervention effect is better than that of single physical exercise or single dietary nutrition. (2) The dynamic intervention based on data fusion of multiple elements enhances the accuracy and innovation of research on health promotion and physical fitness intervention, providing theoretical and methodological references for related research. (3) Innovating the theory and practice of promoting student health from an ecological perspective helps students achieve scientific exercise and healthy living, expands the application scope of ecological theory, and extends the theoretical perspective of sports research.

Keywords: ecological theory; sports nutrition; dynamic intervention; body composition

引言

以生态理论为参照系是中国体育发展的历史必然。将体育置于生态理论的参照系中,以系统、平衡、发展的观点研究体育,对于增强全民健康、提升民族素养、满足人民对美好生活的需要具有重要的价值与作用。党的二十大报告指出,中国式的现代化是人与自然和谐共生的现代化,是注重同步推进物质文明建设和生态文明建设的现代化^[1-2]。提出并贯彻新发展理念,使绿色成为普遍形态,就是为了创造更多的物质财富和精神财富,改善人民的生活品质,不断增强人民群众获得感、幸福感、安全感,满足人民日益增长的对美好生活的需要^[3]。体育是满足人民群众对美好生活向往、促进人的全面发展的重要手段。体育在展现增进健康、增强体质的本质功能的同时,对个体精神素养、生活方式、社会适应,乃至社会经济和产业模式均发挥着积极作用。

1 运动营养干预促进学生体质健康

运动营养干预是促进学生体质健康的有效手段。近年来,我国人民生活水平不断提高,营养供给能力显著增强,国民营养健康状况明显改善,但仍面临居民营养不足与过剩并存、营养相关疾病多发、营养健康生活方式尚未普及等问题。我国学生营养状态两极分化,缺铁性贫血、钙摄入不足、维生素摄入不足等饮食与营养现状较为多发^[4]。由于高脂、高能量食物过多摄入及身体活动不足,引起超重和肥胖的学生比例迅速增加。全国学生体质健康测试发现,学生体质与健康状况总体有所改善,低体重及营养不良检出率进一步下降,青少年的身体素质下滑趋势得到了遏制,但依然存在较高的肥胖检出率,且城镇青少年肥胖检出率明显高于乡村学生^[5]。科学合理膳食与运动营养补充是保证机体生长发育、维持运动水平稳定的主要途径,直接关系到学生的体质健康。《国民营养计划(2017-2030年)》指出:定期开展人群营养状况监测、食物消费状况监测、食物营养价值评价,收集人群食物消费量、营养素摄入量等信息,开展针对学生的“运动+营养”的体重管理和干预策略,制定科学膳食指导,对学生开展均衡膳食

和营养宣教,增强学生体育锻炼,提出有针对性的综合干预措施,是解决目前学生肥胖、营养与体质健康问题的必要手段^[6-7]。

2 体成分评估人体质量水平

体成分对人体质量管理控制具有较好的临床效果。系统评价体成分对评估人体状态、改善饮食摄入或满足人群特殊需要具有重要意义。体成分反映了人体生长发育过程中营养的积累和从外部环境获得的营养物质,建构了身体的质量、形态和功能^[8]。随着科技的进步和人类健康水平的提高,生命科学、体质健康等领域的研究者逐渐将关注点从人的身体形态和机能拓展至体成分方面。现阶段,与体成分相关的国内外研究主要集中在慢病与分解代谢性疾病状态下中老年人群的体成分变化,研究形式包括机制研究与干预研究,研究结果显示,体成分的测定对于体质监控、疾病诊断、治疗方法的评价、临床效果的改进具有积极的作用^[9-11]。多导生物电阻抗分析(multifrequency BIA, MF-BIA)对于体成分的测量具有突出的有效性。有研究采用MF-BIA和双能X线吸收(dual energy X-ray absorptinmetry, DXA)的方法对7天体育活动的健康成人的脂肪质量和非脂肪质量进行测量,研究发现不论体育活动如何,与DXA相比,BIA提供了脂肪质量和瘦体重质量的满意结果^[12]。BMI作为一种筛查手段,具有易于应用的特点,但它在区分、评估体脂肪和瘦体重方面存在一定的局限性,不能作为诊断工具^[13]。例如运动员BMI值较高,可能是因为肌质量增加,而非体脂肪量增加。同时,对于BMI数据的解释需结合年龄、性别等因素,例如儿童与成人虽然计算BMI的方式相同,但从出生到2岁是BMI的迅速增长期。例如体脂肪相近时,女性比男性有较高的体脂肪百分比^[14]。

因此,本研究以生态理论的观点为指导,基于学生的人体成分分析、健身需求、饮食与营养现状,制定运动、营养联合干预方案,通过监控不同阶段的数据变化,不断优化干预方案,并探讨运动营养动态干预对大学生体成分、膳食与营养现状的影响。通过干预学生的体质健康与生活

方式,提高学生体质与营养健康水平,教会学生自觉合理进行健康管理,培养学生可持续发展的终身体育意识与能力,帮助学生在体育锻炼的过程中逐步实现身心的和谐统一,培养学生可持续发展的整体健康观与大体育观,构建学生体质健康促进的“绿水青山”。

3 研究方案

3.1 研究对象与方法

3.1.1 问卷调查法

设计《大学生饮食与营养状况调查问卷》,了解现阶段大学生的饮食习惯、饮食结构、食物消费量、营养素摄入量等,对学生的饮食与营养状况进行打分,为制定适用于不同群体的运动营养干预方案提供数据支撑。对《大学生饮食与营养状况调查问卷》进行信度检验,检验值为0.78。本研究共发放51份问卷,回收可用问卷45份,有效回收率88.24%。

3.1.2 体成分测量法

使用Biospace公司生产的Inbody260生物电阻抗体成分分析仪测量学生的体成分。测量前,测试者禁食和水至少8h,排空大小便,清洁接触仪器的皮肤(包括手、足),摘掉所有饰品,裸脚站立在仪器检查台上,使脚跟、所有脚趾和手指与仪器金属片紧密接触。由研究人员操作测试。测量指标包括身体质量指数BMI、体脂百分比、骨骼肌、腰臀比、基础代谢等。

3.1.3 实验研究法

以45名北京某高校大学生为研究对象,基本信息如下表1,区分实验组、对照1组与对照2组,实验组首先进行运动前健康筛查,然后开展运动营养动态干预实验,干预周期为4个月,干预剂量为1次/周,每次干预包括30分钟体育锻炼+30分钟营养教育+文字形式的1周饮食指导,共进行16次。对照1组开展单一体育锻炼指导。对照2组开展营养教育与饮食指导。最终探讨实验前后运动营养动态干预对实验组与对照组体成分的改善效益。

表1 不同组别研究对象基本信息

| 组别 | 人数 | 性别 | 年龄 | 民族 | 备注 |
|---------------------|----|----|------------|----|-------------------------------------|
| 实验组 | 15 | 女 | 18.29±0.64 | 汉 | 所有学生均为相同专业,且在实验基础上,均需完成每周一次相同内容体育课。 |
| 对照1组 (单一体育锻炼) | 15 | 女 | 18.01±0.35 | 汉 | |
| 对照2组 (营养教育+饮食指导) | 15 | 女 | 18.84±0.91 | 汉 | |

3.1.4 数据分析法

采用SPSS20.0对实验组学生的体成分、饮食与营养数据进行描述性统计、均值比较、时间序列分析等,以总结学生的体质与营养特征,为运动营养方案的制定提供依据。数据分析的时间点包括干预前、干预过程中。干预后,采用SPSS20.0对比实验组与对照组学生的体成分变化。

3.2 研究过程

3.2.1 收集学生体成分与饮食营养数据

测量学生体成分,编制发放《大学生饮食与营养状况调查问卷》,采集学生的体成分数据与营养健康数据。

3.2.2 基于数据制定运动营养动态干预方案

对实验组体成分、营养健康数据进行描述性统计、均值比较、时间序列分析,根据分析结果,制定适合不同学生的运动营养干预方案。

在干预实验开始后的前3个月月末,分别对实验组体成分、饮食营养状况进行重复测量与分析,基于分析结果,调整优化干预方案,形成动态干预。

3.2.3 开展运动营养动态干预实验

实验组开展运动营养动态干预实验,干预周期为4个月,干预剂量为1次/周,每次干预包括30分钟体育锻炼+30分钟营养教育+文字形式的1周饮食指导,共进行16次。对照1组开展单一体育锻炼指导。对照2组开展营养教育与饮食指导。最终探讨运动营养动态干预对实验组与对照组体成分的影响。

具体研究过程与框架如下图1:

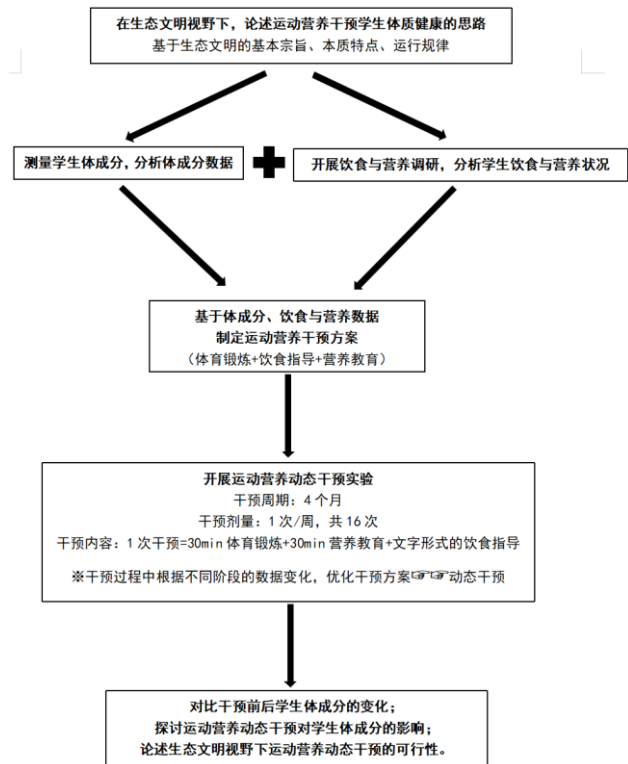


图1 研究过程与框架

4 研究结果

4.1 干预前后实验组体成分的变化

如表2所示,干预后,实验组BMI较干预前下降了 $4.91 \pm 0.44 (P < 0.01)$ 。人体BMI正常范围为18.5-23.0,超过23.0即为“超重”,运动营养干预后,实验组BMI

表 2 干预前后学生体成分描述性统计结果

| 指标 | 组别 | | N | M | SD | 组别 | | N | M | SD |
|-----------------------------|-----|--------|----|---------|-----|-----|--------|----|---------|-----|
| BMI (kg/m ²) | 干预前 | 实验组 | 15 | 23.53 | .87 | 干预后 | 实验组 | 15 | 18.62 | .43 |
| | | 对照 1 组 | 15 | 22.26 | .88 | | 对照 1 组 | 15 | 19.93 | .71 |
| | | 对照 2 组 | 15 | 21.81 | .72 | | 对照 2 组 | 15 | 19.84 | .36 |
| 体脂百分比 (%) | 干预前 | 实验组 | 15 | 26.35 | .29 | 干预后 | 实验组 | 15 | 20.17 | .05 |
| | | 对照 1 组 | 15 | 27.02 | .04 | | 对照 1 组 | 15 | 22.35 | .29 |
| | | 对照 2 组 | 15 | 25.30 | .95 | | 对照 2 组 | 15 | 21.26 | .75 |
| 骨骼肌 (kg) | 干预前 | 实验组 | 15 | 22.24 | .41 | 干预后 | 实验组 | 15 | 24.41 | .34 |
| | | 对照 1 组 | 15 | 22.51 | .82 | | 对照 1 组 | 15 | 23.95 | .09 |
| | | 对照 2 组 | 15 | 21.39 | .50 | | 对照 2 组 | 15 | 20.23 | .51 |
| 腰臀比 | 干预前 | 实验组 | 15 | 0.85 | .71 | 干预后 | 实验组 | 15 | 0.75 | .70 |
| | | 对照 1 组 | 15 | 0.88 | .02 | | 对照 1 组 | 15 | 0.80 | .24 |
| | | 对照 2 组 | 15 | 0.83 | .49 | | 对照 2 组 | 15 | 0.79 | .55 |
| 基础代谢 (kcal) | 干预前 | 实验组 | 15 | 1418.92 | .25 | 干预后 | 实验组 | 15 | 1522.43 | .72 |
| | | 对照 1 组 | 15 | 1399.31 | .06 | | 对照 1 组 | 15 | 1484.02 | .40 |
| | | 对照 2 组 | 15 | 1426.25 | .20 | | 对照 2 组 | 15 | 1479.99 | .98 |

由超过正常范围的 23.53 降至 18.62。

干预后，实验组体脂百分比下降了 6.18 ± 0.24 ($P < 0.01$)。人体体脂百分比正常范围为 18.0-28.0，数值大，说明体内脂肪占体重的比例越大，运动营养干预后，实验组体脂百分比由 26.35% 降至 20.17%。

干预后，实验组骨骼肌增长了 2.17 ± 0.07 ($P < 0.05$)。人体骨骼肌含量在 23.8-29.1 之内为正常，低于 23.8 为低标准，超过 29.1 为高标准。运动营养干预后，实验组骨骼肌含量由 22.24kg 增长至 24.41kg，学生骨骼肌由低标准升至正常范围。

干预后，实验组腰臀比降低了 0.10 ± 0.01 ($P < 0.05$)。人体腰臀比正常范围为 0.75-0.90，在这个正常范围内，腰臀比越小说明身体越健康。一般女性的腰臀比在 0.8 以下，男性的腰臀比在 0.9 以下属于最佳。运动营养干预后，实验组腰臀比由 0.85 降至 0.75，达到了一般女性最佳腰臀比的标准。

干预后，实验组基础代谢提高了 103.51 ± 0.47 ($P < 0.01$)。一般来说，基础代谢的实际数值与正常的平均值相差 10%-15% 之内都属于正常，本实验中中学生基础代谢的变化在正常范围内。

4.2 干预前后实验组与对照组体成分的变化

如表 2 所示，干预后，对照 1 组（单一体育锻炼）BMI 较干预前下降了 2.33 ± 0.17 ($P < 0.01$)，对照 2 组（营养教育+饮食指导）BMI 下降了 1.97 ± 0.36 ($P < 0.05$)，两组学生 BMI 均在正常范围内，但下降幅度均小于实验组，且两组学生干预后 BMI 均高于实验组干预后 BMI。

干预后，对照 1 组体脂百分比下降了 4.67 ± 0.25 ($P < 0.01$)，对照 2 组体脂百分比下降了 4.04 ± 0.20 ($P <$

0.01)，两组学生体脂百分比均在正常范围内，但下降幅度小于实验组，且两组学生干预后体脂百分比均高于实验组干预后体脂百分比。

干预后，对照 1 组骨骼肌增长了 1.44 ± 0.73 ($P < 0.05$)，对照 2 组骨骼肌无显著增长。对照 1 组骨骼肌由低标准升至正常范围，但增长幅度小于实验组，且干预后骨骼肌含量小于实验组干预后。对照 2 组干预前后骨骼肌含量均处于低标准，说明体育锻炼对于骨骼肌增长的作用效益优于饮食指导。

干预后，对照 1 组腰臀比降低了 0.08 ± 0.22 ($P < 0.05$)，对照 2 组腰臀比降低了 0.04 ± 0.06 ($P < 0.05$)。两组学生腰臀比均降至 0.8 以下，符合女性最佳标准，但两组学生腰臀比降幅均小于实验组，且干预后腰臀比均高于实验组干预后。

干预后，对照 1 组基础代谢提高了 84.71 ± 0.34 ($P < 0.01$)，对照 2 组基础代谢提高了 53.74 ± 0.78 ($P < 0.01$)。两组学生基础代谢的变化均在正常范围内，但增幅小于实验组，且两组学生干预后基础代谢均低于实验组干预后。

5 研究结论

5.1 运动营养动态干预对学生的体成分具有显著的积极作用

本研究针对女大学生开展了以体育锻炼+营养教育+饮食指导为主要内容的干预实验，对比干预前后学生体成分的变化，发现运动营养动态干预显著降低了学生的 BMI 和体脂百分比，使学生的身体质量指数处在正常范围内；运动营养动态干预显著提高了学生的基础代谢；运动营养动态干预对学生的骨骼肌含量、腰臀比起到了一定的促进