·临床研究·

有氧运动结合饮食控制对重度肥胖症患者身体形态、血脂和心率的影响*

晋 娜[1] 陈文鹤[1,2]

摘要

目的:对重度肥胖症患者进行为期4周的中小强度有氧运动减肥,比较运动减肥前后重度肥胖症患者身体形态指标、血脂和心率的变化。

方法:以2010年—2011年参加全封闭式运动减肥训练的体脂率>40%的30名重度肥胖症患者为研究对象。测定其身体形态指标、心率、血压、安静状态心电图、空腹血糖、血腹胰岛素、空腹血脂。根据受试者的健康状况和运动负荷试验确定运动强度,制定个性化的运动处方。营养师根据受试者的基础代谢率制定合理的饮食方案,保证热量和必需营养物质的供给,4周运动减肥后,比较上述指标的变化。

结果:4周有氧运动减肥后,重度肥胖症患者体重、体脂率、脂肪体重、腰围、腰臀比、腰围身高比等身体形态,空腹血脂、空腹胰岛素及安静心率、定量负荷运动后的即刻心率均较减肥前显著下降。

结论:中小强度有氧运动结合适当热能摄入控制,不仅可以有效改善重度肥胖症患者身体形态、体内脂类代谢水平和胰岛素抵抗,还可以明显改善其心脏射血功能。运动减肥的4周开始阶段注意运动项目的选择和运动强度的确定,对提高运动减肥的安全性和有效性有重要作用。

关键词 重度肥胖症患者;运动减肥;身体形态;血脂;心脏功能;心率

中图分类号:R723.14, R493 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-1242(2012)-11-1049-04

有氧运动结合饮食控制对于轻、中度肥胖症患者的减肥效果已经被大量的研究所证实,轻、中度肥胖症患者体重超标有限,运动的限制也较少,所以运动项目的选择较为丰富。重度肥胖症患者由于体重过重,身体负担过大,膝关节和踝关节较多存在陈旧性的半月板损伤和韧带损伤,而且大多存在明显的脂代谢紊乱,普遍存在代谢综合征,所以,重度肥胖症患者的运动减肥存在较多的困难,在运动减肥开始的4周尤为明显。因此,重度肥胖症患者运动减肥开始的4周是否能获得良好的减肥效果,是决定运动减肥是否成功的关键。本文对2010—2011年参加全封闭式运动减肥训练的30例重度肥胖症患者采用有氧运动结合适宜热能摄入控制进行减肥,观察4周运动减肥后重度肥胖症患者身体形态、血脂和定量负荷运动后心率的变化,评价4周有氧运动减肥的效果,为重度肥胖症患者进行安全、有效的运动减肥提供理论和实验依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

2010—2011年参加全封闭式运动减肥训练的患者,体脂率>40%的重度肥胖症患者30例(其中男性9例,女性21例)。所有受试者在运动减肥前经检查均无心血管疾病。实验前与家长签署实验知情同意书。研究对象运动减肥前的一般身体情况见表1。

表1 重度肥胖症患者运动减肥前一般资料 $(\bar{x}\pm s)$

性别	例数	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	体脂率(%)
男	9	20.78±3.19	178.83±5.90	129.70±11.76	51.70±5.69
女	21	19.48±4.08	162.44±4.96	102.19±20.07	56.14±7.25

1.2 测试指标与方法

运动减肥前后由同一测试人员分别在受试者入营第1天和出营前1天进行身体形态指标测定,包括身高、体重、体脂率、腰围、臀围、大腿围、上臂部皮褶厚度,肩胛部皮褶厚度

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.11.014

*基金项目:上海市人类运动能力开发与保障重点实验室(上海体育学院)资助项目(11DZ2261100);上海体育学院研究生科研创新项目(YJSCX201119)

1 上海体育学院运动科学学院,上海,200438; 2 通讯作者

作者简介:晋娜,女,硕士; 收稿日期:2012-05-02

以及派生指标——脂肪体重、腰臀比、腰围身高比、臀围身高比和大腿围身高比。身高、体重、体脂率的测定采用日本Combi Fitness Station人体成分分析仪，围度测量采用皮尺法，皮褶厚度的测量采用皮褶卡钳。

受试者减肥前后静脉血液的采集选择在入营后第1天和出营前1天清晨空腹的条件下进行。抽取受试者肘静脉血3ml，测定空腹血糖（FBG）、空腹胰岛素（FIN）和空腹血脂四项，即总胆固醇（TC）、甘油三酯（TG）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）。血样采集后室温静置30min，3000转/min离心15min后分离血清送上海艾迪康医学检验中心检测。

1.3 干预方法

参加运动减肥训练营的营员入营后第1天进行体格检查和运动负荷试验。包括身体形态指标测定、安静血压、安静心率、肺活量、坐位体前屈、闭眼单脚站立时间、简单反应时、安静心电图以及4km/h、6km/h各2min跑台运动后和1min恢复的即刻心电图。结合受试者的健康状况和测试结果，确定运动强度，制定个性化的运动方案，确保运动减肥在安全有效的范围内。运动减肥过程中以心率为运动强度监控指标，运动强度大约在心率储备的20%—40%（心率储备=最高心率-安静心率）[1]。运动减肥过程中配备专业的强度监控人员通过polar表监测心率，将减肥者心率严格控制在靶心率范围内，以便达到最好的减脂效果。

李蕾[2]等人认为，高体脂成分是机体运动能力的限制因素，肥胖程度越高的个体，运动强度应越小。本研究的受试者均为体脂率＞40%的重度肥胖症患者，运动过程中更应注意运动强度的控制和运动项目的选择，应以强度小、持续时间较长的运动项目为主。为了避免运动对重度肥胖症患者下肢关节可能产生的不利影响，运动减肥开始阶段运动项目的选择应主要选择对下肢关节负重很小的游泳或慢走，椭圆仪上的运动也可采用。每天上、下午各运动1次，每次运动持续时间为2h，运动前后分别进行15—20min的准备活动和5—10min的整理运动[3]，以防止运动损伤、避免运动疲劳。待运动减肥后期，运动能力和身体各项功能有所改善后，可适当增加一些运动项目，如体育游戏等增加趣味性。随着运动能力的提高，靶心率有逐渐降低的趋势，因此，每隔一段时间应重新进行运动负荷试验，确定适宜的运动强度。另外，运动过程中供应含Na^+、K^+、Ca^{2+}等离子的运动饮料。

根据受试者的基础代谢率，由专业营养师制定合理的饮食方案，保证每天的热量和营养物质的供给。糖、脂肪、蛋白质供给比例约为55%—65%、10%—15%、20%—35%[4]。

1.4 统计学分析

所有测试数据均采用均数±标准差表示，采用SPSS 17.0统计软件包对减肥前后数据进行配对样本t检验。

2 结果

2.1 运动减肥前后受试者身体形态指标的变化

经过4周的中小强度有氧运动减肥，无论是男性重度肥胖症患者还是女性重度肥胖症患者的体重、体脂率、脂肪体重、腰围、臀围、腰围身高比、臀围身高比、上臂部皮褶均较减肥前显著下降，差异具有非常显著的意义（$P<0.01$）。男性重度肥胖症患者的大腿围、腰臀比、大腿围身高比、肩胛部皮褶较减肥前显著下降（$P<0.05$）。女性重度肥胖症患者的大腿围、大腿围身高比、肩胛部皮褶的下降具有非常显著性差异（$P<0.01$），腰臀比较减肥前变化无显著性意义（$P>0.05$）。在所测试的形态学指标中，体脂率和脂肪体重的变化最明显，围度方面腰围的变化最大。见表2—3。

2.2 运动减肥前后受试者血液生化指标的变化

4周有氧运动减肥后，重度肥胖症患者空腹血脂明显改善，空腹胰岛素显著下降。男性重度肥胖症患者的TC、LDL-C、FIN的下降具有非常显著性差异（$P<0.01$），FBG、TG的下降具有显著性差异（$P<0.05$）；女性重度肥胖症患者的TC、TG、LDL-C、FIN的下降具有非常显著的意义（$P<0.01$），FBG的变化无显著性意义（$P>0.05$）。虽然男、女重度肥胖症患者的HDL-C有所下降，但HDL-C/LDL-C比值升高且具有显著性意义（$P<0.05$）。见表4—5。

2.3 运动减肥前后受试者心率的变化

重度肥胖症患者经过4周有氧运动减肥，安静心率、运动负荷试验中4km/h、6km/h各2min跑台运动后即刻心率显著下降。其中，男性肥胖症患者安静心率和4km/h跑台运动后即刻心率显著下降（$P<0.05$），6km/h跑台运动后即刻心率下降具有非常显著性差异（$P<0.01$）。女性肥胖症患者安静心率、4km/h、6km/h跑台运动后即刻心率下降具有非常显著性差异（$P<0.01$）。以上结果反映了4周有氧运动明显改善了重度肥胖症患者心脏的射血功能。见表6。

表2 男性重度肥胖症患者运动减肥前后身体形态指标的变化 （$\bar{x}\pm s$）

指标	减肥前	减肥后
身高（cm）	178.83 ± 5.90	178.91 ± 5.80
体重(kg)	129.70 ± 11.76	117.69 ± 12.17②
体脂率(%)	51.70 ± 5.69	39.93 ± 6.58②
脂肪体重	67.44 ± 12.83	47.44 ± 12.17②
腰围(cm)	127.43 ± 10.03	118.66 ± 11.39②
臀围(cm)	124.83 ± 9.46	119.00 ± 9.75②
大腿围(cm)	72.63 ± 6.07	69.63 ± 3.85①
腰臀比	1.02 ± 0.04	1.00 ± 0.04①
腰围身高比	0.71 ± 0.05	0.66 ± 0.06②
臀围身高比	0.70 ± 0.06	0.67 ± 0.06②
大腿围身高比	0.41 ± 0.04	0.39 ± 0.03①
上臂部皮褶(mm)	28.78 ± 4.44	25.00 ± 3.35②
肩胛部皮褶(mm)	36.67 ± 4.15	32.30 ± 2.93①

与运动减肥前比较：①$P<0.05$；②$P<0.01$

表3 女性重度肥胖症患者运动减肥前后身体形态指标的变化 ($\bar{x}\pm s$)

指标	减肥前	减肥后
身高(cm)	162.44 ± 4.96	162.78 ± 5.06
体重(kg)	102.19 ± 20.07	94.75 ± 19.04①
体脂率(%)	56.14 ± 7.25	49.44 ± 8.52①
脂肪体重	58.56 ± 19.14	48.21 ± 18.48①
腰围(cm)	112.26 ± 15.95	105.16 ± 14.27①
臀围(cm)	118.46 ± 13.84	112.17 ± 13.14①
大腿围(cm)	70.50 ± 7.12	66.25 ± 7.46①
腰臀比	0.95 ± 0.07	0.93 ± 0.07
腰围身高比	0.69 ± 0.10	0.65 ± 0.09①
臀围身高比	0.73 ± 0.08	0.69 ± 0.08①
大腿围身高比	0.43 ± 0.04	0.41 ± 0.04①
上臂部皮褶(mm)	35.90 ± 7.01	31.81 ± 6.20①
肩胛部皮褶(mm)	38.48 ± 6.65	34.10 ± 4.99①

与运动减肥前比较:①$P<0.01$

表4 男性重度肥胖症患者运动减肥前后血液生化指标的变化 ($\bar{x}\pm s$)

指标	减肥前	减肥后
FBG(mmol/L)	4.80 ± 0.59	4.59 ± 0.34①
TC(mmol/L)	4.93 ± 0.97	3.70 ± 0.70②
TG(mmol/L)	1.46 ± 1.10	0.64 ± 0.55①
HDL-C(mmol/L)	0.95 ± 0.11	0.80 ± 0.13①
LDL-C(mmol/L)	3.17 ± 0.73	2.34 ± 0.48②
HDL-C/LDL-C	0.31 ± 0.08	0.36 ± 0.09①
FIN(Pmol/L)	110.36 ± 29.5	71.97 ± 25.06②

与运动减肥前比较:①$P<0.05$;②$P<0.01$

表5 女性重度肥胖症患者运动减肥前后血液生化指标的变化 ($\bar{x}\pm s$)

指标	减肥前	减肥后
FBG(mmol/L)	5.00 ± 1.61	4.67 ± 0.68
TC(mmol/L)	4.37 ± 0.94	3.61 ± 0.51②
TG(mmol/L)	1.19 ± 0.51	0.83 ± 0.36②
HDL-C(mmol/L)	0.99 ± 0.23	0.87 ± 0.15①
LDL-C(mmol/L)	2.81 ± 0.70	2.24 ± 0.41②
HDL-C/LDL-C	0.37 ± 0.11	0.41 ± 0.12①
FIN(Pmol/L)	103.57 ± 54.52	70.78 ± 33.54②

与运动减肥前比较:①$P<0.05$;②$P<0.01$

表6 重度肥胖症患者运动减肥前后心率的变化($\bar{x}\pm s$,次/分)

心率	减肥前	减肥后
男(n=9)		
安静	90.11 ± 11.87	78.33 ± 8.26①
4km/h	117.67 ± 5.51	96.22 ± 2.95①
6km/h	154.72 ± 5.31	128.11 ± 3.82②
女(n=21)		
安静	91.48 ± 3.26	82.76 ± 3.13②
4km/h	121.62 ± 3.05	103.90 ± 3.77②
6km/h	152.43 ± 3.38	137.38 ± 3.89②
总体(n=30)		
安静	91.07 ± 13.91	81.43 ± 12.86②
4km/h	120.43 ± 2.67	101.60 ± 2.83②
6km/h	153.12 ± 2.81	134.60 ± 3.00②

与运动减肥前比较:①$P<0.05$;②$P<0.01$

3 讨论

3.1 运动减肥对重度肥胖症患者身体形态的影响

经过4周的有氧运动减肥,重度肥胖症患者身体形态发生了明显的变化。体重、体脂率和脂肪体重明显下降,尤以体脂率和脂肪体重的下降更为显著。这是因为缺乏体力活动的重度肥胖症患者,小强度的有氧运动也可以使骨骼肌重量增加,脂肪体重的下降和瘦体重的增加抵消了一部分体重的变化。这就是表2,3中显示的体重下降幅度明显小于脂肪体重下降幅度的原因。与体重相比,体脂率更能反映体内脂肪的变化情况,更适合作为评定肥胖程度和评价运动减肥效果的指标[3]。

腰围和腰臀比(WHR)反映了腹部皮下脂肪和内脏脂肪的聚集,是腹型肥胖的简易测量指标[5]。腹型肥胖以WHR男≥0.9,女≥0.85为标准[6],腹型肥胖的危险性往往高于全身性肥胖。这是因为腹部脂肪堆积可使脂肪酸的释放增加,血中增多的游离脂肪酸(FFA)可直接进入门静脉,肝脏门静脉内FFA的增加导致肝脏内甘油三酯含量增加,从而易引发高胰岛素血症、胰岛素抵抗,增加患Ⅱ型糖尿病和心脑血管疾病的风险。腰围身高比避免了身高、性别的影响,成为评价腹型肥胖和心血管危险因素的又一重要人体学测量指标[7-8]。

本实验中,受试对象经过4周有氧运动减肥,腰围、臀围、大腿围、腰臀比、腰围身高比、臀围身高比、大腿围身高比显著下降,说明长时间中小强度的有氧运动能显著降低体内脂肪的堆积,尤其是腹部脂肪的堆积,对预防慢性代谢疾病有着积极作用。随着科学研究的深入,在评价身体形态学的指标中,腰围、臀围的绝对值已经很少使用,因为腰围、臀围与身高相关,所以结合腰臀比与腰围身高比能更好地评价身体形态变化。

脂肪具有提供热量、保护内脏、参与机体代谢等多方面功能[9]。人体内的脂肪分为库存脂肪和结构脂肪。库存脂肪作为能量物质易于被利用,而结构脂肪因参与机体的固定与保护作用,正常情况下不易因热量供给而动用。肥胖症患者,尤其是重度肥胖症患者,体内库存脂肪积聚,中小强度的有氧运动减肥首先动用的是库存脂肪,在运动减肥的后期可考虑借助外力手段破坏结构脂肪的结构,使其供能而被消耗,从而提高运动减肥的效果。大量的研究发现,有氧运动减肥对肥胖症患者腰围作用明显,而臀围和大腿围的下降则相对滞后[3,10]。本实验亦得到同样结论。郭吟等[4]的研究发现,运动结合推拿可有效降低肥胖青少年臀部和大腿部脂肪,改善其身体形态,这为肥胖症患者的局部减肥提供了一定依据。所以,为进一步改善重度肥胖症患者的身体形态,可考虑在运动减肥的后期加入推拿这一物理刺激,使臀围和大腿围的下降与腰围的下降同步。但值得一提的是,推拿这一物理刺激应在运动减肥的后期介入,且主体必须是运动,

才能获得较理想的减肥效果。

3.2 运动减肥对重度肥胖症患者血脂的影响

正常人体组织中脂类占体重的14%—19%，主要分布于皮下及内脏器官周围，绝大多数以甘油三酯的形式贮存于脂肪组织中[11]。血脂尽管只占体重的0.04%，但血脂的变化却可基本反映体内脂类代谢的情况[12]。肥胖症患者由于脂肪过度堆积常引发脂代谢紊乱，且与肥胖程度正相关[13]。因此，重度肥胖症患者相较于轻、中度肥胖症患者更易发生严重的脂代谢紊乱，从而导致胰岛素抵抗及代谢综合征。

运动可使人体交感神经兴奋，儿茶酚胺和肾上腺皮质激素分泌增加，胰岛素分泌减少，增加脂蛋白酯酶的活性[14]，促进脂肪的分解，加速骨骼肌等组织对脂肪酸的利用，降低血清中TG的含量，同时也能加强肝脏TG的转运，对预防和治疗脂肪肝具有积极作用。临床上，TG、TC、LDL-C升高，HDL-C下降是引起动脉粥样硬化和冠心病的危险因素。单一或长期运动都可以降低TC、TG和LDL-C水平，升高HDL-C水平[15]，是预防心血管疾病的有效措施。本研究发现，随着体重的下降尤其是脂肪体重的下降，重度肥胖症患者空腹血脂也发生了明显的变化。TC、TG和LDL-C明显下降，FIN下降更为明显。虽然HDL-C有所下降，但HDL-C/LDL-C比值升高且有显著性意义。表明中小强度长时间的有氧运动，不仅消耗了大量库存脂肪，更重要的是改善了体内脂类代谢紊乱的状况，提高了组织细胞对胰岛素的敏感性，改善了胰岛素抵抗的程度。这对于降低重度肥胖症患者代谢综合征的发病率、改善重度肥胖症患者的健康状况具有非常重要的意义。

3.3 运动减肥对重度肥胖症患者心率的影响

心率是心脏功能评价中常用的生理指标之一[16]。重度肥胖症患者身体负担重的另一个表现是安静状态和小负荷运动时心率很高。这可能是由于重度肥胖症患者心脏的泵血功能较弱，而过重的体重对血液的需求量很大，心脏只能通过增加心跳频率以适应对心输出量的需要。本研究中，经过4周的有氧运动减肥，重度肥胖症患者的安静心率和定量负荷运动后的心率显著下降，说明运动增加了心脏储备能力，改善了心脏射血功能，提高了每搏输出量；同时由于体脂的降低和血脂的改善减轻了心血管系统的负担，提高了心血管系统对运动负荷的承受能力[17]。

4周有氧运动减肥后，重度肥胖症患者的心血管系统发生了明显的适应性变化，这时就需要重新进行运动负荷试验以确定后期运动减肥的运动强度。一般以心率为指标表示的运动强度，修正后应该进一步下降，因为维持原来运动强度的心率范围，实际运动强度是增加的。运动强度的增大可能导致无氧供能比例的上升，从而影响运动减肥的效果。所以，重度肥胖症患者运动减肥过程中运动强度的及时调整对于取得良好的运动减肥效果具有非常重要的作用。

此外，重度肥胖症患者运动减肥的4周开始阶段必须注意运动项目的选择和运动强度的确定，以提高运动减肥的安全性和有效性。

参考文献

[1] 郭吟,陈文鹤.肥胖症与运动减肥效果的影响因素[J].上海体育学院学报,2010,34(3):64—66,94.

[2] 李蕾,戚一峰,郭黎,等.运动减肥中运动强度确定依据的实验研究[J].上海体育学院学报,2006,30(4):50—53.

[3] 郭吟,陈佩杰,陈文鹤. 4周有氧运动对肥胖儿童青少年身体形态、血脂和血胰岛素的影响[J].中国运动医学杂志,2011,30(5):426—431.

[4] 郭吟,陈佩杰,陈文鹤.运动结合推拿对重度肥胖青少年减肥效果的研究[J].上海体育学院学报,2011,35(2):70—73,94.

[5] 句卫玲,李奇全.腰臀比与初诊2型糖尿病胰岛素抵抗及胰岛B细胞功能的关系[J].山西医药杂志,2011,40(10):981—982.

[6] 王文绢,王克安,李天麟,等.体重指数、腰围和腰臀比预测高血压、高血糖的实用价值及其建议值探讨[J].中华流行病学杂志,2002,23(1):16—19.

[7] Higgins M, Kannel W, Garrison R, et al. Hazards of obesity--the Framingham experience[J]. Acta Med Scand Suppl, 1988, 723:23—26.

[8] Hsieh SD, Muto T. The superiority of waist-to-height ratio as an anthropometric index to evaluate clustering of coronary risk factors among non-obese men and women[J]. Prev Med, 2005, 40(2):216—220.

[9] 阙敏.儿童脂肪重积聚对肥胖和青春期发育的影响[J].中国学校卫生,2006,27(3):270—272.

[10] 沈雪寒,陈文鹤.运动减肥对重度肥胖女儿童青少年腰围、臀围以及腰臀比的影响[J].体育科研,2010,31(3):96—98.

[11] 顾天爵.生物化学[M].北京:人民卫生出版社,1998.136—147.

[12] 郭吟,肖焕禹,王业玲,等.运动干预对肥胖老年女性身体形态和血脂的影响[J].上海体育学院学报,2011,35(5):42—45.

[13] 杨菊红.肥胖与血脂异常及脂肪肝的关系[J].华北煤炭医学院学报,2000,2(4):386.

[14] Aellen R, Hollmann W, Boutellier U. Effects of aerobic and anaerobic training on plasma lipoproteins[J]. Int J Sports Med, 1993, 14(7):396—400.

[15] 张勇,杨锡让.运动与脂蛋白代谢研究进展[J].天津体育学院学报,1997,12(3):1.

[16] 张平华.运动训练对低体重女大学生心率、血压的影响[J].湖南科技学院学报,2007,28(9):152—154.

[17] 王晶晶,陈文鹤.运动减肥对肥胖青少年身体形态、血液生化指标和心率的影响[J].上海体育学院学报,2009,33(6):58—61,66.