

·运动人体科学·

网球锻炼对老年人平衡能力影响的实验研究

麦全安¹, 张勇²

(1.广州体育学院 运动与健康学院, 广东 广州 510500; 2.小榄镇绩东一小学, 广东 中山 528415)

摘要: 通过公开招募 16 例 60~69 岁的男性老年人为实验对象, 随机分为实验、对照组, 实验组进行 6 个月、每周 3 次、60~90 min/次、心率控制在 110~130 次/min 的网球专项锻炼, 对照组保持原来生活方式, 实验前后测量影响平衡能力的相关指标并进行统计学处理。结果显示: 实验后实验组与对照组比较, 下肢力量的“坐下-站立”试验、静态平衡闭眼双足状态重心动摇轨迹长、睁眼单足状态重心动摇轨迹长、包络面积、X 轴摆动速度、动态平衡步速、步态周期、步宽均呈显著性差异($P<0.05$), 实验组实验后明显优于实验前($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。结果表明: 老年人进行规范的网球锻炼能够有效增强下肢力量, 提高静态平衡和动态平衡能力, 增强抗跌倒能力。

关键词: 运动生物力学; 下肢力量; 静态平衡; 动态平衡; 网球; 老年人

中图分类号: G804.6 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2019)04-0140-05

Experimental research on the effects of tennis exercise on the balance abilities of the elderly

MAI Quan-an¹, ZHANG Yong²

(1.School of Sport and Health, Guangzhou Sport University, Guangzhou 510500, China;

2.The First Primary School of Xiaolan Jidong, Zhongshan 528415, China)

Abstract: By openly recruiting 16 male old people aged 60-69, the authors randomly divided them into an experiment group and a control group, let the people in the experiment group do specific tennis exercise for 6 months, 3 times a week, 60-90 min/time, and controlled the exercise intensity to a heart rate in the range of 110-130 beats/min, while let the people in the control group maintain their original lifestyles, measured balance ability related indexes and processed them statistically before and after the experiment, and revealed the following findings: the “sitting and standing” test on the lower limb strength, the following static balance indexes: center of gravity swaying track length measured in an eyes closed and two feet standing condition, and center of gravity swaying track length, envelope area and axis X swinging speed measured in an eyes opened and one foot standing condition, and the following dynamic balance indexes: pace, gait cycle and step width, of the people in the experiment group, showed significant differences as compared with those of the people in the control group ($P<0.05$); after the experiment, these data of the people in the experiment group were significantly better than those of the people in the experiment group before the experiment ($P<0.05$ or $P<0.01$). The said findings indicate that the elderly doing normative tennis exercise can effectively enhance lower limb strength, improve static and dynamic balance abilities, and enhance the fall resistance ability.

Key words: sports biomechanics; lower limb strength; static balance; dynamic balance; tennis; the elderly

我国已经进入到老年化国家的行列, 老年人的身体健康日益受到社会重视。由于老年人前庭器官功能减退、下肢骨骼肌力量减弱以及其他多种因素导致平衡能力下降, 使老年人跌倒机率增加。人体肢体活动

受大脑和小脑支配^[1], 肢体末端的活动对大脑皮质神经过程强度、均衡性、灵活性的刺激都是良性的, 即能够有效提高神经过程的质量。本研究主要探讨网球运动对老年人平衡能力的影响。

收稿日期: 2019-01-12

作者简介: 麦全安(1965-), 男, 副教授, 硕士, 研究方向: 运动人体科学, 体育教育训练学。E-mail: 2261496910@qq.com

1 实验对象与方法

1.1 实验对象

通过访谈的形式,在所属社区医生的配合下,依照流行病学调查规律,筛查出无心脑血管疾病、骨关节疾病、足疾、前庭功能障碍及肢体残疾,且在过去6个月中没有跌倒史、无网球锻炼经历,无其他专业限制,不酗酒,抽烟者每天少于20支,清楚实验目的的60~69岁男性老年人为实验对象。

1.2 研究方法

1) 确立观察指标。

通过广州图书馆、中国知网查阅文献资料并获取理论支撑,走访专家,制作问卷(信度、信度检验),把影响老年人静态平衡和动态平衡的7项一级指标22项二级指标,采用因子分析方法,最后确立为4项一级指标共计13项二级指标。

2) 实验分组及锻炼方法选择。

将招募的16例老年人随机分成实验组和对照组,每组8人,两组年龄、身高、体质量、BMI无显著性差异。

对照组在志愿者的帮助下,进行一般性的有氧运动体育锻炼,运动强度控制在心率110~130次/min,锻炼时间60~90 min/天,3次/周。

一般有氧锻炼方法包括:(1)准备活动,主要以关节活动为主,如头颈部绕环、膝关节运动、手腕与脚踝运动、弓步压腿,时间15 min;(2)保健体操,如搓手、面、头→拍打双臂、胸背、腰腹、两肋、双腰(肾)、双腿搓拍以热为度、不痛为限,共10 min;(3)快走,心率控制120次/min,调整呼吸频率,吸气和呼气比例1:3,为使呼气深长,可用口呼气(作吹口哨状),时间20 min;(4)倒退走,要求挺胸、两手撑腰成塌腰状倒退走800 m,12 min;(5)自由活动,按平时喜欢运动进行,12 min左右,不觉得累为宜。

实验组锻炼内容的运动强度、运动量、周期和频率与对照组相同(实验开始前对实验组进行2周的网球技术动作训练,学习内容包括正手挥拍、反手挥拍等基本技术动作,让老年人对网球运动有初步的了解和逐步的适应,两周后进行正式的网球锻炼)。具体方法:(1)准备部分,主要是运动前热身,如沿球场慢跑、静态伸展操、动态伸展操、正反手挥拍练习等,共10 min;(2)基本部分,主要以多球练习为主,如原地间正反手击球、移动中正反手击球、下手发球、两人间对拉练习或双打比赛等,共40~60 min;(3)结束部分,主要进行放松、拉伸练习,如下肢韧带伸展练习、背部伸展练习、腹部伸展练习等,共10 min。

3) 实验过程中的安全监控。

密切观察实验对象的自我感觉和客观检查。自我感觉采用RPE指数为观察指标,指数达到8以上、夜间多梦、出汗量超过平时60%、晨搏高于以往20%、饭量减少、对运动有抗拒者,随时进行调整。

4) 测试指标与测试方法。

测试指标有下肢力量、静态、动态平衡指标。静态平衡指标包括重心动摇轨迹长、包络面积、X轴摆动速度、Y轴摆动速度、X轴偏移和Y轴偏移,动态平衡指标包括步速、步态周期、步长、步宽、左脚支撑时间比例、右脚支撑时间比例。

测试仪器主要包括身高测试仪、芬兰产 Good Balance 平衡测试仪、德国产 Zebris FDM 步态分析仪等。

下肢力量测试方法:普通有背靠、无扶手的木制椅,椅面高度为45 cm,椅面长度40 cm、宽度为38 cm,测试时受试者进行连续5次坐下、站立。实验进行两组测试,两组间休息30 min,两组测试成绩的平均数为本次实验的最终结果。

静态平衡能力测试方法:分为单、双足站立测试,单、双足站立又分为睁眼和闭眼两种状态,单足站立测试时间均为20 s,双足站立测试时间均为30 s。4种状态测试之间可以进行短暂的休息或放松。

动态平衡能力测试方法:进入 Zebris FDM 显示面板,所有程序准备好后,受试者脱去鞋,在压力板的一端准备,当听到“开始”令后,受试者以正常的步调在压力板上行走3个来回,然后停止测试,同时传感器会将压力板受到的压力感受指标转换成数据、传导给图像显示器。

5) 统计学分析。

采用 SPSS16.0 软件对获得的相关数据进行处理,组间比较运用独立样本 t 检验,组内比较运用配对样本 t 检验,分析比较两组测试结果的差异,结果用均数±标准差表示, $P>0.05$ 为无显著性差异, $P<0.05$ 为显著性差异, $P<0.01$ 为非常显著性差异。

2 结果与分析

2.1 下肢力量

由表1可见,实验前实验组与对照组的下肢力量无显著性差异($P=0.939$),实验后有显著性差异($P=0.03$);对照组实验前后无显著性差异($P=0.452$),而实验组有显著性差异($P=0.031$)。

表1 两组实验前后下肢力量对比

组别	n/人	实验前	实验后	P
实验组	8	9.50±1.41	7.91±0.631	0.031
对照组	8	9.46±1.52	9.72±1.65	0.452
P		0.939	0.030	

2.2 静态平衡

由表 2 可见, 实验前实验对象 4 种状态下测试的静态平衡能力无显著性差异, 实验对象具有可比性。实验后实验组各静态平衡指标均小于对照组; 两组在睁眼双足站立状态下各指标无显著性差异($P>0.05$); 闭眼双足状态下重心动摇轨迹长呈显著性差异($P<0.05$),

其他指标均无显著性差异; 睁眼单足状态下重心动摇轨迹长、包络面积、 X 轴偏移呈显著性差异($P<0.05$), 其他指标均无显著性差异($P>0.05$); 闭眼单足状态下重心动摇轨迹长、包络面积、 X 轴偏移呈显著性差异($P<0.05$), 其他指标均无显著性差异($P>0.05$)。

表 2 两组实验前后静态平衡能力对比($\bar{x} \pm s$)

测试状态	组别	时间	重心动摇轨迹长/mm	包络面积/mm ²	X 轴摆动速度/(mm·s ⁻¹)
睁眼双足	实验组	实验前	204.59±24.06	116.69±25.53	5.53±1.94
		实验后	185.81±26.42	108.40±24.09	4.79±2.09
	对照组	实验前	198.90±28.03	114.01±28.85	5.36±1.80
		实验后	193.43±26.34	110.56±26.67	4.93±1.39
闭眼双足	实验组	实验前	294.88±42.52	189.76±36.70	7.15±2.23
		实验后	267.81±27.70 ¹⁾	165.96±31.85	6.59±2.25
	对照组	实验前	301.75±35.93	196.50±38.34	6.73±2.06
		实验后	315.88±41.34	201.95±40.65	7.48±1.88
睁眼单足	实验组	实验前	414.92±50.71	240.99±47.12	25.69±6.40
		实验后	377.60±40.57 ¹⁾	216.90±34.51 ¹⁾	21.43±6.55 ¹⁾
	对照组	实验前	423.30±44.38	248.79±43.34	26.34±7.25
		实验后	467.71±60.25	272.08±67.63	28.59±5.39
闭眼单足	实验组	实验前	578.73±73.64	450.08±78.66	31.01±8.30
		实验后	503.25±82.30 ¹⁾	363.58±58.72 ¹⁾	26.82±7.80 ¹⁾
	对照组	实验前	566.89±65.76	435.86±77.68	30.46±7.83
		实验后	604.94±75.54	485.30±93.21	36.13±6.96
T 检验			$P<0.05$	$P<0.05$	$P<0.05$
测试状态	组别	时间	Y 轴摆动速度/(mm·s ⁻¹)	X 轴偏移/mm	Y 轴偏移/mm
睁眼双足	实验组	实验前	6.01±2.10	3.84±1.24	4.75±1.20
		实验后	5.38±2.05	3.46±1.37	4.41±1.25
	对照组	实验前	5.84±1.57	3.78±1.53	4.69±1.71
		实验后	5.63±1.63	3.59±1.65	4.56±1.57
闭眼双足	实验组	实验前	6.93±2.11	4.26±1.47	5.65±1.27
		实验后	6.35±1.91	3.98±1.29	5.31±1.31
	对照组	实验前	7.15±1.97	4.63±1.66	5.78±1.75
		实验后	8.06±2.12	5.38±1.58	6.33±2.04
睁眼单足	实验组	实验前	20.08±4.93	7.38±2.28	6.86±1.58
		实验后	17.95±5.21	6.73±2.01	6.50±1.83
	对照组	实验前	21.71±6.43	7.64±2.38	6.93±2.10
		实验后	23.34±6.02	8.86±2.52	7.69±2.40
闭眼单足	实验组	实验前	24.06±6.54	10.94±2.55	8.63±2.45
		实验后	21.81±7.28	9.86±1.78	7.89±2.39
	对照组	实验前	25.58±7.02	10.14±2.20	8.51±2.74
		实验后	28.29±6.40	10.89±2.41	9.26±2.46
T 检验			$P>0.05$	$P>0.05$	$P>0.05$

1)与对照组比较, $P<0.05$

2.3 动态平衡

由表 3 可见, 实验后实验组步速、步态周期、步长、步宽、左右脚支撑时间都优于对照组, 其中步速、步态周期、步宽与对照组同期相比呈显著性差异($P<0.05$); 实验组实验后步速、步态周期、步长、步宽、

左右脚支撑时间都优于实验前, 其中, 步速、步态周期、步宽与实验前相比均具有显著性差异($P<0.05$); 实验组实验后步速、步态周期、步长、步宽等均小于实验前, 左右脚支撑时间比例扩大。

表3 两组实验前、后动态平衡能力对比($\bar{x} \pm s$)

指标	实验组		对照组	
	实验前	实验后	实验前	实验后
步速/cm·s ⁻¹	95.47±11.41	113.48±7.15 ¹⁾	96.05±10.22	92.53±11.24
步态周期/s	1.42±0.51	1.07±0.22 ¹⁾	1.38±0.70	1.47±0.60
步长/cm	45.37±7.17	48.43±7.50	46.37±6.17	44.74±6.21
步宽/cm	5.77±1.58	8.07±2.64 ¹⁾	5.61±1.29	5.49±1.07
左脚支撑时间/%	55.34±5.16	51.19±4.21	55.21±6.03	53.14±4.70
右脚支撑时间/%	44.66±5.16	48.81±4.21	44.79±6.03	46.86±4.70

1)与实验前比较, $P < 0.05$

3 讨论

人体的平衡能力是指维持身体姿态的控制能力,平衡能力可以分为静力性平衡与动力性平衡两种状态^[2]。从人体机能各生理角度来说,平衡能力包括了感知和运动能力的结合,主要反映了身体对来自前庭器官、肌肉、肌腱、关节等各方面刺激的协调能力^[3]。老年人运动的反应能力、速度、协调能力以及动态和静态的抗干扰维持能力逐渐降低,平衡能力随着年龄的增大逐渐降低^[4]。网球运动需要脚下不断移动、手臂适时挥动球拍,所以要有良好的手臂力量和灵活性才能保证动作的完成。长期参与网球锻炼,可以增强速度、力量、耐力、柔韧性、灵敏性等身体素质,可以矫正身体姿势,促进身体各部分的协调发展。网球是隔网对抗运动项目,运动强度及其运动量为可控因素,老年人可以根据自身体能状态适时调整,运动致伤可能性低,对提高老年人的体质有良好的促进作用,特别是运动素质的平衡能力。

老年人随着年龄的不断增加,骨骼、肌肉、韧带等运动器官功能的衰退,从而导致下肢力量的明显减弱^[5]。“坐下-站立”实验是评价老年人下肢平衡能力的重要指标,经过6个月的实验,实验组“坐下-站立”5次所用时间与实验前相比减少了1.59s,呈显著性差异($P < 0.05$);且与实验后对照组相比也有非常显著性差异($P < 0.01$),说明网球运动锻炼使老年人下肢力量增强,可以延缓自身平衡能力的下降趋势,有效提高平衡控制能力,从而减少摔倒的风险^[6]。

维持某种身体姿势或动作的能力,主要取决于前庭觉觉器、肌肉、肌腱、关节内的本体感受器以及视觉等协调能力。反映静态平衡能力的4种站立状态(睁眼双足、闭眼双足、睁眼单足、闭眼单足)下的本体感觉参数中,重心动摇轨迹长是衡量人体平衡能力的综合指标,运动轨迹越长,说明人体一定时间内晃动的幅度越大,平衡控制能力就越弱;运动轨迹越短,说明人体一定时间内晃动的幅度越小,平衡控制能力就

越强。实验组实验前后闭眼双足、睁眼单足、闭眼单足指标分别发生良性的显著性变化($P < 0.05$),实验后实验组与对照组也呈显著性差异($P < 0.05$)。包络面积指标是衡量平衡能力的重要指标,其覆盖区域面积可直观反映人体晃动的轨迹大小,覆盖面积越小,说明人体平衡控制能力越好;反之,则说明平衡控制能力较差。实验后实验组与对照组比较,睁眼单足、闭眼单足的测试数据明显降低,呈显著性差异。但是睁眼不管单足、双足实验前后没有显著性差异。网球运动在正反手击球时,首先在准备阶段就需要双脚开立,双膝微屈,降低身体重心,然后上步的同时引拍,蹬地击球,随挥,收拍,接着回到准备姿势,整个过程都需要练习者保持良好的身体重心,这样长期重复多次的练习,会使练习者下肢左右两侧的肌肉(群)及神经系统得到了很好锻炼。下肢肌群力量增加,从而增加下肢的稳定性,实验后实验组X轴摆动速度显著下降,与对照组比较呈显著性差异,说明网球锻炼使老年人身体前后、左右晃动距离中心位置短,平衡控制能力强^[7]。

骨骼肌力量大小是影响平衡能力的重要因素,老年人下肢伸膝肌力较差,因此,其平衡能力也相对较差^[8]。肢体重心平衡与否与下肢肌力大小密切相关,姿势的稳定性亦然。因此,老年人更应该针对性地增大下肢力量,才能有效延缓平衡能力的下降^[9]。机体下肢正常的摆动与交替伸、蹬,是通过躯干肌的协同配合完成的,核心肌群的力量大小,对平衡能力的影响至关重要^[10]。网球运动的各个基本动作,比如发球、接发球、扣杀、截击等,需要一定的力量才能完成完整的动作,因此,对躯干的核心肌群起到积极作用,促进了机体自主运动获得稳定性的能力。

动态平衡能力是指在运动状态下对体重心及姿势的调整和控制能力,主要包括自动态平衡和他动态平衡。肌力对平衡能力的维持起着重要作用,老年人下肢伸膝肌力较差从而影响其平衡能力^[8]。下肢肌力与人体直立的姿势稳定性有着密切关系,老年人增加下

肢肌肉力量可以延缓平衡能力的下降^[9]。正常的步行途径是通过躯干腹直肌、腹内外斜肌、斜方肌、背阔肌和骶棘肌的快速反应性收缩来实现,故人体躯干控制能力与平衡能力密切相关。有研究结果显示,核心肌群(躯干腹直肌、腹内外斜肌、斜方肌、背阔肌和骶棘肌)的肌肉力量性训练能够提高人体在非稳态下的控制能力,增强平衡能力^[10]。通过 6 个月的系统网球锻炼,实验组的步速和步宽明显提高,步态周期明显下降,与对照组比较呈显著性差异($P<0.05$)。这是由于网球是非周期性运动项目,在运动过程中运动者需要根据网球的运动方向和速度,不断地自我调整去追赶、接触球体,运动者必须在网球落地之前击打,所以能有效促进运动者运动的速度和力量,促进运动素质的提高,从而提高老年人的平衡能力,尤其是动态平衡能力。而步长没发生显著性差异的原因是,人到老年,骨骼肌质量不断减少,主动肌最大随意活动降低。伴随着主动肌和对抗肌协调能力减弱,导致骨骼肌力量和爆发力急剧下降,韧带的弹性降低,影响了步长的增长,两腿支撑时间变化不大,跟网球运动过程的进攻、防守不固定性相关。

4 结论

老年人进行 6 个月的网球系统锻炼,下肢力量明显增强;反映静态平衡能力的本体感觉、前庭觉在 4 种站立状态下均有显著性提高;影响动态平衡的步速得到提高、步态周期缩短、增加了步宽,两脚支撑时间比例更为接近,身体的控制能力增强,下肢协调性变好,步态趋稳,老年人的动态平衡能力得到有效提高,说明网球锻炼能够提高老年人的平衡能力。

由于老年人肌肉力量不断减少,韧带的弹性降低,大肌群深层肌组织的有效血液循环降低,肌群的随意运动能力下降,原动肌、对抗肌、固定肌的协调能力下降明显。因此,建议老年人在参与网球运动过程中,应较多采用底线双人对拉练习,以提高人体左右方向的平衡控制能力;同时,还应注意强化下肢肌肉力量

的训练,适当地加入一些灵敏性练习,以提高反应能力和下肢各关节的控制能力,从而有效提高动态平衡的步长,更好促进平衡能力提高,减少摔倒风险。

参考文献:

- [1] 李志敢. 力量练习运动处方对老年男性运动素质的影响[J]. 中国老年学杂志, 2013, 33(22): 5511-5512.
- [2] 阮哲,熊开宇,陈自旺,等. 太极拳运动对老年人下肢平衡力学因素的影响[J]. 北京体育大学学报, 2008, 31(4): 498-450.
- [3] 赵琅,柳富平. 身体锻炼对老年人平衡能力的影响[J]. 体育研究与教育, 2012, 27(12): 192-195.
- [4] 吕延利. 气功对老年人平衡能力影响的实验研究[J]. 洛阳理工学院学报(社会科学版), 2013, 28(3): 91-93.
- [5] 魏国荣. 肌力训练与老年人健康状态[J]. 中国康复医学杂志, 1999, 14(5): 239-240.
- [6] GANDEVIA S C, BURKE D. Projection of thenar muscle afferents to frontal and parietal cortex of human subjects[J]. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section, 1990, 77(5): 353-361.
- [7] 李志敢. 强化力量练习运动处方对男性老年人身体功能的影响[J]. 中国组织工程研究与康复杂志, 2009, 13(22): 3966-3968.
- [8] 姚波,金建明,霍文璟,等. 老年人下肢伸膝肌力对平衡功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2006, 28(7): 466-468.
- [9] 刘崇,阎芬,曹冰,等. 运动延缓老年人平衡能力下降的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2009, 24(7): 670-673.
- [10] 刘焯玮,赵娜娜,肖鹏. 核心肌群训练对脑卒中患者平衡及步行能力的影响[J]. 中国康复, 2012, 27(5): 361-362.

