

标准》的执行力度,真正把体质测试成绩跟评优及毕业挂钩,甚至为学生建立体质测试成绩档案;建立大数据管理平台,使学生能时时关注自己的健康,针对健康状况寻求合适的体育锻炼方式^[14];完善场地、场馆各项锻炼设施,配备课余体育锻炼指导员。总之,政府、教育部门、学校、家庭、社会等要齐抓共管,切实提高藏族大学生的体质健康,为健康西藏的建设打下良好的身体基础。

4 参考文献

- [1] 中共中央,国务院.“健康中国 2030”规划纲要[Z].2016.
- [2] 毛振明.《“健康中国 2030”规划纲要》与学校体育改革施策(2)目标:《国家学生体质健康标准》达标优秀率 25% 以上[J].武汉体育学院学报,2018,52(4):75-80.
- [3] 国家体育总局.2014 年全国学生体质与健康调研结果[J].中国学校卫生,2015,36(12):IV.
- [4] 教育部.国家学生体质健康标准(2014 年修订)[Z].教体艺[2014]5 号,2014-07.
- [5] 张洋,何玲.中国青少年体质健康状况动态分析:2000—2014 年四次国民体质健康监测数据[J].中国青年研究,2016(6):5-12.
- [6] 王军利.大学生身体活动水平的评价指标及其效度研究[J].中国学校卫生,2015,36(5):755-761.
- [7] 王纯,邵平.西藏自治区世居藏族青年 BMI 与身体机能指标和素质指标的相关性分析[J].中国体育科技,2016,52(2):62-70.
- [8] 王向军,杨漾,吴艳强,等.上海市 2000—2014 年中小学生身体素质变化趋势[J].中国学校卫生,2017,38(4):562-566.
- [9] 张迎修.山东省中小学生体育锻炼及学业负荷状况[J].中国学校卫生,2011,32(10):1186-1190.
- [10] 张迎修,王志奎.山东省中小学生体育锻炼对体质状况的影响[J].中国学校卫生,2012,33(2):174-176.
- [11] 马申,邵艳侠,王白山.浙江省 2007—2014 年大学生体质健康状况[J].中国学校卫生,2018,39(2):262-264.
- [12] 马军.“十三·五”中国学校卫生工作任务与展望[J].中国学校卫生,2016,37(4):481-483.
- [13] 苟明,曹型厚,张亚妮.重庆市大学生 2005—2014 年体质健康状况动态分析[J].中国学校卫生,2015,36(12):1818-1823.
- [14] 王海波,陈海波.大学生体质健康数据管理平台构建[J].中国学校卫生,2016,37(11):1749-1752.

收稿日期:2018-07-01;修回日期:2018-08-20

· 疾病控制 ·

高强度间歇运动对肥胖儿童 身体成分血压及血清 Chemerin 的影响

梁晋裕,郝亮

晋中学院体育学院,山西 030619

【摘要】 目的 比较 12 周 HIIT(高强度间歇训练)和 MICT(中等强度连续训练)对肥胖儿童身体成分、安静状态下收缩压、舒张压及血清 Chemerin 脂肪因子水平的影响,为更好地控制体重提供理论依据。**方法** 将晋中市 18 名肥胖儿童随机分为 HIIT 组(9 人)和 MICT 组(9 人)。MICT 组(30~60 min 的持续锻炼,运动强度达到 80% HRmax)及 HIIT 组(运动期:3~6 组 100% 的运动速度 60 s 冲刺;间歇期:3 min 50% 的运动速度主动恢复)分别进行 12 周(3 次/周)运动强度逐渐递增的跑台运动干预,运动干预前、后测试所有受试者身体成分指标(体重、体质量指数、身体脂肪量、身体脂肪比率、内脏脂肪面积)、腰围,安静状态下收缩压(SBP)、舒张压(DBP)及血清 Chemerin 水平的变化。**结果** 12 周 HIIT 和 MICT 均能降低肥胖儿童体重、体质量指数、身体脂肪量、脂肪比率、收缩压及血清 Chemerin 水平(P 值均 <0.05);而只有 HIIT 使肥胖儿童内脏脂肪面积、腰围显著下降(P 值均 <0.05)。与 MICT 组比较,HIIT 组肥胖儿童运动后身体脂肪量、内脏脂肪面积、腰围、收缩压及血清 Chemerin 水平均显著下降(t 值分别为 2.31, 1.67, 0.76, 0.76, -2.18, P 值均 <0.05)。**结论** 12 周 HIIT 及 MICT 均可显著改善肥胖儿童的身体成分,降低血清 Chemerin 水平;高强度间歇训练是肥胖儿童减肥及预防高血压的有效方法。

【关键词】 运动活动;肥胖症;身体成分;血压;脂肪因子类;儿童

【中图分类号】 G 804.49 R 725.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2018)11-1729-04

肥胖是全身脂肪组织过度增生的一种慢性疾病,

据估计,至 2030 年全球将有 11.2 亿肥胖儿童^[1]。1985—2014 年全国学生体质与健康数据显示,中国学生(7~18 岁)超重和肥胖率处于持续增长趋势,2014 年中国儿童的超重和肥胖率分别为 12.1% 和 7.3%^[2]。已有研究表明,肥胖可通过直接改变脂肪因子的分泌或间接促进胰岛素抵抗及其相关的代谢紊乱增加心脏代谢的风险^[3]。Chemerin 是 2007 年新确立的一种

【基金项目】 山西省体育局课题(17TY121)。

【作者简介】 梁晋裕(1979-),男,山西娄烦人,硕士,副教授,主要研究方向为体育教育与训练。

【通讯作者】 郝亮, E-mail: 79985968@qq.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2018.11.039

相对新型的脂肪因子,在脂肪组织中有很高的表达,已经成为临床研究领域的热点^[4]。Chemerin 可通过多种途径参与人体糖脂代谢、炎症反应等生理及病理过程,并参与调节脂肪组织和骨骼肌的葡萄糖摄取,与肥胖、代谢综合征及高血压等疾病有关^[5]。目前已经确定儿童时期高血压与成年期高血压密切相关,且与成年后冠心病和过早死亡有关^[6]。

持续的有氧运动被认为是肥胖患者改善身体组成、体能及降低高血压患者血压的主要锻炼方法^[7],并且可以降低肥胖儿童的血清 Chemerin 水平^[8]。然而,持续有氧运动的训练时间必须足够长,并且由于其节奏单调很难坚持,所以与正常体重的儿童相比,肥胖儿童的体力活动较少^[9]。HIIT(高强度间歇训练)是指进行多次短时间高强度运动训练(90%~100% VO_{2max})后以较低的强度或完全休息形成间歇期。已有研究证明,HIIT 可改善超重及肥胖儿童的心血管健康^[10],同时儿童在训练期间能享受更多的快乐。最近研究表明,间歇性运动训练对健康受试者和心血管疾病患者有更好的影响,可显著降低高血压患者的血压^[11]。本研究通过比较 12 周 HIIT 及 MICT(中等强度连续训练)对肥胖儿童身体成分、血压及血清 Chemerin 水平的影响,为改善肥胖儿童的健康水平以及更好的控制体重提供理论依据。

1 对象及方法

1.1 对象 按照 WHO 推荐使用的身高标准体重法[(实际体重-标准体重)/标准体重×100%],实际体重大于标准体重 20%以上为肥胖(超重 20%~29%为轻度肥胖,超重 30%~49%为中度肥胖,≥50%为重度肥胖^[12])。根据以上标准选取晋中市男性肥胖儿童 18 名,受试者均属于单纯性肥胖,随机分为中等强度连续训练组(Moderate-Intensity Continuous Training, MICT, 9 人)及高强度间歇训练组(High-Intensity Interval Training, HIIT, 9 人)。2 组受试者的年龄、身高、体重经独立样本 t 检验试验前差异均无统计学意义(P 值均>0.05)。纳入标准:无遗传病史及吸烟史,无心血管、肝脏、肾脏、肺等疾病,不曾使用减肥药物,且过去 3 个月内没有定期锻炼计划或体育活动。所有受试者及其父母均被告知实验目的且自愿参与训练,并在训练前填写知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 运动方案^[10] 2017 年 9 月 4 日至 11 月 26 日在山西省晋中市榆次区逸夫小学实施运动干预,时间为 12 周,每周 3 次。HIIT 组及 MICT 组均在实验室完成训练,实验室室温(20±1)℃。MICT 组进行运动时间逐渐增加的跑台运动,1~3 周受试者以 80% HR-

peak 跑台运动 30 min,随后每 3 周增加 10 min 的锻炼时间,直到最后 3 周(第 10~12 周)的干预时间为 60 min。HIIT 组每次以最大速度[跑台距离(118.0±14.5)m]运动 60 s,恢复阶段以最大速度的 50%运动 3 min;跑台运动次数每 3 周增加 1 次,从 3 次(前 3 周)增加到 6 次(第 10~12 周)。为了保障受试者安全,运动期间密切观察、polar 表实时监测运动强度。训练前后分别在专人指导下进行充分的热身及整理运动以避免运动损伤,且运动全程在 1 名体育教师、1 名助理体育教师及 1 名医务人员的监督下进行。

1.2.2 身体成分测量 运动干预前后采用韩国人体组成分析仪进行身体成分测量。受试者脱掉袜子站在脚板上,手握电极柄,测试过程中受试者保持固定姿势,根据提示输入编号、性别、年龄后开始测试,测试数据计算机自动储存。测试指标包括体重(kg)、体质量指数(BMI, kg/m^2)、体脂肪量(kg)、体脂百分比[(体脂肪量/体重)×100%]、内脏脂肪面积(cm^2)。

1.2.3 血压的测量 受试者取仰卧位休息 15 min,将袖带缠绕于左上臂中部(袖带下缘放在肘窝上约 1~2 cm 处),听诊器听头置于肱动脉处,测量肱动脉收缩压(SBP)及舒张压(DBP)3 次,取平均值(mmHg)。

1.2.4 腰围测量 测试者站在受试者对面,将带状皮尺置于腰部最细处(髂嵴上方 3~4 横指)测量,运动干预前后各测 1 次,单位为 cm。

1.2.5 血清 Chemerin 采集和处理 受试者于清晨运动前后空腹取肘静脉血 5 mL,3 000 r/min 离心 15 min,取血清放到一次性塑料试管内,-80℃保存。根据说明书操作方法采用 ELISA 法测定血清 Chemerin 水平。

1.3 统计学处理 所有实验数据均采用平均数±标准差表示,采用 SPSS 18.0 统计软件对数据进行统计学分析,组内实验数据比较采用配对 t 检验,组间数据比较采用独立样本 t 检验,以 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 HIIT 及 MICT 运动对肥胖儿童身体形态的影响 由表 1 可知,经过 12 周 HIIT 及 MICT 干预,HIIT 及 MICT 组肥胖儿童体重、BMI、身体脂肪量及脂肪比率均下降(P 值均<0.05)。训练前 2 组安静状态下体重、BMI、身体脂肪量及脂肪比率差异均无统计学意义(P 值均>0.05)。经过 12 周运动干预后 HIIT 组与 MICT 组比较,体重、BMI 及脂肪比率差异均无统计学意义(t 值分别为-1.39,-1.46,0.80, P 值均>0.05),而 HIIT 组身体脂肪量低于 MICT 组($t=2.31, P<0.05$)。

经过 12 周 HIIT 及 MICT 干预,HIIT 组肥胖儿童

内脏脂肪面积及腰围均下降 (P 值均 <0.01) ; 而 MICT 组内脏脂肪面积及腰围均无显著改变 (P 值均 >0.05) 。训练前 2 组内脏脂肪面积及腰围差异均无统

计学意义 (P 值均 >0.05) , 运动后 HIIT 组肥胖儿童内脏脂肪面积及腰围均低于 MICT 组 (t 值分别为 2.17, 2.58, P 值均 <0.05) 。

表 1 运动干预前后 HIIT 及 MICT 组肥胖儿童身体形态指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

干预前后	MICT($n=9$)					HIIT($n=9$)						
	体重/kg	BMI/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	身体脂 肪量/kg	内脏脂肪 面积/ cm^2	身体脂肪 比率/%	腰围/cm	体重/kg	BMI/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	身体脂 肪量/kg	内脏脂肪 面积/ cm^2	身体脂肪 比率/%	腰围/cm
干预前	63.89±2.82	25.31±1.44	28.22±3.04	91.44±9.28	0.44±0.03	80.33±3.12	62.88±3.81	24.96±0.71	28.21±2.89	89.67±9.35	0.45±0.04	79.78±2.77
干预后	60.04±2.54	23.79±1.57	25.09±2.28	88.67±8.25	0.41±0.04	78.00±3.39	57.79±4.13	22.93±0.81	22.86±1.76	83.44±9.21	0.39±0.03	73.89±3.37
t 值	10.86	12.53	5.52	5.98	8.04	8.08	25.56	20.98	7.19	11.65	4.97	9.67
P 值	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.2 HIIT 及 MICT 运动对肥胖儿童血清 Chemerin 的影响 肥胖儿童经过 12 周 HIIT (104.56±8.09, 101.00±6.98) 及 MICT (105.67±7.98, 93.89±6.86) 干预, 血清 Chemerin 水平均显著下降 (P 值均 <0.05) 。训练前 2 组血清 Chemerin 水平差异无统计学意义 ($P>0.05$) , 运动后 HIIT 组肥胖儿童血清 Chemerin 水平低于 MICT 组 ($t=-2.18, P<0.05$) 。

2.3 HIIT 及 MICT 对肥胖儿童收缩压及舒张压的影响 由表 2 可知, 经过 12 周 HIIT 及 MICT 干预肥胖儿童收缩压均显著下降 (P 值均 <0.05) , 而 2 组舒张压运动前后差异均无统计学意义 (P 值均 >0.05) ; 训练前 2 组收缩压及舒张压差异均无统计学意义 (P 值均 >0.05) , 运动后 HIIT 组肥胖儿童收缩压低于 MICT 组 ($t=2.24, P<0.05$) ; 舒张压 HIIT 组与 MICT 组比较差异无统计学意义 ($t=0.94, P>0.05$) 。

表 2 运动干预前后 HIIT 及 MICT 组肥胖儿童收缩压舒张压比较 ($\bar{x} \pm s, \text{mmHg}$)

干预前后	MICT($n=9$)		HIIT($n=9$)	
	收缩压	舒张压	收缩压	舒张压
干预前	106.78±7.73	67.44±5.89	105.89±8.99	65.56±5.36
干预后	104.22±7.41	66.00±5.78	99.67±6.69	62.38±5.11
t 值	2.79	3.25	6.08	4.46
P 值	0.02	0.08	0.00	0.06

注: 1 mmHg=0.133 kPa。

3 讨论

本研究结果说明 HIIT 与 MICT 2 种训练方法对改善肥胖儿童体重、BMI、体脂肪量、体脂百分比及血清 Chemerin 水平均是有效的, 且与 MICT 比较, HIIT 对身体脂肪量、内脏脂肪面积、收缩压及血清 Chemerin 水平均有更好的改善。

HIIT 让运动者在短时间内心率提高且消耗更多的热量, 属于有氧运动^[13]。Corte 等^[10]通过对肥胖儿童进行 12 周 HIIT 及 MICT 干预, 结果发现 HIIT 及 MICT 均使肥胖儿童体重下降, 提示 HIIT 对肥胖儿童身体成分的改善优于 MICT。Racil 等^[14]发现 12 周 HIIT 及 MICT 均可显著减少肥胖女性的身体质量及体

脂百分比, 但只有 HIIT 可使腰围显著下降。与本研究结果相同。有研究认为 12 周 HIIT 对久坐不动女性 ($\text{BMI} < 30 \text{ kg/m}^2$) 体重及体脂肪量均无显著影响^[15]。以上结果有差异可能与训练强度及参与者特征不同有关。近几年, 腹部内脏脂肪越来越受到人们的关注, 其与心血管疾病显著相关, 但传统的持续性有氧运动对于减少腹部内脏脂肪, 不仅花费时间较长而且效果一般。Ismail 等^[16]认为, 运动强度达到阈值时腹部内脏脂肪才能减少。与本研究结果一致。目前对于高强度间歇训练具体减肥机制尚不清楚, 有研究认为 HIIT 引起的体脂减少可能与此运动增加运动中及运动后脂肪氧化, HIIT 间歇期脂肪酸的清除效果较好有关, 因此 HIIT 运动模式可能在刺激脂解作用中扮演着重要角色^[17]。

研究证实, 长时间中等强度有氧运动可降低肥胖患者的收缩压及舒张压。近来, 许多研究者提出采用高强度间歇训练中低强度的训练在降压效果上更明显, 并且是干预高血压病安全有效的方式^[18]。Molmen-Hansen 等^[19]对高血压患者进行 12 周, 每周 3 次的有氧间歇训练 ($>90\%$ 最大心率) 及中等强度的持续运动 (70% 最大心率), 结果显示 HIIT 组 SBP 下降 12 mmHg, DBP 下降 8 mmHg; 而 MICT 组 SBP 下降 4.5 mmHg, DBP 下降 3.5 mmHg, 表明运动对高血压患者的降压作用与运动强度有关, HIIT 可以有效降低血压, 对预防心血管等疾病有较好的改善作用。与本研究结果一致。此外, 有文献记载减少 SBP 大于 5 mmHg 已被证明可以降低心血管意外和死亡率的风险^[20], 并且 WC 及内脏脂肪已被证明与高血压有显著关联^[21]。因此, HIIT 对肥胖儿童血压下降具有重要的临床意义, 并且 HIIT 组运动 12 周收缩压低于 MICT 组, 可能与 HIIT 降低肥胖儿童的腰围及内脏脂肪面积有关, 具体机制需进一步研究。

Chemerin 的一项重要生物学作用是通过调节脂肪细胞分化, 增加脂肪分解等方式参与肥胖、高血压、动脉粥样硬化等的发病过程, 与体重、BMI 及血压呈正

相关,并且血清 Chemerin 水平升高被认为是独立预测心血管疾病存在和严重程度的标志^[22]。Malin 等^[23] 研究结果显示,肥胖患者脂肪组织分泌的 Chemerin 较正常组增高,且与 BMI 呈正相关,并且认为 Chemerin 影响局部脂肪分布,尤其是内脏脂肪;12 周有氧运动及抗阻训练均可降低肥胖患者血清 Chemerin 水平,其下降程度与体脂肪量、内脏脂肪等指标下降呈正相关。与本研究结果相同。Mlinar 等^[24] 研究认为体脂肪量减少时,脂肪细胞的大小和脂肪因子的分泌均会减少。因此,本实验中 HIIT 组肥胖儿童血清 Chemerin 水平与 MICT 比较下降可能与此运动显著减少肥胖儿童体脂肪及内脏脂肪有关,具体机制需进一步研究。

综上所述,12 周 HIIT 及 MICT 均可改善肥胖儿童的身体成分,降低血清 Chemerin 水平,然而相比中等强度连续训练,高强度间歇训练对肥胖儿童血清 Chemerin 水平及收缩压均有较好改善,可能与此运动显著减少肥胖儿童体脂肪及内脏脂肪有关。因此可以认为高强度间歇训练是肥胖儿童减肥及预防高血压的有效方法,其远期效果有待进一步研究。

4 参考文献

[1] NG M, FLEMING T, ROBINSON M, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013[J]. *Lancet*, 2014,384:766–81.

[2] 王烁,董彦会,王政和,等.1985–2014 年中国 7~18 岁学生超重与肥胖流行趋势[J].*中华预防医学杂志*, 2017,51(4):300–305.

[3] 陈贻珊,周越,于亮,等.超重肥胖对 8~9 岁儿童心脏结构和功能的影响[J].*中国学校卫生*, 2017,38(9):1291–1295.

[4] SELL H, LAURENCIKIENE J, TAUBE A, et al. Chemerin is a novel adipokine-derived factor inducing insulin resistance in primary human skeletal muscle cells[J]. *Diabetes*, 2009,58(12):2731–2740.

[5] INCI S, AKSAN G, DOGAN P. Chemerin as an independent predictor of cardiovascular event risk [J]. *Ther Adv Endocrinol Metab*, 2016, 7(2):57–68.

[6] 孙莹,陶芳标.儿童肥胖与心血管疾病的风险[J].*中国学校卫生*, 2004,25(5):645–647.

[7] 丁花阳,汪君民.有氧及复合运动对单纯性肥胖青少年身体形态和生化指标影响[J].*中国学校卫生*, 2017,38(12):1859–1862.

[8] ZEHSAZ F, FARHANGI N, GHAHRAMANI M. Exercise training lowers serum chemerin concentration in obese children [J]. *Sci Sports*, 2017,32(1):39–45.

[9] MCMANUS A M, MELLECKER R R. Physical activity and obese children[J]. *J Sport Health Sci*, 2012,1(3):141–148.

[10] de CORTE AC, ROSCHEL H, PICANO AR, et al. Similar health benefits of endurance and high-intensity interval training in obese children[J]. *PLoS One*, 2012,7(8):e42747.

[11] CIOLAC E G, GUIMARES G V, D AVILA V M, et al. Acute effects of continuous and interval aerobic exercise on 24-h ambulatory blood pressure in long-term treated hypertensive patients[J]. *Int J Cardiol*, 2009,133(3):381–387.

[12] 季成叶.儿童肥胖筛查方法研究的最新进展[J].*中国学校卫生*, 2006,27(4):278–281.

[13] BORSHEIM E, BAHR R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption[J]. *Sports Med*, 2003, 33(14):1037–1060.

[14] RACIL G, COQUART J B, ELMONTASSAR W, et al. Greater effects of high- compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females[J]. *Biol Sport*, 2016, 33(2):145–152.

[15] ASTORINO T A, SCHUBERT M M, PALUMBO E, et al. Effect of two doses of interval training on maximal fat oxidation in sedentary women[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2013,45(10):1878–1886.

[16] ISMAIL I, KEATING S E, BAKER M K, et al. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat[J]. *Obes Rev*, 2012,13(1):68–691.

[17] TALANIAN J L, GALLOWAY S D, HEIGENHAUSER G J, et al. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women[J]. *J Appl Physiol*, 2007,102(4):1439–1447.

[18] KARGARFARD M, LAM E T, SHARIAT A, et al. Effects of endurance and high intensity training on ICAM-1 and VCAM-1 levels and arterial pressure in obese and normal weight adolescents [J]. *Phys Sportsmed*, 2016,44(3):208–216.

[19] MOLMEN-HANSEN H E, STOLEN T, TJONNA A E, et al. Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2012, 19(2):151–160.

[20] NEWMAN A B, KUPELIAN V, VISSER M, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort [J]. *J Gerontol Biol Sci Med Sci*, 2006,61(1):72–77.

[21] GULER E, COL N, BUYUKCELIK M, et al. Prevalence of hypertension determined by ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) and body composition in long-term survivors of childhood cancer[J]. *Pediatr Hematol Oncol*, 2018,35(1):1–10.

[22] BOZAOGLU K, BOLTON K, MCMILLAN J, et al. Chemerin is a novel adipokine associated with obesity and metabolic syndrome[J]. *Endocrinology*, 2007,148(10):4687–4694.

[23] MALIN S K, NAVANEETHAN S D, MULYA A, et al. Exercise-induced lowering of chemerin is associated with reduced cardiometabolic risk and glucose-stimulated insulin secretion in older adults[J]. *J Nutr Health Aging*, 2014,18(6):608–615.

[24] MLINAR B, MARC J. Review: new insights into adipose tissue dysfunction in insulin resistance [J]. *Clin Chem Lab Med*, 2011, 49(12):1925–1935.

收稿日期:2018-04-02;修回日期:2018-08-09