DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025262

· 生长发育与健康监测 ·

高强度间歇训练运动处方对肥胖女大学生身心健康的影响

陈阳[1],骆勇[1],汪晓丽[1],孙朋[2]

1.连云港职业技术学院基础课部,江苏 222000;2.华东师范大学体育与健康学院

【摘要】 **目的** 比较基于机器视觉的高强度间歇训练(HIIT)运动处方和常规 HIIT 对单纯性肥胖女大学生身心健康的影响效果,为该人群减脂干预方案的制定提供参考。**方法** 2023 年 8 月至 2024 年 2 月,从连云港职业技术学院和华东师范大学选取 115 名单纯性肥胖女大学生按随机数字表分为对照组(57 名)和观察组(58 名)。对照组予以常规 HIIT,观察组予以基于机器视觉的 HIIT 运动处方(包括图像采集模块、图像处理模块、数据库管理模块、后台计算机处理与反馈、智能测评模块,受试者自由选择的训练项目给予运动处方,并监督其规范完成训练计划),均干预 12 周,每 2 d 1 次,每次 30 min,每周日休息。采用 t 检验比较两组干预前后体型体态、糖脂代谢、心肺功能指标及焦虑和抑郁状态。**结果** 干预前,两组女大学生身体和心理健康状态指标差异均无统计学意义(t=0.13~0.86,P 值均>0.05);干预后,两组女大学生体质量指数、腰臀比、体脂率、空腹血糖、餐后2 h血糖、糖化血红蛋白、甘油三酯、胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、焦虑和抑郁评分均降低($t_{观察组}$=-6.94~-12.92,$t_{对照组}$=-2.71~-10.95);且观察组上述指标[(23.46±2.18) kg/m^2,0.70±0.06,(28.03±3.16)%,(4.55±0.67) mmol/L,(6.03±0.74) mmol/L,(5.10±0.70)%,(1.63±0.31) mmol/L,(4.24±0.58) mmol/L,(2.45±0.43) mmol/L,(35.28±4.76)分,(33.03±4.03)分]较对照组低[(26.54±2.32) kg/m^2,0.77±0.06,(30.74±4.38)%,(5.03±0.76) mmol/L,(6.62±0.82) mmol/L,(5.82±0.73)%,(1.98±0.35) mmol/L,(4.95±0.61) mmol/L,(2.88±0.47) mmol/L,(39.18±5.04)分,(37.25±4.16)分](t 值分别为-7.34,-6.26,-3.81,-3.59,-4.05,-5.40,-5.68,-6.40,-5.12,-4.27,-5.53)(P 值均<0.05)。干预后,两组女大学生高密度脂蛋白胆固醇、心搏输出量、左室射血分数、最大摄氧量、潮气量和肺活量均升高($t_{观察组}$=7.43~18.23,$t_{对照组}$=3.89~10.13);且观察组[(1.49±0.22) mmol/L,(72.35±4.69) mL,(68.95±5.10)%,(36.97±3.22) mL/(kg · min),(25.29±4.11) mL/(kg · min),(3 374.26±169.54) mL]均较对照组高[(1.23±0.20) mmol/L,(67.32±4.06) mL,(64.83±5.05)%,(33.24±3.14) mL/(kg · min),(23.01±3.58) mL/(kg · min),(3 197.50±125.81) mL](t 值分别为 6.63,6.15,4.35,6.29,3.17,6.34)(P 值均<0.05)。**结论** 基于机器视觉的 HIIT 运动处方较常规 HIIT 能改善单纯性肥胖女大学生的体型体态、糖脂代谢、心肺功能和心理健康方面具有更好的效果。

【关键词】 体育和训练;肥胖症;精神卫生;干预性研究;学生;女(雌)性

【中图分类号】 R 723.14 G 806 B 844.2 【文献标识码】 A 【文章编号】 1000-9817(2025)09-1307-05

Impact of high-intensity interval training exercise prescription on the physical and mental health of female college students with obesity

CHEN Yang*, LUO Yong, WANG Xiaoli, SUN Peng

* *Basic Course Department of Lianyungang Vocational and Technical College, Lianyungang* 222000, *Jiangsu Province, China*

【**Abstract**】 **Objective** To compare the effects of high-intensity interval training (HIIT) exercise prescription based on machine vision and routine on HIIT the physical and mental health of female college students with simple obesity, so as to provide a basis for the development of weight loss intervention plans for this population. **Methods** From August 2023 to February 2024, 115 female college students with simple obesity, selected from Lianyungang Vocational and Technical College and East China Normal University, were randomly divided into a control group (n=57) and an observation group (n=58) according to a random number table. The control group received routine HIIT, while the observation group received machine vision based on HIIT exercise prescription (including image acquisition module, image processing module, database management module, backend computer processing and feedback, intelligent evaluation module, which could be customized according to the subjects' preferences, providing exercise prescription based on the selected training program and supervised its standardized completion of the training plan). Both were intervened for 12 weeks, 30 minutes each time, once every 2 days, and rest every Sunday. The t-test was used to compare body shape, glucose and lipid metabolism, cardiopulmonary function indicators, anxiety and depression states between two groups before and after intervention. **Results** Before intervention, there were no statistically significant differences in physical and mental health status indicators between two groups of female college students (t=0.13-0.86, all P>0.05). After intervention, body mass indexes, waist hip ratios, body fat percentage, fast-

【基金项目】 国家自然科学基金项目(32171130);国家社会科学基金"十三五"规划教育学一般课题项目(BLA170225)

【作者简介】 陈阳(1995-),男,江苏连云港人,硕士,讲师,主要研究方向为体育与健康。

【通信作者】 孙朋,E-mail:psun@tyxx.ecnu.edu.cn

ing plasma glucose, 2-hour postprandial plasma glucose, hemoglobin A1c, triglycerides, total cholesterol, lowdensity lipoprotein cholesterol (LDL-C), anxiety and depression scores were all reduced in both groups ($t_{observation}$ = −6.94 to −12.92, $t_{control}$ = −2.71 to −10.95), of which the observation group [(23.46±2.18) kg/m^2, 0.70±0.06, (28.03±3.16) %, (4.55±0.67) mmol/L, (6.03±0.74) mmol/L, (5.10±0.70) %, (1.63±0.31) mmol/L, (4.24±0.58) mmol/L, (2.45±0.43) mmol/L, 35.28±4.76, and 33.03±4.03] were lower compared with the control group [(26.54±2.32) kg/m^2, 0.77±0.06, (30.74±4.38) %, (5.03±0.76) mmol/L, (6.62±0.82) mmol/L, (5.82±0.73) %, (1.98±0.35) mmol/L, (4.95±0.61) mmol/L, (2.88±0.47) mmol/L, 39.18±5.04, and 37.25±4.16] (t = −7.34, −6.26, −3.81, −3.59, −4.05, −5.40, −5.68, −6.40, −5.12, −4.27, −5.53) (all P<0.05). After intervention, high density lipoprotein cholesterol, stroke volume, left ventricular ejection fraction, maximum oxygen consumption, volume of tidal, and vital capacity increased in both groups ($t_{observation}$ = 7.43−18.23, $t_{control}$ = 3.89−10.13), of which the observation group [(1.49±0.22) mmol/L, (72.35±4.69) mL, (68.95±5.10) %, (36.97±3.22) mL/(kg · min), (25.29±4.11) mL/(kg · min), and (3 374.26±169.54) mL] were higher compared with the control group [(1.23±0.20) mmol/L, (67.32±4.06) mL, (64.83±5.05) %, (33.24±3.14) mL/(kg · min), (23.01±3.58) mL/(kg · min), and (3 197.50±125.81) mL] (t = 6.63, 6.15, 4.35, 6.29, 3.17, 6.34) (all P<0.05). **Conclusion** HIIT exercise prescription based on machine vision has better effects than routine HIIT on impoving the body shape, glucose and lipid metabolism, cardiopulmonary function of female college students with simple obesity, and also their mental health.

【Keywords】 Physical education and training; Obesity; Mental health; Intervention studies; Students; Female

单纯性肥胖是指排除器质性病变、医源性因素等所致的肥胖,常由于能量摄取过多、消耗过少所致[1]。中国居民营养与慢性病状况报告(2020 年)指出,中国 6~17 岁儿童青少年肥胖患病率约为 7.9%[2]。肥胖不仅会增加代谢综合征风险,同时还是骨关节病、肿瘤等的重要因素[3]。高强度间歇训练(high-intensity interval training,HIIT)是一种重复进行高强度训练且期间设置短暂休息的运动方法,通常包括基于跑步或自行车骑行的运动模式[4]。有研究证实,HIIT 运动方法具有良好的减脂效果、且能够改善锻炼者的心肺健康[5]。然而,不同个体的肥胖程度、运动耐受程度有明显差异,HIIT 运动过程中的依从性也难以保证,故需要对 HIIT 运动模式进行改进。机器视觉是人工智能的一个分支,通过将摄取目标转换为图像信号传送至处理系统,可获得目标的形态信息,结合运动训练系统可达到个体化指导受试者运动、全程动态监控运动信息的目的[6]。本研究于 2023 年 8 月至 2024 年 2 月对单纯性肥胖女大学生实施基于机器视觉的 HIIT 运动处方,并将其作用与常规 HIIT 干预比较,为该人群减脂干预方案的制定提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象 纳入标准:(1)全日制女大学生;(2)年龄≥18 岁;(3)体质量指数(body mass index, BMI)≥28 kg/m^2;(4)对本研究知情同意。排除标准:(1)由于器质性病变、医源性因素等引起的肥胖;(2)有 HIIT 禁忌症者;(3)有非肥胖原因引起的精神心理障碍疾病者;(4)长期服用药物、保健品者;(5)有吸烟酗酒行为者;(6)需长期请假(≥2 周)或休学者。

2023 年 8 月至 2024 年 2 月,从连云港职业技术学院和华东师范大学共选取 120 例(2 所学校各 60 例)单纯性肥胖女大学生,其中大一年级学生 33 名,大二 31 名,大三 34 名,大四 22 名;年龄 18~25 岁,平均(21.61±1.59)岁;BMI 为(28.0~36.5) kg/m^2,平均(31.29±2.06) kg/m^2。按照随机数字表法分为两组,每组各 60 名,其中观察组有 2 例脱落(均未完全规范完成锻炼),对照组有 3 例脱落(2 例未完全按照计划完成锻炼、1 例家庭突发事故需长期请假),最终观察组 58 名、对照组 57 名纳入分析。两组在年龄、BMI 和年级分布上差异均无统计学意义(t/χ^2 值分别为 0.33,0.59,0.04,P 值均>0.05)。本研究已经过连云港职业技术学院伦理委员会审批(审批号:2023 年第 017 号)。

1.2 方法 2 所学校的受试者各自在自己所在学校的室内和室外操场训练。对照组予以常规 HIIT:受试者可根据自身爱好选择训练项目,包括波比跳、台阶训练、快走、跑步、自行车骑行、壶铃运动等,首先准备活动 10 min,然后 80%~90%心率(heart rate, HR)$_{max}$ 3 min→50%~60% HR$_{max}$ 2 min→休息 1 min,按照此循环共进行 30 min,最后再放松 10 min,其中 HR$_{max}$ = 220−生理年龄。每 2 d 1 次,每周日休息。

观察组予以基于机器视觉的 HIIT 运动处方:首先设计并构建基于机器视觉的 HIIT 运动处方系统,包括图像采集模块、图像处理模块、数据库管理模块、后台计算机处理与反馈、智能测评模块[7]。受试者在训练时自行面向电荷耦合器件(harge-coupled device, CCD)摄像机前拍摄视频和图像,由系统对其体型体态利用坐标方法进行采集并结合误差分析校正信息,分阶段设置理想的 BMI;由受试者自由选择训练项目(项目种类同对照组),并通过后台计算机自动给出个体化的 HIIT 运动处方,每 4 周按照上述操作调整 1 次运动处方。然后由受试者完全按照 HIIT 运动处方要求的强度、频率和时间进行锻炼,全程开启 CCD 摄像机,由摄像机采集到受试者的视频图像信息后传输至图像处理模块、输送给后台计算机,计算机自动测评其是否规范完成运动处方,运动不当时系统会自动发出提示,每次规范完成运动处方后系统会提示挑战成功并自动完成打卡。两组均干预 12 周,锻炼期间均配戴统一的运动手环,确定受试者严

格按照要求完成锻炼。另均予以饮食、起居等常规指导,嘱其养成健康的行为习惯,两组干预日期均从纳入研究后次日至 12 周后。节假日期间学生自愿留校正常接受干预。

1.3　观察指标

1.3.1　身体形态指标　包括 BMI、腰臀比、体脂率,身高计为直立式,放置在平整的硬质地面,确保测量杆滑动顺畅、测量平台对应 0 cm;然后受试者脱鞋直立站在测量平台上,除去头部装饰物,站直后调动测量杆使其接触头顶轻压,读数精确到 0.1 cm。体重秤为电子式,测量前校正体重秤后使读数为 0;脱鞋,每次测量穿同样的衣服,平稳站立在测量平台上,使重心与体重秤的重心在同一条垂直线上,然后保持不动,读数精确到 0.01 kg。计算 BMI = 体重(kg)/[身高(m)]^2。采用体脂秤检测体脂率,采用测量尺检测腰围和臀围,并计算腰臀比 = 腰围/臀围。

1.3.2　糖脂代谢指标　受试者分别于干预前后在连云港市第一人民医院和上海市闵行区中心医院由专业医护人员抽取空腹轴静脉血 5 mL,采用葡萄糖氧化酶偶联比色法测定空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)、餐后 2 h 血糖(2-hour postprandial plasma glucose, 2 hPG);采用高效液相色谱法测定糖化血红蛋白(hemoglobin A1c, HbA1c);采用甘油氧化酶法检测甘油三酯(triglyceride, TG);采用胆固醇氧化酶检测胆固醇(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(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)。所用全自动生化分析仪购自迈瑞 Mindray 公司、BS-860 型。

1.3.3　心肺功能观察指标　包括心搏输出量(stroke volume, SV)、左室射血分数(left ventricle ejection fraction, LVEF)、最大摄氧量(maximal oxygen consumption, VO_{2max})、潮气量(volume of tidal, VT)、肺活量(vital capacity, VC),其中 SV 和 LVEF 采用超声心动图测得;VO_{2max}、VT 和 VC 采用肺功能检测仪测得。

1.3.4　心理健康指标　分别采用 Zung 焦虑/抑郁自评量表评价焦虑和抑郁[8],各 20 个条目,每个条目均以 1~4 分分别表示偶尔、部分时间、经常、几乎全部,总分均为 20~80 分,得分越高表示心理健康状态越差。2 个量表的 Cronbach α 系数分别为 0.81, 0.88。为避免考试影响心理健康指标评价结果,经研究人员与院校相关领导沟通,将参加本研究所有受试者的考试时间后延至研究结束后 1 个月。

1.4　质量控制　为保证研究的严谨性,特制定并实施以下质量控制措施:两组干预期间均配戴统一的运动手环,确认严格按照干预措施完成锻炼;干预期间两组饮食、起居等由调查组成员指导干预,均养成健康的生活行为习惯,且控制对研究结果的干扰;观察指标由研究小组统一、采用相同设备、在相同时间段检测和评价;心理健康指标由两组受试者在相同时间段、各自学校会议室(室内温度 26 ℃、通风)、放松状态下完成评价;试验数据由双人采用盲法录入,由专人核对,确认无误后进行统计学分析。

1.5　统计学分析　采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。计量资料经过 Kolmogorov-Smirnov 检验服从正态分布,用($\bar{x}\pm s$)描述,以独立样本 t 检验比较组间差异、以配对样本 t 检验比较组内差异;计数资料用频数和率描述,采用 χ^2 检验比较组间差异。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　两组女大学生干预前后身体形态指标比较　干预后两组女大学生较干预前 BMI、腰臀比、体脂率均降低(观察组:t 值分别为 9.63, 10.56, 12.74;对照组:t 值分别为 10.95, 5.29, 8.75),且干预后观察组体型体态指标数据均低于对照组(P 值均<0.05)。见表 1。

表 1　两组女大学生干预前后身体形态指标比较($\bar{x}\pm s$)

Table 1　Comparison of body shape indicators between the two groups before and after intervention among female college students($\bar{x}\pm s$)

组别	人数	BMI/(kg·m^{-2})		腰臀比		体脂率/%	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
观察组	58	31.26±2.10	23.46±2.18*	0.85±0.09	0.70±0.06*	39.12±5.83	28.03±3.16*
对照组	57	31.03±2.05	26.54±2.32*	0.84±0.08	0.77±0.06*	38.97±5.59	30.74±4.38*
t 值		0.59	−7.34	0.63	−6.26	0.14	−3.81
P 值		0.55	<0.01	0.53	<0.01	0.89	<0.01

注:与干预前比较,* $P<0.05$。

2.2　两组女大学生干预前后糖脂代谢指标比较　与干预前比较,干预后两组女大学生 FPG、2 hPG、HbA1c、TG、TC、LDL-C 均下降(观察组:t 值分别为 9.93, 6.94, 11.66, 12.76, 12.79, 12.30;对照组:t 值分别为 5.34, 2.71, 7.58, 7.77, 6.56, 6.93),且干预后观察组以上指标均低于对照组;干预后两组 HDL-C 均升高(t 值分别为−18.23, 10.13),且观察组高于对照组(P 值均<0.05)。见表 2。

2.3　两组女大学生干预前后心肺功能比较　与干预前比较,干预后两组女大学生 SV、LVEF、VO_{2max}、VT 和 VC 均升高(观察组:t 值分别为 −10.79, −8.88, −11.44, −7.43, −13.65;对照组:t 值分别为 −5.49, −3.89, −5.27, −4.20, −8.37),且干预后观察组以上指标均高于对照组

（P 值均<0.05）。见表 3。

表 2 两组女大学生干预前后糖脂代谢指标比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 2 Comparison of glucose metabolism indicators between the two groups before and after intervention among female college students（$\bar{x}\pm s$）

组别	人数	FPG/(mmol·L^{-1})		2 hPG/(mmol·L^{-1})		HbA1c/%		TG/(mmol·L^{-1})		TC/(mmol·L^{-1})		HDL-C/(mmol·L^{-1})		LDL-C/(mmol·L^{-1})	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
观察组	58	5.89±0.78	4.55±0.67 *	7.12±0.94	6.03±0.74 *	7.02±1.04	5.10±0.70 *	2.63±0.51	1.63±0.31 *	5.78±0.71	4.24±0.58 *	0.89±0.12	1.49±0.22 *	3.54±0.52	2.45±0.43 *
对照组	57	5.82±0.82	5.03±0.76 *	7.06±0.91	6.62±0.82 *	7.08±1.02	5.82±0.73 *	2.60±0.49	1.98±0.35 *	5.75±0.69	4.95±0.61 *	0.91±0.13	1.23±0.20 *	3.51±0.50	2.88±0.47 *
t 值		0.47	−3.59	0.35	−4.05	−0.31	−5.40	0.32	−5.68	0.23	−6.40	−0.86	6.63	0.32	−5.12
P 值		0.64	<0.01	0.73	<0.01	0.76	<0.01	0.75	<0.01	0.82	<0.01	0.39	<0.01	0.75	<0.01

注：与干预前比较，* P<0.05。

表 3 两组女大学生干预前后心肺功能指标比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 3 Comparison of cardiopulmonary function indicators between the two groups before and after intervention among female college students（$\bar{x}\pm s$）

组别	人数	SV/mL		LVEF/%		VO_{2max}/[mL·(kg·min)$^{-1}$]		VT/[mL·(kg·min)$^{-1}$]		VC/mL	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
观察组	58	63.14±4.50	72.35±4.69 *	61.35±4.06	68.95±5.10 *	30.35±3.01	36.97±3.22 *	20.45±2.78	25.29±4.11 *	3 015.25±106.74	3 374.26±169.54 *
对照组	57	63.03±4.28	67.32±4.06 *	61.47±4.12	64.83±5.05 *	30.18±3.06	33.24±3.14 *	20.52±2.69	23.01±3.58 *	3 011.82±110.53	3 197.50±125.81 *
t 值		0.13	6.15	−0.16	4.35	0.30	6.29	−0.14	3.17	0.17	6.34
P 值		0.89	<0.01	0.88	<0.01	0.76	<0.01	0.89	<0.01	0.87	<0.01

注：与干预前比较，* P<0.05。

2.4 两组女大学生干预前后焦虑抑郁得分比较 与干预前比较，干预后两组女大学生焦虑和抑郁得分均下降（观察组：t 值分别为 12.92，12.33；对照组：t 值分别为 8.19，7.27），且干预后观察组焦虑和抑郁得分均低于对照组（P 值均<0.05）。见表 4。

表 4 两组女大学生干预前后焦虑抑郁得分比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 4 Comparison of anxiety and depression scores between the two groups before and after intervention among female college students（$\bar{x}\pm s$）

组别	人数	焦虑		抑郁	
		干预前	干预后	干预前	干预后
观察组	58	47.21±5.18	35.28±4.76 *	43.45±5.02	33.03±4.03 *
对照组	57	47.07±5.25	39.18±5.04 *	43.68±5.22	37.25±4.16 *
t 值		0.14	−4.27	−0.24	−5.53
P 值		0.89	<0.01	0.81	<0.01

注：与干预前比较，* P<0.05。

3 讨论

本研究结果显示，观察组女大学生干预后 BMI、腰臀比、体脂率、FPG、2 hPG、HbA1c、TG、TC、LDL-C 均降低且均低于对照组，观察组干预后 HDL-C、SV、LVEF、VO_{2max}、VT 和 VC 均升高且均高于对照组，提示基于机器视觉的 HIIT 运动处方可改善单纯性肥胖女大学生的体型体态、糖脂代谢与心肺功能，且其作用优于常规 HIIT。有资料显示，大学生有不健康体重控制行为者占 39.41%，其中女性占比更高，客观超重、主观肥胖负面身体意向均可导致不健康体重控制行为[9]。HIIT 是一种全球流行的减脂减重运动方案，通过高强度运动训练促进能量消耗和脂肪燃烧，个体的体型体态可显著改善；HIIT 还可改善身体代谢状态，促进糖脂代谢，降低血糖和血脂水平；另外该运动方案还可增强对心脏迷走神经紧张性的控制，减弱交感神经紧张性，促进心肌收缩蛋白与肌红蛋白合成，增加心肌收缩力、增厚心室壁，同时促进呼气与吸气、改善肺通气功能，因此个体的心肺功能也可得到改善[10]。HIIT 还能刺激下丘脑-垂体-肾上腺轴，促进神经递质与营养物质分泌、避免长时间运动造成的疲劳抑制，个体在运动锻炼后也不会疲惫不堪，能增强坚持锻炼的信心[11]。机器视觉将机器与视觉传感技术相结合，以在线设备检测目标的三维形态，在运动医学中应用该技术能够智能分析受试者的身体数据、获取高精度的运动训练图像，个性化指导个体的运动锻炼、督促其坚持运动，从而达到预定的目标。本研究将机器视觉技术与 HIIT 相结合形成个体化的、智能化的运动干预模式，较常规 HIIT 更具趣味性、作用也更理想。

本研究还发现观察组干预后焦虑和抑郁得分均降低且均低于对照组，说明基于机器视觉的 HIIT 运动处方可改善单纯性肥胖女大学生的心理健康状态。肥胖不仅可加重个体的身体负担，还可加重其心理负担，尤其是肥胖女大学生的社会适应性相对差、焦虑抑郁情绪更严重[12]。基于机器视觉的 HIIT 运动处方可根据单纯性肥胖女大学生的运动爱好及目标自动输出个体化的锻炼方案，在运动过程中可释放压力，减轻焦虑和抑郁。既往报道也证实，HIIT 可促进肥胖个体的心理健康[13]。

本研究仍有不足：基于机器视觉的 HIIT 运动处方的个体差异适应性差，如对异常动作模式的识别准确度低，且对复杂动作分解难度大，容易影响运动处方的生成和效果，后续应进一步探讨解决该问题；该运动处方仅关注了单纯性肥胖女大学生的运动锻炼，而饮食行为

习惯调整并未重点关注，如何同时个体化调整其膳食结构仍需继续研究。

利益冲突声明　所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1] 付小宇，王薇，吕伟光，等.不同禁食模式干预单纯性肥胖的作用观察[J].中华中医药学刊，2023，41(11)：115-122.
FU X Y, WANG W, LÜ W G, et al. Effects observation of different fasting patterns on intervention of simple obesity[J]. Chin Arch Tradit Chin Med, 2023, 41(11): 115-122. (in Chinese)

[2] 中华人民共和国国务院新闻办公室.中国居民营养与慢性病状况报告(2020 年)[J].营养学报，2020，42(6)：521.
Information Office of the State Council of the PRC. Report on the nutrition and chronic disease status of Chinese residents (2020)[J]. Acta Nutr Sin, 2020, 42(6): 521. (in Chinese)

[3] LAVIE C J, PANDEY A, LAU D H, et al. Obesity and atrial fibrillation prevalence, pathogenesis, and prognosis: effects of weight loss and exercise[J]. J Am Coll Cardiol, 2017, 70(16): 2022-2035.

[4] 杨文礼，高艳敏，翟丰.高强度间歇训练与中等强度持续运动对肥胖女大学生糖脂代谢及炎性因子的影响[J].中华物理医学与康复杂志，2024，46(2)：156-159.
YANG W L, GAO Y M, ZHAI F. Effects of high-intensity interval training and moderate intensity continuous exercise on glucose and lipid metabolism and inflammatory factors in obese female college students[J]. Chin J Phys Med Rehabil, 2024, 46(2): 156-159. (in Chinese)

[5] GHAITH A, CHACAROUN S, BOROWIK A, et al. Hypoxic high-intensity interval training in individuals with overweight and obesity[J]. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2022, 323(5): R700-R709.

[6] 李绍芝，那娜，沈力，等.基于机器视觉的运动健康管理微信小程序的设计研究[J].现代商贸工业，2023，44(11)：261-263.
LI S Z, NA N, SHEN L, et al. Design and research of WeChat mini program for sports health management based on machine vision[J]. Mod Bus Trade Ind, 2023, 44(11): 261-263. (in Chinese)

[7] 曾友美，宋英.基于机器视觉技术的运动训练系统设计[J].现代电子技术，2020，43(5)：150-154.
ZENG Y M, SONG Y. Design of sports training system based on machine vision technology[J]. Mod Electron Tech, 2020, 43(5): 150-154. (in Chinese)

[8] 段泉泉，胜利.焦虑及抑郁自评量表的临床效度[J].中国心理卫生杂志，2012，26(9)：676-679.
DUAN Q Q, SHENG L. Differential validity of SAS and SDS among psychiatric non-psychotic outpatients and their partners[J]. Chin Ment Health J, 2012, 26(9): 676-679. (in Chinese)

[9] 陈卓君，梁若枫，曹辉阳，等.2022 年杭州市某理工类高校学生不健康体重控制行为现状及影响因素分析[J].预防医学情报杂志，2024，40(6)：661-668.
CHEN Z J, LIANG R F, CAO H Y, et al. Analysis of the current situation and influencing factors of unhealthy weight control behaviors among students of a science and engineering university in Hangzhou 2022[J]. J Prev Med Inf, 2024, 40(6): 661-668. (in Chinese)

[10] SOLTANI N, MARANDI S M, HOVSEPIAN V, et al. Resistance exercise training augments the immunomodulatory adaptations to aerobic high-intensity interval training[J]. Eur J Sport Sci, 2023, 23(11): 2264-2273.

[11] YIN M, CHEN Z, NASSIS G P, et al. Chronic high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training are both effective in increasing maximum fat oxidation during exercise in overweight and obese adults: a Meta-analysis[J]. J Exerc Sci Fit, 2023, 21(4): 354-365.

[12] 陈家胜.肥胖女大学生的体格焦虑与心理健康：成就动机的调节作用[J].平顶山学院学报，2017，32(3)：118-121.
CHEN J S. Physical anxiety and mental health of obese female college students: the moderating effect of achievement motivation[J]. J Pingdingshan Univ, 2017, 32(3): 118-121. (in Chinese)

[13] VIDEIRA-SILVA A, HETHERINGTON-RAUTH M, SARDINHA L B, et al. Combined high-intensity interval training as an obesity-management strategy for adolescents[J]. Eur J Sport Sci, 2023, 23(1): 109-120.

收稿日期：2025-03-12　**修回日期**：2025-06-06　**本文编辑**：王苗苗

(上接第 1306 页)

[18] 刘贤臣，戴郑生，唐茂芹，等.抑郁自评量表(SDS)医学生测查结果的因子分析[J].中国临床心理学杂志，1994，2(3)：151-154.
LIU X C, DAI Z S, TANG M Q, et al. Factor analysis of Self-rating Depression Scale (SDS) for medical students[J]. Chin J Clin Psychol, 1994, 2(3): 151-154. (in Chinese)

[19] 昌敬惠，袁愈新，王冬.新型冠状病毒肺炎疫情下大学生心理健康状况及影响因素分析[J].南方医科大学学报，2020，40(2)：171-176.
CHANG J H, YUAN Y X, WANG D. Mental health status and its influencing factors among college students during the epidemic of COVID-19[J]. J South Med Univ, 2020, 40(2): 171-176. (in Chinese)

[20] 陈雨濛，张亚利，俞国良.2010—2020 中国内地大学生心理健康问题检出率的元分析[J].心理科学进展，2022，30(5)：991-1004.
CHEN Y M, ZHANG Y L, YU G L. Prevalence of mental health problems among college students in Chinese mainland from 2010 to 2020: a Meta-analysis[J]. Adv Psychol Sci, 2022, 30(5): 991-1004. (in Chinese)

[21] 陈雪峰，傅小兰，张侃，等.中国国民心理健康发展报告(2021—2022)[M].北京：社会科学文献出版社，2023.
CHEN X F, FU X L, ZHANG K, et al. Report on the development of national mental health in China (2021-2022)[M]. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2023. (in Chinese)

[22] 杨婉秋，沐炜，章光洁，等.云南省大学新生抑郁焦虑与睡眠质量的相关研究[J].精神医学杂志，2021，34(2)：104-108.
YANG W Q, MU W, ZHANG G J, et al. Relationship between sleep quality and anxiety, depression in freshmen in Yunnan Province[J]. J Psychiatry, 2021, 34(2): 104-108. (in Chinese)

[23] 田莎，宋炜熙，田雪飞，等.医学专业大学生不同年级抑郁焦虑情况调查分析及常见问题处理[J].科教导刊，2019(35)：163-165.
TIAN S, SONG W X, TIAN X F, et al. Analysis on the status of depression and anxiety of students in the university of medical sciences[J]. Guide Sci Educ, 2019(35): 163-165. (in Chinese)

[24] PHILIPPOT A, DUBOIS V, LAMBRECHTS K, et al. Impact of physical exercise on depression and anxiety in adolescent inpatients: a randomized controlled trial[J]. J Affect Disord, 2022, 301: 145-153.

[25] BLUMENTHAL J A, BABYAK M A, DORAISWAMY P M, et al. Exercise and pharmacotherapy in the treatment of major depressive disorder[J]. Psychosom Med, 2007, 69(7): 587-596.

收稿日期：2025-01-24　**修回日期**：2025-05-15　**本文编辑**：孙曼莉