



体力活动与能量平衡

赵德峰

摘要: 能量失衡引起的超重和肥胖与多种疾病发病率上升有密切关系, 而体力活动对保持能量平衡有重要的作用。《2008 美国体力活动指南》对体力活动与保持体重稳定、预防体重反弹、维持体成分参数, 以及体力活动对不同性别、年龄和种族保持体重的影响等几方面的内容进行了系统回顾。该指南对中国的全民健身计划的实施有重要的参考价值, 并为中国运动科学的发展有一定的指导意义。

关键词: 体力活动; 能量平衡; 体重; 体成分

中图分类号: G804 文献标识码: A 文章编号: 1006-1207(2011)01-0037-07

Physical Activity and Energy balance

ZHAO De-feng

(Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai 200030 China)

Abstract: Overweight and obesity caused by energy imbalance correlate closely with the increased incidence of many diseases. Physical activity plays a significant role in keeping energy balance. "Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008" systematically reviews the role of physical activity in keeping weight stability, preventing weight regain and maintaining body composition parameters and the effect of sex, age and race/ethnicity on physical activity concerning weight maintenance. The Guidelines are valuable for reference in implementing China's Mass Fitness Program and have certain guiding effect for the development of sports science in China.

Key words: physical activity; energy balance; weight; body composition

大量的研究资料表明, 超重和肥胖与高血压、血脂紊乱、II型糖尿病、冠心病、中风、胆囊炎、骨质疏松、睡眠窒息症以及癌症等疾病的发病有密切关系^[1]。而且, 肥胖与过高的总体死亡率有关。然而流行病学研究表明, 在过去的20年美国成年男女超重和肥胖的发病率显著上升, 男性超重和肥胖发病的比例分别为70.8%和31.1%, 女性为61.8%和33.2%^[2], 这可能与环境和生活方式的改变有密切关系。

体力活动在能量平衡中起着重要的作用。本文重点阐述以下5方面的问题: 维持体重稳定和降体重需要的体力活动量; 肥胖者降体重后预防体重反弹需要的体力活动量; 体力活动对体成分参数的影响; 在保持体重稳定的过程中, 性别、年龄、种族等差异对体力活动量的影响。

1 保持体重稳定和降体重所需要的体力活动量

1.1 定义

为了更好地研究体力活动对保持体重稳定的影响, 必须对体重稳定这个概念进行必要的定义。根据St.Jeor^[3]的定义, 体重稳定是指个体体重的上下波动低于2.3 kg。在他的研究中, 他应用这个标准对参与者的体重进行长期监测, 参与者的体重在第1, 2, 3, 4年保持稳定的比率分别为62%, 52%, 49%和46%。Sherwood^[4]在为期3年的干预性研究中, 把低于2.3kg或者更少的改变定义为体重稳定, 其中40%的男性和38%的女性被认定为稳定者, 相应平均体重的改变分别为0.3 kg和0.2 kg。然而纵观全部957个研究者, 在为期

3年的研究中, 男性和女性平均体重的增加分别为1.7 kg和1.8 kg, 这表明每年平均体重的增加大约为0.6 kg。

最近, 在Stevens^[5]等的研究中, 将低于3%的体重改变定义为体重稳定, 体重改变在3%~5%之间为体重的小幅度波动。基于这样标准, 体重91 kg的肥胖者要减少4.5 kg才被认定为降体重, 而降低2.7 kg体重则被认定为体重稳定。评价体力活动对保持体重稳定的影响时应考虑这些标准, 进而推断不同的体力活动量和体力活动模式在保持体重稳定或降体重中的作用。

1.2 理论基础

1.2.1 横向研究

大部分研究表明, 体力活动与体重或者体量指数(BMI)之间存在负相关关系, 很多研究试图解释体力活动与体重或BMI之间的量效关系。Giovannucci^[6]报道以0.9, 4.8, 11.3, 22.6和46.8 MET-h/周运动量锻炼的人群, 相应BMI分别为25.4, 25.3, 25.1, 24.7和24.4。最近, Kavouras^[7]报道, 每周至少进行5天, 每次持续30 min运动的个体与那些较少进行体力活动的个体相比, BMI有明显的差异, 分别为25.9和26.7。因此, 基于这些研究结果, 每周至少进行5天, 每天30~60 min的体力活动, 可以维持体重或明显降低体重。

1.2.2 前瞻性研究

研究证实, 体力活动在阻止体重增加和降体重方面具有

收稿日期: 2010-10-15

作者简介: 赵德峰, 男, 在读博士, 助理研究员. 主要研究方向: 运动生理学.

作者单位: 上海体育科学研究所, 上海 200030



作用。无论在为期1~3年还是更长持续时间的研究中均证实, 体力活动与体重的维持或增减有明显相关性^[8]。Berk^[10]在为期16年的研究中发现, 每周体力活动由少于60 min增加到134 min, BMI仅增加0.4, 与久坐的个体相比并没有显著性差异(久坐个体BMI增加0.9)。这些研究表明与那些久坐的个体相比, 每周运动时间低于150 min的体力活动并不能显著阻止体重的增加。然而与那些开始阶段每周体力活动时间超过60 min, 而以后体力活动时间少于60 min的个体相比, 每周运动时间大于261 min的个体, BMI有明显的降低。这一结果支持了要达到控制体重的目的, 需要长期坚持进行足够的体力活动的观点。

1.2.3 随机实验

(1) 耐力锻炼

有13项关于耐力性锻炼对体重影响的研究, 这些研究的时间跨度从8个月到16个月不等, 体力活动的水平从每周180 min的中等强度运动到每周360 min的中到大强度运动不等。McTernan^[11]根据受试者体力活动日志和/或记步器计数将体力活动按运动量分为3个等级, 结果发现, 多数受试者体重降低了1~3 kg(低于3%的体重改变), 其中, 大运动量组(每周5天, 每次消耗668 kcal)降体重效果达4%~6%。总体而言, 体力活动与降体重存在明显的量效关系。每周13~26 MET-h的体力活动能引起体重1%~3%的适度降低, 长此以往, 可以在体重保持长期稳定的状态下达到体重逐渐降低的目的。

(2) 抗阻训练

所有研究都表明, 抗阻训练对体重没有显著性的影响。原因可能在于, 抗阻训练增加了去脂体重, 进而导致体脂率的降低, 但并没有降低绝对体重或降低脂肪重量。因此, 在评价抗阻训练效果时, 体成分的改变或许是值得重视的方面。此外, 也可能由于这些研究进行抗阻训练干预的运动量不足(很多研究都只进行了每周2~3天的短期抗阻训练)而不能消耗足够的能量, 进而导致研究结果中受试者体重变化并不明显。

由于大多数关于抗阻训练对体重影响的研究仅持续8~10周, 这么短的时间可能不足以显著影响体重, 因此这些研究的结果并不一致。有研究表明抗阻训练结合耐力锻炼对于体重没有影响^[12], 但也有研究认为抗阻训练能够引起体重的改变^[13]。

通常认为体力活动本身不足以引起体重显著的改变, 而体力活动结合限制卡路里摄入可使降体重效应更明显。McTernan^[11]发现如果严格控制卡路里的摄入量, 体力活动干预能降低体重7.8 kg。因此, 在控制卡路里摄入后, 可以根据体重的降低来估算体力活动干预所产生的能量消耗。

因此, 限制饮食, 减少能量摄入可能会引起明显的降体重, 而不只是前面提及的体力活动干预仅能保持体重稳定。

1.3 结论

所有的研究都清晰地表明, 体力活动和降体重之间存在量效关系。保持体重短期稳定临床试验研究表明, 每周13~26 MET-h的体力活动会使体重有1%~3%的降低, 每周13 MET-h的运动量等同于以4英里/h速度每周步行150 min。通常抗阻训练引起的降体重幅度小于1 kg, 这可能与多数研究的持续时间较短, 且抗阻训练也可同时引起去脂体重增加

有关。此外, 体力活动结合饮食干预可以达到更明显的降体重效果。因此, 如果要明显降低体重(降低体重的5%)则需要饮食干预, 即伴随体力活动干预的同时, 维持满足基础代谢的卡路里摄入量, 或减少原有的卡路里摄入量。

2 预防体重反弹需要的体力活动量

2.1 理论基础

通常认为大多数个体能够降体重, 但很难维持显著的降体重效果。由于存在能量等效关系, 体力活动通常被作为维持降体重效果的主要策略之一^[14]。事实上, 体力活动通常被认为是降体重后, 维持体重的最佳的预防手段。Fogelholm^[14]系统地回顾了体力活动在预防体重反弹方面的作用, 其中大多数研究为观察性研究, 研究对象被随机分为运动组和非运动组, 或者是不同的体力活动水平组。研究表明, 几个月到几年后, 与那些没有锻炼经历的个体相比, 锻炼的个体较少发生体重的反弹; 与那些小运动量锻炼的个体相比, 大运动量锻炼的个体较少发生体重的反弹。但有3项研究^[15]得到了不一致的结果, 这些研究在受试者减体重后采取了随机设计的体力活动来预防体重反弹, 发现有些有积极作用, 有些没有, 有些甚至出现了消极作用。

尽管体力活动在预防体重反弹方面的作用是达成共识的, 但需要的运动量并不确定。1995年美国疾病控制中心(CDC)和美国运动医学会(ACSM)推荐体力活动量为每天进行30 min中等强度的体力活动^[16]。虽然这些指导方针用于预防疾病和健康促进方面, 但在体重控制方面也有着广泛应用。美国运动医学会(ACSM)推荐最低水平(每周150 min的运动)的中等强度运动量是成年人降体重和预防体重反弹的适宜强度。然而, 最近的证据表明降体重后预防体重反弹需要更高水平的体力活动。例如, 在“美国国家体重控制登记处”(National Weight Control Registry)登记的减重个体, 维持降体重效果的能量消耗水平等同于每周步行28 km^[17]。Schoeller^[18]研究那些降体重23±9 kg的妇女, 用双标水法估算预防体重反弹所需要的能量消耗, 分析这些数据以确定体力活动的水平, 研究体重反弹者和维持者之间能量消耗的差别, 发现每天4.4 kcal/kg能量消耗(等同于每天80 min中等强度体力活动或35 min大强度运动)的体力活动量能够预防体重反弹。

Jakicic^[19]的随机实验表明, 相比那些小运动量体力活动的个体, 在为期18个月\12个月和10个月的实验中, 大运动量的体力活动能够较好地维持降体重的结果。特别需要指出的是, Jakicic^[19]研究表明每周200 min中等强度体力活动能较好控制体重的反弹。Ewbank^[20]的研究方法是, 参与者在降体重后的2年内摄入较低能量的饮食, 并在2年后自我报告体力活动水平, 报告大运动量的个体相比于小运动量的个体有明显的降体重效果。然而, 需要特别指出的是上述3项降体重研究, 体力活动的分类都是回顾性方法, 并没有随机设计。因此体力活动有自我选择性, 并没有清晰提供预防体重反弹的运动量。

为了探索比一般体重控制计划更合理的体力活动水平, Jeffery^[21]把受试者随机分为每周消耗1 000 kcal和2 500 kcal两组, 进行为期18周的实验。18周后两组的实际能量消耗分别是1629±1483 kcal/周和2 317±1 854 kcal/周。在6



个月时,两组受试者体重并没有明显的差别,但在12和18个月有明显的差别,每周2 500 kcal组在降体重方面有显著性效果。2 500 kcal/周和1 000 kcal/周能量消耗相当于每天步行3.3英里和2.3英里。这项研究表明高水平体力活动会明显的降低体重反弹的水平。

通常,那些大幅度降低体重的个体在预防体重反弹时需要更大运动量的体力活动。Ewbank^[20], Jakicic^[19]和Schoeller^[18]等的研究表明,预防体重反弹所需要的体力活动量大约为31 MET-h/周或者4.4 MET-h/天。

2.2 结论

在谈及降体重后预防体重反弹所需要的运动量时,大多数研究都认为越大越好,然而这些研究明显的缺陷在于缺少对这个问题的直接课题设计。基于这些原因,降体重后要维持体重的稳定,估计总的能量消耗大约是需要每周31 kcal/kg,或者每天4.4 kcal/kg,等同于每天以4英里的时速步行54 min,或以3英里的时速步行80 min,或者每天以6英里的时速慢跑26 min。

3 体力活动对体成分参数的影响

3.1 定义

肥胖对健康最大的危害是代谢紊乱,例如代谢综合症和II型糖尿病,多伴有腹型肥胖。规律的体力活动被认为是一种有效预防超重和肥胖的方法。通常认为体力活动能够减轻肥胖程度,但锻炼是否能减轻腹型肥胖的可能性尚不清楚。MRI, DXA和CT等现代影像学技术为测量总体脂肪量,以及测量腹部脂肪(例如皮下和腹内脂肪的面积)提供了更精确的方法。尽管相比于现代影像学技术,测量腰围的方法不十分精确,但因其操作方法简单,目前仍然是最广泛应用的测量人体腹部脂肪的方法。

3.2 理论基础

规律地参加体力活动会引起体成分向有利方面改变,甚至对75岁或以上的老人也有效。目前尚不清楚减少腹部脂肪所需要的体力活动量和类型。尽管大样本量的随机对照实验研究极少,但是某些研究还是最大程度地阐释了减少脂肪增加、减少过量的身体脂肪和腹部脂肪所需要消耗的能量。

即使没有饮食干预,有氧锻炼对全身脂肪和腹部脂肪的减少也有作用,但所需的运动量非常大。在Irwin^[22]为期12个月的研究中,每周176 min的中等至大等强度体力活动可引起皮下脂肪和腹内脂肪分别减少5.4%和5.8%,明显大于对照组。此外,在Mctiernan^[11]研究中,为期12个月长时间的大运动量有氧锻炼(每周6次,每次至少60 min中等到大强度的体力活动),使受试者腹部皮下脂肪减少(女性5%,男性11%)、腹内脂肪的减少(女性6%,男性8%)和腰围的减少(女性2%,男性3%)。在“降低风险的运动干预研究”(Studies of Targeted Risk Reduction Interventions through Defined Exercise)中^[23],年龄为40~65岁的个体经过为期8个月的大强度锻炼(每周慢跑约20英里),最多使腹内脂肪和皮下脂肪减少7%。Ross^[24]报道,非节食腹型肥胖妇女进行为期14周、每天60 min的锻炼(约500 kcal能量消耗),腹部脂肪和总体脂肪分别减少20%和18%的。总之,研究表明,在无卡路里限制的情况下,13~26 MET-h/周的有氧锻炼可以减少总体和腹部脂肪并改善代谢功能。相比于这个锻炼量,每周

进行更多体力活动者(42 MET-h/周),腹内脂肪组织会多减少3~4倍,而体重却没有明显的降低^[24]。

研究表明,每周进行两次45 min的抗阻训练可以使中年和老年人全身脂肪和腹部脂肪出现较小但有利的改变,但对年轻非肥胖妇女没有影响^[25]。Schmitz^[26]对绝经后超重和肥胖妇女进行为期两年抗阻训练研究,发现总体脂肪有4%的减少,但对照组没有明显变化。同时发现,锻炼组腹内脂肪在2年中增加了7%,而对照组腹内脂肪增加了21%。这虽然影响了抗阻锻炼的效果,但锻炼至少能够减少中年妇女腹内脂肪的增加量。抗阻训练对肥胖和老年人群,即通常最容易腹部脂肪增多的人群,有明显的作用。

通常,少于6个月的短期锻炼对体成分有积极的影响,但对脂肪量或瘦体重的改变幅度没有明显的生物学意义^[27]。为期9个月、每周至少进行4天的中等到大强度的有氧锻炼(55~75%VO_{2peak}, 4.5~6 METs)对体成分有明显的影响^[24]。然而,受试者初始肥胖程度对于降脂肪干预效果有直接影响,相比于以正常体重者为研究对象^[25,27],以超重和肥胖为研究对象^[11,24]的体成分会有更显著的改善。Ross^[24]则特别强调了运动引起的降体重和降脂肪之间的量效关系,也就是说降体重越多,降脂肪也越多。但是,Ross^[24]报道腹型肥胖的绝经后妇女每周进行60 min的大强度锻炼引起总体脂肪7%、腹部脂肪10%和腹内脂肪18%的显著性降低,但体重降低幅度并未达到这个程度。

3.3 结论

对于超重和肥胖个体,体力活动量与总体脂肪和腹部脂肪的减少之间存在明显的量效关系。不考虑对卡路里限制的情况下,每周13~26 MET-h的有氧体力活动可以减少总体脂肪和腹部脂肪并改善代谢功能。每周13 MET-h等同于每周以4英里/h步行150 min,或者每周以6英里/h慢跑75 min。然而在减少腹内脂肪方面,每周42 MET-h的大运动量体力活动的效果比每周13~26 MET-h的体力活动大3~4倍,而没有体重的降低。有证据提示,增加体力活动在腹内脂肪减少的同时也能使总体脂肪成比例减少。

4 性别和年龄对体力活动量的影响

4.1 理论基础

4.1.1 性别

流行病学调查表明,女性的肥胖率高于男性,特别是少数民族群体^[3]。尽管有研究认为女性体力活动少于男性,事实却并不一定如此,研究方法的不同可能导致了研究结果的差异^[16]。因此,在以后的研究中应充分重视性别差异在体力活动研究中的影响,以便更好地指导公众健康运动。

横向和纵向流行病学研究已经表明,无论男性或女性,体力活动与体重增加之间均存在负相关关系。女性量效关系的一致性比男性要差,这可能归因于体力活动自我报告差异所引起的测量误差^[28]。事实上,客观测量能量消耗表明男性比女性有更为明显的负相关关系,或者对于不同的体力活动量没有性别差异^[29]。少数干预性研究显示男性和女性降体重或降脂肪的结果差异较大^[12,29,30],这些差异可能由于研究设计所引起。几项精细的研究观察到,锻炼对降体重影响的性别差异可以归因于多个因素。例如,几个良好控



制的实验室干预研究发现, 女性对于降体重的抗性更强, 也就是说相比于男性, 为了降低相同的体重重量, 女性需要消耗更多的能量^[29, 30]。这表明, 相似的绝对能量消耗对男性和女性或许会产生不一样的结果, 这可能由于相比青年和中年男性, 同年龄的女性臀部脂肪组织比例较大, 而这类脂肪对脂解反应较低有关。动物研究也观察到, 在控制能量动态平衡方面存在性别差异性, 这可能归因于脂肪激素与摄食的中枢控制系统之间的相互作用^[30]。在大型社区或大样本人群干预中, 体重变化的性别差异可能是难以区分的, 这些差异主要有: 相似水平体力活动作用如何; 给定运动处方的执行情况; 饮食摄入等。由于女性和男性在生理和其他行为因素方面也存在很大的不同, 在研究运动导致降体重的性别差异时应当严格控制这些变量, 如在实验中进行匹配性实验设计或者通过可行的适宜的统计方法进行校正。

4.1.2 年龄

年龄的增长及久坐不动的生活方式可使患上各种慢性疾病的风险显著地增加, 由此导致公众健康负担越来越重。通常, 中年和老年人低水平的体力活动与更高体重和更高脂肪有明显的关联^[31]。纵向流行病学研究表明, 习惯性体力活动与预防额外体重增加之间的存在明显联系, 并且在老年人中更加明显^[31-33]。尽管这些观察性研究得到的效应量较小, 但考虑到降低了肥胖相关疾病的风险性, 这些长期较小改变所产生的累积效应作用很大。同时, 随着逐渐衰老, 每天的能量消耗也需要逐渐增加以维持稳定的体重^[31-33]。这可能是由于生理和生活方式改变两种原因引起的, 随着衰老, 老年人对能量正平衡更为敏感, 易于增加体重。

积极的生活方式在阻止体重降低方面也是有益的, 85 岁以上老年人群容易出现代谢紊乱和功能问题, 因此对这方面研究也逐渐增加。几项观察性研究已经阐明, 中等水平的体力活动可能通过维持和保护瘦体重预防老年人额外体重丢失^[34, 35]。在这些干预性研究中, 锻炼的方式有很大的差异, 太小样本量不足以在不同年龄群体中建立体重改变与体力活动类型、持续时间和强度的量效关系。尽管一些干预性研究已经表明有氧和抗阻训练能使老年人 BMI、脂肪分布等体重相关结果明显改善^[11, 36], 然而在其他人群却没有这样的作用^[31, 32]。许多干预性研究发现这类改善的幅度是相似的, 但同样的相对负荷干预老年人的效果比年轻人小。相比于年轻人, 老年人由于低水平的瘦体重和有氧能力, 同样的运动量对于老年人的刺激反应比年轻人要低得多, 可能不足以引起老年人降脂肪方面的改变, 这在老年女性人群显得尤为明显。

4.2 结论

一些研究表明维持正常体重所需要的体力活动量, 在不同性别和不同年龄之间有明显的区别。这可能由于不同性别和年龄存在生理和行为因素的差异。然而现有的研究不足以单独基于性别和年龄考虑, 来提供不同的体力活动处方。

5 不同人种/种族和社会群体维持体重所需要的体力活动量

5.1 理论基础

从检索出的 236 篇文献中, 根据以下标准对文献进行筛选, 以进一步对不同人种/种族或社会群体维持体重所需要

的体力活动量进行研究, 具体为: 针对少数民族群体; 或包含种族的亚组分析, 不只是简单地把人种/种族作为一个联合变量合并对待; 此外, 需在分析中区分出不同的少数人种/民族群体, 而不是单纯地把其归结为“非白人”; 研究中每组至少需 30 个样本量; 以及需有一般人群作为对照组。

5.1.1 横向研究

包括广泛人种/种族(如非裔美国人、南非人、亚洲人、东印度人等)的横向研究中, 大多数研究发现体力活动水平与腰围、体重及体脂率之间存在着负相关关系, 这些结论与针对白人展开的研究结论一致。在对中国老年人展开的研究中, 进行太极拳或者游泳锻炼产生的运动效应与改变身体脂肪分布相关, 但与总体脂肪量无关^[37]。此外, 也有一些不一致的研究结论, 如一项对 7 503 名墨西哥裔美国人的研究发现, 缺乏体力活动与女性肥胖有直接关联, 但与男性肥胖没有明显关系^[32]; 而另一项对 263 名中年香港人(其中 40% 为肥胖者, 30% 为有久坐不动习惯者)的研究认为, 低水平的体力活动与 BMI 和腰围之间没有明显关联^[38]。造成这些不一致研究结果的原因可能是, 这些研究中体力活动量不足以引发 BMI 的有效改变。

5.1.2 纵向队列研究

主要以白人为研究对象的队列研究表明, 体力活动的增加与体重减少的幅度相关。然而在 3 篇关于其他人种/种族的研究中, 只有一项对美国 4 个不同区域城市的妇女展开的健康研究证实了这种相关性^[39]。该研究的结果表明, 每天日常体力活动和锻炼越多, 体重的增加越少。而另两个分别以美国和日本人群为样本的研究并未发现体力活动增加与体重变化的关联^[40, 41]。HE 和 Baker^[41]发现在 1992-2000 年间, 不论是何种强度的规律性休闲或与工作相关的体力活动均与体重增加幅度的减小无关。多因素分析显示, 种族、受教育程度和收入与体重增加没有关联。尽管对人种/种族数据进行了校正, 也仍不清楚体力活动和体重增加之间关系的差异是否与人种/种族不同有关。Lee^[40]研究发现尽管体力活动者的 BMI 仅为 23.5~23.7, 但体力活动和体重之间没有明显关联, 而关于体力活动改变与 BMI 改变之间的关系分析在该文中并未体现。综上, 在关于长期体力活动与体重改变的相互关系的研究中, 人种/种族因素体力活动是否影响体重改变尚未得出定论。

5.1.3 干预性研究

干预性研究表明, 单纯的抗阻练习或抗阻练习结合中到大强度有氧练习的运动干预可以引起不同人种/种族的 BMI、体成分、和体成分分布的改变, 而单纯的有氧运动仅可以提高一些与体重无关的其他代谢指标, 如降低血压等^[42]。Wilmore^[27]采用功率自行车上进行高强度、长持续时间的耐力性运动干预, 结果发现, 白人和黑人体重降低的幅度都很小, 平均值仅为 0.2 kg, 其中白人可能由于样本量较大(N=398)而存在有显著的统计学差异, 而黑人因样本量较小(N=159)而没有差异; 该研究还测量了在相似的运动方式后不同个体体脂肪的改变, 结果发现, 尽管平均年龄(白人为 34.8, 黑人为 32.3)和 BMI(白人为 25.0 黑人为 26.6)是相似的, 但白人体脂肪的变化更明显(如皮褶厚度白人减少了 7.1 ± 1.5, 黑人减少了 4.1 ± 1.5, P < 0.05)。并没有实验性运动生理学研究



对人种/种族差异进行校正^[27]。Wilmore^[27]认为黑人和白人在体成分改变的幅度上均没有生物学的显著性差异,并提出大运动量和长时间持续的体力活动对体重和脂肪的有重要意义。一项在日本进行的小样本量研究中^[42],研究对象多为志愿参与的、正常体重或仅有轻微超重的日本人,该研究发现,尽管实验组的步行强度、步行量与对照组有明显差异,但步行对BMI的改变效果并没有差异。而Lara^[43]对墨西哥政府健康和社会服务工人中那些中年、超重且腹部肥胖的工人进行了为期一年、每日工作期间进行10 min有氧操的运动干预后发现,受试者BMI减少了0.32 kg/m²,体重降低了1.0 kg,腰围降低了1.6 cm。尽管该研究中没有设立对照组,但这种长期跟踪记录的模式与美国关于国民每年体重和腰围变化的跟踪模式是相似的^[39, 43]。事实上,上述两项关于墨西哥和日本人群展开研究的结果不一致的原因可能是由于,针对墨西哥人群的研究中对象为一般人群中的超重者而非志愿者,而日本的研究中研究对象多为体重正常的志愿者。总之,体力活动对体重维持效果的种族差异研究较少。在这些研究中甚至没有任何两项研究是同时对同一种族、性别的人群展开研究的。此外,有关不同人种/种族进行运动干预的运动持续时间和强度的测量研究也相当缺乏。因此,体力活动对体重维持和降体重的人种/种族差异研究还需要不断地深入。

5.2 结论

现有证据表明,体力活动对不同人种/种族体重维持影响的不同,至少可能有这样两个原因:体力活动的能量消耗不同,例如在同样的体力活动水平下,不同人种/种族从中获得的体重维持效果是不同的;不同人种/种族中,体力活动和能量摄入对体重的增加的作用效果是有差异的,例如相同运动量的体力活动对某些特定人种/种族的作用影响比平均水平要小。

尽管有证据表明,体力活动对体重维持和降体重可能存在种族差异,但相关的研究较少,特别是缺乏长期家族性的纵向队列研究、随机研究和控制干预研究。因此不同人种/种族或者社会群体在体重稳定和减少体重所需要的体力活动方面是否有明显的差异并没有合理的结论。

6 研究体力活动与能量平衡应注意的问题

研究体力活动和能量平衡时,有4个方面需要重视:第一,体力活动可能是影响能量平衡的主要变量。能量平衡取决于能量摄入和能量消耗两方面。在现代社会中,随着高卡路里的美味食品的获得越来越便利,价格越来越低廉,人们能量摄入的增加往往大于能量消耗。美国2005年膳食指导建议委员会的报告表明,大多数美国人摄入的能量远远超过其所需要的能量,并且在可预见的未来,这种情况不会有大的改观。因此,涉及到体重维持、降体重或者预防体重反弹需要的体力活动水平方面的建议必须同时考虑到能量摄入方面。

第二,锻炼引起的卡路里消耗与限制能量摄入引起的卡路里减少对降体重的作用差别不大。在很多降体重的研究中,由于单纯的体力活动引起的能量亏空在总能量亏空中所占的比例较小,由此可知,体力活动在降体重方面的作用也相对较小。因此,在讨论单独的体力活动对降体重效果的影响时,必须考虑到此方面的影响。

第三,工作中、生活中、社区中自动化设备和省力设备的应用,以及静态休闲性体力活动的增加(如看电视,用电脑等),这些社会发展的长期趋势对维持能量平衡中本应达到的体力活动量具有影响。

第四,如果社会中没有超重和肥胖问题,为了保持健康和预防疾病仍需要提出体力活动方面的建议,但那些只考虑体力活动在预防超重和肥胖方面作用的研究却并没有重视这个问题。因此,必须在考虑到维持健康和预防疾病所需要的体力活动水平的基础上,提出有关能量平衡的体力活动建议。

7 总结

7.1 体力活动与体重维持、降体重

规律地参加体力活动对于体重维持是有益处的,但是长期研究的数据较为缺乏,最佳的运动量也没有确定。短期可利用的有效研究表明每周13~26 MET-h的体力活动量会引起1~3%的体重降低,其中每周13 MET-h的运动量等同于每周以4英里/h的速度步行150 min或者每周以6英里/h的速度慢跑75 min。这种水平的有氧体力活动会降低个体BMI的增加幅度。由抗阻锻炼引起的降体重通常只有1 kg,这或许由于研究的持续时间较短和抗阻训练同时引起了去脂体重增加有关。尽管在大运动量体力活动下,体重的降低可达到5%或者更多,但在运动干预以降低或保持体重的研究中,结合饮食干预是需要的。饮食的干预包括维持或者减少实际的卡路里摄入量。

7.2 体力活动和体重的反弹

预防体重反弹所需要的运动量,多数研究认为越多越好。然而,现有的文献有相当多的缺陷,需设计适宜的研究方案来直接研究这个问题。Ewbank等的研究表明降体重后防止体重反弹需要的运动量大约是31 MET-h/周或者每天4.4 MET-h/天。这等同于每天以4英里/h步行54 min,或3英里/h步行80 min,或6英里/h慢跑26 min。

7.3 体力活动与体成分参数

大量研究表明耐力和/或抗阻训练的运动量(频率、强度和每次运动持续的时间)、运动干预时间与总脂肪、局部脂肪的降低之间存在正的量效相关。对于那些严重超重的个体来说,运动引起的总体体重降低越多,相应局部脂肪的降低也越多。未对卡路里摄入进行限制的研究发现,每周13~26 MET-h的有氧体力活动会引起总体和腹部脂肪的减少,这一变化同时伴随机体代谢功能的改善。当将上述运动量增加(如增加至每周42 MET-h)时,腹内脂肪组织的减少幅度大约增加3~4倍。

7.4 体力活动与性别和年龄

一些研究表明维持正常体重所需要的体力活动量,在不同性别和不同年龄间有明显的区别。这可能由于不同性别和年龄存在生理和行为因素的差异。然而现有的研究不足以针对不同性别和年龄的群体提供不同的体力活动处方。

7.5 体力活动与不同人种/种族

尽管有证据表明体力活动对维持和降低体重可能存在种族差异,但相关的研究较少,特别是缺乏长期的纵向队列研究、随机研究和控制干预研究。因此,目前尚不能断定



不同人种/种族或者社会群体在通过体力活动来保持体重稳定或降低体重是否存在运动量的差异。

8 未来研究发展方向

8.1 关于维持体重稳定和降低体重的体力活动方案的研究需要进一步深入,以提出具体的有利于有效维持体重或减轻体重的运动量(包括运动种类、强度、持续时间、频率等)。

8.2 对于降体重后预防体重反弹所需要的运动量,大多数研究都认为越多越好。目前关于体重反弹的研究多为观察性研究,而通过先进仪器测量,并制定专门的能量平衡方案进而研究具体运动量的实验性研究还没有。

8.3 需要更多的随机对照实验来研究不同体力活动在减轻体重的同时,对分别减少全身和局部脂肪作用的效果。在研究有氧和/或抗阻训练对皮下和内脏脂肪的影响时,采用人体形态学指标(如腰围或腹围)进行了评定,需进一步探索对于不同部位脂肪评定的其他方法。此外,需要进行人群中肥胖易感人群和减肥抵抗人群的鉴别研究。

8.4 性别和年龄对体力活动量的影响,目前关于此方面的研究缺乏前瞻性的研究设计,没有足够的统计学证据有力地证明体力活动对体重的作用效果在不同性别、年龄人群的影响差异,目前大多数研究集中于随机对照实验等方面。

8.5 在维持体重稳定方面,不同人种/种族之间差异的系统研究较少。因此,除了分析不同人种/种族推荐的日常体力活动量存在差异的原因之外,探讨不同人种/种族维持体重所需要的运动处方也是必须的。静息或活动的能量代谢的种族差异在体成分和体重维持方面的精确作用也是将来需研究的重要方面。

参考文献:

- [1] National Heart, Lung, and Blood Institute, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: the evidence report. [Bethesda, Md.]: National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute; 1998.
- [2] Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA* 2006 Apr 5;295(13):1549-1555.
- [3] St Jeor ST, Brunner RL, Harrington ME, Scott BJ, Daugherty SA, Cutter GR, Brownell KD, Dyer AR, Foreyt JP. A classification system to evaluate weight maintainers, gainers, and losers. *J.Am.Diet.Assoc.* 1997 May;97(5):481-488.
- [4] Sherwood NE, Jeffery RW, French SA, Hannan PJ, Murray DM. Predictors of weight gain in the Pound of Prevention study. *Int. J.Obes.Relat Metab Disord.* 2000 Apr;24(4):395-403.
- [5] Stevens J, Truesdale KP, McClain JE, Cai J. The definition of weight maintenance. *Int.J.Obes.(Lond)* 2006 Mar;30(3):391-399.
- [6] Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC. Physical activity, obesity, and risk for colon cancer and adenoma in men. *Ann. Intern. Med.* 1995 Mar 1;122(5):327-334.
- [7] Kavouras SA, Panagiotakos DB, Pitsavos C, Chrysohoou C, Anastasiou CA, Lentzas Y, Stefanadis C. Physical activity, obesity status, and glycemic control: The ATTICA study. *Med.Sci. Sports Exerc.* 2007 Apr;39(4):606-11.
- [8] Balkau B, Vierron E, Vernay M, Born C, Arondel D, Petrella A, Ducimetiere P. The impact of 3-year changes in lifestyle habits on metabolic syndrome parameters: the D.E.S.I.R study. *Eur.J. Cardiovasc.Prev.Rehabil.* 2006 Jun;13(3):334-340.
- [9] Schroeder TE, Hawkins SA, Hyslop D, Vallejo AF, Jensky NE, Wiswell RA. Longitudinal change in coronary heart disease risk factors in older runners. *Age Ageing* 2007 Jan;36(1):57-62.
- [10] Berk DR, Hubert HB, Fries JF. Associations of changes in exercise level with subsequent disability among seniors: a 16-year longitudinal study. *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.* 2006 Jan;61(1):97-102.
- [11] McTiernan A, Sorensen B, Irwin ML, Morgan A, Yasui Y, Rudolph RE, Surawicz C, Lampe JW, Lampe PD, Ayub K, et al. Exercise effect on weight and body fat in men and women. *Obesity. (Silver.Spring)* 2007 Jun;15(6):1496-1512.
- [12] Engels HJ, Drouin J, Zhu W, Kazmierski JF. Effects of low-impact, moderate intensity exercise training with and without wrist weights on functional capacities and mood states in older adults. *Gerontology* 1998;44(4):239-244.
- [13] Annesi JJ, Gann S, Westcott WW. Preliminary evaluation of a 10-wk. resistance and cardiovascular exercise protocol on physiological and psychological measures for a sample of older women. *Percept.Mot.Skills* 2004 Feb;98(1):163-170.
- [14] Fogelholm M, Kukkonen-Harjula K. Does physical activity prevent weight gain? a systematic review. *Obes.Rev.* 2000 Oct;1(2):95-111.
- [15] Perri MG, McAllister DA, Gange JJ, Jordan RC, McAdoo G, Nezu AM. Effects of four maintenance programs on the long-term management of obesity. *J.Consult Clin.Psychol.* 1988 Aug;56(4):529-534.
- [16] Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995 Feb 1;273(5):402-407.
- [17] Klem ML, Wing RR, McGuire MT, Seagle HM, Hill JO. A descriptive study of individuals successful at long-term maintenance of substantial weight loss. *Am.J.Clin.Nutr.* 1997 Aug;66(2):239-246.
- [18] Schoeller DA, Shay K, Kushner RF. How much physical activity is needed to minimize weight gain in previously obese women? *Am.J.Clin.Nutr.* 1997 Sep;66(3):551-556.
- [19] Jakicic JM, Winters C, Lang W, Wing RR. Effects of intermittent exercise and use of home exercise equipment on adherence,



- weight loss, and fitness in overweight women: a randomized trial. *JAMA* 1999 Oct 27;282(16):1554-1560.
- [20] Ewbank PP, Darga LL, Lucas CP. Physical activity as a predictor of weight maintenance in previously obese subjects. *Obes. Res.* 1995 May;3(3):257-263.
- [21] Jeffery RW, Wing RR, Sherwood NE, Tate DF. Physical activity and weight loss: does prescribing higher physical activity goals improve outcome? *Am.J.Clin.Nutr.* 2003 Oct;78(4):684-689.
- [22] Irwin ML, Yasui Y, Ulrich CM, Bowen D, Rudolph RE, Schwartz RS, Yukawa M, Aiello E, Potter JD, McTiernan A. Effect of exercise on total and intra-abdominal body fat in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *JAMA* 2003 Jan 15;289(3):323-330.
- [23] Slentz CA, Aiken LB, Houmard JA, Bales CW, Johnson JL, Tanner CJ, Duscha BD, Kraus WE. Inactivity, exercise, and visceral fat. STRRIDE: a randomized, controlled study of exercise intensity and amount. *J.Appl.Physiol* 2005 Oct;99(4):1613-1618.
- [24] Ross R, Janssen I, Dawson J, Kungl AM, Kuk JL, Wong SL, Nguyen-Duy TB, Lee S, Kilpatrick K, Hudson R. Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. *Obes.Res.* 2004 May;12(5):789-798.
- [25] Poehlman ET, Dvorak RV, DeNino WF, Brochu M, Ades PA. Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: a controlled randomized trial. *J.Clin.Endocrinol.Metab* 2000 Jul;85(7):2463-2468.
- [26] Schmitz KH, Hannan PJ, Stovitz SD, Bryan CJ, Warren M, Jensen MD. Strength training and adiposity in premenopausal women: strong, healthy, and empowered study. *Am.J.Clin.Nutr.* 2007 Sep;86(3):566-572.
- [27] Wilmore JH, Despres JP, Stanforth PR, Mandel S, Rice T, Gagnon J, Leon AS, Rao D, Skinner JS, Bouchard C. Alterations in body weight and composition consequent to 20 wk of endurance training: the HERITAGE Family Study. *Am.J.Clin.Nutr.* 1999 Sep;70(3):346-352.
- [28] Haapanen N, Miilunpalo S, Pasanen M, Oja P, Vuori I. Association between leisure time physical activity and 10-year body mass change among working-aged men and women. *Int.J.Obes. Relat Metab Disord.* 1997 Apr;21(4):288-296.
- [29] Saris WH, Blair SN, van Baak MA, Eaton SB, Davies PS, Di PL, Fogelholm M, Rissanen A, Schoeller D, Swinburn B, et al. How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes.Rev.* 2003 May;4(2):101-114.
- [30] Woods SC, Gotoh K, Clegg DJ. Gender differences in the control of energy homeostasis. *Exp.Biol.Med.(Maywood.)* 2003 Nov;228(10):1175-1180.
- [31] DiPietro L, Kohl HW, III, Barlow CE, Blair SN. Improvements in cardiorespiratory fitness attenuate age-related weight gain in healthy men and women: the Aerobics Center Longitudinal Study. *Int.J.Obes.Relat Metab Disord.* 1998 Jan;22(1):55-62.
- [32] DiPietro L, Dziura J, Blair SN. Estimated change in physical activity level (PAL) and prediction of 5-year weight change in men: the Aerobics Center Longitudinal Study. *Int.J.Obes.Relat Metab Disord.* 2004 Dec;28(12):1541-1547.
- [33] Lewis CE, Smith DE, Wallace DD, Williams OD, Bild DE, Jacobs DR, Jr. Sevenyear trends in body weight and associations with lifestyle and behavioral characteristics in black and white young adults: the CARDIA study. *Am.J.Public Health* 1997 Apr;87(4):635-642.
- [34] Suominen H. Changes in physical characteristics and body composition during 5-year follow-up in 75- and 80-year-old men and women. *Scand.J.Soc.Med.Suppl* 1997;53:19-24.
- [35] Dziura J, Mendes de LC, Kasl S, DiPietro L. Can physical activity attenuate agingrelated weight loss in older people? The Yale Health and Aging Study, 1982-1994. *Am.J.Epidemiol.* 2004 Apr 15;159(8):759-767.
- [36] Tsuzuku S, Kajioka T, Endo H, Abbott RD, Curb JD, Yano K. Favorable effects of non-instrumental resistance training on fat distribution and metabolic profiles in healthy elderly people. *Eur.J.Appl.Physiol* 2007 Mar;99(5):549-555.
- [37] Yu TY, Pei YC, Lau YC, Chen CK, Hsu HC, Wong AM. Comparison of the effects of swimming and Tai Chi Chuan on body fat composition in elderly people. *Chang Gung.Med.J.* 2007 Mar;30(2):128-134.
- [38] Hui SSC, Thomas N, Tomlinson B. Relationship between physical activity, fitness and CHD risk factors in middle-age Chinese. *J.Phys.Act.Health* 2005;2(3):307-323.
- [39] Sternfeld B, Wang H, Quesenberry CP, Jr., Abrams B, Everson-Rose SA, Greendale GA, Matthews KA, Torrens JI, Sowers M. Physical activity and changes in weight and waist circumference in midlife women: findings from the Study of Women's Health Across the Nation. *Am.J.Epidemiol.* 2004 Nov 1;160(9):912-922.
- [40] Lee KJ, Inoue M, Otani T, Iwasaki M, Sasazuki S, Tsugane S. Physical activity and risk of colorectal cancer in Japanese men and women: the Japan Public Health Center-based prospective study. *Cancer Causes Control* 2007 Mar;18(2):199-209.
- [41] He XZ, Baker DW. Changes in weight among a nationally representative cohort of adults aged 51 to 61, 1992 to 2000. *Am.J.Prev.Med.* 2004 Jul;27(1):8-15.
- [42] Iwane M, Arita M, Tomimoto S, Satani O, Matsumoto M, Miyashita K, Nishio I. Walking 10,000 steps/day or more reduces blood pressure and sympathetic nerve activity in mild essential hypertension. *Hypertens.Res.* 2000 Nov;23(6):573-80.
- [43] Lara A, Yancey AK, Tapia-Conye R, Flores Y, Kuri-Morales P, Mistry R, Subirats E, McCarthy WJ. Pausa para tu Salud: reduction of weight and waistlines by integrating exercise breaks into workplace organizational routine. *Prev.Chronic.Dis.* 2008 Jan;5(1):A12.