

体力活动与青少年健康

许汪宇

摘要: 通过分析大量的观察和实验研究结果, 本文综述了体力活动对儿童青少年身体健康的影响。结果表明: 儿童青少年的体力活动水平越高, 其心肺功能、代谢功能、肌肉力量、骨骼以及心理等方面的健康水平也越高, 但具体的运动类型、运动强度和持续时间等因素应根据运动目的的不同而异。

关键词: 儿童青少年; 体力活动; 心肺健康; 代谢健康; 骨骼健康; 肌肉力量; 心理健康

中图分类号: G804 文献标识码: A 文章编号: 1006-1207(2011)01-0066-06

Physical Activity and the Health of Youth

XU Wang-yu

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

Abstract: Through the analysis of a large amount of observation and experiments, The Guidelines summarize the effects of physical activity on the health of children and adolescents. The result shows that the higher the physical activity level of youth, the higher the health level of cardiorespiratory function, metabolic function, muscle strength, bone and mentality. The types of activity, exercise intensity and duration differ according to the different aims of activity.

Key words: youth; physical activity; cardiorespiratory health; metabolic health; bone health; muscle strength; mental health

为了提高儿童青少年参与体力活动的积极性, 美国很早就推出了青少年身体健康标准。但是, 由专业的、有资质的组织提出的儿童青少年体力活动准则却只有10年的时间。在这十多年时间里, 有诸多关于体力活动对儿童青少年身体健康影响的科研报道, 主要涉及心肺健康、代谢健康、骨骼健康、肌肉力量以及心理健康等方面内容。

本文所列文献均来自于PAGASD数据库, 大部分为1995年后发表。文献入选有3个要求: 第一, 研究对象必须是5~19岁的学龄儿童或青少年, 第二, 研究内容为儿童青少年体力活动与身体健康的关系; 第三, 主要观察研究对象在儿童期和青春期, 体力活动对身体健康的影响。

1 体力活动对儿童青少年身体健康的影响

1.1 体力活动对心肺健康的影响

在对儿童青少年体力活动与心肺健康关系的研究中, 大部分文献不仅对两者间是否存在明显关系进行了分析, 还比较了运动与不运动人群间的心肺功能的差别。对心肺健康的评估方法很多, 主要通过台阶实验、功率自行车、20 m往返跑和平板试验来评价。

Ara等^[1]报道, 除了正常参加体育课之外, 每周额外进行3次课外体育活动的男孩有氧能力明显好于对照组。Ara的另一项前瞻性队列研究, 42名平均年龄9岁的男孩被分成体力活动组(除体育课外, 每周至少进行3 h的课外活动)和不运动组(仅上体育课)^[2], 用20 m往返跑来评价心肺

健康水平。通过3年的随访观察, 运动组男孩的心肺健康水平保持不变, 而不运动组男孩的心肺水平降低了。说明孩子们在学校体育课之外参与体力活动对心肺健康具有促进作用。

Dollman等^[3]对久坐人群和参加中等到高强度体力活动的人群进行测试, 结果显示: 每天看电视2 h以上并进行至少60 min中等到高强度运动的男孩, 其心肺能力要优于每天看电视2 h以上, 但中等到高强度运动不足60 min的男孩。而对于女孩子们, 撇开看电视的因素, 每天参加60 min以上中等到高强度运动的心肺功能也要优于不足60分钟的女孩。说明无论男孩还是女孩, 每天60 min以上中等到高强度运动对心肺功能均有促进作用, 且参加体力活动水平越高的孩子们的心肺健康水平也越高。

21项对5~18岁人群的实验性研究证明, 儿童青少年均可通过体力活动提高心肺健康水平, 无论是青春期前, 还是青春期中, 且无论男、女, 这种促进作用都存在。关于种族影响的资料非常有限, 大多数研究均未报道研究对象的经济状况, 因此种族、经济状况对体力活动与心肺健康关系的影响也暂时空缺。

综上所述, 儿童青少年的体力活动与心肺健康之间确实存在关系, 且无论青春期前, 还是在青春期中, 通过体育锻炼都能促进其心肺健康, 耐力训练可使最大摄氧量提高5%~15%。最常见的方式是有氧运动, 如跑步、骑自行车、器械锻炼、爬楼梯、打篮球和快步走等。但由于研究过程的差异性, 对于到底多少量的体力活动能促进心肺健康还没有公认的数据^[4,5]。

收稿日期: 2010-10-15

作者简介: 许汪宇, 女, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向: 运动机科学选材。

作者单位: 上海体育科学研究所, 上海 200030



文献中最常见的耐力锻炼运动量是：运动频率每周1~5天，每天持续20~60 min，运动强度为70%~90%的最大心率。

1.2 体力活动与肌肉力量的关系

体力活动对儿童青少年肌肉力量影响的研究中，Malian^[6]综述了22项关于青春期前和青春期早期青少年力量训练的研究，结果均提示通过力量训练可明显提高肌肉力量。各文献中报道的抗阻训练时间从6周到21个月不等，大部分维持8~12周，每周训练2~3次。其中约一半的研究报道了具体的训练强度，范围都在50%~85%1 RM之间，其中以75%1 RM最多。同时也指出，一旦参与者停止训练，其肌肉力量随即下降。

Truth等^[7]对7~10岁肥胖女孩进行非随机抗阻训练研究，实验持续5个月，每周3天，每天20 min，训练内容包括6种上身训练，2组12次，和1种下肢训练，2组15次，强度逐渐加至70%1 RM。结果表明：运动干预组的卧推1 RM增加了19.6%，蹬腿1 RM增加了20%，伸膝肌力增加了35%。Faigenbaum等^[8]对一组13岁男孩进行了9周非随机渐进性抗阻训练的研究，每周2次，每次90 min。每次训练以10 min的热身练习开始，接着进行2~3种杠铃举重，并进行系列抗阻训练，包括杠铃深蹲、俯卧屈腿、卧推、宽握下拉、坐式划船机练习，以及上臂弯举和颈后臂屈伸等，每次训练重复3组，杠铃举重每组1~4次，抗阻训练每组12~15次。该计划使男孩的腿力增加了19%，上肢力量增加了15%。

由此可见，体力活动与儿童青少年的肌肉力量关系非常明显。无论儿童、青春期前或青春早期的青少年，每周2~3次的抗阻训练都能明显提高肌肉力量，对生长发育不会产生负面影响^[6]。这种促进作用没有性别差异，研究中大多都是针对白种孩子，且其家庭的经济状况并未调查，因此不同种族和社会经济状况对这种促进作用的影响也暂时无法评价。

1.3 体力活动与身体成分的关系

身体成分指标包括体重指数（BMI）、去脂体重、脂肪量、体脂百分比、皮褶厚度等，很多数值随着年龄的增长及生长发育的变化而变化。因此，很难将体力活动对身体成分的影响从生长发育中区分开来。

生长发育过程中身体成分指标总体呈现以下变化趋势，BMI在婴儿和儿童早期呈下降趋势，在5~7岁时达到最低点，在儿童后期及青春期一直上升。去脂体重的增长趋势与身高相似，在青春期表现为激增，而脂肪量的增长基本与年龄的增长保持一致。体脂百分比在儿童期增加，男孩在青春期降低，而女孩在青春期则一直保持一个较慢的速度增长。性别对BMI的影响几乎可以忽略，儿童期对去脂体重和脂肪量的性别影响也很小，但青春期的影响较大（男孩的去脂体重大，女孩的脂肪量大）。性别对体脂百分比的影响从儿童一直到青春期都一样，对女孩的影响始终大于男孩。

1.3.1 体力活动与身体成分关系的横向研究和前瞻性队列研究

大部分横向研究运用了对比和回归的方法，研究对象以正常体重、超重和肥胖混合研究为主。多项研究结果显示，体力活动与BMI、体脂率、体脂量和皮褶厚度存在低到中度的相关性。一项训练控制研究通过让肥胖或超重青少年参与规律的体力活动，每周3~5次，每次30~60 min中等到高强度运动后，其全部脂肪包括内脏脂肪都减少了。尽管

各种研究中使用了不同的测量和评价体力活动的方法，但结论还是基本一致的，即青少年参加体力活动越多，特别是高强度的体力活动，脂肪量就越低^[1,9]。

前瞻性队列研究的设计复杂，且有时候也非常难解释，但是几个趋势是非常明显的：

（1）基于学校开展的“儿童青少年心血管健康干预”（CATCH）对干预对象的BMI和皮褶厚度并没有产生影响^[10,11]。

（2）尽管临床上认为体力活动的效应是可以积累的，但“护士健康研究II期”（Nurses' Health Study II）对子代的研究显示，体力活动对BMI的影响并不像预期那么明显^[12,13]。

（3）一项研究表明参与体力活动的孩子与不参与体力活动的孩子相比，其脂肪反弹期会推后，但这种现象是否为个例，文中并未说清楚^[14]。

（4）一项研究中考虑了体成分变化与年龄变化的关系，结果提示体力活动的增加可能会调节男孩在儿童期过渡到青春期时的脂肪增加^[15]。

1.3.2 对正常体重、超重或肥胖儿童的实验研究

对正常体重或超重儿童的研究以持续活动和耐力运动为主。一项研究^[16]提示，经过10个月持续活动的干预后，研究对象的体脂率明显下降，而另两项，分别持续10个月和2年以高冲撞运动干预后，研究对象的体重和体脂量都没有影响。有一项研究，其参与者平均BMI指数达到国际肥胖组织所制定超重标准，研究者选择了大剂量、中等到高强度的体力活动，每天80 min，每周5天，持续8个月^[18]，结果显示，参与者总体呈现体脂率小幅下降，其中，参与度高者BMI略有上升，体脂率明显下降。

虽然体力活动对超重或肥胖儿童身体成分影响的研究结果有些不同，但是大部分结果显示，通过锻炼可使超重或肥胖孩子的BMI和体脂率下降。体力活动对体脂率和内脏组织脂肪影响研究较多的是以Gutin为首的科研小组^[16,18,19,20]，其结果也较一致，大部分研究采用连续、大量的有氧运动，每周3~5次，每次30~60 min。仅有两项力量训练研究显示体力活动对青少年肥胖的影响甚小^[7,21]。研究结果出现差异的原因，可能来自于研究对象的年龄范围不同及生长发育的特点不同，也可能是研究中使用的体力活动类型不同，如耐力运动促进机体脂肪量的消耗，而高冲撞运动则对增加机体瘦体重有更明显的作用。

综上所述，在体重正常的孩子中，经常进行体育锻炼的孩子，其体脂肪要少于缺乏体育锻炼的孩子。但是让正常体重孩子增加体育锻炼对脂肪的影响相对较小。而对于超重或肥胖的孩子，连续大运动量的有氧运动，每周3~5次，每次30~60 min，持续8周以上，能明显降低体脂率和内脏脂肪量。年龄、性别、发育水平、种族及社会经济地位对体力活动和肥胖关系的影响在本综述涉及的研究中并未充分考虑。研究仅对年龄本身和发育水平分别进行了不同的分析，但对于由年龄和发育水平造成的影响，尚不能下结论。

1.4 体力活动对心血管功能及代谢水平的影响

体力活动可以通过增强体质、减少脂肪来影响心血管功能及代谢水平，还能预防心血管疾病和II型糖尿病。因此，相关的研究主要集中在两个疾病危险因子上，即空腹胰岛素、类脂和炎性标记物。一些新研究已开始深入到体力活



动对机体影响机制的研究,如体力活动对心脏副交感神经活动、终末器官评价参数(如血管内皮功能,左心室形态及功能,动脉硬化度及颈动脉内膜厚度)等方面的影响。

随机对照实验显示体力活动可以降低全身和内脏脂肪,进而改善了脂肪过多这一不健康状态,值得注意的是,体力活动降低了因脂肪过多而继发的各种疾病的发病风险。

由于肥胖度是评价体力活动与风险预测相关性的指标之一,因此很多随机对照实验的研究对象都选取了肥胖患者。这些针对肥胖者的实验数据显示:持续2~8个月的体力活动干预可明显改善心血管功能和代谢健康,指标包括胰岛素敏感性、血脂水平、炎症指标、血管内皮功能、心脏副交感神经活动和颈动脉内皮厚度等^[20, 22]。最为显著的结果是:体力活动能使患有血脂异常的青少年血脂指标恢复正常^[22, 23]。此外,通过参加学校体力活动干预的肥胖青少年,除了改善体质、降低空腹胰岛素水平并减少脂肪外,在暑期中虽然没有进行规律的体力活动但体重没有反弹^[24],这个研究结果提示长期规律的体力活动具有长期效应。

目前,关于普通青少年人群体力活动对脂肪量或疾病风险状况有益的研究数据很少,可能是因为大部分研究中采用的体力活动量过小。为了预防皮下及内脏脂肪增多,青少年可能需要每周进行300 min以上中等到高强度的体力活动^[16]。一项研究让青少年按照这个运动计量执行,结果研究对象的脂肪量减少,但是其疾病风险因素并未明显改变^[18]。这可能说明青少年需要维持几年以上的正常体脂水平才能清楚地观察脂肪与疾病风险因素之间的关系。

几项观察及实验研究推测:如果在儿童时期即开始保持大运动量和中高强度的体力活动,并延续至成人期,可以使机体维持一个良好的状况,减少器官终末端损伤,降低心血管疾病和II型糖尿病的发病率和死亡率。总体来说,研究表明:青少年每天保持至少1 h中到高强度体力活动可帮助其降低患心血管疾病和II型糖尿病风险,体力活动的运动量或强度越大,受益越大。

很少有人对体力活动和年龄、发育状况、性别、种族和社会经济地位间的相互作用进行研究。综上所述,青少年体力活动与心血管功能及代谢健康具有非常明显的关系。且存在某种量效关系,即体力活动水平越高则心血管功能及代谢水平的健康程度越高,但精确的运动量大小目前仍不明确。

1.5 体力活动与骨骼健康的关系

骨骼健康包括骨矿物质含量、骨密度、骨面积、骨硬度、骨形状及韧性、骨膜周径等指标,体力活动对青少年骨骼健康影响的研究可能涉及其中一项或多项指标。

体力活动是否有成骨作用取决于外界负荷的强度大小、负荷的动态情况、负荷承受程度以及一次负荷的持续时间^[25]。相较于有重力支撑的运动(如自行车、游泳等),从事类似于对地面有反向作用力(Ground-reaction force,GRF)的运动(如跑、跳)或高强度的关节应力(如举重)等身体负重的体力活动可以通过对骨骼造成压力而产生增加骨矿物质含量的效果,进而有效降低骨质疏松的发病风险。研究发现进行小负荷或者GRF约为自身体重(Body weight,BW)3倍的体力活动可以有效改善骨骼矿物质含量。一项对照研究显示,相较于仅在体

育课上进行一般体力活动(GRF小于5倍BW)的自然生长对照组,短时间GRF大于5倍BW的体育锻炼可以有效改善青少年股骨和胫骨的骨矿物质含量。多数相类似的研究通常采用每周3天^[17, 27-30],持续时间在6到20个月左右的运动干预。

机械负荷对骨骼的影响受到年龄和发育程度的影响(激素的水平),尤其是在骨矿物质含量速增时期。MacDonald及其同事对青春期前的孩子进行了16周的干预研究,通过外周骨定量CT(pQCT)检测,发现男孩胫骨末端的骨强度有提高,而女孩则没有变化^[31]。对正处于青春期前和青春期的儿童青少年,体力活动可能对成长期骨量峰值的提高具有潜在的促进作用,而那些不运动的孩子往往欠缺这方面的认识。在美国各个年龄段的青少年都缺乏足够的体力活动,长此以往,将会对他们未来的骨骼健康造成疾病隐患。然而,从公共健康的长远角度来说,为即将步入或已经在青春期的青少年提供这类建议却很难。

体力活动和骨健康的关系受年龄和发育状况的影响。很多研究提示:无论男孩女孩,体力活动对骨矿物质含量产生最佳促进作用的时期是在青春期早期和月经初潮前期。在骨矿物质含量增长敏感期(女孩12.7岁,男孩14.1岁),运动多的孩子在含量的增长上要高于运动少的孩子。无论男孩女孩,体力活动都可以促进骨健康。由于大部分研究只检测了白人孩子或是研究中根本没有介绍研究对象的种族问题,因此种族对该关系的影响信息极少。大多数发表的文章没有提供研究对象的经济状况的数据,因此也很难说经济状况的差别是否对这种关系有影响。

综上所述,骨负重的体力活动可提高骨矿物质含量及骨密度,特定的负重活动还可同时影响肌肉力量,且每周进行3次或以上的运动效果明显。强度则建议为中等到高强度GRF,或以1 RM的百分比来衡量。但对运动形式和剂量的比较非常难,在一项研究中针对不同运动剂量的比较研究也很少,由此建议今后需加强对运动剂量的研究。

1.6 体力活动与心理健康的关系

尽管儿童青少年的精神负担较小,但精神紊乱及相关症状的发病率已引起人们的重视。关于体力活动对儿童青少年心理健康的影响,将通过随机对照试验和纵向队列研究进行简单综合的叙述。

1.6.1 抑郁症

Crews的一项随机实验对66名西班牙裔四年级的孩子进行12周的干预^[32],有氧运动组进行每周3天,每天20 min,心率保持在134次/min的体力活动,该作者认为中等到高强度的体力活动干预可减轻抑郁症状。Annesi及其同事^[33]对90名9~12岁的孩子进行12周非随机干预研究,发现抑郁症状明显减轻而情绪明显改善。但关于运动与抑郁症的量效关系或不同运动项目对抑郁症影响的相关研究目前还很少。

有3项横向研究都证实体力活动和抑郁症状之间具有负相关关系。Parfitt和Eston^[34]对70名10岁的孩子进行了体力活动和抑郁的关系研究,用计步器来测定体力活动量,用儿童抑郁量表测定抑郁症状,结果显示体力活动和抑郁症状具有负相关关系($r=-0.60$)。Pastor及其同事^[35]则通过对1 038名高中生的研究提示:体育运动与抑郁症状具有负



相关关系 ($r=-0.14$)。一个专家小组的横向研究数据证实体力活动与抑郁症呈弱的负相关。

1.6.2 焦虑

多数研究者同时也研究了体力活动与焦虑的关系。上述 Parfitt 的研究还显示, 体力活动与焦虑呈负相关 ($r=-0.48$); Pastor 的结果显示两者之间存在较小但是关系明显的负相关 ($r=-0.07$); 相反的, Crews 的实验结果则显示对焦虑症状并没有改变; 专家小组的研究则表明体力活动能有效降低焦虑症状测量得分。

1.6.3 学习成绩

1项前瞻性队列研究观察了214名六年级的孩子, 数据显示体力活动达到2010年健康人体力活动标准的孩子在学业分值上要高于同龄未达到标准的孩子^[37]。Filed及其同事^[38]通过一项横向研究报道体力活动与学分积点存在正相关。尽管将学习时间改成了活动时间, 他们也并未发现学习成绩退步的现象^[39, 40]。

1.6.4 自尊和自我认识

DeBate及其同事^[41]对322名8~12岁的女孩进行“女孩跑步计划”对自尊的评估。计划中体力活动每周进行2天, 每天60 min, 自尊则通过罗森伯格自尊量表测量, 结果显示研究对象的自尊心明显增强。Dishman及其同事^[42]通过对1250名12年级女孩的研究, 报道自我认识与体力活动具有明显的关系。

除了小群体研究对年龄和性别进行分析, 大部分相关研究中的儿童青少年年龄跨度较小, 且有些只涉及单个性别, 因此要分析年龄和性别的影响非常难。对各个年龄组的研究都报道了有利的影响, 但在单个研究中并没有进行对比分析。相同的, 大部分研究也未对种族或社会经济状况进行分析, 因此, 要推论这些因素对体力活动与心理健康关系的影响非常难。

综上所述, 儿童青少年时期的体力活动可促进多种心理健康, 包括焦虑、抑郁、自尊和自我认识。由于方法的不同以及干预试验量的不足, 还难以推理出具体的量效关系。

2 小结

儿童青少年小组委员会通过汇总了诸多文献资料(包括观察性研究和实验性研究), 用来支持体力活动对儿童青少年身体健康具有促进作用的相关结论。衡量运动对身体健康有益的具体指标包括: 体质改善(心肺健康和肌肉力量), 身体脂肪减少, 心血管和代谢疾病风险预测良好, 骨骼健康加强以及抑郁和焦虑症状减轻等。

对于改善健康的体力活动类型和运动量, 则根据所需改善的健康因素不同而异。由于目前科学水平有限, 要对青少年改善身体健康所需具体最小或最佳的体力活动剂量下结论还很难。但就现有研究材料来看, 小组委员会建议每天进行60 min或更长时间的中等到高强度的体力活动, 对大多数儿童和青少年的健康均有益。此外, 小组委员会还推荐了使儿童青少年能广泛改善身体健康的体力活动类型: 抗阻训练以增强躯干和四肢大肌群的肌肉力量, 高强度的有氧运动以改善心肺健康并降低心血管和代谢疾病风险, 负重活动以提高骨骼健康, 并要求每周至少进行3天。

3 展望

通过综述过往的研究显示: 对青少年体力活动的健康促进研究非常必要, 并且在以下问题上需要更加深入的研究:

(1) 确定儿童青少年时期防止脂肪过度增长的体力活动类型和运动量。

(2) 建立儿童青少年体力活动与骨骼健康关系的量效关系。

(3) 儿童青少年维持心血管和代谢健康的最佳体力活动类型和运动量。

(4) 体力活动对儿童青少年的课堂行为和学习成绩是否具有影响。

(5) 影响儿童青少年体力活动与身体成分、心血管和代谢健康、骨骼健康及心理健康的年龄、发育水平、种族和社会经济状况的范围。

参考文献:

- [1] Ara I, Vicente-Rodriguez G, Jimenez-Ramirez J, Dorado C, Serrano-Sanchez JA, Calbet JA. Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys. *Int.J.Obes. Relat Metab Disord.* 2004 Dec;28(12):1585-1593.
- [2] Ara I, Vicente-Rodriguez G, Perez-Gomez J, Jimenez-Ramirez J, Serrano-Sanchez JA, Dorado C, Calbet JA. Influence of extra-curricular sport activities on body composition and physical fitness in boys: a 3-year longitudinal study. *Int.J.Obes. (Lond)* 2006 Jul;30(7):1062-1071.
- [3] Dollman J, Ridley K. Differences in body fatness, fat patterning and cardiorespiratory fitness between groups of Australian children formed on the basis of physical activity and television viewing guidelines. *J.Phys.Act. Health* 2006;3(2):191-199.
- [4] Shephard RJ. Effectiveness of training programmes for prepubescent children. *ports Med.* 1992 Mar;13(3):194-213.
- [5] Payne VG, Morrow JR, Jr. Exercise and VO₂ max in children: a meta-analysis. *Res. Q. Exerc. Sport* 1993 Sep;64(3):305-313.
- [6] Malina RM. Weight training in youth-growth, maturation and safety: an evidence-based review. *Clin.J.Sport Med.* 2006 Nov;16(6):478-487.
- [7] Treuth MS, Hunter GR, Pichon C, Figueroa-Colon R, Goran MI. Fitness and energy expenditure after strength training in obese prepubertal girls. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1998 Jul;30(7):1130-1136.
- [8] Faigenbaum AD, McFarland JE, Johnson L, Kang J, Bloom J, Ratamess NA, Hoffman JR. Preliminary evaluation of an after-school resistance training program for improving physical fitness in middle school-age boys. *Percept.Mot.Skills* 2007 Apr;104(2):407-415.
- [9] Forshee RA, Anderson PA, Storey ML. The role of beverage consumption, physical activity, sedentary behavior and demographics on body mass index of adolescents. *Int.J. Food Sci.Nutr.*



- 2004 Sep;55(6):463-478.
- [10] Luepker RV, Perry CL, McKinlay SM, Nader PR, Parcel GS, Stone EJ, Webber LS, Elder JP, Feldman HA, Johnson CC, et al. Outcomes of a field trial to improve children's dietary patterns and physical activity. The Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health. CATCH collaborative group. *JAMA* 1996 Mar 13;275(10):768-776.
- [11] Nader PR, Stone EJ, Lytle LA, Perry CL, Osganian SK, Kelder S, Webber LS, Elder JP, Montgomery D, Feldman HA, et al. Three-year maintenance of improved diet and physical activity: the CATCH cohort. *Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health. Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 1999 Jul;153(7):695-704.
- [12] Berkey CS, Rockett HR, Field AE, Gillman MW, Frazier AL, Camargo CA, Jr., Colditz GA. Activity, dietary intake and weight changes in a longitudinal study of preadolescent and adolescent boys and girls. *Pediatrics* 2000 Apr;105(4):E56.
- [13] Berkey CS, Rockett HR, Gillman MW, Colditz GA. One-year changes in activity and in inactivity among 10-to 15-year-old boys and girls: relationship to change in body mass index. *Pediatrics* 2003 Apr;111(4 Pt 1):836-843.
- [14] Moore LL, Gao D, Bradlee ML, Cupples LA, Sundarajan-Ramamurti A, Proctor MH, Hood MY, Singer MR, Ellison RC. Does early physical activity predict body fat change throughout childhood? *Prev. Med.* 2003 Jul;37(1):10-17.
- [15] Mundt CA, Baxter-Jones AD, Whiting SJ, Bailey DA, Faulkner RA, Mirwald RL. Relationships of activity and sugar drink intake on fat mass development in youths. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2006 Jul;38(7):1245-1254.
- [16] Barbeau P, Johnson MH, Howe CA, Allison J, Davis CL, Gutin B, Lemmon CR. Ten months of exercise improves general and visceral adiposity, bone, and fitness in black girls. *Obesity. (Silver Spring)* 2007 Aug;15(8):2077-2085.
- [17] MacKelvie K, McKay HA, Khan KM, Crocker PR. A school-based exercise intervention augments bone mineral accrual in early pubertal girls. *J. Pediatr.* 2001 Oct;139(4):501-508.
- [18] Yin Z, Gutin B, Johnson MH, Hanes J, Jr., Moore JB, Cavnar M, Hornburg J, Moore D, Barbeau P. An environmental approach to obesity prevention in children: Medical College of Georgia FitKid Project year 1 results. *Obes. Res.* 2005 Dec;13(12):2153-2161.
- [19] Gutin B, Cucuzzo N, Islam S, Smith C, Stachura ME. Physical training, lifestyle education, and coronary risk factors in obese girls. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1996 Jan;28(1):19-23.
- [20] Gutin B, Owens S, Slavens G, Riggs S, Treiber F. Effect of physical training on heart-period variability in obese children. *J. Pediatr.* 1997 Jun;130(6):938-943.
- [21] Truth MS, Hunter GR, Figueroa-Colon R, Goran MI. Effects of strength training on intra-abdominal adipose tissue in obese prepubertal girls. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1998 Dec;30(12):1738-1743.
- [22] Ewart CK, Young DR, Hagberg JM. Effects of school-based aerobic exercise on blood pressure in adolescent girls at risk for hypertension. *Am. J. Public Health* 1998 Jun;88(6):949-951.
- [23] Kang HS, Gutin B, Barbeau P, Owens S, Lemmon CR, Allison J, Litaker MS, Le NA. Physical training improves insulin resistance syndrome markers in obese adolescents. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002 Dec;34(12):1920-1927.
- [24] Carrel AL, Clark RR, Peterson S, Eickhoff J, Allen DB. School-based fitness changes are lost during the summer vacation. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 2007 Jun;161(6):561-564.
- [25] Turner CH, Robling AG. Designing exercise regimens to increase bone strength. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2003 Jan;31(1):45-50.
- [26] Heaney RP, Abrams S, Wason-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V, Weaver C. Peak bone mass. *Osteoporos. Int.* 2000; 11(12):985-1009.
- [27] MacKelvie KJ, Khan KM, Petit MA, Janssen PA, McKay HA. A school-based exercise intervention elicits substantial bone health benefits: a 2-year randomized controlled trial in girls. *Pediatrics* 2003 Dec;112(6 Pt 1):e447.
- [28] MacKelvie KJ, Petit MA, Khan KM, Beck TJ, McKay HA. Bone mass and structure are enhanced following a 2-year randomized controlled trial of exercise in prepubertal boys. *Bone* 2004 Apr; 34(4):755-764.
- [29] McKay HA, Petit MA, Schutz RW, Prior JC, Barr SI, Khan KM. Augmented trochanteric bone mineral density after modified physical education classes: a randomized school-based exercise intervention study in prepubescent and early pubescent children. *J. Pediatr.* 2000 Feb;136(2):156-162.
- [30] MacKelvie KJ, McKay HA, Petit MA, Moran O, Khan KM. Bone mineral response to a 7-month randomized controlled, school-based jumping intervention in 121 prepubertal boys: associations with ethnicity and body mass index. *J. Bone Miner. Res.* 2002 May;17(5):834-844.
- [31] MacDonald HM, Kontulainen SA, Khan KM, McKay HA. Is a school-based physical activity intervention effective for increasing tibial bone strength in boys and girls? *J. Bone Miner. Res.* 2007 Mar;22(3):434-46.
- [32] Crews DJ, Lochbaum MR, Landers DM. Aerobic physical activity effects on psychological well-being in low-income Hispanic children. *Percept. Mot. Skills* 2004 Feb;98(1):319-324.
- [33] Annesi JJ. Correlations of depression and total mood disturbance with physical activity and self-concept in preadolescents enrolled in an after-school exercise program. *Psychol. Rep.* 2005 Jun;96(3 Pt 2):891-898.
- [34] Parfitt G, Eston RG. The relationship between children's habitual activity level and psychological well-being. *Acta Paediatr.* 2005 Dec;94(12):1791-1797.
- [35] Pastor Y, Balaguer I, Pons D, Garcia-Merita M. Testing direct and indirect effects of sports participation on perceived health in Spanish adolescents between 15 and 18 years of age. *J. Adolesc.* 2003 Dec;26(6):717-730.
- [36] Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM, et



- al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J. Pediatr.* 2005 Jun;146(6):732-737.
- [37] Coe DP, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Med.Sci.Sports Exerc.* 2006 Aug;38(8):1515-1519.
- [38] Field T, Diego M, Sanders CE. Exercise is positively related to adolescents' relationships and academics. *Adolescence* 2001;36(141):105-110.
- [39] Taras H. Physical activity and student performance at school. *J.Sch Health* 2005 Aug;75(6):214-218.
- [40] Tomporowski PD, Davis CM, Miller PH, Naglieri JA. Exercise and children's intelligence, cognition and academic achievement. *Educ.Psychol.Rev.* 2007.
- [41] DeBate RD, Thompson SH. Girls on the Run: improvements in self-esteem, body size satisfaction and eating attitudes/behaviors. *Eat.Weight.Disord.* 2005 Mar;10(1):25-32.
- [42] Dishman RK, Hales DP, Pfeiffer KA, Felton GA, Saunders R, Ward DS, Dowda M, Pate RR. Physical self-concept and self-esteem mediate cross-sectional relations of physical activity and sport participation with depression symptoms among adolescent girls. *Health Psychol.* 2006 May;25(3):396-407.

(责任编辑: 何聪)

(上接第56页)

- [43] Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane.Database.Syst.Rev.* 2003;(4):CD000340.
- [44] Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: a review of the epidemiologic evidence. *J.Am.Geriatr.Soc.* 2000 Aug;48(8):883-93.
- [45] Oakley A, Dawson MF, Holland J, Arnold S, Cryer C, Doyle Y, Rice J, Hodgson CR, Sowden A, Sheldon T, et al. Preventing falls and subsequent injury in older people. *Qual.Health Care* 1996 Dec;5(4):243-249.
- [46] Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, Ory MG, Sattin RW, Tinetti ME, Wolf SL. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques.* *JAMA* 1995 May 3;273(17):1341-1347.
- [47] Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, Devlin N. Preventing injuries in older people by preventing falls: a meta-analysis of individual-level data. *J.Am.Geriatr.Soc.* 2002 May;50(5):905-911.
- [48] Wu G. Evaluation of the effectiveness of Tai Chi for improving balance and preventing falls in the older population--a review. *J.Am.Geriatr.Soc.* 2002 Apr;50(4):746-754.
- [49] Gardner MM, Buchner DM, Robertson MC, Campbell AJ. Practical implementation of an exercise-based falls prevention programme. *Age Ageing* 2001 Jan;30(1):77-83.
- [50] Robertson MC, Campbell AJ. What type of exercise reduces falls in older people? In: MacAuley D, Best TM, editors. *Evidence-based Sports Medicine.* 2nd ed. Oxford: Blackwell; 2007. p. 135-166.
- [51] Li F, Harmer P, Fisher KJ, McAuley E, Chaumeton N, Eckstrom E, Wilson NL. Tai Chi and fall reductions in older adults: a randomized controlled trial. *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.* 2005 Feb;60(2):187-194.
- [52] Voukelatos A, Cumming RG, Lord SR, Rissel C. A randomized, controlled trial of tai chi for the prevention of falls: the Central Sydney tai chi trial. *J.Am.Geriatr.Soc.* 2007 Aug;55(8):1185-1191.

(责任编辑: 何聪)