

体力活动与骨骼、关节和肌肉健康

王晶晶

摘要: 长期规律的体力活动可预防骨质疏松性骨折, 有利于改善脊柱和髋关节骨密度, 增加肌肉总量、肌力和肌肉爆发力, 且不会使无关节损伤史的人发生骨关节炎。而对于骨关节炎患者来说, 中等强度、低冲击性的体力活动有利于改善症状和预后。总体而言, 目前已有的绝大部分研究证实, 体力活动对骨骼、关节和肌肉的健康具有积极影响。

关键词: 体力活动; 骨质疏松性骨折; 骨密度; 骨关节炎; 肌肉含量; 肌力; 肌肉爆发力

中图分类号: G804 文献标识码: A 文章编号: 1006-1207(2011)01-0044-07

Physical Activity and Musculoskeletal Health

WANG Jing-jing

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

Abstract: Long-term regular physical activity may prevent osteoporotic fractures, improve the bone density of spine and hip joint and increase muscle mass, muscle strength and force-generating capacity. And it will not cause osteoarthritis to those who have not suffered joint injuries before. As to the patients of osteoarthritis, physical activity of moderate intensity and low impact is helpful to improving symptoms and prognosis. Generally speaking, most of the researches prove that physical activity plays a positive role in keeping health of bone, joint and muscle.

Key words: physical activity; osteoporotic fractures; bone density; osteoarthritis; muscle mass; muscle strength; force-generating capacity

肌肉骨骼健康委员会在《2008 美国体力活动指南》第五部分第五章重点讨论了体力活动对骨、关节和肌肉健康的重要作用。报告围绕体力活动对骨质疏松性骨折的防治及对骨密度的影响, 对骨关节炎或其他风湿症的防治作用, 从肌肉含量和肌力、肌肉爆发力的影响 3 个方面分别对体力活动与骨骼、关节、肌肉健康的影响进行了综合阐述。

1 体力活动与骨骼健康的研究进展

骨质疏松是最常见的骨骼疾病, 研究发现, 缺乏体力活动可能导致骨质疏松的发生。2002 年, 美国 50 岁以上人群中约 780 万女性和 230 万男性患有骨质疏松, 此外, 约 2 180 万女性和 1 180 万男性因骨量偏低而存在发生骨质疏松的隐患。因此, 大量关于体力活动与骨骼健康的研究重点集中于体力活动与骨质疏松的关系。

1.1 体力活动与骨质疏松性骨折的发生

1.1.1 体力活动与不同部位骨折发生风险相关性

研究普遍认为, 体力活动与降低骨折风险呈正相关, 但当涉及具体部位的骨质疏松性骨折时, 各种研究对体力活动与不同部位骨折发生风险的相关性的结论却并不一致。

专注于髋关节骨折的研究一致认为, 体力活动与降低髋关节骨折的发生率呈正相关。有关的研究种类包括前瞻性队列研究和病例对照研究, 其中前瞻性队列研究对不同水平的体力活动进行预测, 并跟踪观察一段时间, 观察运动后是否会发生骨折; 而病例对照研究则选择已被诊断为骨折的病例

与对照组进行对比, 探讨各组发生骨折前的体力活动情况。各研究均将对象按运动量进行了分级, 并发现当把运动量最少的组作为对照组时, 大多数运动组发生髋关节骨折的风险显著减少; 而当把运动量最多的组作为对照组时, 运动量最少的组的髋关节骨折的发病风险增加^[1]。

与髋关节骨折相似, 脊柱骨折同样具有较高的致残率和死亡率。目前关于体力活动与脊柱骨折(或变形)的发生是否有关的研究结论并不一致。中等强度体力活动可降低 65 岁以上女性脊柱骨折的发生风险^[2]。一个小型的前瞻性试验发现参加过一项背部拉伸练习项目的女性, 在 8 年后脊柱骨折的发生率 (1.6%) 要显著低于对照组 (4.3%)^[3]。但另一项研究发现, 从事剧烈的体力活动会增加中青年男性脊柱畸形的危险^[4]。

腕关节是骨质疏松性骨折的常发部位。一项持续 25.2 年的健康研究发现, 体力活动可以降低腕关节骨折发病风险^[5]。曾经是优秀运动员在 50 岁以后腕关节骨折的发病率 (0.75%) 要低于同年龄对照组 (3.5%)^[6]。

此外, 关于身体其他部位骨折、长期负重部位骨折、骨质疏松性骨折或疲劳性骨折的研究普遍认为, 体力活动有利于降低骨折的发生风险。

1.1.2 体力活动与骨折发生风险的量效关系

部分研究把体力活动通过运动频率、持续时间和 / 或强度进行量化后评估了体力活动与骨折的量效关系。有些研究发现了增大体力活动量和减少骨折发生危险的直线相关的趋势, 并提出可显著减少骨折风险的最小运动量为: 至少 9~

收稿日期: 2010-10-15

作者简介: 王晶晶, 女, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向: 国民体质研究。

作者单位: 上海体育科学研究所, 上海 200030



14.9 MET·h/周的体力活动, 大于等于4 h/周的步行^[7], 高于1 290 kcal的体力活动^[7], 以及大于等于1 h/周的体力活动^[8,9]。这些水平的运动可以显著减少骨折发生风险的33%~41%, 且随着体力活动水平的提高, 可相应地降低骨折发生风险的36%~68%。

当按照运动量将活动等级分为不运动组、一般运动组和大量运动组3级进行分析后, 发现体力活动与降低骨折发生风险呈量效关系^[5,7]。即使那些未发现这种显著线性相关的研究, 也报告了大量运动组骨折发生率的下降(20%~70%)。

运动量的变化同样与骨折的发生有关。对于曾从事大运动量户外工作的中老年男性和女性, 那些减少运动量超过2.5年以上的人, 骨折的发生率是持续保持运动量者的2.5倍(RR=2.7)^[10]。而Danish^[11]的纵向人群调查中, 日常体力活动从适度体力活动转为久坐的人群, 骨折发生风险有所增加(RR=1.53), 但是从久坐转为大量运动的人群, 骨折发生风险反而显著增加(RR=1.73)。

1.1.3 体力活动与不同性别人群骨折发生风险的相关性研究

所有单独涉及男性或女性的研究都一致认为, 体力活动可减少骨折发生的风险。相反的, 那些同时涉及男、女性别的研究却并未得出一致的结论。

相较于只关注女性或男性的研究, 同时涉及男性和女性的研究, 结果间存在较大的不一致。可能由于这些研究仅仅通过不同的强度将体力活动进行分类(如轻=一般步行; 中等=快速步行; 强=慢跑)或单纯依靠能量代谢当量(METS)分类, 却并未考虑强度的性别差异。其实, 在相同年龄段的男女中, 进行指定的步行运动或者指定的MET等级的运动时, 女性的心血管系统比男性的承受更大的压力, 因为女性的最大摄氧量更低。同样, 当女性进行类似的活动时也会承受更大的骨骼压力, 因为女性骨骼的大小和矿物质含量更低。

因此, 相同的运动量在男、女中可能属于不同的运动等级。如快走对于老年男性而言是中等强度运动, 而对于老年女性而言可能是大强度运动。对体力活动与骨折的相关性进行研究时, 仅进行粗略的运动强度分类方法(如小、中、大强度)还远远不够。

1.1.4 其他组织关于预防骨质疏松性骨折的体力活动建议

美国运动医学学会(ACSM)、美国健康协会(AHA)^[12,13]以及全美膳食指南^[14]最近建议, 参加以下水平运动量的体力活动可降低骨折发生危险, 包括: 大于等于9 MET·h/周的体力活动; 大于等于4 h/周的步行和大于等于1 290 kcal每周的体力活动。

1.1.5 小结

ACSM在体力活动与骨骼健康的综述中提到^[15], 体力活动可以通过一方面促进骨骼代谢(身体负重的耐力和阻力活动), 另一方面降低跌倒风险(阻力、平衡和灵活性活动), 进而降低骨折发生风险。体力活动与骨折(特别是髌关节骨折)风险存在负相关(如增加体力活动可减少骨折风险), 并且存在量效反应关联, 如较大运动量的体力活动可以更好地预防骨折的发生。目前无法确定可能可以有效预防骨折的体力活动的种类和量等具体指标。基于流行病学研究的结果显示, 与降低骨折风险有显著性关联的体力活

动的量包括: 至少9~14.9 MET数小时/周的体力活动, 多于4 h/周的步行, 至少1 290 kcal/周的体力活动或多于1 h/周体力活动。

1.2 体力活动对骨密度的影响

骨密度是反映骨骼健康、评定骨质疏松程度、预测骨折风险的最可靠的指标。因此, 对体力活动与骨密度的关系研究同样是体力活动与骨骼健康研究领域的一大热点。

1.2.1 体力活动对不同部位骨密度的影响

由于对髌关节和脊柱骨折的研究具有非常重要的临床意义, 因此有关骨密度的研究也主要集中于腰椎和股骨颈等这些重要部位。不考虑人群或运动种类的差异, 多数研究认为运动可以以每年1%~2%的速度显著改善腰椎的骨密度。其中, 一例元分析报告, 运动对腰椎骨密度的改善效果高达10.7%^[16]。而体力活动对股骨颈骨密度的改善作用为每年0.5%~1.4%。

元分析研究大致认同这种体力活动对腰椎的改善作用。尽管每年1%~2%的改善速度似乎有点小, 但这个速度大约可以阻止绝经后女性和老年男性1~4年的骨质流失。

大鼠试验中观察发现, 少于1年的体育运动所致的骨密度增长, 似乎并不能在长时间的运动锻炼中维持稳定^[17]。动物实验显示, 骨量只有在负荷刺激逐渐增加的情况下才能继续增加。但对于人类而言, 却不可能在长时间的训练刺激下不断地增加运动负荷。

1.2.2 体力活动对不同性别人群骨密度的影响

多数研究证实, 成年女性和男性通过体育锻炼均可增加在临床上有重要意义的骨骼部位的骨密度。

由于女性极易在绝经后因骨量流失、骨密度下降而发生骨质疏松, 因此大部分研究重点关注了绝经后女性的骨密度。多数研究证实了体力活动对绝经后女性腰椎和股骨颈骨密度的改善作用。而对于绝经前女性, 体力活动同样对其重要部位的骨密度具有积极影响。

关于体力活动对男性骨密度影响的研究要少于女性。尽管对已有的文献进行元分析时并未发现体力活动与骨密度的明显相关性, 但通过年龄进行亚组分析后发现体力活动对改善31岁以上男性的骨密度具有积极作用; 通过身体部位进行亚组分析后发现, 体力活动对腰椎、股骨颈的骨密度有显著性改善作用。

1.2.3 不同体力活动对骨密度的影响

部分研究分析了耐力训练(如有氧练习)和抗阻训练(如举重)等不同的体育锻炼种类对骨密度的影响。其中单纯的耐力训练对腰椎和髌关节骨密度具有明显的改善作用。如Kelley等^[18]认为抗阻练习对总体(包括腰椎、桡骨和股骨)骨密度具有显著性改善(0.7%), 但耐力训练却没有这种积极作用。而Wallace等研究^[19]发现耐力训练和抗阻训练对绝经后女性腰椎、股骨颈骨密度以及绝经前女性腰椎骨密度同样具有显著的改善作用。

1.2.4 体力活动与骨密度的量效关系

对不同运动计划(如持续时间、强度、拉伸)进行回归或相关分析, 并未发现体力活动与骨密度的高低有量效关系。但一个大型随机对照试验(N=140)发现, 抗阻训练对绝经后女性骨密度的影响, 即负重力量的大小与骨密度的改变呈正相关^[20]。



1.2.5 其他组织关于改善骨密度的体力活动建议

ACSM综合评估了各种关于体力活动与骨骼健康的综述及研究结论后建议,成人应该每周进行3~5天的负重耐力运动,以及每周2~3天的中到大强度抗阻运动,以增加或者防止骨量的过度流失。

对一般大众而言,通常推荐其进行有规律性的负重和肌肉拉伸练习从而降低跌倒和骨折的风险,但相关的研究却缺少关于运动种类和时间的具体建议。

1.2.6 小结

研究并未发现体力活动与骨密度存在量效关系。但对脊椎和髋关节等重要部位而言,体力活动可增加其骨密度或延缓骨密度的流失。相较于不运动组,持续近一年的体力活动可以每年近似增加1%~2%的骨密度或延缓同水平的骨密度的流失,且所有负重耐力和抗阻训练均可使骨密度上升。

2 体力活动与关节健康的研究进展

关于关节健康,集中讨论了骨关节炎(osteoarthritis, OA),并重点讨论了具有高发病率的下肢骨关节炎。多于4 600万(约占总人口比例的22%)美国人患有骨关节炎或其他风湿性疾病,其中约40%的人的活动因该病而受到限制。OA常发于膝盖和髋关节,临床特点包括关节疼痛、肿胀、僵硬和变软。研究发现,体力活动和OA存在潜在的复杂关联,适当的关节应力有利于关节健康,而过分的关节应力可能促发OA。

2.1 体力活动对预防骨关节炎发生的影响

已知OA的主要诱因包括遗传、老龄、女性、关节损伤史、职业负荷和体重过重。关于关节退化的磨损理论提示,关节软骨的过度负荷,如大强度体力运动以及每日从事职业的体育运动,可能引发OA的病理生理进程。但仍有一些水平的体力活动对关节健康是有益的。因此,《2008美国体力活动指南》建议的运动水平,是可以保证关节健康并将外力对关节的潜在危害性降到最小的。

2.1.1 不同运动项目对预防OA发生的影响

步行对关节健康具有潜在的保护作用。一例对照研究依照关节应力的量将体力活动进行了分类,结果发现,参与低关节应力体力活动(包括步行、自行车和游泳)的女性相较于不运动的女性有更低(42%)的膝关节和髋关节OA的发病风险(OR=0.58)^[21]。

部分人群中因长时间参与高冲击性体育运动而被评定为中度OA风险(见表1)。关节冲击力较强的项目(橄榄球、田径和足球等)的高水平竞技运动员在训练多年后比非运动员有更高的膝关节和髋关节OA的发病风险。表1中所示的可能增加运动员OA发生风险的运动,同样可能造成运动员的关节损伤,而这些运动所致的关节损伤,同样是OA发病的重要诱因。此外,长期进行膝盖弯曲、久跪、扭转运动的工作,或者需要高负重(如举扛重物)的工作,以及参与中到大强度身体活动的人,都可能因为长期的累积效应增加下肢OA的发病风险。

2.1.2 体力活动对不同人群预防OA的作用

2.1.2.1 性别差异

对于大多数种类的OA来说,女性有更高的发病率。这

表1 文献中提及的与骨关节炎相关的体力活动或休闲活动
Table 1 Physical Activity or Leisure Activity Mentioned in the Guidelines concerning Osteoarthritis

与OA发生有关的体力活动	与OA发生无关的体力活动
芭蕾和现代舞	越野滑雪
定向跑	跑步
田径	游戏
美式橄榄球	自行车
澳式橄榄球 1	团队运动
团队运动	排球
篮球	棒球
足球	步行
冰球	体操
拳击	网球(髋/膝关节)
举重	攀岩
摔跤	
网球	

是因为与男性相比,女性通常有更小的支持髋关节和膝盖的复合腿部肌肉力量、有不同的生物学的结构、有更高比例的肥胖流行率、会参加更多类型的体力活动、在相同的运动后受伤的风险也不同,所有的这些因素都能够影响和身体活动有关的OA的发生风险,并提示体力活动与OA的关系是与性别有关的。

研究认为,体力活动对女性髋关节和膝部的保护作用比男性更强。Roger^[21]和Manninen^[22]均认为:长期进行低水平或高水平的体力活动均能够保护女性以预防其发生OA,但只有高水平的累积的体力活动才能对男性关节起到保护作用。

2.1.2.2 超重和肥胖

超重以及过度肥胖的人在训练和休闲体力活动中因身体负重而对关节产生了更大的负面影响,进而潜在地增加了OA的患病风险。研究已证实,体重指数(BMI)的升高可独立预测OA的发生,并且体力活动不能显著地降低这种原因导致的OA^[23]。但体力活动对减肥和维持正常体重有重要作用,目前尚没有证据认为普遍推荐的体力活动量会增加超重和肥胖人群OA的发生风险。

2.1.2.3 受伤史

关节损伤史是OA的一个公认和独立的风险因素。与没有受过伤的运动员相比,有过严重关节损害的运动员,例如有过十字韧带断裂并手术重建的运动员,OA发作的年龄大约提前了10年。而参与对关节有较大冲击力的运动项目(如足球),且没有受过大的关节损伤的运动员,却没有更高的OA发生风险。有研究发现,对于没有膝关节炎史的人,长期、规律的步行(至少2 km/周)不会显著增加膝关节炎OA风险^[24]。但在其他的运动项目中(例如,澳式橄榄球),有过膝盖伤害和没有过膝盖伤害的运动员,如用X-射线检测,膝盖OA的风险均有所增加^[23]。

2.1.3 其他组织关于预防骨关节炎的体力活动建议

骨关节炎协会^[25]提出,对于膝盖和髋关节OA来说,运动是一个风险因素,患病风险和运动的频率、持久性、等级有关,但却没有特别强调参加一般的、中等强度的体力



活动对 OA 的影响。同时,骨关节炎协会也指出,相较于运动本身,身体超重和关节受伤史是更危险的 OA 诱因。此外,高水平运动员应该被告知和运动相对应的 OA 的发病风险,注意保护关节以防外伤,并注意维持最佳的体重。

2.1.4 小结

在关节没有受伤的情况下,参加一般推荐的对总体健康有益的体力活动并不会增加 OA 的风险。但是,长期参加一些特定的高水平的对抗性运动(如橄榄球、足球、田径)可能会增加患 OA 的风险。对于经常参加这些类型运动项目,发生 OA 风险较高的人群,应注意保持正常的体重,防止关节损伤,才可能有效预防 OA 的发生。

2.2 体力活动对骨关节炎或者其他风湿症患者的影响

2.2.1 骨关节炎或风湿症的运动处方

肌肉骨骼健康委员会将已有的24篇对骨关节炎或风湿症患者进行运动干预的文献进行统计分析,结果发现涵盖了运动强度(中等强度运动如步行、骑自行车、太极、水上有氧健身操)、运动时间(平均每天51.8 min,平均每周146 min)、运动频率(平均每周2.8天)等在内的8周到104周的运动处方符合目前对关节炎患者的运动建议要求,并对OA或风湿症具有改善作用^[12,13]。

不论单纯的耐力训练、抗阻训练还是二者相结合的联合干预都对 OA 风湿症患者具有积极作用,具体包括减少疼痛,改善肢体功能,增加肌肉力量,改善身体状况及心理健康状况,且不会增加疾病活动或加重症状。

以上多数研究认为每周运动5天,每天活动30 min对大多数患者是可行的。这些研究中的运动处方涉及的运动强度包括中等强度、高强度及低强度运动。虽然对于一些患者能否耐受高强度的活动(如团体活动或网球)目前尚不清楚。但大量研究显示,让风湿性疾病患者参与一些中等强度或低强度的运动(如步行、自行车、太极)是可行的。

2.2.2 体力活动对关节炎或风湿症患者的影响

2.2.2.1 疼痛

最近国际骨关节炎研究学会(OARSI)报告了25条针对膝关节和髋关节OA患者的有据可依的治疗建议^[26],当中提及髋关节和/或膝关节OA患者应该从事有氧、力量和一系列的连续动作练习。OARSI提出的具有镇痛效果的运动包括有氧运动和抗阻运动。

2.2.2.2 生活质量

多数研究对患者生活质量进行了测评,发现运动干预后患者的生活质量得到改善。这种改善包括身体、精神、情绪等各个方面。OA和风湿症患者往往因疼痛活动受限、工作能力丧失、日常活动不能自理等,严重影响生活质量。因此对这类疾病患者的干预结果进行评定时应优先进行生活质量的评定。

2.2.2.3 不良反应

及时发现干预过程中微小的不良反应具有重要意义。多数研究证实,体力活动可使风湿病患者的症状(疼痛、僵硬)得到改善。而在Fransen等^[27]的研究中有2名患者因为膝关节疼痛加重(都是太极组),2名由于背痛(太极组和水疗组各一人)而中止了实验。

总体而言,运动对OA或风湿症患者的不良反应较低,

表明中等强度的运动,例如步行、骑自行车、水疗等,对于该类疾病的患者来说还是比较安全的。但在进行运动干预时仍需注意谨遵“循序渐进”原则。

2.2.3 其他组织关于骨关节炎或风湿症患者的体力活动建议

体力活动对于患有风湿性疾病的成年人有重要的健康意义,它可以减轻其疼痛、改善功能,并降低残疾风险。包括OARSI在内的多个组织都建议,患有骨关节炎的成年人应该参加一些中等强度、低运动量、低风险的运动(步行、自行车、水中运动),如可参加一些力量性运动和耐力性运动,每周大约150 min,在户外或家中进行,每周3到5次,每次30到60 min。

2.2.4 小结

力量或耐力性运动可以给OA或风湿性疾病患者带来特殊的疗效,同时不会引起症状恶化或加重病程。每周大约150 min(每周3到5次,每次30到60 min)低强度的运动可以明显改善OA成年患者的疼痛、身体功能、生活质量和健康状况,同时延缓病情发展。没有研究提出对于久坐不动的OA患者必须禁止其参加体育活动。其实,对这部分患者,可进行一些低强度的、不引起疼痛、不会产生关节损伤风险的运动。

3 体力活动与肌肉健康的研究进展

相较于骨与关节健康,在体力活动咨询委员会报告中关于肌肉健康的讨论并未涉及某种特定的慢性疾病。尽管如此,肌肉的含量和功能仍是引发诸如骨质疏松症、II型糖尿病等慢性疾病的重要的、决定性的因素,同时也是决定身体健康的重要因素。因此,集中讨论了体力活动对肌肉含量、肌力和肌肉爆发力的重要作用。

3.1 体力活动对骨骼肌含量的影响

瘦体重(特别是骨骼肌含量)与健康关系密切。与年龄相关的肌肉量的减少和少肌症,会导致肌力减弱、功能限制和残疾。体力活动不仅可以增加或保持肌肉含量,还对改善身体功能和预防残疾(尤其是对老年人)有益。

3.1.1 体力活动对年轻人肌肉含量的影响

研究已经证实了抗阻训练对健康有积极作用^[28]。对男性和女性进行上、下肢短期抗阻训练的研究发现,肌肉横断面积(cross-sectional area,CSA)与肌力增长具有相关性。

部分实验研究了抗阻训练对不同性别肌肉含量或CSA的差异并发现,男性和女性在短期渐进性抗阻训练后肌肉含量有相似的适应性增长。一项为期16周的四肢高强度抗阻训练研究中^[29],电脑断层扫描(CT)发现男性和女性肌肉CSA的增加具有相似性,分别为17.5%和20.4%。表明抗阻训练对男性和女性的肌力和肌肉体积的增加作用是相似的。

3.1.2 体力活动对年轻人和中老年人肌肉含量影响的差异

虽然抗阻训练干预可以提高中老年肌肉总量和肌纤维CSA,仍有一些证据显示这种提高会随老龄的加重而衰减。一例横向研究指出,进行12~17年抗阻训练的老年组大腿肌肉中段CSA与年轻久坐对照组相似,提示抗阻训练刺激肌肉生长的能力随年龄增长而衰减^[30]。通过4个月的高强度阻力训练后,年轻人大腿中段CSA通常会有16%~23%的增长^[29],



而相似的抗阻运动只会让年老体弱者大腿中段 CSA 增长 2.5%~9.0%。

部分研究对年轻人和老年人肌肉含量的增长进行了比较。Lemmer 等发现对年轻人和中老年人进行抗阻训练后大腿肌肉 CSA 有显著增加,而年轻人增加幅度更大^[31]。另一项对年轻人和中老年非肥胖者的 6 个月的抗阻训练研究发现了相似的结果。这些研究表明,渐进性训练所致的肌肉含量增长可发生于不同年龄段的人群中,但对于老年人(特别是对于高龄老人)这种增幅可能会减弱。

3.1.3 体力活动对中老年人肌肉含量影响的差异

研究已证实渐进性抗阻训练对健康老年人肌肉含量的积极影响。老年人通过 2 年抗阻训练能持续增加肌肉量。

抗阻训练可引起老年男性和女性肌肉量的相似的增幅。而 9 周和 12 周高强度抗阻训练后,老年男性比女性肌肉的增长更明显。细胞水平的研究发现经过 26 周的高强度抗阻训练后老年男性比老年女性 I 型和 II 型肌纤维有更大幅度的增加^[32]。而 Hakkinen 认为,老年男性比老年女性的肌肉 CSA 有相对较小的增加^[33]。尽管研究结果各不一致,但主要的研究结果表明了性别在评价运动所致中老年人肌肉增加反应时起到了相对较小的作用。

3.2 体力活动对肌肉力量和骨骼肌爆发力的影响

3.2.1 体力活动和肌肉力量

各个年龄段的抗阻训练均可直接导致肌力的增长。

短期的体力活动干预研究发现,中年男性及女性在经过递增阻力、耐力和多种有氧/负重训练后肌力有所增加。为更长(4至6个月)的研究发现了肌力的明显增加,而在 8 周复合抗阻和耐力运动实验后增幅更加明显。

在老年组中,研究者采用干预时间较长的抗阻训练、复合耐力训练、耐力/平衡力、或耐力/力量/平衡力/协调能力/灵活性的复合干预方法发现,体力活动可以对抗机体衰老造成的身体机能的下降,进而促进肌肉力量的增长。而相较于抗阻训练引起的肌力增加,机能训练在抵消身体机能衰退方面效果更佳。

短期(8~12周)的运动干预同样可以使老年人肌力增长。一项持续 12 周、对老年人进行递增性的抗阻练习的研究在不同的时间点发现了肌力的线性增长^[34]。

部分研究发现了高强度递增抗阻练习和功能能力的量效反应相关性。此外,6 个月低强度的抗阻同样引发了肌力的增长。

3.2.2 体力活动与肌肉爆发力

肌肉爆发力(肌肉力量产生的速度)在功能性独立和预防跌倒(尤其是老年人跌倒)方面具有重要作用。随着年龄增长,肌肉爆发力的降低比等动和等长肌力的下降更加迅速。而作为预测老年人身体活动能力、功能灵活性和跌倒风险的重要指标,肌肉爆发力可以比肌力更好地评价身体活动的受限程度,并与身体活动受限的老年人自述的残疾状态呈负相关。

体力活动对肌力和肌肉爆发力的作用效果并不一致。在一篇对疗养院人群^[35]进行的研究中,递增性抗阻训练使肌力增长超过了 100%,但是只有 28% 的楼梯攀爬使肌肉爆发力得到了增加。而 Skelton 等发现,老年女性在进行 12 周传统

抗阻练习后,腿部肌力增长 22%~27%,腿部伸肌爆发力却没有显著性增长^[36]。Fielding 等对比了老年残疾女性高速下肢抗阻练习和传统慢速抗阻练习的差异^[37],结果发现高速训练组人员的下肢蹬踏爆发力有高达 84% 的增幅,高速抗阻练习可比低速抗阻练习更显著地改善肌肉爆发力。集中于改善老年人下肢肌肉爆发力的运动干预已被证明是可长时间坚持、安全并且有效的。

在不依赖特定的抗阻训练仪或等速肌力测试仪的情况下,部分试验对改良的健美操和增强性训练(如跳跃)、爬楼梯、负重练习等强调爆发力的不同运动方式进行了对比研究。Bean 等发现与步行组相比较时,负重爬楼梯老人组腿部爆发力增长了 17%,楼梯攀爬爆发力增加了 12%。

3.2.3 小结

特定的体力活动方式和强度可以保持或增加肌肉质量、力量和爆发力。一些证据表明,通过抗阻训练能增加因年龄增长而衰减的骨骼肌含量。特定类型的活动可以有效地提高瘦体重、肌力和肌肉爆发力。具体来说,定期规律性参加(每周 2~4 次)、高强度(60%至 80% × 1 RM)、渐进性的抗阻训练可能会使肌肉大小和力量的改变。耐力活动没有被证明能增加肌肉含量和质量,但可能参与减缓肌肉质量和力量的衰退。肌肉爆发力可能是评价老年人身体机能的重要因素,并有证据表明高速和低阻的抗阻训练可以最大限度地改善肌肉爆发力,并因此有益于改善老年人的身体机能。

4 研究前景

4.1 体力活动与骨折的相关研究中运动强度和量需要更细致的划分

由于相同的运动量对于不同个体而言可能意味着不同的运动强度。目前大部分研究对于体力活动与骨骼健康的相关性研究,都只按运动量进行粗略的分组(如小、中、大强度),未来的研究应该考虑到在相同运动量下,个体性别和年龄的差异,从而对运动的强度和量进行更细致的划分。

4.2 运动对骨密度影响研究的跟踪时间有待延长至 1 年以上

近期的研究显示,1 年体力活动干预所致的骨密度增长,可通过规律的锻炼持续多达 4 年。但目前大多数关于体力活动与人体骨密度关系研究的周期都小于等于 1 年。长期的体力活动是否可以引起人体骨密度的持续变化并不知晓。

4.3 将体力活动对心血管系统和肌肉骨骼的影响分开研究

由于多数运动干预手段太过关注体力活动对心肺系统的影响而忽略了负重体力活动对骨骼和关节的影响。例如,慢跑和游泳可能由于其对心血管的影响被定级为同样 MET 水平的运动,但这两项运动对肌肉、骨骼和关节负重的差异却很容易被忽略。未来的研究应该集中在从体力活动对心血管影响中分离出对肌肉骨骼的影响研究,尝试区分包括较大关节负重体力活动在内的不同体力活动与增加 OA 风险的相关性。

5 结论

体力活动有益于肌肉和骨骼健康。

体力活动与髋关节和脊柱骨折呈负相关。体育锻炼可能增加脊柱和髋关节的骨密度或延缓骨密度的流失;可以增加



肌肉总量、力量和爆发力。如果没有主要关节的损伤,规律的中等强度体力活动不会促进OA的发展。对患有OA的成人,参与中等强度、低冲击力的体力活动可以改善疾病(如疼痛、功能和生活品质)。

关于体力活动对成人男女骨骼肌影响的研究跨越了相当大的一个年龄段。部分研究认为,体力活动的量与髋关节骨折风险存在量效关系,而且肌肉质量和力量随运动强度的增加而增长。高强度和/或低速抗阻练习对增加骨密度以及肌力和肌肉爆发力有效。耐力训练,尤其是自然状态下的高强度练习对肌肉总量和肌力的影响甚微,但负重的耐力训练却可以改善骨密度并防止其流失。在排除重要关节损伤的前提下,通常推荐的对整体健康有益的、规律的、中到大强度的体育锻炼不会增加OA发生的风险。

6 缩略词

ACSM, The American College of Sports Medicine, 美国运动医学学会

CSA, cross-sectional area, 肌肉横断面积

MET, metabolic equivalent, 代谢当量

OA, osteoarthritis, 骨关节炎

OARSI, Osteoarthritis Research Society International, 国际骨关节炎研究学会

OR, odds ratio, 让步比

RR, risk relative, 相对风险

参考文献:

[1] Michaelsson K, Olofsson H, Jensevik K, Larsson S, Mallmin H, Berglund L, Vessby B, Melhus H. Leisure physical activity and the risk of fracture in men. *PLoS.Med.* 2007 Jun;4(6):e199.

[2] Gregg EW, Cauley JA, Seeley DG, Ensrud KE, Bauer DC. Physical activity and osteoporotic fracture risk in older women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Ann.Intern.Med.* 1998 Jul 15;129(2):81-88.

[3] Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P, Gelzcer R, Mullan BP, Collins DA, Hodgson SF. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone* 2002 Jun;30(6):836-841.

[4] Silman AJ, O'Neill TW, Cooper C, Kanis J, Felsenberg D. Influence of physical activity on vertebral deformity in men and women: results from the European Vertebral Osteoporosis Study. *J.Bone Miner.Res.* 1997 May;12(5):813-819.

[5] Thorpe DL, Knutsen SF, Beeson WL, Fraser GE. The effect of vigorous physical activity and risk of wrist fracture over 25 years in a low-risk survivor cohort. *J.Bone Miner.Metab* 2006; 24(6):476-483.

[6] Nordstrom A, Karlsson C, Nyquist F, Olsson T, Nordstrom P, Karlsson M. Bone loss and fracture risk after reduced physical activity. *J.Bone Miner.Res.* 2005 Feb;20(2):202-207.

[7] Feskanich D, Willett W, Colditz G. Walking and leisure-time activity and risk of hip fracture in postmenopausal women. *JAMA*

2002 Nov 13;288(18):2300-2306.

[8] Farahmand BY, Persson PG, Michaelsson K, Baron JA, Alberts A, Moradi T, Ljunghall S. Physical activity and hip fracture: a population-based case-control study. Swedish Hip Fracture Study Group. *Int.J.Epidemiol.* 2000 Apr;29(2):308-314.

[9] Kanis J, Johnell O, Gullberg B, Allander E, Elffors L, Ranstam J, Dequeker J, Dilsen G, Gennari C, Vaz AL, et al. Risk factors for hip fracture in men from southern Europe: the MEDOS study. Mediterranean Osteoporosis Study. *Osteoporos.Int.* 1999; 9 (1): 45-54.

[10] Herala M, Kivela SL, Honkanen R, Koski K, Laippala P, Luukinen H. Recent decline in heavy outdoor work activity predicts occurrence of fractures among the homedwelling elderly. *Osteoporos.Int.* 2002 Jan;13(1):42-47.

[11] Hoidrup S, Sorensen TI, Stroger U, Lauritzen JB, Schroll M, Gronbaek M. Leisuretime physical activity levels and changes in relation to risk of hip fracture in men and women. *Am.J. Epidemiol.* 2001 Jul 1;154(1):60-68.

[12] Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, Macera CA, Castaneda-Sceppa C. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med.Sci.Sports Exerc.* 2007 Aug;39(8):1435-1445.

[13] Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med.Sci.Sports Exerc.* 2007 Aug;39(8): 1423-1434.

[14] U.S.Department of Health and Human Services and U.S.Department of Agriculture. Dietary Guidelines for Americans. 6th ed. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office; 2005.

[15] Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med.Sci.Sports Exerc.* 2004 Nov; 36(11):1985-1996.

[16] Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise and bone mineral density in men: a metaanalysis. *J.Appl.Physiol* 2000 May;88 (5):1730-1736.

[17] Cussler EC, Going SB, Houtkooper LB, Stanford VA, Blew RM, Flint-Wagner HG, Metcalfe LL, Choi JE, Lohman TG. Exercise frequency and calcium intake predict 4-year bone changes in postmenopausal women. *Osteoporos.Int.* 2005 Dec;16(12): 2129-2141.

[18] Kelley GA. Exercise and regional bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analytic review of randomized trials. *Am.J Phys.Med.Rehabil.* 1998 Jan;77(1):76-87.

[19] Wallace BA, Cumming RG. Systematic review of randomized trials of the effect of exercise on bone mass in pre- and postmenopausal women. *Calcif.Tissue Int.* 2000 Jul;67(1):10-18.

[20] Cussler EC, Lohman TG, Going SB, Houtkooper LB, Metcalfe LL, Flint-Wagner HG, Harris RB, Teixeira PJ. Weight lifted in



- strength training predicts bone change in postmenopausal women. *Med.Sci.Sports Exerc.* 2003 Jan;35(1):10-17.
- [21] Rogers LQ, Macera CA, Hootman JM, Ainsworth BE, Blairi SN. The association between joint stress from physical activity and self-reported osteoarthritis: an analysis of the Cooper Clinic data. *Osteoarthritis.Cartilage.* 2002 Aug;10(8):617-622.
- [22] Manninen P, Riihimaki H, Heliovaara M, Suomalainen O. Physical exercise and risk of severe knee osteoarthritis requiring arthroplasty. *Rheumatology.(Oxford)* 2001 Apr;40(4):432-437.
- [23] Deacon A, Bennell K, Kiss ZS, Crossley K, Brukner P. Osteoarthritis of the knee in retired, elite Australian Rules footballers. *Med.J.Aust.* 1997 Feb 17;166(4):187-190.
- [24] Sutton AJ, Muir KR, Mockett S, Fentem P. A case-control study to investigate the relation between low and moderate levels of physical activity and osteoarthritis of the knee using data collected as part of the Allied Dunbar National Fitness Survey. *Ann.Rheum.Dis.* 2001 Aug;60(8):756-764.
- [25] Vignon E, Valat JP, Rossignol M, Avouac B, Rozenberg S, Thoumie P, Avouac J, Nordin M, Hilliquin P. Osteoarthritis of the knee and hip and activity: a systematic international review and synthesis (OASIS). *Joint Bone Spine* 2006 Jul;73(4):442-455.
- [26] Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, Abramson S, Altman RD, Arden N, Bierma-Zeinstra S, Brandt KD, Croft P, Doherty M, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis.Cartilage.* 2008 Feb;16(2):137-162.
- [27] Fransen M, Nairn L, Winstanley J, Lam P, Edmonds J. Physical activity for osteoarthritis management: a randomized controlled clinical trial evaluating hydrotherapy or Tai Chi classes. *Arthritis Rheum.* 2007 Apr 15;57(3):407-414.
- [28] Kraemer WJ, Fleck SJ, Evans WJ. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exerc.Sport Sci.Rev.* 1996;24:363-397.
- [29] Cureton KJ, Collins MA, Hill DW, McElhannon FM, Jr. Muscle hypertrophy in men and women. *Med.Sci.Sports.Exerc.* 1988; 20(4):338-344.
- [30] Klitgaard H, Mantoni M, Schiaffino S, Ausoni S, Gorza L, Laurent-Winter C, Schnohr P, Saltin B. Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiol Scand.* 1990 Sep;140(1):41-54.
- [31] Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS, Martel GF, Hurlbut DE, Metter JE, Fozard JL, Fleg JL, Hurley BF. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med.Sci.Sports Exerc.* 2001;33(4):532-541.
- [32] Bamman MM, Hill VJ, Adams GR, Haddad F, Wetzstein CJ, Gower BA, Ahmed A, Hunter GR. Gender differences in resistance-training-induced myofiber hypertrophy among older adults. *J.Gerontol.A.Biol.Sci.Med.Sci.* 2003;58(2):108-116.
- [33] Hakkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Malkia E, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J.Appl.Physiol* 1998 Apr;84(4):1341-1349.
- [34] Sousa N, Sampaio J. Effects of progressive strength training on the performance of the Functional Reach Test and the Timed Get-Up-and-Go Test in an elderly population from the rural north of Portugal. *Am.J.Hum.Biol.* 2005;17(6):746-751.
- [35] Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, Roberts SB, Kehayias JJ, Lipsitz LA, Evans WJ. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N.Engl.J.Med.* 1994 Jun 23; 330(25):1769-1775.
- [36] Skelton DA, Young A, Greig CA, Malbut KE. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *J.Am.Geriatr.Soc.* 1995 Oct; 43(10):1081-1087.
- [37] Fielding RA, LeBrasseur NK, Cuoco A, Bean J, Mizer K, Fiatarone Singh MA. High velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J.Am.Geriatr.Soc.* 2002;50 (4):655-662.

(责任编辑: 何聪)