

·运动人体科学·

# 华南地区高校体育课生理负荷强度比较分析

周蓉晖<sup>1</sup>, 邓树勋<sup>2</sup>, 孙学川<sup>3</sup>, 邓伟明<sup>3</sup>, 简坤林<sup>3</sup>

(1. 广州体育学院 解剖教研室, 广东 广州 510075 2. 华南师范大学 体育科学院, 广东 广州 510631;  
3. 解放军体育学院 体能训练研究中心, 广东 广州 510500)

**摘 要** 采用遥测技术、多项式拟合与聚类分析等方法, 对华南地区 7 所高等院校体育课的运动生理负荷强度进行了现场测试和分析。结果显示: 丰富体育课内容、强化学生体能训练是华南地区体育课改革的一个突出特点; 课的总体平均生理负荷强度(用心率指标表示)为 142 次/min, 其中男女生分别为 144 次/min 和 137 次/min。与全国平均水平相比, 无显著性差异( $P > 0.05$ )。

**关 键 词** 华南地区; 高校; 体育课; 生理负荷

中图分类号: G804 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2002)05-0049-03

## Analysis and comparison on physiological workload intensity of physical education course of universities in South China

ZHOU Rong-hui<sup>1</sup>, DENG Shu-xun<sup>2</sup>, SUN Xue-chuan<sup>3</sup>, DENG Wei-ming<sup>3</sup>, JIAN Kun-lin<sup>3</sup>

(1. Teaching and Research Section of Anatomy, Guangzhou Institute of Physical Education, Guangzhou 510075, China;  
2. Institute of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;  
3. Physical Training and Reserch Center, PLA Institute of Physical Education, Guangzhou 510500, China)

**Abstract** It is carried in the paper that the systematic study on the characteristics of physical class contents in universities in South China. And physiological workload intensity of physical education course in 7 universities were measured on the spot and analyzed by means of the remote-monitoring technique, polynomial fit method and clustering analysis. The results showed that the rich and colorful contents of the class and the stressed physical fitness training are the bright features of the teaching content reformation in the area universities. The total average physiological workload intensity (presented with heart rate) of the courses is 142 bts/min; while male and female student's intensities are 144 bts/min and 137 bts/min respectively. There is no significant statistical difference comparison with the average levels of the crosscountry universities ( $P > 0.05$ ). The study provided an experimental data for the teaching content reformation of physical education class in South China region.

**Key words** South China; university; physical education course; physiological workload

华南地区高校处于我国经济和教育改革的前沿阵地, 早在 20 世纪 90 年代, 在全国率先展开了一场独具特色的教育体制和教学内容的改革。体育课内容体系的改革是这项系统工程中的重要组成部分之一, 从教学的内容与形式、方法与手段等方面都进行了多方位的探索, 为增强学生体能, 培养学生良好的思想和意志品质, 发挥了积极的作用<sup>[1]</sup>, 为我国的教育改革提供了宝贵的经验。

然而, 在高校体育课内容改革过程中, 也面临着如何检验和说明课程内容改革的实际效果, 客观评价上课质量的一些实验测试方法和指标数据的问题。从运动人体生物学和

体育教育学的角度分析, 体育课的运动生理负荷, 既是评价体育课质量与科学性的一个重要指标, 也是客观检验体育课内容改革实际效果的一项重要生物学实验指标。将心率作为评价生理负荷强度的指标, 被国内外学者和体育工作者广泛应用<sup>[2-5]</sup>。但在实际研究方法上, 一方面, 过去主要采用了定人、定时、间断人工采样, 在一定程度上干扰了课的连贯性, 也使数据的准确性受到影响; 另一方面, 在分析与评价中, 多用较为直观的平均心率和折线图来描述课中生理负荷强度的变化特征和变化趋势, 从而制约了对体育课教学质量的研究。20 世纪 90 年代孙学川等人<sup>[6,7]</sup>通过采用心率遥测

技术和数学建模方法,评价人体的体能水平,为生理负荷强度的研究提供了方法学上的参考和借鉴。

本文通过对华南地区高校体育课内容特点的系统调研,并采用遥测技术、多项式拟合与聚类分析等方法,对7所院校体育课的运动生理负荷强度进行了现场测试和分析,为实施体育课教学内容改革、提高教学质量提供实验数据。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究材料和对象

研究材料主要依据华南地区7所高校体育课的教学计划和任课教师的教案,以及在室外教学现场记录下的体育课内容和形式。

现场实验测试以华南地区7所高校(中山大学、暨南大学、华南理工大学、华南农业大学、华南师范大学、中山医科大学、深圳大学)非体育专业、一年级本科学生200人为研究对象。其中,男女各100名,年龄 $(17 \pm 1.6)$ 岁。

### 1.2 研究方法

(1)数据、资料采集:用芬兰产PE-4000型心率遥测仪对体育课的标志学生进行实时采样,采样时间从上课开始,采样频率为4次/min,直至上课结束。测试结束后,将贮存的心率数据信号通过回放系统传输至计算机保存,并对所存数据编号、归类与分析。

查阅本学期体育课教学计划和任课教师的教案,核对实际教学内容。

(2)数据处理:用美国Statsoft公司开发的Statistical for Windows Release 5.0软件及多项式拟合法、K-Mean聚类分析法、数模法。

多项式拟合采用4阶多项式拟合体育课运动生理负荷强度反应(心率)曲线:

$$y = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3 + a_4t^4 + \varepsilon \quad (1)$$

其中 $y$ 表示心率, $t$ 表示运动时间, $a_i$  ( $i=1,2,3,4$ )表示多项式回归系数, $\varepsilon$ 表示误差项。对多项式回归计算(1)式作如下变换: $x_1=t, x_2=t^2, x_3=t^3, x_4=t^4$ 转化成:

$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + e$ 的多元线性回归模型。

K-Means聚类分析算法:首先取前 $K$ 个样品( $K$ 也是聚类的数目)作为临时凝聚点,当随后的样品加入聚类中时,如果它与一个凝聚点的最小距离大于最近的两个凝聚点的距离时,该样品值则取代了凝聚点,即较接近于该样品的那个凝聚点被该样品值取代。如果一个样品与本聚心的最小距离大于本聚心与其它所有聚心的距离,该样品值也替换本聚心。即一个样品替换离它最近的那个凝聚点。由此便可以产生一组初始凝聚点。

## 2 实验结果与分析

### 2.1 体育课地域性特点

体育课地域性特点主要体现在课的内容与形式方面。鉴于华南地区气候环境炎热、潮湿,社会经济发展水平较高,教学配套设施和保障条件相对较为完善的客观条件,高校体

育课的教学内容设置和教学过程,普遍采用了丰富多彩的运动锻炼项目,必修与选修的有机结合,有些高校还尝试了课程免费必修与有偿选修(如健美健身、韵律体操课)的改革。在一定程度上,既体现了与国际接轨和沿海经济发达的地域性特色,同时也有效地提高了学生的体能和心肺功能,实现我国高校体育课的目标。

### 2.2 教学内容与目标

体育课内容与目标的总体趋势是:内容丰富,可选择性强,必修课素质性训练与技巧(技术)性训练并重,选修课内容男女生各有所侧重(表1)。其中,较为突出的特色是,选修课女生多选择与形体、美感、韵律比较鲜明的训练项目,如韵律(有氧)体操等;男生多选与肌肉健美、对抗性较强的内容,如健美训练等项目。尽管学生所选项目内容不同,但他们的体能、心肺功能,以及对亚热带潮湿、炎热气候的适应能力,都有了明显的增强。

表1 华南地区高校体育课部分重点内容与特点

项目	课类别	重点内容	主选修人群
田径	必修为主	跑、跳为主	男、女生
器械体操	必修为主	器械练习	男、女生
球类	必、选修	篮足排乒羽	男、女生
武术	必、选修	太极拳	男、女生
游泳	选修为主	水感、技术动作	女生较多
韵律体操	选修为主	有氧耐力、协调	女生为主
健美训练	选修为主	肌肉力量、轮廓	男生为主

### 2.3 体育课生理负荷特点

(1)负荷程度:华南高校体育课的最大生理负荷强度(以心率为指标)平均为142次/min,男、女生分别为144次/min和137次/min;全课和基本部分的平均生理负荷强度为 $(126 \pm 7.4)$ 次/min和 $(129 \pm 3.9)$ 次/min。其中,男生分别为 $(128 \pm 7.3)$ 次/min、 $(131 \pm 4.5)$ 次/min,女生分别为 $(126 \pm 6.5)$ 次/min、 $(128 \pm 3.2)$ 次/min。这提示华南地区高校体育课的生理负荷强度水平,男生全课和基本部分的平均生理负荷强度都分别高于女生( $P < 0.001$ )。

体育课的生理负荷强度反应程度特点提示:随着沿海地区体育课教学内容改革的进行,尽管华南地区高校体育课的内容较内地更为丰富多彩,教学形式更为灵活多样,但对学生的内脏机能,尤其是对心肺功能的影响,仍然发挥出了良好的刺激作用。这说明,无论课的形式与内容怎样变化,只要课的生理负荷能达到一定的强度,就能基本达到对学生机体的有效生理学刺激,收到增强学生体能的效果。因此,把握体育课的生理负荷强度,是进行体育课内容改革的关键要素之一。研究结果也提示,国家教育职能部门在宏观把握、评估各院校体育课教学内容改革工作时,应放开教学内容与形式,统一课应达到的生理负荷量,以从运动生理学的角度,抓住体育课增强学生身心健康的关键指标,实现对高校体育课改革统放结合的宏观调控目标。

(2)生理负荷强度分布特征:①总体强度分布特点。从

图 1 可见,华南地区高校体育课生理负荷强度的分布类型为双高峰型,男、女生总体强度分布类型,经平滑处理后呈逐渐升高型。但从强度分布特点看,前峰低于后峰,中间略低,类似“躺椅型”分布。在时序上,第 1 高峰出现在准备部分结束,基本部分的开始阶段;第 2 高峰出现在基本部分即将结束,开始向结束部分过渡的阶段,是全课的最大强度点。这样的分布类型符合人体生理机能活动的变化规律,有利于学生身体机能的提高,说明教学强度安排合理。

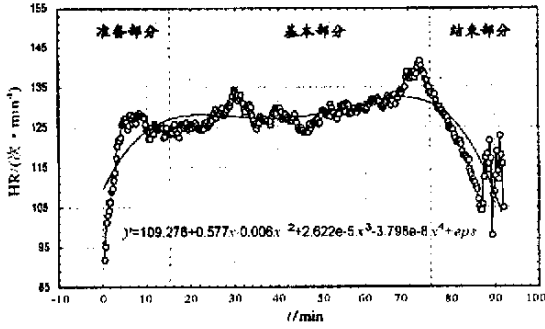


图 1 男女生总体生理负荷强度分布

2) 男女生强度分布特点: 现场测试数据分析显示,男女生的强度负荷特征总体趋势基本一致。但男生的负荷强度第 2 高峰明显高于第 1 高峰。女生的两个高峰差距较小,说明女生对运动负荷强度较为敏感,生理反应幅度趋于基本相同,故女生的体育课应注意在课的前段,运动强度不宜上的太快,以便内脏机能系统有一个逐步动员的过程。

3) 负荷反应的波动性: 对华南地区高校体育课生理负荷强度反应模式的聚类分析处理直观图形显示,华南高校地处沿海地区,尽管各院校体育课的内容繁多,形式多样,但任课教师在把握课的运动强度和强度分布的关键环节时,特别注意了适宜强度、合理分配,以及练习项目交替的平稳过渡,从而使学生的机体对外部运动负荷强度刺激,表现出生理负荷强度反应波动性较小,生理机能反应稳定性较高(图 2)。这种反应模式,既符合人体机能动员和变化的客观生理学规律,避免负荷加载过快超出人体心肺等内脏器官的动员和承受能力,同时也能对人体的心血管呼吸等系统产生一个持续的良好刺激作用。

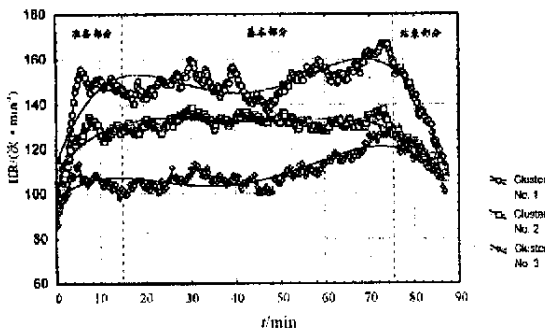


图 2 华南地区体育课生理负荷强度分布聚类分析

## 2.4 与全国总体水平的比较

华南地区高校体育课的最大生理负荷强度(以心率为指标)平均为 142 次/min,与全国(除西藏地区外)的总体水平(心率介于 142~148 次/min)相比较,无统计学显著性差异( $P > 0.05$ )。从课的内容和形式角度分析,沿海与内地高校存在一定的差异性,但上课中学生的生理负荷反应程度和模式却没有质的差异。这种现象也进一步说明,尽管我国高校体育课内容的改革力度和重点不尽相同,在教学内容与形式上表现出了多样性,但课对学生的机体所产生的生理负荷刺激强度,全国高校基本保持一致。因此,国家教育职能部门在宏观调控全国高校体育课的改革进程时,应放开对课程内容和形式的行政规定,规范课程应达到的生理负荷量。华南地区高校体育课生理负荷强度的分布类型为双高峰型;男、女生总体强度分布类型,经平滑处理后呈逐渐升高趋势,前峰低于后峰,中间略低,类似“躺椅型”分布特征;聚类分布处理图波动性较小,学生生理机能反应总体稳定性较好。两类特征说明教师把握课的负荷强度较为合理。

基于上述研究结果,建议国家教育职能部门在宏观调控全国高校体育课教学内容改革进程时,放开对课程内容和形式的行政规定,统一规范课程应达到的生理负荷量,从运动生理学的角度,抓住体育课增强学生身心健康的关键指标,实现对高校体育课改革统放结合的宏观调控目标。

## 参考文献:

- [1] 体育学院通用教材. 学校体育学[M]. 北京:人民体育出版社,1991.
- [2] 凌启平. 用心率评定体育课运动负荷为宜[J]. 武汉体育学院学报,1994,28(2):93-94.
- [3] 秦宝安. 体育课运动负荷测定方法[J]. 体育教学,1988(4):26-28.
- [4] Abenmehy P, Batman P. Oxygen consumption, heart rate and associated with selected exercise - to - music class elements[J]. Br J Sports Med, 1994(1):48-52.
- [5] Potteiger JA, Evans B W. Using heart rate and ratings of perceived exertion to monitor intensity in runners[J]. J Sports Med Phys Fitness, 1995(35):181-186.
- [6] 孙学川. 人体体能评定数模法[J]. 体育科学,1990,10(5):44-48.
- [7] 孙学川, 陈槐卿. 正交多项式回归分析法在体育运动中的应用[J]. 生物医学工程学杂志,1997,14(3):283-287.
- [9] 林洪桦. 动态测试数据处理[M]. 北京:北京理工大学出版社,1995.

[编辑:李寿荣]