

水中平板运动训练对中老年超重患者心肺功能以及运动能力影响的研究

毛立伟¹ 赵梦飞¹ 潘化平² 王磊^{1,3}

摘要

目的:观察水中平板运动训练(UWTT)和普通平板运动训练(LTT)对中老年超重患者心肺功能以及运动能力的影响。

方法:56例(男性33例,女性23例)习惯性久坐少动的中老年超重患者(BMI:24.0—27.9)采用随机数字表分为水中平板组(UG)30例和普通平板训练组(LG)26例。两组受试者以单次训练消耗相同的能量为原则进行每周4次,为期6周的平板运动训练(1—2周:150kCal;3—4周:200kCal;5—6周:250kCal)。训练前后采用运动心肺试验、坐一站试验、6分钟步行试验、Berg平衡量表对受试者的心肺功能以及运动功能进行评定。

结果:训练前后两组内受试者的最大耗氧量、无氧阈明显增加($P < 0.05$),组间比较无明显差异($P > 0.05$);水中平板组的下肢力量、步行能力以及平衡能力明显增加($P < 0.05$),且高于普通平板组($P < 0.05$)。

结论:水中平板运动训练与普通平板运动训练均能够不同程度改善中老年超重患者的心肺功能;水中平板运动训练还能够增加该类患者的下肢力量及耐力,改善平衡能力,增加康复训练的效率。

关键词 水中平板步行训练;超重;中老年;心肺功能;运动能力;康复训练效率

中图分类号:R723.14, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2017)-09-1021-05

Effect of underwater treadmill training on exercise performance and cardiopulmonary function in elderly overweight patients/MAO Liwei, ZHAO Mengfei, PAN Huaping, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2017, 32(9): 1021—1025

Abstract

Objective: To observe the effects of underwater treadmill training and land treadmill training on exercise performance and cardiopulmonary function in elderly overweight patients.

Method: Fifty-six physically inactive, overweight (BMI: 24.0—27.9) elderly patients (men 33, women 23) were randomly assigned to land treadmill training group (n=26) and underwater treadmill training group (n=30) by random number table. The patients adopted the treadmill training four times a week for six weeks under the required calories consumption per train (week 1—2: 150kCal; week 3—4: 200kCal; week 5—6: 250kCal). All patients were evaluated with exercise performance and cardiopulmonary function by cardiopulmonary exercise test (CPET), chair stand test (CST), 6 minutes walk test (6MWT) and Berg Balance Scale (BBS) before and after training.

Result: Both two training improved patients' VO_2 max and anaerobic threshold ($P < 0.05$) and there was no significant difference between two groups ($P > 0.05$). After training the lower limb strength, walking ability and balance improved more in underwater treadmill training group ($P < 0.05$) more than land treadmill training group ($P < 0.05$).

Conclusion: Underwater treadmill training and land treadmill training can both improve the elderly overweight

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.09.010

1 南京中医药大学第二临床医学院,南京,210023; 2 南京医科大学附属江宁医院康复医学科; 3 通讯作者
作者简介:毛立伟,男,硕士研究生; 收稿日期:2016-03-16

patients' cardiopulmonary function. Underwater treadmill training can also improve the lower limb strength, walking ability and balance, increase rehabilitation training efficiency.

Author's address The Second Clinical Medical College of Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing, 210023

Key word underwater treadmill training; overweight; elderly people; cardiopulmonary function; exercise performance; rehabilitation training efficiency

随着我国经济社会的发展,生活水平的提高以及生活方式的改变,肥胖已经成为我国亟待解决的公共卫生问题^[1]。肥胖降低了中老年人心肺功能和运动能力^[2],同时又是高血压、糖尿病、冠心病、心肌梗死、卒中等多种疾病发生发展的危险因素^[3],严重影响中老年人的生存质量。

超重肥胖的中老年人群身体活动受限,关节承受较大的负荷,因此运动训练方式有限,普通的抗阻力量训练容易对中老年人的关节、肌肉造成损伤,同时存在安全隐患,国内临床上还没有成熟合适的针对中老年超重人群的运动训练方式。平板步行训练是一种基于任务导向理论框架的训练方法,在临床上应用广泛,包括脑卒中后遗症、脑性瘫痪、唐氏综合征等^[4]。而水中平板运动训练利用水和运动平板的结合,具有水疗和减重步行训练的效果^[5]。据此,本研究采用随机对照试验,旨在观察水中平板运动训练对中老年超重患者的心肺功能和运动功能的影响,以期为临床寻找合适的运动训练方式。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准:①符合中国肥胖诊断标准为超重(BMI 24—27.9),年龄55—65周岁;②符合水中平板步行训练的条件(生命体征平稳,具有良好的躯体控制能力);③无其他严重疾病如严重心肺功能不全、冠心病、严重肺部感染等。

排除标准:①水疗禁忌症;②严重认知障碍,不能配合训练者、恐水、有癫痫病史;③重要器官功能不全;④下肢髌、膝、踝等关节损伤疼痛严重;⑤其他神经系统疾病及传染疾病。

选择2015年7—10月,在南京江宁医院定期体检的中老年超重患者56例,其中男性33例,女性23例。患者按照随机数字法分为对照组26例和观察组30例,并签署知情同意书。两组一般资料无明显差

异($P > 0.05$),具有可比性。见表1。

组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	BMI
		男	女		
对照组	26	16	10	59.4±5.9	26.7±6.9
观察组	30	17 ^①	13 ^①	60.1±5.2 ^①	27.1±6.2 ^①

① $P > 0.05$

1.2 方法

1.2.1 训练前准备。受试者训练前进行5min热身活动,包括下肢关节活动,肌肉放松,呼吸调节等。随后受试者熟悉跑台,观察组采用电动步行浴槽水中平板步行运动系统(Hydro Physio系统型号FOCUS 565/005001),设定水温36℃,水深设定于受试者的髌关节与脐部平面之间。对照组采用普通训练平板(型号Sports Art T650M)。两组受试者均佩戴科时迈心肺测试遥测系统(型号K4b2),室温设定22℃。

1.2.2 适应性训练。训练前受试者在各自组内接受普通平板和水中平板的适应性训练,通过患者疲劳程度的反馈以及生命体征的观察控制,确定普通平板速度为4.5km/h,水中平板速度为3km/h,该速度能够为受试者所耐受,且不易出现训练安全隐患。通过心肺测试系统控制面板记录患者单次运动出现轻度疲劳、乏力时的能量消耗。最终选择单次训练能量消耗为1—2周:150kCal;3—4周:200kCal;5—6周:250kCal。

1.2.3 运动训练。热身训练后,在既定的运动速度下,通过心肺测试系统控制面板记录患者运动过程中总的能量消耗,当患者运动能量消耗达到目标时,终止训练。每周训练4次,为期6周。

1.2.4 训练注意事项。患者进行训练时注意保持呼吸均匀,情绪稳定,根据个人需要选择是否使用扶手辅助。康复医师给予训练指导,如发现患者出现面色苍白、紫绀等异常体征或出现胸痛、胸闷、心悸、头

晕等严重不适,立即终止训练。

1.3 评价标准

两组受试者在治疗前和6周治疗后通过运动心肺试验测定最大耗氧量(VO_2max)、无氧阈(anaerobic threshold, AT)。通过坐一站试验、6分钟步行试验、Berg平衡量表对受试者的下肢力量、步行能力、平衡能力进行评定。

1.3.1 运动心肺试验:采用意大利科迈运动心肺功能仪(型号Quark b2)。采用症状自限最大运动负荷斜坡递增试验^[6]。记录运动中的生理参数: VO_2max 、AT。

1.3.2 坐一站试验评价下肢肌肉力量及耐力:将45cm高的椅子靠墙,患者坐在椅子上,双脚放平与肩同宽,双上臂交叉抱于胸前,计30s内患者从背部离开椅子到再次坐下的回合数。每次站立膝关节完全伸直,坐回时臀部完全接触椅面,重心落在椅子上。

1.3.3 6分钟步行测试评价下肢步行能力:在平坦的地面上标出一段30m的直线走道,要求受试者在6分钟内往返走动尽可能远的距离,步行速度由患者自行控制^[7]。

1.3.4 Berg平衡功能评价^[8]:分14个动作项目对患者进行评定,每个动作分为0—4分5个等级,总得分越低表明患者平衡能力越低。

1.4 统计学分析

采用SPSS 15.0统计软件包进行统计学分析。数据采用均数±标准差形式表示,计数资料,组间采用 χ^2 检验,组内采用秩和检验;计量资料正态分布,组间采用 t 检验,组内采用配对 t 检验。

2 结果

训练过程中受试者未出现严重不适症状,未出现各种原因的样本脱落。训练前后两组内受试者的 VO_2max 、AT明显增加($P < 0.05$),组间比较无明显差异($P > 0.05$),见表2;观察组治疗后下肢肌肉力量及耐力、步行能力、平衡功能均明显提高($P < 0.05$),且高于对照组($P < 0.05$),见表3。

3 讨论

肥胖作为一种独立的疾病,同时又是糖尿病、心

表2 两组受试者治疗前后心肺功能比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	最大耗氧量(L/min)	无氧阈(L/min)
对照组			
治疗前	26	3.37±0.15	1.85±0.23
治疗后	26	4.25±0.13 ^①	2.55±0.18 ^①
观察组			
治疗前	30	3.45±0.16	1.88±0.32
治疗后	30	4.29±0.21 ^{①②}	2.61±0.16 ^{①②}

组内训练前后比较:① $P < 0.05$;组间训练后比较:② $P > 0.05$

表3 两组受试者治疗前后运动能力比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	坐一站试验(回合)	6分钟步行测试(m)	Berg平衡功能(分)
对照组				
治疗前	26	8.12±1.23	155.4±45.3	47.5±5.2
治疗后	26	8.61±1.30 ^①	163.9±30.5 ^①	49.5±4.9 ^①
观察组				
治疗前	30	8.25±1.35	151.7±43.2	48.6±6.3
治疗后	30	10.15±1.14 ^{②③}	179.9±21.3 ^{②③}	52.6±5.2 ^{②③}

组内训练前后比较:① $P > 0.05$;③ $P < 0.05$;组间训练后比较:② $P < 0.05$

血管疾病、脑卒中、癌症等多种疾病的重要危险因素,被WHO列为导致疾病负担的十大危险因素之一^[9]。中老年人由于身体机能的衰退以及生活方式的改变,体重的增加加大了机体对心肺功能的压力。心肺功能的降低使得中老年人的运动耐力降低,易出现气短、心悸等症状^[10],同时体重的增加将影响下肢的行走能力和平衡能力。

当前中老年人的日常训练多以有氧运动为主,例如散步、慢跑、太极拳、老年舞蹈等,此类运动可以一定程度上增强中老年人的心肺功能,然而中老年人对机体的力量训练认识不足,日常生活中也鲜有尝试。中老年人的肌肉力量对于维持他们日常的活动,增强机体的平衡和协调能力具有重要意义,可以很好地改善中老年人后期的生存质量,也能预防跌倒等中老年人意外发生。然而普通的抗阻力量训练又受限于中老年超重肥胖患者,容易对他们造成损伤,存在安全隐患,患者也难以接受。水中平板运动将平板有氧运动与抗阻运动结合起来,能够有效地增加康复效率,又避免了剧烈的力量训练给老年患者带来损伤和安全隐患。国外关于水中平板运动训练的研究已有很多。Greene等^[11]研究发现水中平板和普通平板训练均能够改善超重患者身体成分和有氧运动能力,而水中平板运动则可以增加下肢的瘦体重。Stevens等^[12]研究发现水中平板步行运动能

有效地改善不完全脊柱损伤患者的下肢力量、平衡以及步行能力。

在本研究中,观察组和对照组受试者的心肺功能均得到改善。平板运动训练等有氧运动可以提高患者的最大摄氧量,增加心脏的心输出量,促进血液循环,提高了呼吸系统、运动系统、循环系统间功能和联系^[13]。Yoo^[14]的一项中风患者水中平板训练试验的结果认为水中平板训练有效地降低了心血管系统的工作负荷,可以早期运用到中风患者的康复治疗中。Bocalini^[15]一项针对老年女性的研究发现,水中运动和陆地步行均能够改善她们的心肺功能,而水中运动效果更为显著。

本研究结果显示,相较于普通平板运动训练,水中平板运动训练增强了患者的下肢肌肉的力量和耐力,步行能力以及平衡能力。Lee^[16]的一项研究发现水中平板步行训练相较于普通平板训练能够增加膝关节的伸肌的峰力矩;王莉^[17]使用水中强化步行训练,显著改善了卒中偏瘫患者的步行能力。水中平板运动对患者运动能力的改善,其可能的机制有:①受到水的浮力影响,患者在水中进行的是减重运动,可以更加灵活控制步行的姿势,增强了患者的平衡感控制;②水中的阻力使得患者在进行有氧运动的同时增加了一项抗阻运动,这种稳定的低中度阻力很好地训练了患者下肢的肌肉力量和耐力,而水中的压力使得患者下肢更多的肌群得到训练;③水中训练增强了患者的心肺功能,从而使得患者的运动耐力增加,产生一个良性循环。此外我们比较了两组受试者治疗前后的BMI指数,组间、组内均未发现明显差异,这可能是由于本训练在消耗身体脂肪的同时增加了肌肉组织,从而改变的是身体的组成成分,整体体重没有明显变化。

水中训练的一些其他物理因素也对患者产生多种影响。Fujishima^[18]发现在温水中的步行训练其产热量与散热量平衡,而Gass等^[19]研究发现39℃水浴对四肢截瘫患者产生了心率减慢、血浆中去甲肾上腺素含量降低、外周血容量增加等影响。所以本研究中选择了近似体温的水温,一方面具有一定量的温热物理刺激效果,促进血液循环,减轻运动过程中肌肉的紧张,减缓了机体过快的散热和运动带来的疲劳感,增强了患者的步行能力,同时减缓了运动过

程中水温的逐渐降低给患者带来不良影响。水深选择在受试者髌关节和脐部平面之间,一方面深度可以覆盖踝关节、膝关节、髌关节等下肢重要的大关节,同时一定的深度有利于产生相应的水中压力,又避免了过高的水深对患者造成恐惧和行走时上身自由摆动障碍。

水疗是康复治疗的重要手段之一,对慢性阻塞性肺气肿^[20]、骨性关节炎^[21]、慢性心功能不全^[22]、慢性下背痛^[23]等多种疾病的康复具有很好的疗效。水中平板运动训练则将平板训练与水疗结合了起来,充分利用了水的多种特性,使得该训练更加适合中老年超重患者:①中老年人群随着体内钙的流失和机能的退化,加之体重的负担,使得骨关节处于危险的负荷下,而水中平板训练充分利用了流体的保护作用,降低了患者下肢关节的损伤;②水的温热刺激不但能够缓解患者的紧张情绪,还可以改善全身的血液循环,改善心肺功能,增强运动耐力;③在浮力及静水压力的作用下,患者不易跌倒,降低了训练的安全隐患。

水中平板运动训练在改善中老年超重患者心肺功能的同时,能够改善下肢的步行能力、平衡能力以及肌肉力量和耐力,同时兼有水疗的多种功能,降低中老年超重患者的运动训练风险,能够很大程度上增加康复效率。本实验的不足之处在于控制患者消耗总量一致可能在实际操作中存在误差,从而对最终结果造成影响。此外本实验患者数量不多,水中平板步行训练的具体机制不是很清楚,所以还需要更多高质量的研究进一步探索。

参考文献

- [1] 王惠君,王志宏,李园,等.1993—2004年中国九省成人中心性肥胖流行趋势分析[J].中国食物与营养,2007,(6):47—50.
- [2] 李文宝.肥胖对中年男性心肺功能和运动能力的影响分析[D].长春:东北师范大学,2007.
- [3] 武阳丰,马冠生,胡永华,等.中国居民的超重和肥胖流行现状[J].中华预防医学杂志,2005,39(5):22—26.
- [4] 袁俊英,曾宪旭,孙二亮.活动平板训练对痉挛型双瘫患儿粗大运动与平衡功能的影响[J].中国康复医学杂志,2014,29(6):557—559,567.
- [5] 丛芳,周红俊,李建军,等.水中平板步行训练对脊髓损伤患者康复疗效的初步观察[J].中国康复理论与实践,2006,12(12):1021—1023.

- [6] 崔石磊,蒋伟平,朱惠莉,等. 上肢联合下肢运动训练对老年慢性阻塞性肺疾病稳定期患者运动心肺功能的影响[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2011, 10(2): 107—111.
- [7] Enright PL. The six-minute walk test[J]. *Respir Care*, 2003, 48(8): 783—785.
- [8] Flansbjer UB, Blom J, Brogårdh C. The reproducibility of Berg Balance Scale and the Single-leg Stance in chronic stroke and the relationship between the two tests[J]. *PM R*, 2012, 4(3): 165—170.
- [9] 杜美丽,许维娜,王赛英,等. 中老年超重及肥胖者健康管理成效评估[J]. 浙江预防医学, 2016, 28(1): 96—98.
- [10] 常颖,陈磊,朱荣. 8周有氧运动对单纯性肥胖患者运动后收缩压恢复、体成分和运动能力的影响[J]. 体育科学, 2013, 33(12): 65—70.
- [11] Greene NP, Lambert BS, Greene ES, et al. Comparative efficacy of water and land treadmill training for overweight or obese adults[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2009, 41(9): 1808—1815.
- [12] Stevens SL, Caputo JL, Fuller DK, et al. Effects of underwater treadmill training on leg strength, balance, and walking performance in adults with incomplete spinal cord injury [J]. *J Spinal Cord Med*, 2015, 38(1): 91—101.
- [13] 石筱溪. 低强度规律有氧运动对2型糖尿病患者血糖和心肺功能的影响[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(16): 4595—4597.
- [14] Yoo J, Lim KB, Lee HJ, et al. Cardiovascular response during submaximal underwater treadmill exercise in stroke patients[J]. *Ann Rehabil Med*, 2014, 38(5): 628—636.
- [15] Bocalini DS, Serra AJ, Murad N, et al. Water- versus land-based exercise effects on physical fitness in older women [J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2008, 8(4): 265—271.
- [16] Lee DG, Jeong SK, Kim YD. Effects of underwater treadmill walking training on the peak torque of the knee in hemiplegic patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27(9): 2871—2873.
- [17] 王莉,戴朝秦. 水中强化步行训练对脑卒中偏瘫患者步行能力恢复的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(1): 76—78.
- [18] Fujishima K, Shimizu T, Ogaki T, et al. Thermoregulatory responses to low-intensity prolonged swimming in water at various temperatures and treadmill walking on land[J]. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, 2001, 20(3): 199—206.
- [19] Gass EM, Gass GC, Pitetti K. Thermoregulatory responses to exercise and warm water immersion in physically trained men with tetraplegia[J]. *Spinal Cord*, 2002, 40(9): 474—480.
- [20] Wadell K, Sundelin G, Henriksson-Larsén K, et al. High intensity physical group training in water——an effective training modality for patients with COPD[J]. *Respir Med*, 2004, 98(5): 428—438.
- [21] Cochrane T, Davey RC, Matthes Edwards SM. Randomised controlled trial of the cost-effectiveness of water-based therapy for lower limb osteoarthritis[J]. *Health Technol Assess*, 2005, 9(31): iii-iv, ix-xi, 1—114.
- [22] Cider A, Sunnerhagen KS, Schaufelberger M, et al. Cardio-respiratory effects of warm water immersion in elderly patients with chronic heart failure[J]. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2005, 25(6): 313—317.
- [23] Sugano A, Nomura T. Influence of water exercise and land stretching on salivary cortisol concentrations and anxiety in chronic low back pain patients[J]. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*, 2000, 19(4): 175—180.