

HP 动作联合身体素质训练 对飞行学生推算 +Gz 耐力的影响研究^①

刘广春¹, 杨雪清², 李 波¹

1. 中国民用航空飞行学院 体育部, 四川 广汉 618307; 2. 西华大学 体育学院, 成都 610039

摘要: 目的: 观察 HP 动作联合身体素质训练方案(实验组)及单纯的身体素质训练方案(对照组)对飞行学生 +Gz 耐力的提升效果。方法: 186 名男性飞行学生(身高 172~183 cm、体重 68~78 kg)分为实验组 92 人和对照组 94 人, 对其进行连续 8 周训练, 实验组每周 2 次身体素质训练和 1 次 HP 动作训练, 对照组每周只进行和实验组相同的身体素质训练。利用血压计采集实验组和对照组训练前后安静状态下及 HP 动作全身最大用力状态的血压、脉搏指标, 通过网络视频采集实验组和对照组俯卧撑、30 秒单脚触地平衡训练前后数据。结果: 安静状态下两组训练前后脉搏(P)都有下降趋势, 但无显著变化, 安静状态下两组训练前后收缩压(SBP)均无显著变化; 实验组训练前后 HP 动作最大用力状态脉搏及收缩压都呈显著上升($p < 0.05$), 对照组训练前后 HP 动作最大用力脉搏无显著变化, 收缩压显著上升($p < 0.05$); HP 动作最大用力时两组训练前后 +Gz 耐力都呈现显著上升($p < 0.05$), 但实验组上升幅度大于对照组; 两组训练前后, 俯卧撑及 30 秒单脚触地平衡都有显著提高($p < 0.05$)。结论: 以提高和保持飞行学生 +Gz 耐力为目的的两种训练方案, HP 动作联合身体素质训练方案效果优于单纯的身体素质训练方案。

关键词: 飞行员; HP 动作; 身体素质训练; +Gz 耐力

中图分类号: V323

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2021)04-0136-05

民航飞行学生日常教学训练情况下提升抗荷专项能力主要从两个方面展开, 一是增加下肢、腰腹部位的绝对力量及快速力量, 二是利用旋梯^[1]进行专门的抗荷训练。2020 年受 COVID-19 的影响, 训练主要通过网络教师在线讲解示范, 飞行学生“居家”自主训练的模式, 研究此模式下提高和保持 +Gz 耐力的训练途径。

飞行员为有效防护高 +Gz, 除抗荷装备提供 3~4.5 G 防护外, 尚需要抗荷动作(anti-G straining maneuver, AGSM)给飞行员提供 1~2 G 的防护^[2]。针对 L-1 动作等 AGSM 存在的问题, 耿喜臣等^[3]研究提出了 HP 动作训练, 该方案具有较高抗荷效果, 同时具有心脏负荷小、呼吸节律易于控制、疲劳程度低等优点, 这一观点在研究中得到了相应的证实^[4-6]。无论哪种抗荷动作都需要飞行员具有健壮的体魄、良好的肌肉力量与耐力, 因此飞行员必须进行长期、系统的体能训练^[7-8]。对飞行员(特别是高性能战斗机飞行员)进行体能训练已经得到许多国家的重视, 北约各国都制定出了各自的飞行员体能训练计划, 俄罗斯也特别强调体能训练的重要性, 其训练计划完全集中于提高腹部与腿部肌肉力量上, 并尽力持续更长时间^[8]。国内外无氧训练(力量训练)与飞行员抗载荷能力的众多研究报道显示^[8], 通过围绕腰腹及下肢力量展开相关身体素质训练, 加强呼吸肌肉力量与耐力训练, 能显著提高和保持飞行员的抗荷能力。

综上, 本研究旨在制定一套“居家”环境下, 简便、易行、有效的 +Gz 耐力专项训练方案, 为飞行员“居家”环境自主训练提高和保持 +Gz 耐力提供参考。

① 收稿日期: 2020-11-05

基金项目: 中央高校教育教学改革专项(E2020070); 中国民航飞行学院航空体育研究所资助项目(JG2019-28)。

作者简介: 刘广春, 副教授, 主要从事体育教育与训练方面的研究。

1 方 法

1.1 受试者

随机选取中国民用航空飞行学院男性飞行学生186名,实验组92人,对照组94人,年龄18~19岁,身高172~183 cm,体重68~78 kg,按照“民用航空招收飞行学生体检鉴定”要求均为合格.整个实验期间保证夜间睡眠6~8 h,不饮影响自主神经的饮品,避免吸烟,合理饮食.

1.2 血压、脉搏、心眼距测量

受试者按照要求收集训练前后安静及HP动作最大用力状态下的血压、脉搏数据,收集途径为自主去医疗单位由专业医生测量并记录数据或居家自主测量,居家自主测量电子血压计必须满足以下条件:

- 1)选用的电子血压计必须具有“数字式电子血压计(静态)”国家计量鉴定合格标识;
- 2)选用的电子血压计能同时收集血压、脉搏两项指标且文字及计量单位显示清晰.

受试者血压及脉搏测量前避免剧烈运动,静态休息10 min左右,腰背直立自然坐于高度为30~60 cm凳子上,双脚自然触及地面进行测量.为保证居家自主测量血压、脉搏数据的真实可靠性,对自主采集数据的受试者按照“临床血压、脉搏操作规范”对学生进行培训和考评^[9],直至所有受试者完全掌握血压、脉搏规范测量技术.

受试者心眼距测量时测量左眼角与第二肋间的垂直距离,第二肋间定位的方法为,胸骨最突出的地方(大约在胸骨上1/5处)对应连接的为第二肋骨,第二肋骨下缘凹陷处为第二肋间,要求刻度尺长度不小于50 cm,读数能精确到小数点后一位(单位为cm).为保证本测量的真实可靠性,要求受试者测量时以视频及图片取证测量过程,并将其发送给课题组,课题组逐一检查视频及图片,直至所有受试者测量完全符合测量技术及流程要求.

1.3 +Gz耐力推算方法

航空航天生物动力学对+Gz耐力评估主要通过血液动力学指标与心眼距的函数关系式^[6]进行推算,如公式(1),其估算出的+Gz耐力与人体离心机实验实测的结果相近.将心眼距、训练前后安静收缩压、HP动作最大用力收缩压分别带入式(1)计算出训练前后安静(基础)+Gz耐力大小和训练前后HP动作最大用力状态+Gz耐力大小.

$$+Gz \text{ 耐力} = \frac{\Delta P \times 1.36}{\Delta H \times 1.06} \quad (1)$$

(ΔP =收缩压-40 mm Hg; ΔH =心眼距)

1.4 实验步骤

采用实验组、对照组训练前后相同指标对比实验,实验开始前告知受试者本实验的目的、测量程序、方法、注意事项,要求学生自主测量指标时一定保持科学严谨的态度,争取受试者最大程度的配合.

参照HP动作技术要领^[3]进行教学训练,连续8周HP动作教学训练时负荷总体安排原则为:全身用力程度由最小至最大,练习次数及组数随之逐渐减少,如果前后两次课HP动作训练负荷相同,则缩短组间间歇时间.

身体素质训练与测试在下肢、腰腹、胸臂进行,选取俯卧撑和30 s单脚触地平衡为其训练与测试动作.俯卧撑训练及测试的技术要求为:受试者两手分开与肩同宽,整个躯干在一条直线上,屈肘时肩低于肘关节,向上撑起时,两臂完全伸直,测试时记录受试者完成的次数.30 s单脚触地平衡训练及测试的技术要求为:受试者身体直立、单足站立于地面(悬空腿自然屈膝),下降重心,双手需同时触及地面,随后还原至站立姿势,整个过程中保持单脚支撑完成,测试时记录受试者30 s双手触地的次数.依据训练前测得的受试者俯卧撑及30 s单脚触地平衡基础数据,选取重复训练法与间歇训练法为主要训练方法^[10]安排训练负荷.

实验前两组受试者已全部掌握HP动作技术要领,实验时间为2020年4月19日至6月14日.实验组每周二、四、六16:30—18:00进行训练,周二、周四为身体素质训练,周六为HP动作训练.对照组只进行身体素质训练,训练时间及内容和实验组完全一致.实验组、对照组分别在训练前1天及训练结束后

1 天 14:00—18:00 进行安静及 HP 动作全身最大用力状态血压、脉搏测量, 再进行身体素质测试. 实验期间所有的测试及训练都通过钉钉会议视频按照计划统一组织完成, 最终 186 名受试者中 182 名受试者按照要求完成全部内容, 未完成者不列入统计范围.

1.5 统计分析

受试者安静状态及 HP 动作最大用力状态下脉搏、收缩压测量数据、+Gz 耐力推算数据、实验前后俯卧撑和 30 s 单脚触地平衡测试数据均以 $\bar{x} \pm s$ 表示. 使用 SPSS 17.0 统计软件对实验组、对照组训练前后相同指标进行方差分析, $p < 0.05$ 为差异有统计学意义, 以此来评价训练的效果.

2 结 果

2.1 脉搏与收缩压变化

实验组、对照组训练前后安静状态下脉搏下降, 但无显著性变化(表 1), 安静状态下收缩压训练前后两组均无显著变化. 实验组训练前后 HP 动作最大用力脉搏及收缩压都呈显著上升($p < 0.05$), 对照组训练前后 HP 动作最大用力脉搏无显著上升, 收缩压显著上升($p < 0.05$), 实验组训练前后 HP 动作最大用力收缩压上升幅度为 9.45%, 对照组上升幅度为 4.69%, 实验组上升幅度大于对照组.

表 1 脉搏及收缩压变化($\bar{x} \pm s$)

指 标	训练前	训练后	训练前	训练后
	实验组($n=90$)		对照组($n=92$)	
安静脉搏(P)/次	72±4.5	71±3.4	74±5.8	72±3.7
安静收缩压(SBP)/mm Hg	121±3.4	121±2.6	120±5.1	119±6.3
HP 动作最大用力脉搏(P)/次	98±4.1	107±3.6*	99±4.7	101±5.5
HP 动作最大用力收缩压(SBP)/mm Hg	127±3.1	139±4.6*	128±4.4	134±3.5*

* $p < 0.05$, 相同指标间两组训练前后对比.

2.2 +Gz 耐力变化

安静状态下实验组、对照组训练前后 +Gz 耐力上升无显著性变化(表 2). 实验组、对照组训练前后 HP 动作最大用力时 +Gz 耐力都呈现显著上升($p < 0.05$), 实验组上升幅度为 14.04%, 对照组上升幅度为 10.88%, 实验组上升幅度大于对照组.

表 2 +Gz 耐力变化($\bar{x} \pm s$)

指 标	训练前	训练后	训练前	训练后
	实验组($n=90$)		对照组($n=92$)	
安静状态下 +Gz 耐力/G	3.09±0.23	3.13±0.19	2.98±0.27	3.04±0.25
HP 最大用力时 +Gz 耐力/G	3.49±0.16	3.98±0.13*	3.31±0.33	3.67±0.17*

* $p < 0.05$, 相同指标间两组训练前后对比.

2.3 运动素质变化

经过 8 周每周 2 次身体素质训练, 实验组、对照组训练前后俯卧撑及 30 s 单脚触地平衡均显著提高($p < 0.05$), 如表 3 所示.

表 3 运动素质变化($\bar{x} \pm s$)

指 标	训练前	训练后	训练前	训练后
	实验组($n=90$)		对照组($n=92$)	
俯卧撑/个	18.3±4.7	23.4±3.8*	18.9±5.5	23.9±4.4*
30 秒单脚触地平衡/次	15.3±3.2	21.8±4.4*	16.4±3.7	22.1±3.4*

* $p < 0.05$, 相同指标间两组训练前后对比.

3 讨 论

HP 动作属于 AGSM 动作之一, 是近年来我国科研团队自主研发的抗 +Gz 动作, 将抗荷动作融入青少年时期的日常抗荷体质训练, 是实现抗荷体质高效训练的一条有效途径^[11]. 通过对实验组和对照组训练

方案的实施,最后实验组、对照组安静状态下+Gz耐力增强(表2),再一次证实了以下肢、腰腹、胸臂力量(绝对力量)及无氧耐力为目的的身体素质训练能提高+Gz耐力.实验组训练前后HP动作最大用力+Gz耐力显著增加($p<0.05$),且+Gz耐力增加幅度大于对照组,其原因除HP动作增强了呼吸肌力量与耐力外,更重要的是实验组训练结束后HP动作最大用力+Gz耐力测试时,全身肌肉协调用力(特别是下肢、腰腹部位)配合呼吸动作比对照组更熟练、准确.由此可见,训练飞行员掌握精准的HP动作训练非常重要.

HP动作联合身体素质训练方案的构建鉴于以下理论研究基础:

1)呼吸肌训练对提高+Gz耐力有一定作用.较大肌群训练不能代替呼吸肌训练,进行特定的呼吸肌训练很有必要^[8].1991年耿喜臣采用根据抗荷呼吸动作特点制定的呼吸肌训练方法进行呼吸训练后,呼吸肌力量与耐力明显增加,受试者+Gz耐力增加^[8].HP动作第2部分动作具有典型的呼吸肌的训练特征,遂将HP动作训练列入实验组训练方案,旨在加强呼吸肌训练的同时,让其更加娴熟的掌握HP动作.

2)身体素质训练与+Gz耐力研究表明:举重训练(类举重训练)、无氧训练、其他身体素质训练有利于提高+Gz耐力^[8,12],各肌群力量训练不能够孤立起来而是应该把臂、胸、腹、颈及呼吸肌进行全面训练,并且加强各肌群协调性训练,只有这样才能明显提高抗荷能力^[8].本训练方案选取的俯卧撑、30 s单脚触地平衡是以下肢、腰腹、胸臂部位肌群练习为目的的动作,训练时选取的重复、间歇训练法^[10],目的是为提高相应部位肌群的绝对力量及无氧耐力.尤其是30 s单脚触地平衡,做动作时为协调平衡机体,需要募集更多肌肉(特别是下肢肌肉)参与做功,训练效果好于相对平衡状态下类似的动作,30 s内完成次数的多少一定程度上能反应出受试者的无氧耐力水平及协调能力.俯卧撑、30 s单脚触地平衡不受场地、器械限制,通过网络能清晰、准确地传递流程,便于训练及测试是将其列入本训练方案的另一重要原因^[13].

从运动素质训练效果看,每周2次,每次90 min,连续训练8周,实验组、对照组俯卧撑及30 s单脚触地平衡训练前后对比,效果显著增加($p<0.05$),说明实验组、对照组下肢、腰腹、胸臂力量显著增大,无氧耐力及协调能力显著提升.实验组、对照组训练后力量、耐力、协调能力的加强,下肢、腰腹、胸臂肌群持续、协调、有力的收缩阻止了血液向全身转移,加大了外周循环阻力和减少了外周循环血量,是训练前后HP动作最大用力状态收缩压显著升高($p<0.05$)的关键因素,从而致使+Gz耐力提高,实验中观察到训练前后HP动作最大用力收缩压实验组上升幅度大于对照组,其原因有待进一步探讨.

4 结 论

飞行学生“居家”自主抗荷专项训练时,将HP动作融入日常训练并联合下肢、腰腹、胸臂绝对力量及无氧耐力训练,比单纯下肢、腰腹、胸臂绝对力量及无氧耐力训练更能有效提高和保持飞行学生+Gz耐力,建议将HP抗荷动作引入飞行学生航空体育教学训练大纲,强化全身最大力量训练,制定全身最大力量考核项目及标准.飞行学生应依据实际训练过载的情况合理运用HP动作,由于AGSM非常消耗体力,经过反复做AGSM防护的能力大大下降,容易发生加速引起的意识丧失(G-induced loss of consciousness, G-LOC)^[5],所以地面HP动作教学时必须强调,如何合理分配体力、节省体力非常重要,不能盲目地做最大用力程度的HP动作.

参考文献:

- [1] 李 波,张九龙,文兴康,等.连续4个周期旋梯训练对飞行学员心功能的影响研究[J].航天医学与医学工程,2019,32(1):84-88.
- [2] BURNS J W, IVAN D J, STERN CH, et al. Protection to +12Gz [J]. Aviat space Environ Med, 2001, 72(5): 413-421.
- [3] 耿喜臣,金 朝,徐 艳,等.新的抗荷动作:HP与PHP动作抗荷效果的评价[J].中华航空航天医学杂志,2002,13(4):209-213.
- [4] 徐 艳,张莉莉,张立辉,等.抗荷动作训练器上HP动作的训练方法[J].航天医学与医学工程,2013,26(5):363-366.
- [5] 徐 艳,林 榕,李宝辉,等. HP与PHP动作与新机抗荷供氧系统结合方法及防护性能[J]. 航天医学与医学工程, 2014, 27(5): 318-323.

- [6] 李 刚, 余红英, 李 萌. 歼击机飞行员不同抗 G 动作训练效果观察 [J]. 人民军医, 2019, 62(4): 302-304.
- [7] 孙喜庆. 航空航天生物动力学 [M]. 西安: 第四军医大学出版社, 2005.
- [8] 孙喜庆, 李莹辉, 姜世忠. 重力生理学理论与实践 [M]. 西安: 第四军医大学出版社, 2009.
- [9] 蒋 红, 顾妙娟, 赵 琦. 临床实用护理技术操作规范 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2019.
- [10] 田麦久, 刘建和. 运动训练学 [M]. 2 版. 北京: 人民体育出版社, 2000.
- [11] 邹志康, 王安利, 耿喜臣, 等. 空军青少年航空学校学生基础性抗荷体质高效训练探讨 [J]. 空军医学杂志, 2018, 34(2): 73-76.
- [12] EPPERSON W L, BURTON R R, BERNAUER E M. The Influence of Differential Physical Conditioning Regimens on Simulated Aerial Combat Maneuvering Tolerance [J]. Aviat Space Environ Med, 1982, 53(11): 1091-1097.
- [13] 杨雪清, 李 波, 尤 旭, 等. 选择性力量训练对啦啦操运动员动态平衡能力的影响研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(8): 92-97.

On Effect of HP Maneuver Combined with Physical Fitness Training on Calculation +Gz Tolerance of Flight Students

LIU Guang-chun¹, YANG Xue-qing², LI Bo¹

1. Department of Physical Education, Civil Aviation Flight University of China, Guanghan Sichuan 618307, China;

2. College of Physical Education, Xihua University, Chengdu 610039, China

Abstract: During the covid-19 epidemic period, the effects of HP maneuver combined with physical fitness training (experimental group) and simple physical fitness training (control group) on +Gz tolerance of flight students were observed. A total of 186 male flight students (Height=172~183 cm, Weight=68~78 kg), 92 in the experimental group and 94 in the control group, were trained for 8 weeks. The physical fitness training was twice a week and the HP maneuver training was once a week in the control group, the control group only received the same physical fitness training as the experimental group every week. The blood pressure and pulse (P) indexes of the experimental group and the control group before and after the training under the quiet state and the maximum force state of HP maneuver were collected by using the blood pressure meter. The data of the experimental group and the control group were collected by network video before and after the push-up and 30 second single foot touchdown balance training. Results In the quiet state, the pulse (P) of the two groups decreased before and after training, but there was no significant change in the systolic blood pressure (SBP) of the two groups before and after training. Before and after training, the maximum forced pulse (P) and systolic blood pressure (SBP) of HP maneuver in the experimental group increased significantly ($p<0.05$), while the maximum forced pulse (P) of HP maneuver in the control group had no significant change before and after training, while the systolic blood pressure (SBP) increased significantly ($p<0.05$). The results showed that the +Gz tolerance of the two groups increased significantly before and after the training ($p<0.05$), and the rate of rise of the experimental group was greater than that of the control group. Before and after the training, push up and 30 second single foot touchdown balance of the two groups were significantly improved ($p<0.05$). It is concluded that domestic training environment, which is limited by many factors, such as field and equipment, in order to improve and maintain the +Gz tolerance of flight students, the effect of HP maneuver combined with physical fitness training program is better than that of simple physical fitness training program.

Key words: Pilot; HP maneuver; physical fitness training; +Gz tolerance