

健身工作模式研究进展述评

曹春梅¹, 肖崇瑶¹, 朱为模²

(1.清华大学 体育部, 北京 100084; 2.伊利诺伊大学香槟分校 运动学与社区健康系, 厄巴纳 61801)

摘 要: 通过对健身工作模式提出以来的相关研究成果进行系统梳理, 总结健身工作 4 个方面主要内容: 能量代谢、工作效率、心理健康和适用性。结果发现: 与坐姿工作模式相比, 健身工作模式能够大幅度提高个体的能量代谢水平, 对改善办公室人群的健康状况具有积极意义; 健身工作模式会使个体的打字能力、鼠标使用效率、数学计算能力和转录能力有所下降, 但对实际工作效果的影响非常小; 健身工作模式能够改善办公室人群的心理健康水平, 降低工作压力并提高工作效率。虽然使用中存在一些困难, 但健身工作模式仍然能够用于办公室工作场合。

关 键 词: 体育社会学; 健身工作模式; 体力活动; 能量代谢; 工作效果; 心理健康; 述评
中图分类号: G80-05 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2017)04-0057-06

Fitness working mode research progress review

CAO Chun-mei¹, XIAO Chong-yao¹, ZHU Wei-mo²

(1.Department of Physical Education, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2.Department of Kinesiology and Community Health, University of Illinois at Urbana-Champaign Urbana 61801, USA)

Abstract: By systematically collating related research achievements made since the putting forward of “fitness working mode”, the authors summed up 4 main contents of fitness working: energy metabolism, working efficiency, mental health and applicability, and revealed the following findings: as compared with sitting working mode, fitness working mode can greatly increase individuals’ energy metabolism level, having positive significance for improving the health condition of office people; although fitness working mode will somewhat lower individuals’ typing ability, mouse using efficiency, mathematical computation ability and transcription ability, its effect on the actual working effect is very little; fitness working mode can improve the mental health level of office people, decrease working stress and increase working efficiency; although there are some difficulties in use, fitness working mode can still be used in an office working environment.

Key words: sports sociology; fitness working mode; physical activity; energy metabolism; working effect; mental health; review

2010 年中国第 3 次国民体质监测公报显示: 成年人超重率和肥胖率为 32.1%和 9.9%, 老年人超重率和肥胖率为 39.8%和 13.0%, 并呈现出持续增长的态势。超重和肥胖对人体健康产生不良影响, 研究发现肥胖会导致糖尿病、哮喘、心血管疾病、骨关节炎和高血压等疾病^[1]。虽然导致肥胖的因素很多, 但最主要的还是饮食摄入能量过多和日常体力活动量不足。当个体摄入的能量与消耗未能达到平衡时, 超重和肥胖就成

了必然结果^[2]。研究发现, 肥胖个体平均每天比正常个体多坐 2.5 h, 导致肥胖人群的日消耗能量更低^[3], 这也加剧了脂肪的积累。20 年来随着科技的发展, 人们的工作和生活方式发生了重大改变, 尤其是计算机的发明, 使办公室人群的绝大多数工作时间成为坐在电脑前工作的模式, 导致他们的日常活动量大幅度减少。日常活动量减少后的最直观结果是加速了人体脂肪堆积, 使得超重和肥胖的人数比例逐年递增^[4]。另外, 长时间保

收稿日期: 2016-10-18

基金项目: 北京市青年英才计划(YETP0150); 清华大学自主科研计划(2011WKYB021)。

作者简介: 曹春梅(1978-), 女, 副研究员, 研究方向: 运动生物力学。E-mail: caocm@tsinghua.edu.cn

持坐姿工作还会导致各种潜在肌肉疾病和代谢疾病^[1]。研究发现, 95%的工作时间保持坐姿的人患肌肉劳损的数量要比经常变换姿势的人多很多^[5]。Hamilton 等^[11]的研究发现, 长时间坐姿会上调特定分子的生理、生化反应, 进而导致人体代谢紊乱。

为了改善当前人们工作时坐姿时间过长的现状, 许多健康领域的学者致力于研究设计各种方法来提高办公人群的活动量。一方面, 许多计算机工作站设计者将注意力集中于减少坐姿状态下人体对局部肌肉和骨骼的压迫^[6], 但这并不能解决由于日常体力活动量不足导致的各种健康问题。另一方面, 健康促进者制定许多运动计划, 例如办公室工间操、闲走、爬楼梯等活动。然而, 这些活动对办公室人群来说也有不足之处。Green 等^[7]进行了一个基于工作的体力活动干预研究, 鼓励员工设置一个周活动量目标并实现它。参与研究的受试者认识到, 繁忙的工作和家庭生活是阻碍他们提高日常体力活动量的主要因素。该研究结果与 Kruger 等^[8] 2004 年进行的健康生活方式调查的分析结果相一致。鉴于人们很难找到工作以外的时间进行体力活动, 那么一种可能的方法就是在工作时增加低强度的体力活动。1989 年 Edelson^[9]最先提出将跑步机与工作集成在一起的概念。近年来随着人类健康状况的恶化, 提高个体日常活动量已成为亟待解决的重要问题, 学者们逐渐开始关注一种能够提高个体体力活动量的新型办公模式——健身工作模式, 同时相关研究也成为办公室健康领域的热点。本研究试图对健身工作模式的相关研究进行分析并梳理已取得的研究成果, 分析研究中存在的问题和未来研究的方向, 为促进办公室人群的健康研究提供参考。

1 健身工作模式概念

对许多人来说, 即使各种运动计划植入到办公过程中, 但坐姿状态仍然占据了办公室人群的绝大部分工作时间, 导致这些运动计划并不能得到良好的贯彻执行, 而且忙碌的工作安排和家庭生活也同时影响着这些运动计划的执行, 使人们无法真正提高自身的体力活动量^[8]。针对这种情况, Edelson^[10]最先提出了将跑步机与办公室工作相结合的想法。他设计了一个隔断式办公桌, 桌面高度可调, 办公桌下面放置一台跑步机, 使用者可以选择坐着办公也可以选择边走边办公。Edelson 的设计初步实现了办公与运动相结合的功能, 为增加办公室人群的体力活动量提供了一种有效的手段和方法, 对改善办公室人群的健康状态具有积极的促进作用。

健身工作模式在大众健康领域还是一个崭新的理

念, 学者们虽然有相近的想法却还没有形成统一概念, 在研究中的用词也一般都结合自己的设计。截至目前, 使用过的词有运动环境(active condition)^[9]、走步办公桌(walk-and-work desk)^[11]、办公室平步装置(desk office-place stepping device)^[12]、走路工作模式(walking workstation)^[13]、跑步机工作模式(treadmill workstation)^[14]、健身工作模式(active workstation)^[15]和走步工作站(walkstation)^[16]。走步是最先被整合到办公室工作中的运动, 然后是平步装置和功率自行车。根据现有文献描述的各种运动与工作相结合的环境, 可以发现这种新型办公模式具有如下特点: 为办公室人群提供了一个边运动边工作的环境; 没有干扰人们的正常工作; 没有增加办公空间; 深受雇员们的喜爱。根据这些特点, “健身工作模式”一词能贴切地表述这种新型的办公模式, 可以将其定义为一种将体力活动植入办公室环境, 使人们可以在工作的同时进行体力活动的新型办公模式。

2 健身工作模式研究进展

通过对 PubMed、SPORT Discuss、Web of Science、ProQuest、Science Direct 和 Scopuse 6 个数据库的检索(截止至 2016 年 11 月), 共检索到与健身工作模式相关的实验研究论文 34 篇, 研究内容主要包括 4 个方面: 能量消耗的变化、对工作效果的影响、对心理状况的影响和适用性。

2.1 能量代谢

到目前为止, 关于能量代谢水平的研究结论较为一致, 即与坐姿工作模式相比健身工作模式能够大幅度提高个体的日常体力活动量。研究发现, 当个体采用健身工作模式时, 若其走步速度为 1 mi/h(1.6 km/h), 那么其能量消耗是坐姿工作模式的 2.5 倍。Levine 等^[11]发现, 个体坐着工作时平均能量消耗为 72 kcal/h(千卡每小时, 1 kcal=4.186 kJ), 而使用健身工作模式(自主选择走步速度 1.1 mi/h)平均能量消耗为 191 kcal/h, 增量约为 119 kcal/h。McAlpine 等^[12]的研究结果表明, 健身工作模式使用平步装置时, 能量消耗比坐姿工作高 289 kcal/h。另外 Cox 等^[17]比较了健身工作模式和坐姿工作模式的气体代谢水平, 发现以 1 mi/h 速度边走边工作时个体的代谢速率明显高于坐姿工作情况(健身工作模式 7.0~8.1 mL/(kg·min), 坐姿工作 3.3 mL/(kg·min)。Elmer^[18]、Carr^[19]和 Bergman^[20]等的研究发现, 自行车工作模式下个体的能量消耗是坐姿工作模式的 2.5 倍。

走步数量和走步时间也是一些学者用来评估健身工作模式能量消耗水平的重要途径。Thompson 等^[13]的

研究发现,当将健身工作模式提供给雇员后,雇员在工作时间(09:00—16:00)的日走步数量平均增加 2 000 步,相当于日能量消耗增加 100 kcal。而且,另外两项研究的测量结果更为客观,使用者日走步数量增加到 6 111 步或 2 728 步^[21]。对于走步时间,DiCello^[16]发现个体使用健康工作模式后每日的体力活动时间增加 271.80 min。John^[21]、Koeppe^[22]和 Bouchard^[23]等分别展开了 9、12 和 13 个月的长期跟踪研究,发现长时间使用健身工作模式,可使个体走步时间比坐姿工作时每日约多 52~91 min。Cao 等^[24]对前期实验研究结果进行 Meta 综合分析,发现健身工作模式对个体能量代谢的影响非常大($t=1.47$, $P<0.01$)。

2.2 对工作效果的影响

由前述能量代谢水平研究结果来看,毫无疑问健身工作模式的应用能够较大幅度提高个体的日常体力活动量。那么接下来就需要考虑这种工作模式对个体工作效率的影响,是起到了积极的促进作用还是降低了工作效率?如果降低了个体工作效率,主要体现在哪些方面,又有多大程度的影响?这些问题的答案将直接影响人们对健身工作模式的使用热情。虽然目前的研究还未能准确地回答上述问题,但我们仍然可以从获取许多有益的结论。由于存在职业、专业、分工等多方面的差异,办公室人群从事的工作内容复杂多样,即使同一个人一天内所从事的工作也会有差异,导致对工作量进行量化评估非常困难。因此,目前关于健身工作模式对工作效果的影响研究所应用的方法,主要是通过模拟某一种工作内容或能力,以测量健身工作模式和传统工作模式下工作效果的差异。

1)健身工作模式对打字效果的影响。

打字作为办公室工作的重要内容之一,首先受到广大学者的关注。除 Edelson^[9]外,其他人的研究认为,健身工作模式会使打字速度下降 2.3%~9%,同时打字准确性也有所下降,约为 3.6%,而且运动强度也会对打字能力产生影响^[14, 25-26]。Funk^[27]的研究发现,当走步速度为 1.4 mi/h 时打字速度下降率最小,约为 2.3%。但是,Straker^[25]的研究表明走步速度与打字速度的下降无关,且边骑自行车边工作对打字速度的影响较边走步边工作小。打字速度的下降幅度与受试者的年龄和训练强度有关;年轻的受试者在使用健身工作模式时打字速度下降较少,而年龄大的则下降幅度较大^[27]。对于运动强度,Funk^[27]发现走步速度为 1.4 mi/h 时,个体打字速度下降幅度最小,约为 2.3%。Cao 等^[24]进行的 Meta 分析发现,健身工作模式对个体打字速度产生中等程度的影响($t=0.54$, $P<0.01$)。

健身工作影响个体打字效率的原因,可能是双任

务执行过程中的干涉作用。个体在健身工作过程中同时执行两个任务——走步和打字,两个任务使用同一个大脑资源。个体把走步作为第 1 任务,当第 1 任务占用的资源较多时,必然会影响第 2 任务(打字)的执行效果。但令人欣慰的是,通过锻炼双任务执行能力能够得到大幅度提升^[28-30]。Funk^[27]的研究也发现经过 45 min 的训练,个体的打字速度明显提升。

2)健身工作模式对键盘鼠标效率的影响。

健身工作运动方式对鼠标点击精度有非常大的影响。边走路边工作时,鼠标点击精度和键盘鼠标综合效率下降 8%~15%^[14, 25],而边骑自行车边工作时这两项指标的下降率只有 3%~5%^[25]。键盘鼠标综合效率下降,其主要原因可能来自于鼠标点击精度的下降,因为边走步边工作时鼠标点击精度下降 8%~14%。Dufek^[31]在对执行鼠标任务的研究中却发现,健身工作不会降低完成鼠标的的时间。

与打字能力相比,鼠标使用效果和键盘鼠标综合效果下降的幅度更多,其中尤以鼠标点击精度最为明显,这可能是由于打字和鼠标点击所需的手眼协调策略不同导致的。第一,鼠标点击所需的精度控制能力高于打字;第二,鼠标点击所需的手眼协调能力高于打字^[32-33]。锻炼方式也会影响健身工作模式的工作效果,这一点在鼠标使用效果和键盘鼠标综合效果上表现的更为明显^[25]。与边走步边工作模式相比,边骑自行车边工作引起的打字能力、鼠标点击、键盘鼠标综合效果 3 个方面的下降率都非常小。原因可能是骑自行车时个体躯干更加稳定,即骑自行车时是保持坐姿状态,躯干运动幅度较小。

3)健身工作模式对工作内容的的影响。

在所有办公室工作的模拟内容中,转录工作(将录音转成文字稿)受健身工作模式影响最大。测试结果表明,坐姿工作模式下的转录速度比边走步边工作时快 16%^[34];转录精度在两种情况下没有显著性差异,而且健身工作模式下转录的错误略少于坐姿工作模式。Ohlinger^[15]使用数字手指敲击测验(Digital Finger Tapping test)方法评估了健身工作模式对运动能力的影响,已有研究证明数字手指敲击测验是测量运动速度和控制能力的一种既可靠又有效的方法。结果表明,健身工作模式会使运动能力下降 2.4%。另外,研究发现健身工作模式会使人的数学计算能力下降 11%^[14]。

4)健身工作模式对工作效率影响的评估。

既然健身工作模式影响了打字能力、鼠标点击效果、数学计算和转录能力,那么在实际工作中又会对工作效果产生多大的影响呢?研究中,打字速度在坐姿工作模式时约(每分钟正确字数量)为 50.3,虽然在健

身工作模式下有所下降,但是仍然能够达到47.3。以日常工作中电子邮件为例,Ostrach^[35]的研究发现,个体在用电子邮件进行沟通时的打字速度(每分钟正确字数)为38~43,低于健身工作模式下的最大速度。这就说明,即使个体的工作效果受到健身工作模式的影响,但在实际应用中影响要小得多。虽然,健身工作模式对综合工作效率的影响还未有明确结论,但即使对工作效率有影响,其为健康带来的收益完全能够弥补这一不足^[20]。

2.3 健身工作模式对心理健康的影响

体育运动与个体心理、工作质量和效率的正相关关系已经得到充分证明^[36],因此健身工作模式能够为个体带来心理健康的收益。Ohlinger^[15]、Carr^[19]和Larson^[37]等分别以公司员工、教师和青年人为对象,研究健身工作模式对个体认知能力和注意力的影响,结果发现健身工作模式对认知能力和注意力没有影响。LeMoynes^[38]以大学生为研究对象却发现,健身工作模式能够使个体的回忆能力和注意力有短时的提高;Alderman^[39]对个体使用健身工作模式时对阅读能力影响的研究,发现这种工作方式没有降低个体的阅读速度以及阅读精度,Thompon^[34]的研究也证明个体在使用健身工作模式时不会降低翻译速度和准确性;Sliter^[40]以180名大学生为对象展开关于心理收益的研究则发现,健身工作模式能够降低压力和工作倦怠感,提高感觉唤起和工作满意度。另有研究证明,健身工作模式能够使个体上肢肌肉处于更健康的状态^[41]。

2.4 健身工作模式的适用性

作为一种能够提高个体日常体力活动量的潜在方法,健身工作模式的适用性是其能否在实践中得到广泛应用的重要因素之一。Thompson等^[13]在梅奥诊所用3台跑步机构建了健身工作环境,25名诊所的雇员作为受试者参与该研究,研究人员让受试者在工作时间自主选择是否使用健身工作模式。4周后,受试者就其使用情况回答调查问卷(10个问题)。结果显示,在诊所这种环境中能够使用健身工作模式,绝大多数人表示如果环境允许会选择使用健身工作模式。当被问及疲劳感觉时,回答的差异性很大;有些人感觉使用健身工作模式后工作疲劳感降低,而有些人感到疲劳感提高。在另一项研究中,受试者感到使用健身工作模式后精力更加旺盛了^[34]。Zylstra^[42]发现,使用者非常享受这种积极锻炼的感觉,而且感觉较以往更好。

即使受试者对健身工作模式有很大热情,但使用过程中仍然出现一些不适。一部分受试者表示使用健身工作模式后感到更加疲惫^[34],还有人觉得影响了工作效果,为没能全身心投入到工作中而感到不安^[42]。

在一些人的认知中,一边健身一边工作属于一心两用,会对工作效率尤其是一些需要集中注意力、聚精会神操作的工作干扰较大。事实上,研究已经发现健身工作模式对工作效果的实际影响与受试者的自我感觉有较大差异。当打字速度下降6%时,受试者感觉速度下降率为17%,而当实际错误率为3%时,受试者感觉到的错误率达到26%^[25]。

3 健身工作模式研究展望

随着计算机功能的强大,越来越多的工作依赖于计算机,使得在办公室工作人群的比例也越来越高,久坐办公也逐渐受到人们的关注^[43]。将体力活动植入办公环境的理念,被认为是解决办公时间体力活动不足的一种有效方法。目前在能量代谢、工作效率、心理健康和适用性方面,学者们展开了一系列的研究,但总体来看健身工作模式还是一种新工作模式,相关研究正处于发展阶段,今后建议从以下几个方面展开研究。

1)加强健身工作模式的健康收益研究。

从现有研究结果看,毫无疑问与坐姿工作模式相比,健身工作模式能够使个体的能量代谢水平大幅度提升,但还未见其对减肥干预的效果研究。除了减肥,健身工作模式还能带来许多其他的健康效益,例如腰臀围的下降、心率和收缩压的下降等。虽然没有关于疾病预防方面的研究,但研究表明健身工作模式能够缓解肌肉不适,降低由久坐引起的各种疾病风险^[1,9,14]。

2)进一步开展对工作效率影响的综合评估。

虽然,健身工作模式会使打字能力、鼠标使用效率、数学计算能力和转录能力有所下降,但通过对实际工作状态的分析,其对实际工作效果的预期影响比较小,但此结论还未有相关实验研究数据支持。另外,目前相关研究受试验设计影响,在3个方面还有不足:一是,研究仅对个体单项能力的受影响程度进行量化评估,还未有对工作效率的综合评估结果;二是,研究的受试者大部分刚刚学会使用健身工作,处于初学阶段,这也必然对其工作效率的评估产生负面影响;三是,现有研究全部是对健身工作使用效果的实时评估,缺少使用后对工作效果的评估。因为增加体力活动会产生良好的效应,例如精力更加充沛、思维更加敏捷等。

3)扩展心理健康收益研究。

通过文献梳理发现,关于健身工作的心理健康收益研究近5年才刚刚起步,相关研究还很少,主要集中在对认知能力和注意力的影响方面,另外各有2篇关于记忆力和压力、工作倦怠的研究。体力活动对心

理健康的积极影响在许多研究中都已得到证实, 而且其长效机制更加明显。因此, 在今后的研究中应该逐步扩展健身工作在心理健康方面的收益, 尤其是长时间使用后个体获得的心理收益。

参考文献:

- [1] HAMILTON M T, HAMILTON D G, ZDERIC T W. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease[J]. *Diabetes*, 2007(56): 2655-2667.
- [2] LEVINE J A. Nonexercise activity thermogenesis (NEAT): environment and biology[J]. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 2004(286): E675-E685.
- [3] BLAIR S N, BRODNEY S. Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research issues[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1999(31): S646-S662.
- [4] HILL J O, WYATT H R, REED G W, et al. Obesity and the environment: where do we go from here[J]? *Science*, 2003(299): 853-855.
- [5] ARIËNS G, BONGERS P, DOUWES M, et al. Are neck flexion, neck rotation, and sitting at work risk factors for neck pain? Results of a prospective cohort study[J]. *Occupational and Environmental Medicine*, 2001(58): 200-207.
- [6] STRAKER L, BURGESS-LIMERICK R, POLLOCK C, et al. The impact of computer display height and desk design on 3D posture during information technology work by young adults[J]. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2008(18): 336-349.
- [7] GREEN B B, CHEADLE A, PELLEGRINI A S, et al. Peer reviewed: active for life: a work-based physical activity program[J]. *Preventing Chronic Disease*, 2007(4): A63-69.
- [8] KRUGER J, YORE M M, BAUER D R, et al. Selected barriers and incentives for worksite health promotion services and policies[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2007(21): 439-447.
- [9] EDELSON N, DANOFFZ J. Walking on an electric treadmill while performing VDT office work[J]. *ACM SIGCHI Bulletin*, 1989(21): 72-77.
- [10] EDELSON N. Adjustable portable exercise desk[P]. Google Patents, 1993.
- [11] LEVINE J A, MILLER J M. The energy expenditure of using a "walk-and-work" desk for office workers with obesity[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2007(41): 558-561.
- [12] MCALPINE D A, MANOHAR C U, MCCRADY S K, et al. An office-place stepping device to promote workplace physical activity[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2007(41): 903-907.
- [13] THOMPSON W G, FOSTER R C, EIDE D S, et al. Feasibility of a walking workstation to increase daily walking[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2008(42): 225-228.
- [14] JOHN D, BASSETT D, THOMPSON D, et al. Effect of using a treadmill workstation on performance of simulated office work tasks[J]. *Journal of Physical Activity and Health*, 2009(6): 617-624.
- [15] CHRISTINA M, OHLINGER T H, WILLIAM P B, et al. The effect of active workstation use on measures of cognition, attention, and motor skill[J]. *Journal of Physical Activity and Health*, 2011(8): 119-125.
- [16] DICELLO V L. Will using the walkstation to increase physical activity at the workplace decrease leisure time physical activity?[D]. Florida: Miami University, 2010.
- [17] COX R, GUTH J, SIEKEMEYER L, et al. Metabolic cost and speech quality while using an active workstation[J]. *Journal of Physical Activity and Health*, 2011(8): 332-339.
- [18] ELMER S J, MARTIN J C. A cycling workstation to facilitate physical activity in office settings[J]. *Applied Ergonomics*, 2014(45): 1240-1246.
- [19] CARR L, MAEDA H, LUTHER B, et al. Acceptability and effects of a seated active workstation during sedentary work: a proof of concept study[J]. *International Journal of Workplace Health Management*, 2014(7): 2-15.
- [20] BERGMAN F, BORAXBEKK C J, WENNERBERG P, et al. Increasing physical activity in office workers—the Inphact Treadmill study; a study protocol for a 13-month randomized controlled trial of treadmill workstations[J]. *BMC Public Health*, 2015(15): 623-632.
- [21] JOHN D, THOMPSON D L, RAYNOR H, et al. Treadmill workstations: a worksite physical activity intervention in overweight and obese office workers[J]. *Journal of Physical Activity and Health*, 2011(8): 1034-1043.

- [22] KOEPP G A, MANOHAR C U, MCCRADY S K, et al. Treadmill desks: a one-year prospective trial[J]. *Obesity*, 2013, 21(4): 705-711.
- [23] BOUCHARD D, STRACHAN S, JOHNSON L, et al. Using shared treadmill workstations to promote less time spent in daily low intensity physical activities: a pilot study[J]. *Journal of Physical Activity and Health*, 2016(13): 111-118.
- [24] CAO C, LIU Y, ZHU W, et al. Effect of active workstation on energy expenditure and job performance: a systematic review and meta-analysis[J]. *Journal of Physical Activity and Health*, 2016, 13(5): 562-571.
- [25] STRAKER L, LEVINE J, CAMPBELL A. The effects of walking and cycling computer workstations on keyboard and mouse performance[J]. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2009(51): 831-844.
- [26] FUNK R E. Using the active workstation: effects on typing speed and walking mechanics[D]. Florida: Miami University, 2009.
- [27] FUNK R E, TAYLOR M L, CREEKMUR C C, et al. Effect of walking speed on typing performance using an active workstation 1, 2[J]. *Perceptual and Motor Skills*, 2012(115): 309-318.
- [28] BEN-SHAKHAR G, SHEFFER L. The relationship between the ability to divide attention and standard measures of general cognitive abilities[J]. *Intelligence*, 2001(29): 293-306.
- [29] PASHLER H, JOHNSTON J C, RUTHRUFF E. Attention and performance[J]. *Annual Review of Psychology*, 2001(52): 629-651.
- [30] SCHUMACHER E H, SEYMOUR T L, GLASS J M, et al. Virtually perfect time sharing in dual-task performance: Uncorking the central cognitive bottleneck[J]. *Psychological Science*, 2001(12): 101-108.
- [31] DUFEK J, HARRY J, SOUCY M, et al. Effects of active workstation use on walking mechanics and work efficiency[J]. *J Nov Physiother*, 2016, 3(6): 289-296.
- [32] LAURSEN B, JENSEN B R. Shoulder muscle activity in young and older people during a computer mouse task[J]. *Clinical Biomechanics*, 2000(15): S30-S33.
- [33] MAIOLI C, FALCIATI L, GIANESINI T. Pursuit eye movements involve a covert motor plan for manual tracking[J]. *The Journal of Neuroscience*, 2007(27): 7168-7173.
- [34] THOMPSON W G, LEVINE J A. Productivity of transcriptionists using a treadmill desk[J]. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 2011(40): 473-477.
- [35] BARNARD L, YI J S, JACKO J A, et al. Capturing the effects of context on human performance in mobile computing systems[J]. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2007(11): 81-96.
- [36] PRONK N P, MARTINSON B, KESSLER R C, et al. The association between work performance and physical activity, cardiorespiratory fitness, and obesity[J]. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2004(46): 19-25.
- [37] LARSON M, LECHEMINANT J, CARBINE K, et al. Slow walking on a treadmill desk does not negatively affect executive abilities: an examination of cognitive control, conflict adaptation, response inhibition, and post-error slowing[J]. *Frontiers in Psychology*, 2015(6): 723-723.
- [38] LABONTÉ-LEMOYNE É, SANTHANAM R, LÉGER P M, et al. The delayed effect of treadmill desk usage on recall and attention[J]. *Computers in Human Behavior*, 2015(46): 1-5.
- [39] ALDERMAN B O, MATTINA D M. Cognitive function during low intensity walking: a test of the treadmill workstation[J]. *Journal of Physical Activity and Health*, 2014(11): 752-758.
- [40] SLITER M, YUAN Z. Workout at work: laboratory test of psychological and performance outcomes of active workstations[J]. *Journal of Occupational Health Psychology*, 2015(20): 259-271.
- [41] FEDOROWICH L M, EMERY K, CÔTÉ J N. The effect of walking while typing on neck shoulder patterns[J]. *European Journal of Applied Physiology*, 2015(115): 1813-1823.
- [42] ZYLSTRA A J. A new user's perceptions and experiences of the active workstation at work: a case study[D]. Florida: Miami University, 2011.
- [43] STRAKER L, MATHIASSEN S E. Increased physical work loads in modern work—a necessity for better health and performance? [J]. *Ergonomics*, 2009(52): 1215-1225.