引用:徐雅钰,张泓,何可,邹莹洁,唐鑫,陈婕,谢海花,谭洁.基于心肺运动试验分析六字诀对大学生有氧运动能力的影响[J].中医药导报,2023,29(1):90-95.

基于心肺运动试验分析六字诀对大学生有氧运动能力的影响*

徐雅钰[1],张　泓[1],何　可[2],邹莹洁[1],唐　鑫[1],陈　婕[1],谢海花[1],谭　洁[1]

(1.湖南中医药大学针灸推拿与康复学院,湖南　长沙　410208;
2.湖南中医药大学第二附属医院,湖南　长沙　410005)

[摘要]　目的:通过心肺运动试验观察六字诀对大学生有氧运动能力的影响。方法:纳入大学生受试者52人,采用随机数字表法分为对照组(n=26)与干预组(n=26)。对照组在观察期间未接受任何运动训练,干预组采用六字诀(30 min/次,3次/周,共8周)训练。在干预前、干预4周后、干预8周后分别进行6 min步行试验记录步行距离、心肺运动试验记录峰值呼吸交换率(RERpeak)、峰值摄氧量(VO_2peak)、峰值公斤摄氧量(VO_2peak/kg)、峰值功率(Wpeak)、峰值代谢当量(METpeak)、摄氧效率斜率(OUES)等参数。结果:共48位受试者完成训练和评估,其中对照组23人,干预组25人。干预前两组受试者各观察指标比较,差异无统计学意义(P>0.05)。干预4周后,干预组受试者VO_2peak、VO_2peak/kg、Wpeak、METpeak均明显高于干预前(P<0.05),但与对照组比较,差异无统计学意义(P>0.05);干预8周后,干预组受试者VO_2peak、VO_2peak/kg、Wpeak、METpeak均明显高于干预前(P<0.05),且与对照组比较,差异均有统计学意义(P<0.05)。Spearman相关分析结果显示,两组OUES与VO_2peak均呈正相关(P<0.05)。结论:长期规律性练习六字诀能改善大学生心、肺、骨骼肌功能,提高有氧运动能力,是一种安全、有效的健身方法。

[关键词]　六字诀;有氧运动能力;心肺运动试验;6 min步行试验;大学生;疗效

[中图分类号]　R247.3　[文献标识码]　A　[文章编号]　1672-951X(2023)01-0090-06

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.2023.01.017

Effect of Liuzijue (六字诀) on Aerobic Exercise Capacity of College Students Based on Cardiorespiratory Exercise Test

XU Yayu[1], ZHANG Hong[1], HE Ke[2], ZOU Yingjie[1], TANG Xin[1], CHEN Jie[1], XIE Haihua[1], TAN jie[1]

(1.College of Acupuncture&Tuina and Rehabilitation, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha Hunan 410208, China; 2.The Second Affiliated Hospital of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha Hunan 410005, China)

[Abstract] Objective: To observe the effect of Liuzijue on the aerobic exercise capacity of college students through cardiorespiratory exercise test. Methods: Totally 52 college students were randomly divided into control group (n=26) and intervention group (n=26). Students received none training in control group and Liuzijue (3 times weekly for 30 minutes each day for 8 weeks) in intervention group. The students were assessed with six-minute walking test to record walking distance and cardiopulmonary exercise testing to record RERpeak, VO_2peak, VO_2peak/kg, Wpeak, METpeak and OUES before intervention, four weeks after intervention and eight weeks after intervention. Results: A total of 48 subjects completed the study, 23 in control group and 25 in intervention group. Before intervention, there was no statistical difference in observed index between the two groups (P>0.05). After 4 weeks of training, the VO_2peak, VO_2peak/kg, Wpeak, METpeak improved in intervention group (P<0.05), but there was no statistical difference compared with the control group (P>0.05). After 8 weeks of training the

*基金项目:湖南中医药大学研究生创新课题(2021CX41);湖南中医药大学研究生创新课题(2018CX31);湖南省高等学校"国内一流培育学科"中西医结合学科经费资助

通信作者:谭洁,E-mail:86869454@qq.com

VO_2peak, VO_2peak/kg, Wpeak, METpeak improved in intervention group and the intervention group showed better results than control group (P<0.05). Spearman correlation analysis showed a positive correlation between OUES and VO_2peak in both groups(P<0.05). Conclusion: Long-term regular Liuzijue can improve the function of heart, lung and skeletal muscles of college students and improve aerobic exercise capacity. It is a safe and effective fitness method.

[Keywords] Liuzijue; aerobic exercise capacity; cardiopulmonary exercise testing; six-minute walking test; college student; efficacy

大学生有氧运动能力是目前衡量大学生体质的重要指标,与心肺适能和肌肉适能两方面相关。机体心肺功能、骨骼肌功能与心血管疾病、全因死亡率及多种癌症疾病存在相关性[1-3]。2014年全国学生体质健康调查结果显示,反映大学生身体机能的肺活量和身体素质的速度、力量和耐力等总体情况呈现下降趋势[4],相关慢性病的发生也呈年轻化[5]。体育运动是提高大学生有氧运动能力的重要方法,随着全民健身计划的实施,传统运动疗法越来越受到重视,其中六字诀作为一种专注呼吸同时配合肢体导引的有氧运动,动作编排以中医经络脏腑学说为理论基础,通过长期的练习、规律的呼吸、正念的集中和轻柔的动作,引导人体气血沿脏腑对应经络运行,使气、血、液在全身和谐流动,达到调节人体各脏腑功能的目的,是集呼吸-心血管-肌肉三系统的整体运动[6]。但目前采用六字诀改善青少年心肺亚健康状态、有氧运动能力的研究较少,且缺乏客观、定量评估。心肺运动试验(cardiopulmonary exercise testing,CPET)作为客观、无创性的心肺功能检测方法,能全面评估心肺功能和运动耐力,反映机体有氧代谢能力和心肺储备功能[7-8]。有氧训练是一种大肌群节律性、中等或较小强度、持续时间长的动力性运动[9],日常生活活动(如步行)相当于低强度有氧水平。此外,站桩、太极拳、八段锦等传统功法练习对大学生身体素质的研究中对照组也暂未采取相关干预措施[10-12]。且有观点提出,在健康人群和一些经过耐力训练的个体中,呼吸功能对其运动能力的表现会构成有效限制[13]。因此,本试验初步探讨侧重呼吸训练,强化摄氧的低强度有氧运动六字诀相较于日常生活活动对大学生有氧运动能力的影响。基于此,本试验采用CPET来评估六字诀对大学生有氧运动能力的干预效果,并与大学生日常生活状态进行对照,为促进大学生体质健康提供一定参考。

1 资料与方法

1.1 纳入标准 (1)湖南中医药大学18~26岁非体育专业健康在校生;(2)近3个月未进行规律性锻炼;(3)能坚持完成试验并同意签署知情同意书。

1.2 排除标准 (1)根据美国运动医学院运动危险分层,属于运动期间发生心脏并发症高风险者[14];(2)试验阶段接受其他提高有氧运动能力的训练。

1.3 剔除与脱落标准 (1)出现严重不良反应或并发症;(2)依从性差,研究过程中自行退出者。

1.4 研究对象 于2021年9月选取符合标准的湖南中医药大学学生52人,采用随机数字表法分为对照组(n=26)和干预组(n=26)。本研究经湖南中医药大学第二附属医院医学伦理委员会批准(2022-KY-009)。

1.5 训练方法 干预组采用六字诀,以国家体育总局健身气功管理中心编创的版本为培训依据[15]。受试者每周练习3次,每次需至少完成3次整套功法动作,约30 min,每次练习均由专门的功法教练员进行指导与规范,持续8周。对照组在本试验阶段暂不接受相关运动干预,保持其日常生活状态。

1.6 观察指标

1.6.1 6 min步行试验 6 min步行试验(six-minute walking test,6MWT)参照美国胸科协会发表的指南[16],记录受试者6 min步行距离(six-minute walking distance,6MWD)以反映受试者的运动耐力。

1.6.2 心肺运动试验 心肺运动试验采用德国COSMED运动心肺功能测试仪、功率自行车,评估时室温控制约在26 ℃,湿度40%~50%。仪器预热后,采用涡轮校准、流量传感器校准、气体校准。受试者佩戴面罩,采用恒定功率踏车方案,起始负荷为0 W,每分钟负荷增加20 W,受试者需保持55~65 r/min的转速,以尽可能达到受试者最大运动量,使其感到筋疲力尽要求停止运动,或不能维持规定转速,或达到摄氧量平台(运动最后1 min摄氧量增加<150 mL),或达到预计最大心率[(220-年龄)-10][17]。记录受试者峰值呼吸交换率(peak respiratory exchange rate,RERpeak)、峰值摄氧量(peak oxygen uptake,VO_2peak)、峰值公斤摄氧量(peak kilogram oxygen uptake,VO_2peak/kg)、峰值功率(peak work rate,Wpeak)、峰值代谢当量(peak metabolic equivalent,METpeak)、摄氧效率斜率(oxygen uptake efficiency slop,OUES)。

两项评估分别在干预前(T0)、干预4周后(T1)、干预8周后(T2)进行。

1.7 统计学方法 采用SPSS 26.0进行统计分析,计量资料满足正态性以"均数±标准差"($\bar{x}\pm s$)表示,不满足正态性以中位数(四分位数)[$M(P_{25},P_{75})$]表示。所有数据进行正态性检验,符合正态分布和方差齐性者,干预前后组内多个时间点比较采用重复测量方差分析,组间比较采用t检验;不符合正态分布者组内多个时间点比较采用广义估计方程,组间比较采用秩和检验。计数资料采用χ^2检验。计量资料符合正态分布的相关性分析采用Pearson分析,反之采用Spearman分析。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 基线资料 训练过程中有4人脱落,共48人完成整个研究,其中对照组23人,干预组25人。两组受试者在性别、年龄、身高、体质量、体质量指数(body mass index,BMI)、静息收缩压(systolic blood pressure,SBP)、静息舒张压(diastolic blood pressure,DBP)、静息心率(resting heart rate,RHR)方面比较,差异均无统计学意义(P>0.05)。(见表1)

表1　两组受试者基线资料比较

项目	对照组(n=23)	干预组(n=25)	检验统计量	P
性别(男/女,人)	4/19	7/18	χ^2=0.763	0.382
年龄(岁)	19.00(18.00,23.00)	19.00(18.00,19.50)	Z=-1.745	0.081
身高(m)	1.61(1.60,1.67)	1.63(1.58,1.70)	Z=-0.259	0.796
体质量(kg)	52.75(48.00,61.00)	56.00(50.00,65.00)	Z=-1.477	0.140
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m²)	19.72(18.36,21.87)	21.54(19.65,23.05)	Z=-1.692	0.091
SBP($\bar{x}\pm s$,mm Hg)	106.304±10.570	107.700±12.350	t=-0.419	0.677
DBP($\bar{x}\pm s$,mm Hg)	67.826±5.662	68.640±4.712	t=-0.543	0.590
RHR($\bar{x}\pm s$,次/min)	78.587±12.247	78.920±8.505	t=-0.110	0.913

2.2　两组受试者训练前后6MWD比较　干预前两组受试者6MWD比较,差异无统计学意义(P>0.05);干预4周、8周后干预组受试者6WMD有增加趋势,但与干预前及对照组比较,差异均无统计学意义(P>0.05)。(见表2、图1)

表2　两组受试者训练前后6MWD比较　($\bar{x}\pm s$,m)

组别	人数	T0	T1	T2	F	P
对照组	23	565.210±59.090	569.862±62.151	563.343±49.754	0.231	0.795
干预组	25	568.860±77.976	571.456±56.020	580.440±66.536	0.546	0.583
t		-0.182	-0.093	-1.001		
P		0.857	0.926	0.322		

注:$F_{分组主效应}$=0.222,$P_{分组主效应}$=0.640;$F_{时间主效应}$=0.215,$P_{时间主效应}$=0.807;$F_{交互效应}$=0.599,$P_{交互效应}$=0.552

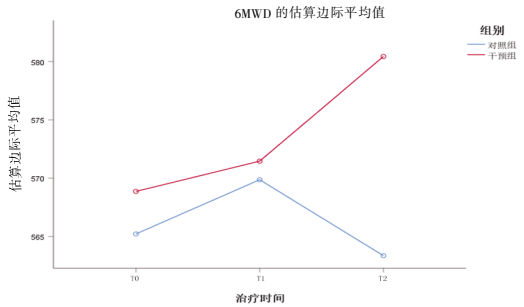

图1　6MWD组别与治疗时间的交互效应轮廓图

2.3　两组受试者心肺运动试验相关指标比较

2.3.1　RERpeak比较　干预前,两组受试者RERpeak比较,差异无统计学意义(P>0.05);干预4周后,干预组受试者RERpeak与干预前及对照组干预4周后比较,差异均无统计学意义(P>0.05);干预8周后,干预组受试者RERpeak与干预前比较,差异有统计学意义(P<0.05),但与对照组比较,差异无统计学意义(P>0.05)。(见表3、图2)

2.3.2　VO_2peak、VO_2peak/kg比较　干预前,两组受试者VO_2peak、VO_2peak/kg比较,差异均无统计学意义(P>0.05);干预4周后,干预组受试者VO_2peak、VO_2peak/kg均高于干预前(P<0.05);干预8周后,干预组受试者VO_2peak、VO_2peak/kg均高于干预前和同期对照组(P<0.05)。(见表4~5、图3~4)

表3　两组受试者训练前后RERpeak比较　($\bar{x}\pm s$)

组别	人数	T0	T1	T2	F	P
对照组	23	1.109±0.124	1.121±0.102	1.106±0.099	0.300	0.742
干预组	25	1.060±0.131	1.103±0.137	1.131±0.107[a]	3.571	0.036
t		1.317	0.513	-0.855		
P		0.194	0.610	0.397		

注:$F_{分组主效应}$=0.244,$P_{分组主效应}$=0.623;$F_{时间主效应}$=2.215,$P_{时间主效应}$=0.115;$F_{交互效应}$=2.359,$P_{交互效应}$=0.100;与T0比较,[a]P<0.05

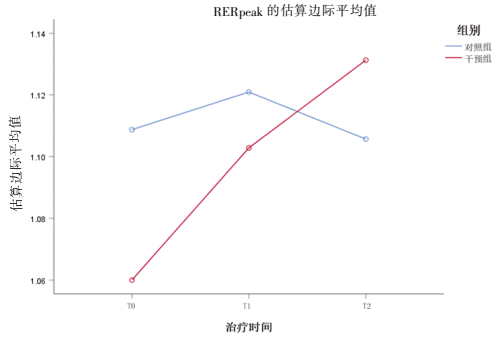

图2　RERpeak组别与治疗时间的交互效应轮廓图

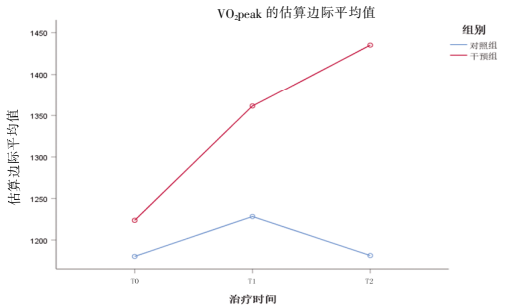

图3　VO_2peak组别与治疗时间的交互效应轮廓图

表5　两组受试者训练前后VO_2peak/kg比较

[$\bar{x}\pm s$,mL/(min·kg)]

组别	人数	T0	T1	T2	F	P
对照组	23	21.661±5.250	22.552±5.245	21.674±4.698	1.230	0.313
干预组	25	21.312±4.265	23.552±4.989[a]	25.000±6.325[a b]	9.390	0.000
t		0.254	-0.677	-2.053		
P		0.801	0.502	0.046		

注:$F_{分组主效应}$=0.979,$P_{分组主效应}$=0.328;$F_{时间主交应}$=6.057,$P_{时间主交应}$=0.003;$F_{交互效应}$=5.271,$P_{交互效应}$=0.007;与T0比较,[a]P<0.05;与对照组比较,[b]P<0.05

2.3.3　Wpeak、METpeak比较　干预前,两组受试者Wpeak、METpeak比较,差异均无统计学意义(P>0.05);干预4周后,干预组受试者Wpeak、METpeak均高于干预前(P<0.05);干预8周后,干预组受试者Wpeak、METpeak均高于干预前及同期对照

表4　两组受试者训练前后VO_2peak比较　[M(P_{25},P_{75}),mL/min]

组别	人数	T0	T1	T2	Waldχ^2	P
对照组	23	1 044.000(919.000,1 374.000)	1 116.000(1 040.000,1 285.000)	1 109.000(898.000,1 340.000)	2.275	0.321
干预组	25	1 157.000(1 037.500,1 361.500)	1 292.000(1 097.000,1 616.500)[a]	1 459.000(1 160.000,1 564.500)[a b]	16.610	0.000
Z		-0.461	-1.785	-2.569		
P		0.647	0.074	0.010		

注:Wald$\chi^2_{分组主效应}$=2.363,$P_{分组主效应}$=0.124;Wald$\chi^2_{时间主效应}$=11.530,$P_{时间主效应}$=0.003;Wald$\chi^2_{交互效应}$=9.648,$P_{交互效应}$=0.008;与T0比较,[a]P<0.05;与对照组比较,[b]P<0.05

组（P<0.05）。（见表6~7、图5~6）

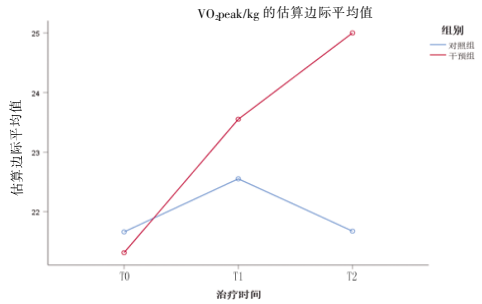

图 4　VO_2peak/kg 组别与治疗时间的交互效应轮廓图

表 6　两组受试者训练前后 Wpeak 比较　[M(P_{25},P_{75}),W]

组别	人数	T0	T1	T2	Wald χ^2	P
对照组	23	89.00(80.00,113.00)	92.00(74.00,120.00)	85.00(76.00,106.00)	2.083	0.353
干预组	25	99.00(80.50,107.00)	98.00(87.00,120.50)[a]	103.00(96.50,120.50)[ab]	8.401	0.015
Z		-0.248	-1.228	-2.189		
P		0.804	0.219	0.029		

注：Wald $\chi^2_{分组主效应}$=0.647，$P_{分组主效应}$=0.421；Wald $\chi^2_{时间主效应}$=3.326，$P_{时间主效应}$=0.190；Wald $\chi^2_{交互效应}$=9.338，$P_{交互效应}$=0.009；与T0比较，[a]P<0.05；与对照组比较，[b]P<0.05

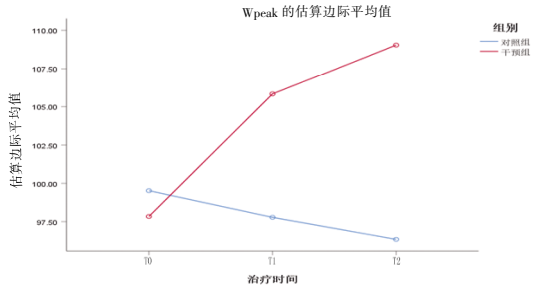

图 5　Wpeak 组别与治疗时间的交互效应轮廓图

表 7　两组受试者训练前后 METpeak 比较　($\bar{x}\pm s$)

组别	人数	T0	T1	T2	F	P
对照组	23	6.174±1.504	6.326±1.492	6.067±1.323	1.412	0.266
干预组	25	6.080±1.216	6.736±1.421[a]	6.976±1.636[ab]	8.424	0.001
t		0.239	-0.975	-2.104		
P		0.812	0.335	0.041		

注：$F_{分组主效应}$=1.187，$P_{分组主效应}$=0.282；$F_{时间主效应}$=4.394，$P_{时间主效应}$=0.015；$F_{交互效应}$=5.188，$P_{交互效应}$=0.007。与T0比较，[a]P<0.05；与对照组比较，[b]P<0.05

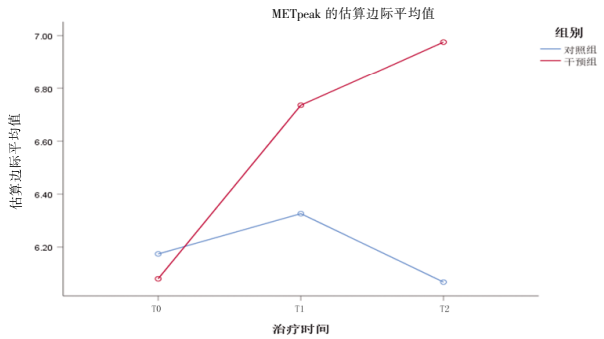

图 6　METpeak 组别与治疗时间的效互效应轮廓图

2.3.4　OUES与VO_2peak的相关性分析　Spearman相关分析结果显示，两组受试者OUES与VO_2peak均呈正相关，分别为$r_{对照组}$=0.731，$P_{对照组}$=0.000；$r_{干预组}$=0.590，$P_{干预组}$=0.000。

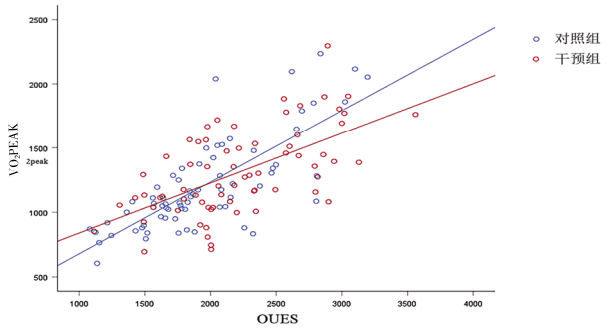

图 7　两组 DUES 与 VO_2peak

3　讨　论

六字诀通过发“嘘、呵、呼、呬、吹、嘻”6种音来进行呼吸训练，使呼吸模式由受意识控制逐渐转变为“自然”放松状态，同时配合导引动作，融合了呼吸肌和骨骼肌运动的特点，使身、息、意、神合而为一，能调节体内气机变化，促进经络脏腑气血运行，达到内调脏腑、外健筋骨的健身养生效果[18-19]。

机体在运动负荷下，随着氧气的摄入及二氧化碳的排出需求不断升高，有氧运动能力下降便会以不同的形式表示出来[20]。因此，本试验采用6WMT和CPET来评估有氧运动能力。6MWT是亚极量活动能力的运动试验，可用于评估有氧运动能力和耐力[21]。以往的临床研究[22-24]表明，六字诀可以显著提高慢性阻塞性肺疾病患者的6WMD。本研究中，干预8周后，干预组受试者6WMD仅有增加趋势，与干预前及对照组比较，差异均无统计学意义（P>0.05），可能原因为6WMT相对于大学生而言运动强度较低，仅有趋势呈现，未能体现出差异。而CPET做为一种症状限制性最大极限运动测试，能实时测量受试者在不同功率负荷下的心肺代谢情况，反映机体有氧代谢能力和心肺功能。其中RERpeak可做为判断受试者在运动过程中是否尽力的可靠指标，将RERpeak≥1.10视为尽力运动[25]。在本研究中两组RERpeak大多大于1.10，故可认为两组受试者均在积极努力完成试验。

美国心脏协会声明，VO_2max是预测全因死亡率较强的因子之一，也是公认的评估机体心血管健康和有氧运动能力的重要指标[26]。但在正常受试者中很难达到VO_2平台，因递增功率中受试者尽力完成测试所产生的VO_2peak与VO_2max接近，且VO_2peak也与心排出量、外周血液分布、骨骼肌功能等有关[27-28]。因此，本研究采用VO_2peak来反映机体有氧代谢水平和心血管功能[29-30]。VO_2peak/kg则是作为排除体重差异影响的指标。其中VO_2peak与心排出量、外周血液分布、骨骼肌功能等有关。本研究结果显示，干预8周后，干预组受试者VO_2peak、VO_2peak/kg均高于干预前及对照组（P<0.05），提示干预后心血管、呼吸和肌肉骨骼运动系统工作效率提高，机体氧运输能力及肌肉细胞有氧代谢能力加强。其可能与六字诀调节气机运动、改善经络脏腑气血运行有关。

Wpeak是反映运动耐量的指标[31]，在本研究中，干预8周后干预组受试者Wpeak均高于干预前及对照组（P<0.05），表明六字诀训练能增强骨骼肌肉功能、改善大学生运动耐力。并且CPET中的代谢当量是反映机体能量水平和运动强度的

客观指标，也是心血管健康的标志[32-33]。本研究中发现，六字诀练习后METpeak明显上升（$P<0.05$），表明其能提高大学生代谢水平，增强运动耐力以适应更高强度水平的活动。近年来，OUES成为评价运动耐力的新指标，能反映心肺储备功能，并且与受试者是否达到最大运动状态关系不大，其可靠性、可重复性在健康人群、儿童、心脏疾病患者等人群也已经得到验证，与VO_2max具有较强的相关性[34-35]。但目前针对国内大学生OUES值的研究较少，本研究通过Spearman相关分析结果体现了OUES评价大学生心肺功能的可靠性。

由以上研究结果可知，六字诀可以有效提高大学生运动耐力和心肺功能，改善有氧运动能力。由此推导其可能原因为六字诀作为一种结合冥想和轻柔动作的低强度有氧运动[36-37]，可提高运动能力。六字诀作为一种呼吸训练，通过发音呼吸法，对应人体六脏，对脏腑器官进行不同程度的按压可以促进体内气血循经运行，疏通肺经，改善肺脏气机运动[38]；长呼气时增加腹压促进静脉回流，改善血液循环和机体代谢，为机体提供充分血氧；长吸气时增加胸内压，改善心肌收缩力，增强心功能[39]；同时练习过程中强调缩唇运动、逆腹式呼吸，配合肢体动作，使肋间肌、横膈膜及胸肌运动有机结合，加强腹肌活动，增加呼吸道压力，促进残气量排出，缓解呼吸疲劳，提高运动耐力[40-41]。

综上所述，长期规律性六字诀运动可有效改善大学生有氧运动能力，为提高大学生身体素质提供了新思路。心肺运动试验结果初步验证了OUES评估大学生心肺功能的可靠性。但本研究为初步探讨阶段，存在样本量少，未进行长期随访，不能证实其长期有效性等不足，将在下一阶段中进一步完善，为改善大学生有氧运动能力提供更好的循证依据。

参考文献

[1] KATZMARZYK P T. Physical activity, sedentary behavior, and health: Paradigm paralysis or paradigm shift? [J]. Diabetes，2010，59(11)：2717-2725.

[2] CLENNIN M N, DOWDA M, SUI X, et al. Area-level socioeconomic environment and cardiorespiratory fitness in youth[J]. Med Sci Sports Exerc，2019，51(12)：2474-2481.

[3] EZZATVAR Y, RAMÍREZ-VÉLEZ R, SÁEZ DE ASTEASU M L, et al. Cardiorespiratory fitness and all-cause mortality in adults diagnosed with cancer systematic review and meta-analysis[J]. Scand J Med Sci Sports, 2021，31(9)：1745-1752.

[4] 窦丽，陈华卫，章凌凌，等.12周高强度间歇训练对大学生健康体适能、能量消耗和心率的影响[J].中国应用生理学杂志，2020，36(1)：55-59.

[5] STEWART J, MCCALLIN T, MARTINEZ J, et al. Hyper-lipidemia[J].Pediatr Rev,2020,41(8):393-402.

[6] 张敏，张玉辉，刘理想，等.基于“百病生于气”理论的六字诀功用探讨[J].世界中西医结合杂志，2021，16(11)：2140-2143.

[7] GLAAB T, TAUBE C. Practical guide to cardiopulmonary exercise testing in adults[J].Respir Res,2022,23(1):9.

[8] 陈伟，范秋季.心肺运动试验在心肺康复中的应用现状及展望[J].实用心脑肺血管病杂志，2019，27(11)：1-5.

[9] LIAO S, WANG F, LIN Q, et al. Effect of sitting and lying Liuzijue exercise for pulmonary rehabilitation in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease patients with non-invasive ventilation: A randomized controlled trial[J]. Ann Palliat Med, 2021,10(9):9914-9926.

[10] LYU J, WEI Y, LI H, et al. The effect of three-circle post standing (Zhanzhuang) qigong on the physical and psychological well-being of college students: A randomized controlled trial [J]. Medicine (Baltimore), 2021,100(24): e26368.

[11] 糜迅，杨裕梅，樊晓丹.24式太极拳运动对女性大学生心肺功能影响的研究[J].南京体育学院学报(自然科学版)，2017，16(3)：39-42.

[12] 张俊梅.八段锦健身气功锻炼对大学生肺功能的影响[J].福建体育科技，2016，35(3)：36-39.

[13] DEMPSEY J A, MCKENZIE D C, HAVERKAMP H C, et al. Update in the understanding of respiratory limitations to exercise performance in fit, active adults [J]. Chest, 2008，134(3)：613-622.

[14] MEDICINE A C O S. ACSM´s chronic guidelines for exercise testing and prescription [M]. Philadephia: Lippincott Williams & Wilkins，2014.

[15] 国家体育总局健身气功管理中心.健身气功·六字诀[M].北京：人民体育出版社，2003.

[16] ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2002,166(1):111-117.

[17] 钱贞，陈伟，李瑾，等.四肢联动在健康青年人心肺适能评估中应用的可行性分析[J].中国全科医学，2018，21(35)：4340-4345.

[18] 高亮，赵玉坤，王宇新.“六字诀”养生文化的起源、流变及其要义[J].体育与科学，2019，40(3)：80-85.

[19] 周国庆，姚新苗，李华，等.六字诀与腰椎核心稳定性训练的内在联系[J].康复学报，2016，26(4)：47-51.

[20] ICHIKAWA Y, MAEDA T, TAKAHASHI T, et al. Changes in oxygen uptake kinetics after exercise caused by differences in loading pattern and exercise intensity[J]. ESC Heart Fail，2020，7(3)：1109-1117.

[21] 钱兴皋，林强，李雪萍，等.6分钟步行试验的运动强度和临床应用价值研究[J].中国伤残医学，2014，22(4)：37-40.

[22] LI P, LIU J, LU Y, et al. Effects of long-term home-based Liuzijue exercise combined with clinical guidance in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. Clin Interv Aging，2018，13：1391-1399.

[23] GAO P, TANG F, LIU W, et al. Effect of liuzijue qigong on patients with stable chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore),2021,100(41):e27344.

[24] XU S L, ZHANG D D, HE Q, et al. Efficacy of Liuzijue Qigong in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis[J]. Complementary Ther Med,2022,65:102809.

[25] BALADY G J, ARENA R, SIETSEMA K, et al. Clinician´s Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: A scientific statement from the American Heart Association[J]. Circulation,2010,122(2):191-225.

[26] KAMINSKY L A, ARENA R, BECKIE T M, et al. The importance of cardiorespiratory fitness in the United States: The need for a national registry: A policy statement from the American Heart Association[J]. Circulation, 2013,127(5):652-662.

[27] AGUIAR ROSA S, AGAPITO A, SOARES R M, et al. Congenital heart disease in adults: Assessmentof functional capacity using cardiopulmonary exercise testing[J]. Revista Portuguesa De Cardiol,2018,37(5):399-405.

[28] AMEDRO P, GUILLAUMONT S, BREDY C, et al. Atrial septal defect and exercise capacity: Value of cardio-pulmonary exercise test in assessment and follow-up[J]. J Thorac Dis,2018,10(suppl 24):S2864-S2873.

[29] 张瑜,章慧洁,王京,等.原发性醛固酮增多症患者基础心肺适能的临床特点分析[J].临床内科杂志,2021,38(6):389-392.

[30] SANTA MINA D, AU D, PAPADOPOULOS E, et al. Aerobic capacity attainment and reasons for cardiopulmonary exercise test termination in people with cancer: A descriptive, retrospective analysis from a single laboratory[J]. Support Care Cancer,2020,28(9):4285-4294.

[31] 陈雪松,宫素岗,袁萍,等.心肺运动试验在慢性阻塞性肺疾病相关性肺动脉高压评估中的作用[J].南京医科大学学报(自然科学版),2021,41(4):522-527.

[32] JAEGER C, BURKARD T, KAMBER F, et al. Quantification of metabolic equivalents (METs) by the MET-REPAIR questionnaire: A validation study in patients with a high cardiovascular burden[J]. J Clin Anesth, 2022,76:110559.

[33] SCHNEIDER J, BRÜCKNER U, LAUX S, et al. Physical effort of middle-aged women in a university hospital-field tests in comparison to standardized cardiopulmonary exercise testing (CPET)[J]. Arch Environ Occup Heal, 2021,76(4):210-219.

[34] 赵红梅,汲阳,林亚静.摄氧效率斜率评价慢性阻塞性肺疾病患者心肺功能的价值[J].中国康复理论与实践,2012,18(12):1131-1134.

[35] GAVOTTO A, VANDENBERGHE D, ABASSI H, et al. Oxygen uptake efficiency slope: A reliable surrogate parameter for exercise capacity in healthy and cardiac children?[J]. Arch Dis Child,2020,105(12):1167-1174.

[36] ZHENG C P, ZHANG X, WANG J Y, et al. The effect of 12-week liuzijue exercise training on patients with hypertension: A randomized, controlled clinical trial[J]. Acta Medica Mediterranea,2021,37(5):2713-2721.

[37] WU W, LIU X, LI P, et al. Effect of liuzijue exercise combined with elastic band resistance exercise on patients with COPD: A randomized controlled trial[J]. Evid Based Complement Alternat Med,2018,2018:2361962.

[38] 王振伟,陈路军,杨佩兰,等.AECOPD患者早期介入中医肺康复的随机对照研究[J].中国中医急症,2011,20(11):1734-1736.

[39] 任超学,高新友,刘新荣.健身气功锻炼对中老年女性心血管机能的影响[J].西安体育学院学报,2016,33(1):101-106.

[40] 邓丽金,张文霞,陈锦秀.六字诀与全身呼吸操对老年慢性阻塞性肺疾病患者呼吸功能影响的对比研究[J].康复学报,2018,28(3):57-61.

[41] 邢华,龚利,沈佳韵,等.六字诀对肺系疾病肺功能康复的研究进展[J].中医药导报,2020,26(15):140-142,176.

(收稿日期:2022-05-18 编辑:罗英姣)