

# 北京市中小学校体育课 运动负荷现况及其对心率曲线的影响

段佳丽<sup>1</sup>,王观<sup>1</sup>,宋玉珍<sup>2</sup>,潘勇平<sup>3</sup>,孙颖<sup>1</sup>,高维<sup>1</sup>,王路<sup>1</sup>

1.北京市疾病预防控制中心学校卫生所,100013;2.北京市教育委员会;3.北京市东城区中小学卫生保健所

**【摘要】** 目的 评价北京市中小学校体育课运动负荷现状,为建立并完善体育课卫生监督方案和指导学校提高体育课运动效果提供依据。方法 采用典型抽样的方法,在北京市 16 个区县共抽取 36 所小学、36 所初中、36 所高中的 720 节体育课,使用运动心率表(POLAR FT4 型)、秒表等仪器对每节体育课按学生体育成绩等级抽取的 5 名健康学生(实际有效样本量 3 598 名)进行心率、运动时间等内容的现场监测,计算运动强度、运动密度及运动时间各项指标的合格率。结果 学生体育课基本部分平均心率合格率为 96.38%,最大心率合格率为 63.47%。体育课运动密度合格率为 40.56%。体育课各部分时间安排均合格的仅有 11.11%,其中开始部分时长合格率为 44.86%,结束部分时长合格率为 47.08%。心率曲线合格的体育课共 110 节,合格率为 15.28%;监测的 3 598 名学生中,75.79% 心率曲线高峰在开始部分和准备部分提前出现,18.15% 心率曲线高峰在结束部分后置出现。结论 大部分体育课运动强度能够达到基本卫生要求,但运动密度、运动时间等指标合格率较低,不合理的运动安排引起学生生理指标异常变化。应加强对体育课的卫生监测与指导。

**【关键词】** 体育运动;心率;全身负荷;学生

**【中图分类号】** G 479 G 806 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2015)11-1614-04

**An evaluation of sports load of PE among primary and secondary schools in Beijing/DUAN Jia-li\*, WANG Guan, SONG Yuzhen, et al.\* Beijing Center for Disease Control and Prevention, Beijing(100013), China**

**【Abstract】 Objective** To evaluate physical education exercise load status in Beijing primary and secondary schools, and to establish and improve the supervision of physical education program, so as to provide basis for schools to scientifically improve physical education. **Methods** By using typical sampling method, 36 junior high schools and 36 senior high schools from 16 districts or countries in Beijing were selected, 720 classes of PE were taken. On-site monitoring (POLAR FT4) and stop watch were used. Five healthy students with different PE level were chosen to calculate the qualified rate indices of exercise intensity, density and movement time. **Results** The qualified rate of average heart rate in basic parts of PE class was 96.38%, the qualified rate of maximum heart rate was 63.47%. The qualified rate of PE class exercise density was 40.56%. All parts of PE class scheduled qualified was only 11.11%. Pass rate of the beginning part time was 44.86%, and the ending part time was 47.0%. Heart rate curve in 110 PE classes were pass, and the pass rate was 15.28%. Among the 3 598 monitored students, 75.79% of the students had premature peak of their heart rate curve, and 18.15% of students had deferred peak of their heart rate curve. **Conclusion** The majority of PE exercise intensity can meet the basic requirements, but the qualified rates of exercise density, exercise time and other indicators are low, unreasonable exercise arrangement cause the abnormal changes of students' physiological indicators, health surveillance and guidance of PE class should be strengthened.

**【Key words】** Sports; Heart rate; Body burden; Students

体质调研与疾病监测结果显示,我国学生体能和生理功能素质下降,体质状况不容乐观,加强学生体质健康工作势在必行<sup>[1-4]</sup>。对于正处于旺盛生长发育阶段的儿童少年而言,体育锻炼可以全面增强各器官、系统的功能,改善大脑的控制调节能力<sup>[5]</sup>。北京市政府非常重视学生体质健康问题,从 2008 年开始在全市中小学校实施“每天体育锻炼 1 h”计划<sup>[6]</sup>,2013 年启动“中小学校体育工作 3 a 行动计划(2013—2015 年)”<sup>[7]</sup>。为了解北京市中小学校体育课运动负荷现状,发现体育课存在的问题,以便科学指导学校上好体育课,北京市疾病预防控制中心于 2013 年 9 月至

2014 年 3 月开展了中小学校体育课运动负荷现场调查,结果报道如下。

## 1 对象与方法

**1.1 对象** 考虑到学校的代表性,在全市 16 区县(东城区、西城区分南北片独立抽取样本,即共有 18 个区县)中,根据学校规模大小每区分层抽取 2 所小学、2 所初中、2 所高中,共 108 所学校作为项目学校。在所选项目学校内,小学三~六年级每年级监测 2 节体育课,男女生各半;初一至初三年级、高一至高三年级每年级监测 2 节体育课,男、女生各 1 节。

按照“中小学生学习体育锻炼运动负荷卫生标准”(WS/T 101-1998)<sup>[8]</sup>,在健康学生中,从全班体育成绩前 5 名中随机抽取 1 名学生,从后 5 名中随机抽取

**【作者简介】** 段佳丽(1971-),女,北京市人,大学本科,副主任医师,主要从事学校卫生与学生防病工作。

1 名学生,中间随机抽取 3 名学生。每节体育课抽取 5 名学生为监测对象<sup>[8]</sup>。共调查体育课 720 节,其中小学 288 节、初中 216 节、高中 216 节;城区 320 节、郊区 400 节;新授课 465 节、复习课 247 节、考核课 8 节。共监测学生 3 600 名,实际有效样本量 3 598 名。

1.2 方法 采用现场测量的方法,使用运动心率表(POLAR FT4 型)、手表、秒表等仪器测量体育课的强度、密度和时间分布。其中运动强度包括基本部分平均心率和体育课平均心率、最大心率、心率指数 4 项指标;运动密度指教师安排学生的实际运动时间占整节体育课的比例;时间分布包括体育课各部分时长分布以及心率曲线 2 项指标。调查过程中每节课由 5 名区(县)调查员对 5 名被调查学生进行一对一的观察记录。调查从体育课开始到课后 10 min 止,安静心率由校医提前测定。

1.3 指标界定 基本部分平均心率:根据“中小学生学习体育锻炼运动负荷卫生标准”(WS/T 101-1998),记录基本部分各项活动后的心率,计算而得。体育课基本部分平均心率在 120~200 次/min 之间为合格<sup>[8]</sup>。体育课平均心率=安静心率+(最大心率-安静心率)×50%,平均心率在 130~170 次/min 之间为合格<sup>[2]</sup>。最大心率≤200 次/min 为合格<sup>[8]</sup>。心率指数=平均心率/安静心率,心率指数在 1.6~1.8 之间为合格<sup>[2]</sup>。

以时间为横坐标,心率为纵坐标,将安静心率、体育课测量过程中的所有心率及课后 10 min 心率绘入图中,绘制心率曲线图。心率曲线高峰出现在基本部分中间段,评定为合格<sup>[2]</sup>。运动密度(%)=[(学生实际运动时间(min)/体育课总时间(min))]×100%,运动密度在 30%~40%之间为合格<sup>[2]</sup>。体育课各部分时长评价:开始部分时长在 2~3 min 之间为合格,准备部分时长在 6~12 min 之间为合格,基本部分时长在 25~30 min 之间为合格,结束部分时长在 3~5 min 之间为合格<sup>[2]</sup>。

参照“中小学生学习体育锻炼运动负荷卫生标准”(WS/T 101-1998),本研究每节课的 5 名被监测学生中有 4 名及以上学生某项指标测定结果达到合格标准,该节体育课该项指标评定为合格<sup>[8]</sup>。

1.4 统计分析 收集来的数据用 EpiData 3.1 进行录入,并建立数据库,用 SPSS 18.0 软件进行统计分析。用百分率对体育课运动负荷各项指标进行描述,用 $\chi^2$  检验对不同类型学校、授课方式以及城郊之间的差异进行统计学分析,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 运动强度

2.1.1 基本部分靶心率 720 节体育课中 694 节课基本部分靶心率合格,合格率为 96.38%。其中小学合格率为 97.22%(280 节),初中为 96.30%(208 节),高中为 95.37%(206 节),差异有统计学意义( $\chi^2=1.22, P>$

0.05)。城区合格率为 97.19%(311 节),郊区为 95.75%(383 节);新授课为 96.34%(448 节),复习课为 96.36%(238 节),考核课为 100.00%(8 节),差异均无统计学意义( $\chi^2$  值分别为 0.68, 0.30,  $P$  值均 $>0.05$ )。

2.1.2 最大心率 720 节体育课中 457 节课最大心率合格,合格率为 63.47%。其中小学合格率为 57.99%(167 节),初中为 58.33%(126 节),高中为 75.93%(164 节),经两两比较,高中合格率高与初中和小学( $\chi^2$  值分别为 14.36 和 16.84,  $P$  值均 $<0.01$ );城区合格率为 59.38%(190 节),郊区为 66.75%(267 节),郊区高于城区( $\chi^2=3.86, P<0.05$ );新授课为 68.17%(317 节),复习课为 55.47%(137 节),考核课为 37.50%(3 节),其中新授课合格率高于复习课( $\chi^2=10.73, P<0.01$ )。

2.2 运动密度 运动密度合格的体育课共 292 节,合格率为 40.56%。不合格的体育课中,62.38%为运动密度过大(267 节),37.62%为运动密度过小(161 节)。

运动密度合格率小学为 42.36%,初中为 40.74%,高中为 37.96%,经趋势 $\chi^2$  检验,差异有统计学意义( $\chi^2=10.46, P<0.01$ );经两两比较,各学段间的差异无统计学意义( $\chi^2$  值分别为 0.075~0.817,  $P$  值均 $>0.05$ )。

### 2.3 运动时间

2.3.1 体育课时间安排 体育课各部分时长安排合格的体育课共 80 节,合格率为 11.11%。其中开始部分时长合格率为 44.86%,准备部分时长合格率为 73.06%,基本部分时长合格率为 57.78%,结束部分时长合格率为 47.08%。见表 1。

各部分时间安排均合格的体育课比例,小学为 10.42%,初中为 11.57%,高中为 11.57%,经趋势 $\chi^2$  检验,差异无统计学意义( $\chi^2=0.18, P>0.05$ );城区(8.13%)合格率低于郊区(13.50%),差异有统计学意义( $\chi^2=4.67, P<0.05$ );新授课合格率为 12.90%,复习课为 8.10%,考核课为 0,差异无统计学意义( $\chi^2=4.79, P>0.05$ )。

2.3.2 心率曲线 心率曲线合格的体育课共 110 节,合格率为 15.28%。合格率小学(29.17%)大于初中(6.02%)、高中(6.02%),差异有统计学意义( $\chi^2=55.91, P<0.01$ )。城区合格率为 17.81%,郊区为 13.25%;新授课合格率为 15.91%,复习课为 13.36%,考核课为 37.50%,经 $\chi^2$  检验,差异均无统计学意义( $\chi^2$  值分别为 2.52, 3.90,  $P$  值均 $>0.05$ )。见表 2。

3 598 名学生心率曲线合格的比例为 20.73%,心率曲线高峰单峰提前出现的比例高于偏后出现和既有提前出现又有偏后出现峰值的学生;心率曲线合格的比例小学生(35.83%)高于初中生(10.59%)和高中生(11.03%),差异均有统计学意义( $\chi^2$  值分别为 209.98, 201.29,  $P$  值均 $<0.01$ )。见表 3。

表 1 北京市不同类型学校学生体育课时间安排合格率比较

类型	体育课/节	开始部分	准备部分	基本部分	结束部分	均合格
小学	288	124(38.19)	224(77.78)	191(66.32)	118(40.97)	30(10.42)
初中	216	100(46.30)	162(75.00)	110(50.93)	111(51.39)	25(11.57)
高中	216	99(45.83)	140(64.81)	115(53.24)	110(50.93)	25(11.57)
合计	720	323(44.86)	526(73.06)	416(57.78)	339(47.08)	80(11.11)
$\chi^2$ 值		0.43	10.07	9.75	5.41	0.18
P 值		0.510	0.002	0.002	0.020	0.669

注:()内数字为合格率/%。

表 2 北京市城乡不同学段学校体育课学生心率曲线合格率

城乡	小学		初中		高中		合计	
	调查节数	合格节数	调查节数	合格节数	调查节数	合格节数	调查节数	合格节数
城区	128	47(36.72)	96	4(4.17)	96	6(6.25)	320	57(17.81)
郊区	160	37(23.13)	120	9(7.50)	120	7(5.83)	400	53(13.25)
合计	288	84(29.16)	216	13(6.02)	216	13(6.02)	720	110(15.28)

注:()内数字为合格率/%。

表 3 北京市不同类型学校体育课学生心率曲线峰值出现时间构成

类型	人数	提前出现	合格	偏后出现	提前兼偏后出现
小学	1 440	730(50.69)	516(35.83)	81(4.24)	133(9.24)
初中	1 079	731(67.75)	111(10.59)	25(2.32)	212(19.65)
高中	1 079	767(71.08)	119(11.03)	39(3.61)	154(14.27)
合计	3 598	2 228(61.92)	746(20.73)	154(4.28)	499(13.87)

注:()内数字为构成比/%。

### 3 讨论

体育锻炼是保证儿童青少年生长发育、提高身体素质、促进身心健康的重要手段。儿童青少年大部分时间都是在学校度过的,有组织的学校体育锻炼是提高儿童青少年体质的重要手段<sup>[5]</sup>。2008 年以来北京市全面推进学校体育锻炼 1 h 工作,以提高学生体质健康水平<sup>[6]</sup>;2013 年启动“中小学校体育工作 3 a 行动计划(2013—2015 年)”<sup>[7]</sup>,将提高体育课质量,全面开展监测与评价纳入行动方案。本次调查结果显示,2013—2014 学年度北京市中小学 720 节体育课基本部分靶心率的合格率达到 96.38%。说明各中小学校提高了对体育课运动强度的重视,北京市学校体育卫生工作取得了一定成效。

调查显示,36.53%的体育课最大心率超过 200 次/min。运动过程中如果心率过高会对人体造成一定的负担及危害,可能损害心肺功能<sup>[5,9]</sup>,因此《中小学生体育锻炼运动负荷卫生标准》(WS/T 101-1998)将 200 次/min 作为运动心率的上限值。运动能量的消耗是由运动持续时间决定的<sup>[2,10]</sup>,在保证运动强度适宜的同时,运动密度也应达到一定的量。本次调查结果显示,运动密度合格率偏低(仅 40.56%),与以往调查一致<sup>[11]</sup>。而运动密度不合格的 428 节体育课中,密度<30%的体育课占 37.62%,密度>40%的体育课占 62.38%。密度过小达不到锻炼效果;运动密度过大,运动负荷超出学生的承受范围,不利于学生恢复。

运动开始时机体需要启动神经、心血管系统,调节松弛状态的肌肉和关节,以适应从安静心率到运动的转换。每堂体育课通常由开始、准备、基本、结束 4

个部分组成,体育课的内容安排应遵循循序渐进的原则,逐渐增加运动量,使机体有一个适应过程<sup>[5]</sup>。既有利于学生适应运动节奏,达到锻炼效果,又保证学生的运动安全。本次调查结果显示,各部分时间安排都合格的体育课仅占 11.11%,其中开始部分和结束部分时长合格率不足 50%,基本部分时长合格率仅为 57.78%,准备部分合格率为 73.06%。

本次调查结果显示,小学在体育课个别运动安排方面存在问题较多,表现为最大心率合格率低于中学;中学在体育课时间安排方面问题更严重,表现为体育课运动密度最低;城区在最大心率和时间安排方面的问题较郊区严重;不同类型体育课中,考核课在最大心率方面的问题更大,提示要根据监测结果有重点的调整体育课的内容和安排。

运动时间安排不合理,会导致学生生理指标变化不合理,进而表现为心率曲线的异常。符合运动生理要求的脉搏(心率)曲线应该是逐渐上升,在基本活动部分的中间(24~30 min)达到高峰,至结束部分逐渐降低<sup>[5]</sup>。而目前仅有 15.28%的学生心率曲线合格。准备活动不足、过早开展高强度活动是心率曲线高峰提前的主要原因。本次调查 75.79%的学生心率曲线高峰出现在开始部分和准备部分,而心率突然上升会对学生造成一定的生理负担。结束部分时间不足是心率曲线高峰后置的主要原因,有 18.15%的学生心率曲线高峰出现在结束部分,会造成学生没有充足的时间休息,就要进入到下节课的静坐学习,不但影响课程的学习,而且将对心血管系统造成一定的损害。因此,体育课的结束部分应安排运动强度较小的整理运动和放松练习,并安排足够的时间以利于逐渐恢复到安静状态,保证体育课结束时心率处于下降的状态,以免影响学生的下一节课<sup>[2,5]</sup>。

运动负荷取决于运动强度、运动密度和运动时间 3 个因素的综合影响<sup>[2,5]</sup>。国内有研究表明,运用基本部分平均心率、运动密度、心率指数以及最大心率等指标能更好、更全面地反映运动负荷<sup>[12]</sup>。但是目前国

家评价标准只有基本部分靶心率等运动强度指标,没有运动密度和时间安排方面的指标,不能进行体育课运动负荷的全面评价,建议进一步完善运动负荷的评价指标。

儿童青少年心血管系统是发育变化的过程<sup>[5]</sup>。研究表明,安静心率随着年龄的增加而降低<sup>[13]</sup>,血压随着年龄的增加而变化<sup>[14-18]</sup>。因此,应该根据不同年龄阶段发育特点制定标准值。而当前国家标准中对于所有年龄段学生的基本部分靶心率范围标准只有一个<sup>[8]</sup>,不能准确评价各年龄段学生的运动负荷。

综上所述,目前北京市大部分体育课能达到基本卫生要求,但部分指标仍有待提高。建立完善的体育课卫生监测和评价方案,有的放矢地指导学校科学、合理安排体育课各项活动,在保证运动效果的同时预防伤害的发生是今后学校体育卫生工作的重点。

#### 4 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.关于 2010 年全国学生体质与健康调研结果公告[EB/OL].[2011-08-29].http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s5948/201109/124202.html.
- [2] 宋逸,马军.儿童青少年体育课和课外体育活动指导[M].北京:北京大学医学出版社,2013:17-20.
- [3] 潘勇平,高爱钰,石晓燕,等.北京市 1991-2010 年青少年生理功能运动素质变化趋势[J].中国学校卫生,2013,34(2):233-238.
- [4] 北京市人民政府.2012 年度北京市卫生与人群健康状况报告[R].北京:人民卫生出版社,2013:50-60.
- [5] 季成叶.儿童少年卫生学[M].7 版.北京:人民卫生出版社,2014,82:225-230.
- [6] 中共北京市委北京市人民政府关于加强青少年体育增强青少年

体质的实施意见(京发[2008]6号)[EB/OL].[2008-04-08].http://www.bjedu.gov.cn/bjsjwsc/65386986613606400/20080826167187.shtml.

- [7] 北京市教委.北京市关于推进中小学校体育工作三年行动计划(2013—2015 年)的通知(京办发[2013]34号)[EB/OL].[2013-07-04].http://govfile.beijing.gov.cn/govfile/shownewpages-ervlet?id=6127.
- [8] 中华人民共和国卫生部.中小学生体育锻炼运动负荷卫生标准 WS/T 101-1998[S].北京:中国标准出版社,1998.
- [9] PALATINI P, JULIUS S. Heart rate and the cardiovascular risk[J]. J hypertens, 1997, 15(4):3217.
- [10] 叶广俊.现代儿童少年卫生学[M].北京:人民卫生出版社,1999:245-250.
- [11] 黄剑辉,秦媛,安纯彩,等.北京市东城区部分中小学生学习体育课运动负荷调查[J].中国学校卫生,2008,29(5):448-449.
- [12] 沈彬,魏嗣琼,陈希宁,等.多指标判别分析对中小学校体育课运动负荷评价的研究[J].中国学校卫生,1998,19(1):49-52.
- [13] KEN U, DONALD HS. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: Relations to age and gender over nine decades[J]. J Am Coll Cardiol, 1998, 31(3):593-601.
- [14] 张羿,吴艳强,赵倩,等.应用不同参考标准评价 2010 年上海市 7~17 岁儿童青少年高血压患病率[J].中国循证儿科杂志,2013,8(5):363-368.
- [15] 董彬,马军,黄志达,等.青春期学生血压变化规律[J].中国学校卫生,2012,33(2):137-139.
- [16] 赵江,万蓉,万青青,等.2010 年昆明市盘龙区 6~17 岁儿童青少年血压调查分析[J].昆明医科大学学报,2014,35(6):46-50.
- [17] 米杰,王天有,孟玲慧,等.中国儿童青少年血压参照标准的研究制定[J].中国循证儿科杂志,2010,5(14):46-50.
- [18] 张迎修,陈敏,魏蕾,等.山东省儿童青少年血压偏高的流行分布[J].中国学校卫生,2012,33(3):315-316.

收稿日期:2015-03-24;修回日期:2015-05-03

(上接 1613 页)

从不同性别来看,男性曾经发生性行为的比例高于女性。由于传统性观念对男性的婚前性行为更加宽容,导致男性在性行为方面更加主动,而女性由于传统社会观念和生理特点在婚前性行为上的顾虑更多一些,可能是导致女生在性行为方面更加约束的一个原因<sup>[6-9]</sup>。从不同年龄来看,未成年(小于 18 岁)的青年学生临时性行为、商业性行为、同性性行为的比例略高于其他成年年龄组,可能与调查的样本量较低有关,但从另一个角度也说明低年龄组青年学生发生艾滋病相关高危性行为确实存在,且由于未成年人的健康意识与其生理的成熟不匹配,更容易发生高危性行为。

青年学生中艾滋病传播相关性行为已经存在并达到一定比例,且每年报告身份为学生的艾滋病感染者病例逐年增加,而青年学生性教育和艾滋病相关知识、态度等方面也仍处在较低水平<sup>[10]</sup>。这些现象都提示教育系统和卫生计生部门应密切配合,从关注青少年生殖健康教育入手,在学生中积极开展生殖健康和艾滋病防治教育,倡导健康的性观念、负责任的性行为,提高青年人群的自我保护意识。

#### 4 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,联合国艾滋病规划署,世界卫生组织.2013 年中国艾滋病疫情估计[R].北京,2014.
- [2] 国家卫生和计划生育委员会.2015 年 4 月 10 日国家卫生计生委例行新闻发布会文字实录[EB/OL].[2015-04-10].http://www.nhfp.gov.cn/xcs/s3574/201504/bee348723e1343d9b6822366ac16b25.shtml.
- [3] 周远忠,熊承良,尹平,等.中国未婚大学生性行为及避孕现状与需求现状调查[J].华中科技大学学报:医学版,2009,38(5):561-580.
- [4] 郭静,张爽.北京市大学生婚前性行为及避孕知识需求调查[J].中国公共卫生,2011,27(7):904-906.
- [5] 周爱平.高校本科生性行为知识、态度、行为调查研究[D].武汉:华中科技大学,2011.
- [6] 金喜,何平,支骏,等.大学男生婚前性行为及其影响因素分析[J].中国学校卫生,2013,34(6):664-669.
- [7] 徐哲懿,魏晓敏.1107 名上海大学生性健康知识和性观念的调查研究[J].中国健康教育,2012,28(10):822-826.
- [8] 黄艺娜,张铭清,江剑平.大学生婚前性行为及性态度调查分析[J].中国性科学,2012,21(1):19-21.
- [9] 叶金锡,林燕彬,钟书文,等.大学生性观念调查与分析[J].集美大学学报,2012,13(1):33-38.
- [10] 刘伟佳,刘伟,林蓉,等.广州市青少年性相关行为发生情况分析[J].中国学校卫生,2012,33(7):772-777.

收稿日期:2015-10-12;修回日期:2015-11-03