

中小学生体育与健康课运动负荷 监测与评价

Monitoring and evaluation of physical education and health class sports
load of primary and middle school students

2019 - 12 - 25 发布

2020 - 04 - 01 实施

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 术语和定义.....	1
3 监测.....	1
4 评价.....	2
附录 A（资料性附录） 训练冲量	4
附录 B（资料性附录） 计算示例	5

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由北京市体育局提出并归口。

本标准由北京市体育局、北京市教育委员会、北京市卫生健康委员会组织实施。

本标准起草单位：北京市体育局、北京市教育委员会、北京市卫生健康委员会、北京工业大学、北京市体育科学研究所、北京迈动健康体医融合服务中心。

本标准主要起草人：苏峻、宋玉珍、张志华、王艳春、段佳丽、安江红、张松、杨琳、田中、张一民。

中小学生体育与健康课运动负荷监测与评价

1 范围

本标准规定了中小学生体育与健康课（以下简称为体育课）运动负荷的监测、计算与评价的要求。本标准适用于中小学生体育课运动负荷监测评价工作。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

运动负荷 sports load

以身体练习为基本手段对中小学生身体施加的运动刺激。

2.2

体育课有效运动负荷 effective physical load of physical education class

整堂体育课中心率为120次/分钟~200次/分钟时段的运动负荷，以训练冲量反映其运动负荷大小。

2.3

安静心率 rest heart rate

安静时每分钟的心跳次数。

2.4

最大心率 maximal heart rate

在进行体育锻炼时，随着运动负荷的增加，心率也增加，在达到最大负荷强度时的心率为最大心率，以学生的理论最大心率表示。

3 监测

3.1 抽样方式

应以班级为单位，选取班级全部学生为监测对象，见习生除外。

3.2 监测设备

3.2.1 应使用能够实时上传数据的心率监测设备。

3.2.2 应把学生相应的身高、体重、性别、年龄等基本信息录入监测设备，确保实时监测设备联络通畅。

3.3 监测方法

3.3.1 安静心率

应连续记录学生安静、坐姿状态时5分钟的心率，取最后1分钟的心跳次数为安静心率。

3.3.2 最大心率

最大心率按照式(1)计算：

$$\text{HRmax}=208-0.7\times\text{age}\dots\dots\dots(1)$$

式中：

HRmax ——中小学生运动能够达到的理论最大心率数值，单位为次/分钟；

Age ——中小学生的年龄，单位为年；

208 ——计算产生的常数；

0.7 ——计算产生的系数。

3.3.3 有效运动负荷平均心率

应以心率监测设备实时连续记录整堂体育课的心率，计算心率在120次/分钟~200次/分钟范围内的总心跳次数和累积时间（时间单位为分钟），以总心跳次数除以累积时间，为有效运动负荷平均心率。

3.3.4 体育课有效运动负荷

应计算个体有效运动负荷和班级平均有效运动负荷，计算公式和计算举例见附录 A、B。

3.3.5 体育课运动负荷结构

应以时间为横坐标，以体育课开始时至体育课结束后及课后 10 分钟的心率为纵坐标绘制曲线图。

4 评价

4.1 体育课有效运动负荷评价

4.1.1 体育课有效运动负荷上下限应符合以下要求：

- 体育课有效运动负荷平均心率 120 次/分钟、时长 20 分钟对应的运动负荷为适宜负荷下限；
- 体育课有效运动负荷平均心率 200 次/分钟、时长 30 分钟对应的运动负荷为适宜负荷上限；
- 体育课适宜运动负荷应在适宜运动负荷上限和下限之间。

4.1.2 以下两种情况应为体育课有效运动负荷不适宜：

- 体育课有效运动负荷低于适宜运动负荷下限，或者当体育课有效运动负荷持续时间少于 20 分钟时，即使运动负荷高于适宜负荷下限，也为运动负荷偏低；
- 体育课有效运动负荷高于适宜运动负荷上限，或者当体育课有效运动负荷持续时间长于 30 分钟时，即使运动负荷低于适宜负荷上限，也为运动负荷偏高。

4.1.3 体育课有效运动负荷训练冲量数值高的学生或班级的体育课有效运动负荷更高。

4.2 体育课运动负荷结构评价

4.2.1 应根据体育课时间-体育课及课后 10 分钟的心率曲线图评价体育课的运动负荷结构。

4.2.2 适宜运动负荷结构应满足以下条件：

- 曲线应在开始部分逐渐上升，体育课心率为 120 次/分钟~200 次/分钟的时段应主要出现在基

本部分，最大心率出现在基本部分中间区段，心率在结束部分应逐渐降低；

——曲线坡度平缓，不出现骤起骤落的波形；

——在课后 10 分钟应恢复到安静水平。

4.2.3 当时间-心率曲线出现以下情况，为运动负荷结构不适宜：

——体育课心率为 120 次/分钟~200 次/分钟的时段主要出现在开始部分、准备部分、基本部分即将结束时或结束部分；

——曲线偏高：基本部分平均心率高于 200 次/分；

——曲线偏低：基本部分平均心率低于 120 次/分钟；

——曲线坡度陡峭，出现骤起骤落的波形；

——课后 10 分钟的心率不能恢复到安静水平。

附录 A
(资料性附录)

训练冲量及体育课有效运动负荷计算公式

A.1 男生训练冲量

男生训练冲量按式(A.1)计算:

$$TRIMP = D \cdot HRr \cdot 0.64e^{1.92HRr} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- TRIMP ——训练冲量, 是一种表示运动负荷的概念, 单位为训练单位;
- D ——运动持续的时间, 单位为分钟;
- HRr ——心率储备百分比, 计算公式见(A.2);
- e ——自然底数, $e \approx 2.71828$ 。

A.2 心率储备百分比

心率储备百分比按式(A.2)计算:

$$HRr = \frac{HR_{运动} - HR_{安静}}{HR_{最大} - HR_{安静}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- $HR_{运动}$ ——平均运动心率, 单位为次/分钟;
- $HR_{安静}$ ——安静心率, 单位为次/分钟;
- $HR_{最大}$ ——最大心率, 单位为次/分钟。

A.3 女生训练冲量

女生训练冲量按式(A.3)计算:

$$TRIMP = D \cdot HRr \cdot 0.86e^{1.67HRr} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

- TRIMP ——训练冲量, 是一种表示运动负荷的概念, 单位为训练单位;
- D ——运动持续的时间, 单位为分钟;
- HRr ——心率储备百分比, 计算公式见(A.2);
- e ——自然底数, $e \approx 2.71828$ 。

A.4 男生体育课有效运动负荷

男生体育课有效运动负荷按式(A.4)计算:

$$TRIMP_{\text{有效负荷}} = D_{\text{有效负荷}} \cdot HRr_{\text{有效负荷}} \cdot 0.64e^{1.92HRr_{\text{有效负荷}}} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

- TRIMP_{有效负荷} ——体育课有效运动负荷的训练冲量，单位为训练单位；
- D_{有效负荷} ——体育课心率在120次/分钟~200次/分钟的累积时间，单位为分钟；
- HRr_{有效负荷} ——心率储备百分比，平均心率为有效负荷平均心率，计算公式见（A.2）；
- e ——自然底数，e≈2.71828。

A.5 女生体育课有效运动负荷

女生体育课有效运动负荷按式（A.5）计算：

$$TRIMP_{\text{有效负荷}} = D_{\text{有效负荷}} \cdot HRr_{\text{有效负荷}} \cdot 0.86e^{1.67HRr_{\text{有效负荷}}} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

- TRIMP_{有效负荷} ——体育课有效运动负荷的训练冲量，单位为训练单位；
- D_{有效负荷} ——体育课心率在次/分钟~200次/分钟的累积时间，单位为分钟；
- HRr_{有效负荷} ——心率储备百分比，平均心率为有效负荷平均心率，计算公式见（A.2）；
- e ——自然底数，e≈2.71828。

A.6 男生体育课适宜运动负荷下限

男生体育课适宜运动负荷下限按式（A.6）计算：

$$TRIMP_{\text{下限}} = 20 \cdot HRr \cdot 0.64e^{1.92HRr} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

- TRIMP_{下限} ——适宜运动负荷（训练冲量）的下限，单位为训练单位；
- HRr ——体育课适宜运动负荷下限心率储备百分比，计算公式见（A.7）；
- e ——自然底数，e≈2.71828；
- 20 ——心率在120次/分钟~200次/分钟的累积时间为20分钟。

A.7 体育课适宜运动负荷下限心率储备百分比

体育课适宜运动负荷下限心率储备百分比按式（A.7）计算：

$$HRr = \frac{120 - HR_{\text{安静}}}{HR_{\text{最大}} - HR_{\text{安静}}} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

- 120 ——体育课有效运动负荷平均心率为120，单位为次/分钟；
- HR_{安静} ——安静心率，单位为次/分钟；
- HR_{最大} ——最大心率，单位为次/分钟。

A.8 女生体育课适宜运动负荷下限

女生体育课适宜运动负荷下限按式 (A.8) 计算:

$$TRIMP_{\text{下限}} = 20' HRr' 0.86e^{1.67HRr} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

- TRIMP_{下限} ——适宜运动负荷 (训练冲量) 的下限, 单位为训练单位;
- HRr ——体育课适宜运动负荷下限心率储备百分比, 计算公式见 (A.7);
- e ——自然底数, $e \approx 2.71828$;
- 20 ——心率在120次/分钟~200次/分钟的累积时间为20分钟。

A.9 男生体育课适宜运动负荷上限

男生体育课适宜运动负荷上限按式 (A.9) 计算:

$$TRIMP_{\text{上限}} = 30' HRr' 0.64e^{1.92HRr} \dots\dots\dots (A.9)$$

式中:

- TRIMP_{上限} ——适宜运动负荷 (训练冲量) 的上限, 单位为训练单位;
- HRr ——体育课适宜运动负荷上限心率储备百分比, 计算公式见 (A.10);
- e ——自然底数, $e \approx 2.71828$;
- 30 ——心率在120次/分钟~200次/分钟的累积时间为30分钟。

A.10 体育课适宜运动负荷上限心率储备百分比

体育课适宜运动负荷上限心率储备百分比按式 (A.10) 计算:

$$HRr = \frac{200 - HR_{\text{安静}}}{HR_{\text{最大}} - HR_{\text{安静}}} \dots\dots\dots (A.10)$$

式中:

- 200 ——体育课有效运动负荷平均心率为200, 单位为次/分钟;
- HR_{安静} ——安静心率, 单位为次/分钟;
- HR_{最大} ——最大心率, 单位为次/分钟。

A.11 女生体育课适宜运动负荷上限

女生体育课适宜运动负荷上限按式 (A.11) 计算:

$$TRIMP_{\text{上限}} = 30' HRr' 0.86e^{1.67HRr} \dots\dots\dots (A.11)$$

式中:

- TRIMP_{上限} ——适宜运动负荷 (训练冲量) 的上限, 单位为训练单位;
- HRr ——体育课适宜运动负荷上限心率储备百分比, 计算公式见 (A.10);
- e ——自然底数, $e \approx 2.71828$;
- 30 ——心率在120次/分钟~200次/分钟的累积时间为30分钟。

附 录 B
(资料性附录)
体育课有效运动负荷计算举例

B.1 体育课适宜运动负荷下限计算举例

年龄12岁，安静心率82次/分钟的男生体育课适宜运动负荷下限计算：

按照式(1)计算最大心率：

$$HR_{\text{最大}}=208-0.7\times 12=199.6\text{次/分钟}$$

按照式(A.7)计算体育课适宜运动负荷下限心率储备百分比：

$$HRr=\frac{120-82}{199.6-82}=0.32$$

按照公式(A.6)计算体育课适宜运动负荷下限：

$$TRIMP_{\text{下限}}=20' \times 0.32' \times 0.64e^{1.92' \times 0.32}=7.69$$

B.2 体育课适宜运动负荷上限计算举例

年龄12岁，安静心率82次/分钟的男生体育课适宜运动负荷上限计算：

按照式(1)计算最大心率：

$$HR_{\text{最大}}=208-0.7\times 12=199.6\text{次/分钟}$$

按照式(A.7)计算体育课适宜运动负荷上限心率储备百分比：

$$HRr=\frac{200-82}{199.6-82}=1.00$$

按照公式(A.9)计算体育课适宜运动负荷上限：

$$TRIMP_{\text{上限}}=30 \times 1.00 \times 0.64e^{1.92 \times 1.00} = 132.27$$

B.3 体育课有效运动负荷比较举例

3名年龄12岁，体育课有效运动负荷平均心率120次/分钟、有效运动负荷时间25分钟，安静心率分别为70次/分钟、82次/分钟和90次/分钟的男生有效运动负荷的比较

指标	学生 A	学生 B	学生 C
年龄（年）	12	12	12
安静心率（次/分钟）	70	82	90
有效运动负荷平均心率（次/分钟）	120	120	120
有效运动负荷时间（分钟）	25	25	25
有效运动负荷	12.95	9.61	7.41

体育课有效运动负荷比较：学生A>学生B>学生C

B.4 班级体育课有效运动负荷计算举例

某班级有3名学生，均为男生，班级体育课有效运动负荷计算如下

指标	学生 A	学生 B	学生 C
年龄（年）	12	13	14
安静心率（次/分钟）	80	75	70
有效运动负荷平均心率（次/分钟）	130	129	145
有效运动负荷时间（分钟）	25	28	21
有效运动负荷	14.93	18.03	24.18

$$\text{班级体育课有效运动负荷} = \frac{(14.93+18.03+24.18)}{3} = 19.05$$