

## 普通大学生力量训练时的心率变化研究

郑拯 张作龙 夏亦昕

上海财经大学浙江学院, 浙江 金华 321013

**[摘要]** 心率是心血管系统最容易测定的指标, 具有较高的研究价值。本研究通过文献资料、实验研究和数理统计等方法, 对 9 名上海财经大学浙江学院健身健美训练队队员进行三大力量项目(卧推, 硬拉, 深蹲)的测试, 测试研究对象低负荷抗阻训练、高负荷抗阻训练时的最大心率、平均心率以及运动 30s 后的心率。记录、分析和整理运动过程中的研究对象的心率变化, 以比较不同强度下三种不同训练方式研究对象心率的差别。

**[关键词]** 抗阻训练; 心率; 体育健康; 体育锻炼

DOI: 10.33142/fme.v3i4.6645

中图分类号: G804.2

文献标识码: A

### Study on Heart Rate Changes of College Students during Strength Training

ZHENG Zheng, ZHANG Zuolong, XIA Yixin

Shanghai University of Finance and Economics Zhejiang College, Jinhua, Zhejiang, 321013, China

**Abstract:** Heart rate is the most easily measured index of cardiovascular system, which has high research value. By means of literature, experimental research and mathematical statistics, this study tested 9 members of the fitness and bodybuilding training team of Zhejiang College of Shanghai University of Finance and Economics on three strength items (bench press, hard pull and squat). The subjects' maximum heart rate, average heart rate and heart rate after 30 seconds of exercise were tested during low load resistance training and high load resistance training. Record, analyze and sort out the heart rate changes of the subjects during exercise, so as to compare the heart rate differences of the subjects under three different training methods under different intensity.

**Keywords:** resistance training; heart rate; physical health; physical exercise

### 1 研究背景

心率(HR: Heart Rate)是心脏周期性机械活动的频率, 即每分钟心脏跳动的次数。它是人体刺激作用反映的生理负荷, 是人体的内部反射, 可以客观地检验人体的实际运动效果。<sup>[1]</sup>心率能够根据人的性别, 年龄和身体机能状态的变化而发生变化, 是大脑皮层和皮下中枢参与调节心血管系统机能状态的反映, 而中枢神经机能状态又取决于组织的缺氧程度, 在相同的缺氧条件下, 组织的不同缺氧程度又取决于每个人对耐缺氧的不同适应水平。<sup>[2]</sup>所以, 心率的变化程度能反映运动强度和心脏的功能, 并且反映了人体的力量和训练存在的弱点。

目前在国内开展的各项相关研究目的性都不是很明确, 所以在我们看来, 有开展这方面研究的必要, 为我们的全民健身和运动训练提供基础。一般认为, 运动中的最大心率(HRmax)是心血管功能增加的顶点, 尽管此时运动强度还可以继续增加, 运动可能还可以继续, 但是已经快达到了人体的极限水平。<sup>[3]</sup>同样, 对于最大心率的直接测试是存在一定困难的, 学者往往采用间接推算的方法, 如利用 Polar Team2 测定仪测定运动员的最大心率。为了探讨在实际测试抗阻训练时研究对象的心率变化, 本文采用运动现场测试的方法, 比较健身健美队学生不同力量项目(深蹲、硬拉、卧推)时的心率反应(包括平均心率、最大心率和 30s 恢复心率), 归纳了抗阻训练出现峰值心

率的原因和情况, 为训练者应该如何掌握和控制运动强度来提高身体健康提供依据, 也为学生运动训练、体育锻炼, 教师的体育教学提供强而有力的参考。

### 2 研究对象与方法

研究内容为抗阻训练中的大三力量项目分别采用两种不同负荷的实验内容。以上海财经大学浙江学院健身健美训练队学生为实验对象, 共收集男生 9 名。采用现场实验测试的方法, 对学生进行三种不同抗阻训练(深蹲、硬拉、卧推)时的心率变化的实验研究。研究对象的各项数据见表 1。

表 1 研究对象基本情况表

人数	年龄(岁)	身高(米)	体重(kg)	BMI
1	22	1.77	82	26.17
2	23	1.85	86	25.13
3	22	1.85	83	24.25
4	20	1.82	80	24.15
5	21	1.83	81	24.19
6	22	1.71	70	24.22
7	22	1.79	80	24.69
8	21	1.74	76	25.10
9	20	1.82	78	23.55
平均数±标准差	21.44±1.01	1.80±0.05	79.56±4.59	24.61±0.77

### 2.1 文献资料法

查阅国内多种期刊中有关选择专选课心理动机的研究成果及与专选课满意度相关的文献资料,并进行了整理和分析,为本研究提供相关理论依据。

经过整理,得出实验的方法与步骤如下:(1)受试者 12h 内不可以吸烟、喝酒,首先让运动员正常休息 15 分钟,测定并记录其安静心率、身高、体重、年龄,如果发现有身体不适,谢绝参加测试;(2)胸前戴好心率表发射带,检查 Polar Team2 心率带是否正常显示心率,准备抗阻力训练。然后,利用传输带将心率遥测表中的数据传输到电脑上,这样就可以知道被测试者在运动过程中的心率变化,读取相关数据;(3)测试项目:以力量训练为例:进行卧推、深蹲、硬拉时候的心率变化。A.测试三大力量项目进行 30RM 负荷(低强度)的抗阻训练时的心率。B.测试三大力量项目进行 10RM 负荷(高强度)的抗阻训练时的心率;(4)受试者全程的心率变化都会全程记录下来,根据不同的力量训练项目,每个力量训练时心率变化也不是一种稳定变化的心率,指训练中会逐步达到的心率最大瞬间的值数。因为时间非常短,需要全程监测受试者的心率;(5)对受试者运动练习之后的心率恢复变化情况在不同项目的恢复情况进行比较。

查阅国内外有关体育训练、训练者的平均心率和最大心率的研究资料,并进行分析、整理与总结。

### 2.2 实验测试法

本研究选取三种抗阻训练的项目进行现场实验:实验一共分为三天第一天测试我们的深蹲的项目,在测试前检查仪器,检查实验人员身体情况,确定全部正常,佩戴我们的心率带监测安静时心率。然后开始测试一个项目第一个是低强度的深蹲 30RM 的负荷。九名同学依次完成 30RM 的负荷之后休息到心率恢复到正常状态,观察坐完之后 30S 的心率变化。然后在进行高强度的测试能完成的 10RM 的负荷实验步骤如上。全程记录心率的变化测试全程的平均心率以及运动过程中的最高心率和心率峰值。之后一天测试一个项目。共计三天一次实验过程持续 30 分钟。

现场实验采用团队训练系统,用监测心率的仪器进行数据的记录。团队训练系统是指团队运动生理学全新推出了 Team2 团队训练系统,提出应符合训练的需要,实时监测运动状态,深入地了解单个队员及整个团队的训练情况。它具有实时训练监测的特点。如下图 1 所示。



图 1 PolarTeam2 团队训练系统

### 2.3 数据统计法

对测试者所收集到的平均心率、最大心率等数据整理并列表进行统计,并采用相关的统计学知识对所获得的数据进行差异比较,得出相应的结论。

### 2.4 对比法

通过对抗阻训练的三种不同方式(深蹲、硬拉、卧推)的测试,来对峰值心率、平均心率等数据进行对比与分析;根据调查的数据,运用比较分析、演绎、归纳综合等方法,对结果进行归纳。

## 3 研究结果

### 3.1 三种不同力量训练方式对心率影响的差异

本研究中选取的一般力量训练的最大强度率为  $162.33 \pm 6.71$  bpm,根据个体最大心率  $HR_{max} = 220 - \text{年龄}$  的计算公式,力量达到 80%,完全达到增加肌肉绝对强度所需的训练强度,30 秒内恢复的心率达到  $21.65 \pm 2.83$  bpm,表明这种一般力量训练方法在对肌肉产生某些刺激的,同时不会对身体造成明显的不适或疲劳,因此,该强度在我们的研究当中是适用的。

通过监控和记录高强度训练下,深蹲、硬拉、卧推三种不同训练方式时研究对象的最大心率和他们运动结束后 30 秒的恢复心率,来对比不同训练方式对人体心率的影响差异,得出的具体数据见表 2。经 T 检验分析:在训练过程中的最大心率上,深蹲这种训练方式分别与硬拉、平推两种训练方式相比,差异都是显著的 ( $P < 0.05$ ),即深蹲的最大心率要显著高于硬拉和卧推。而在这三个不同训练项目上,30s 恢复心率都要显著小于最大心率 ( $P < 0.001$ ),即研究对象的心率表现为急速下降的过程。

表 2 不同训练方式的最大心率与 30s 恢复心率 ( $\bar{X} \pm SD, n=9$ )

训练方式	最大心率 HR (bpm)	30s 恢复心率 HR (bpm)
硬拉	$140.82 \pm 10.14$	$20.55 \pm 4.68$
平推	$142.21 \pm 8.58$	$19.84 \pm 3.70$
深蹲	$165.71 \pm 9.48$	$19.50 \pm 4.61$

### 3.2 高强度下不同训练方式中的平均心率的比较

通过监控和记录高强度训练下,深蹲、硬拉、卧推三种不同训练方式时研究对象的平均心率(训练时和结束后整个过程的平均心率),将所得的数据进行对比,来分析高强度下,不同训练方式对研究对象平均心率的影响差异,具体数据见表 3。

表 3 高强度的不同运动方式对平均心率的影响 ( $\bar{X} \pm SD, n=9$ )

运动方式	平均心率 (bpm)	T 值	P 值
卧推	$105.52 \pm 8.50$	-4.641**	0.002
深蹲	$120.85 \pm 6.37$		
卧推	$105.52 \pm 8.50$	-4.712**	0.002
硬拉	$120.79 \pm 8.30$		
深蹲	$120.85 \pm 6.37$	0.027	0.979
硬拉	$120.79 \pm 8.30$		

注: \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

经 T 检验分析, 我们发现, 在高强度条件, 卧推这种训练方式下, 研究对象的平均心率与深蹲、硬拉两种方式都存在显著差异 ( $p < 0.01$ ), 即卧推条件下研究对象的平均心率要显著低于深蹲和硬拉的平均心率, 而深蹲与硬拉却不存在显著差异 ( $p > 0.05$ )。

### 3.3 低强度下不同训练方式中的平均心率的比较

同样, 通过监控和记录低强度训练下, 深蹲、硬拉、卧推三种不同训练方式时研究对象的平均心率, 将所得的数据进行对比, 来分析低强度下不同训练方式对研究对象平均心率的影响差异, 具体数据见表 4。

表 4 低强度的不同运动方式对平均心率的影响 ( $\bar{X} \pm SD, n=9$ )

运动方式	平均心率 (bpm)	T 值	P 值
卧推	102.77 ± 10.47	0.275	0.790
深蹲	100.73 ± 15.51		
卧推	102.77 ± 10.47	-1.062	0.319
硬拉	108.67 ± 8.52		
深蹲	100.73 ± 15.51	-1.691	0.129
硬拉	108.67 ± 8.52		

经 T 检验结果表明, 在低强度条件, 研究对象的平均心率在三种训练方式上都不存在显著差异 ( $p > 0.05$ )。

### 3.4 不同强度同一训练方式的平均心率

进一步, 我们对比不同强度条件下, 深蹲、硬拉、卧推三种不同训练方式时研究对象的平均心率, 将所得的数据进行对比, 来分析训练强度对三种训练方式是否存在显著影响, 具体数据见表 5。经 T 检验分析, 结果表明, 在深蹲这种训练方式上, 强度的高低对研究对象的平均心率的影响时存在显著差异的 ( $p < 0.01$ ), 即高强度下研究对象的平均心率要显著低于低强度下研究对象的平均心率; 同样, 在硬拉这种训练方式上, 强度的高低对研究对象的平均心率的影响也存在显著差异的 ( $p < 0.05$ ), 即高强度下研究对象的平均心率要显著低于低强度下研究对象的平均心率。但是, 对于卧推这种训练方式, 强度的高低却对研究对象的平均心率不存在显著的影响 ( $p > 0.05$ )。

表 5 不同强度同一运动方式的平均心率 ( $\bar{X} \pm SD, n=9$ )

		平均心率 (bpm)	T 值	P 值
卧推	高强度	102.77 ± 10.47	-0.81	0.442
	低强度	105.52 ± 8.50		
深蹲	高强度	100.73 ± 15.51**	-3.74**	0.006
	低强度	120.85 ± 6.37		
硬拉	高强度	108.67 ± 8.52*	-3.29*	0.011
	低强度	120.79 ± 8.30		

## 4 分析与讨论

对于本实验过程中的三大训练项目 (卧推、深蹲、硬拉), 大多数同学都出现在高负荷的条件下心率要高于低负荷条件下的, 但并不是所有的训练项目上差异都是显著

的, 比如在卧推这项目上, 负荷强度的高低对研究对象的心率就无显著的影响。因此, 并不是负重越重的训练, 会造成训练者的心率越高。对于训练者来说, 当训练到力竭时, 无论是轻负荷还是重负荷, 都可以达到一定适合锻炼的基本稳定的心率。<sup>[4]</sup>

通过记录和对比研究对象在深蹲、硬拉、卧推三种不同训练方式下的最高心率和 30s 后的恢复心率, 我们发现, 研究对象在完成深蹲训练之后所达到的最高心率要显著高于硬拉和卧推之后所达到的心率, 而且在经过 30s 的休息之后, 恢复到了与硬拉和卧推差不多的水平, 表现出下降速度较快的特点, 并且, 研究对象的心率变化不是瞬时变化则是在完成动作之后它的心率产生巨大的波动, 这与游泳或者跑步过程中所一直保持较高心率的情况是不一样的。<sup>[5]</sup>因此, 在完成高强度的负荷动作之后的一个较短时间内, 是极易出现身体不适等症状, 需要大家引起高度重视, 注重自己身体的安全, 并且做好运动后的安全措施处理。<sup>[6]</sup>

此外, 通过记录和对比研究对象在深蹲、硬拉、卧推三种不同训练方式下的最高心率、30s 恢复心率和平均心率, 我们都可以发现, 深蹲项目对人体心率的改变作用是最大的。因此, 深蹲项目在短时间内, 相对卧推、硬拉项目, 训练效果可能是最佳的。在训练的过程当中, 我们或许在能够达到训练效果的时候, 可以多采用深蹲这个训练项目去进行锻炼, 提高我们的运动效率。

对于心率, 心肺功能与力量训练, 并不是说力量训练一定能提高心肺功能, 但也不是一点作用都没有的。首先, 急性和长期的无氧运动能够使运动员的心脏功能和容积增加; 其次, 训练时的心率、收缩容积、心输出量、脉搏输出量和血压都会显著地升高。即心血管反应强度与运动的强度和运动量、运动员的肌肉量、休息时间的长短和收缩地速度是存在相关的。<sup>[7]</sup>因此, 心肺训练对于人们日常生活是非常重要的, 比如, 有大量研究都表明: 心肺适能与各种慢性疾病的发生风险存在直接相关。通过一定的心肺训练, 可以增加人体的最大摄氧量, 心输出量、降低静息心率和最大强度的运动心率, 增加运输氧的血红蛋白和肌红蛋白的数量、提高心率储备, 增加毛细血管密度, 增强结缔组织。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

(1) 抗阻训练负重越重的训练不一定心率越高

大部分情况下, 在高负荷的条件下心率要高于低负荷条件下的, 但并不是所有的训练项目上差异都是显著的。

(2) 当训练停止的 30s, 后心率有所上升一段时间之后心率急速下降

无论是哪种训练方式, 在经过 30s 的休息之后, 心率表现为下降速度较快的特点。

(3) 深蹲项目对其他两个力量项目心率的变化大。通过对比深蹲、硬拉、卧推三种不同训练方式下的心率,我们都发现深蹲项目对人体心率的改变作用是最大的。

## 5.2 建议

(1) 抗阻训练时可以采用轻负荷多次数的刺激,也可以采用高负荷少次数的刺激,两者相结合会使锻炼效果更好,均可达到一定强度的心率。前提是不管轻负荷(多次数)或高负荷(少次数)的刺激确保做到力竭,两者所达到的心率一致。

(2) 抗阻训练时心率变化并不是瞬时发生的,需要严格对待练习之后的恢复措施,很多安全问题都是在高强度负荷之后,人脑供血不足没有及时回流到大脑,导致晕厥等意外情况出现。也会因为一时的颅内压升高而导致昏迷、呼吸节奏不顺畅造成的颅内压升高都有可能直接导致昏迷。

(3) 力量训练影响心肺系统微乎其微,但对个体健康十分有益,它能够增强最大强度运动心率,增加运输氧的血红蛋白和肌红蛋白数量。力量训练也存在着风险,在高强度的力量训练之后容易超出自身最大心率值发生晕厥。采用合理的负荷重量进行力量训练锻炼,尽量避免发生晕厥等情况。

(4) 为了更好有效地提高大学生的身体素质和心肺功能,需要有氧与无氧相结合的锻炼方式,健康人群的有氧可以做传统的长时间低强度训练,无氧力量训练根据自身情况,一周三次左右,强度以中等强度或高强度为主。若想提高心肺功能的话,强度和频率必须足够,不然达不到提高效果,训练的强度取决于现有的心肺适能水平。

(5) 建议开始体育锻炼前进行心肺运动测试。从静

息状态到运动负荷下持续监测 12 导联心电图、血压、肺功能、摄氧量和二氧化碳排出量等代谢指标的临床检测技术,是目前唯一能够在一次测试中全面评估人体多系统功能的临床检测技术。

(6) 建议人们在运动过程中,及时预测可能存在的运动风险、正确评估自己的运动能力、科学安排训练内容、了解自己的体能水平、坚持合理且科学的锻炼方式、形成合理的饮食习惯和良好的生活作息,才能更好地提高身体健康水平,让锻炼达到更好的效果。

## [参考文献]

- [1] 叶卫兵, 马楚虹. 体育专业大学生最大心率推算公式的实验研究[J]. 沈阳体育学院学报, 2004(3): 382-383.
- [2] 肖毅, 刘宇, 刘翠鲜. 负重力量训练数据实时采集与监控系统的开发[J]. 上海体育学院学报, 2009, 33(4): 75-78.
- [3] 朱成东, 林华. 运动后心率恢复——大众健身有氧评价新思路述评[J]. 体育学刊, 2017, 24(5): 134-139.
- [4] 张帆, 王竹影. 抗阻振动训练对生理反应与能量消耗的影响[J]. 北京体育大学学报, 2017, 40(7): 49-55.
- [5] 徐广艳, 赖丽丽. 静息状态与实时运动状态心率变异性的对比分析[J]. 文体用品与科技, 2019(5): 194-195.
- [6] 张冠球, 张晓英. 渐进性抗阻力量训练对普通人群力量与最大摄氧量的影响[J]. 体育科技文献通报, 2009, 17(8): 21-22.
- [7] 李冲. 大学生抗阻训练能量消耗研究[D]. 江苏: 南京师范学院, 2017.

作者简介: 郑拯(1988-), 男, 汉族, 浙江金华, 硕士, 讲师, 上海财经大学浙江学院, 研究方向: 运动训练。