



课余体育训练合理运动负荷评价指标集的选择 On the Choice of Evaluation Criteria Sets of Sound Exercise Load for Extra-curricular Sport Training

刘仲华
LIU Zhonghua

摘要:课余运动负荷合理性评价指标是课余训练科学化的关键,通过文献查阅、访谈、数学建模方法,得到5个精简的运动负荷评价指标集,对约简后形成的指标集进行专家选择,确定了以运动成绩、动作稳定性、面部表情、注意力、训练沉重感、最大心率、血乳酸含量、肌肉酸痛、睡眠、出汗量指标组成的指标体系,结果说明了目前对于控制运动负荷没有统一的模式,合理运动负荷的评定以教练员观察和运动员自述为主,以生理生化指标为辅。对该指标集进行有效性检验,表明该指标集对运动负荷合理控制可具有良好的指导作用。

关键词:运动负荷;评价指标;粗糙集课余体育训练

中图分类号: G 808.17 **文章编号:** 1009-783X(2011)03-0259-04 **文献标志码:** A

Abstract: A sound evaluation criteria sets of exercise load for extra-curricular sport training is the key to the scientific training. By means of literature review, interviews, mathematic modeling, five tidy evaluation criteria sets of exercise load have been obtained. The criteria sets formed after simplification have gone through experts' selection, and an evaluation system constituted by athletic performance, action stability, countenance, attention, sense of training pressure, maximal heart rate, blood lactic acid content, muscle ache, sleeping and sweat scale is decided. The results show that currently there is not a standard model for controlling exercise load and that the evaluation of exercise load mainly depends on coaches' observation and athletes' self-statement with reference to physiological and biochemical indexes. After checking up the validity of the criteria sets formed, it is shown that the criteria sets have effective guidance for the sound control of exercise load.

Key words: exercise load; evaluation criteria set; rough set; extra-curricular sport training

学校课余体育训练是有计划、有目标、有具体措施,且是相对独立系统的专门组织的教育过程,它是在学生完成正常文化课学习之余进行的基础性体育训练,对课余体育训练与专业的系统训练进行比较,它们的共同点是要挖掘运动员最大潜力,必须对运动员施加运动负荷,区别点是课余体育训练只具备相对的系统性,课余体育训练的对象是儿童和青少年,儿童青少年的课余体育训练必须遵循他们的生长发育规律和身体状况,因此,在课余体育运动训练中,采用合理的大运动负荷进行科学训练就成为很棘手,但又很关键的问题,主要原因是:1)“从严,从难,从实战出发和科学的大运动量”是训练领域目前的指导原则。2)课余体育运动训练人力、物力、财力投入很大,不合理运动负荷导致训练效果不佳,甚至引起过度训练和运动损伤和疾病等不良后果。3)大运动负荷是定性指标,到目前为止,还没有发现一个理想的生理生化或心理指标来监控运动负荷,只能根据训练目的与要求在负荷强度和负荷量上调控,经验具有主导作用。4)大运动负荷训练与过度训练界线模糊,目

前判断过度训练是观察运动员心理反应、睡眠、食欲、完成动作质量、注意力、运动成绩、肌肉酸痛、身体健康状况、最大心率、血液中白细胞数目、最大负荷、安静时甲状腺水平等指标,但教练员对于这些指标之间的偏好关系很难确定,只能借助经验判定。5)大运动负荷训练必须持续一定时期,才有训练效果,在此期间不断进行大运动负荷—疲劳—恢复—大运动负荷循环,这种循环没有固定的模式遵循,也缺乏成熟的指标评价,经验和经验性指标以及手段具有重要作用^[1-4]。目前,中国在大运动负荷训练方面积累了大量的经验,充分利用教练员知识和过去长期积累的运动训练的经验,对解决运用大运动负荷训练理论进行科学的课余训练有很大的现实意义^[5-6]。

对教练员知识与经验进行处理,粗糙集是一种良好的工具^[7-9]。它是一种刻划不完整性和不确定性的数学方法,能有效地分析不精确、不一致、不完整等各种不完备的信息,还可以对数据(知识)进行分析和推理,从中发现隐含的知识,揭示潜在的规律。它的主要思想就是在保持分类能力不变的前提下,通过知识约简,在保护知识库分类能力不变的条件下,删除其中不相关或不重要的知识,从而导出问题的决策或分类规则^[10];因此,本文运用粗集理论对教练员关于合理运动负荷评定的知识与经验进行数据挖掘,从中提取出合理运动负荷评价指标集,以促进课余训练知识积累与课余训练工作科学化。

收稿日期:2007-04-06

作者简介:刘仲华(1974—),男,陕西华县人,硕士,助教,研究方向为决策分析、系统管理。

作者单位:西安体育学院 社会体育系,陕西 西安 710068
Dept. of Social Sports, Xi'an Institute of Physical Education,
Xi'an 710068, China.



1 研究方法

1.1 文献资料法

以“大运动负荷+运动训练”为检索词,查阅并筛选了自 1985 年以来的有关中文资料。

1.2 访谈法

通过采用文献查阅所获取的合理运动负荷评价因素原始资料,对某省 8 名国家一级教练员访谈,获取合理运动负荷评价因素的使用状况资料。

1.3 数学建模法

采用粗糙集理论,对数据资料进行分析、归纳。

2 研究结果与分析

2.1 粗糙集理论及适用性分析

粗糙集所处理的知识以信息系统或表的形式进行描述,一个信息系统或表是一个对 $S=(U, A)$, 其中 U 是一个非空、有穷、被称为论域的个体的集合, A 是非空、有穷的属性集合,对于属性 $a \in A$, 有 $a: U \rightarrow V_a$, 其中 V_a 称作属性 a 的值集, 集合 $V = \bigcup_{a \in A} V_a$ 是属性 a 的值区域。如果 $A = C \cup D$, $C \cap D = \emptyset$, C 称为条件属性集, D 称为决策属性集, 则具有条件属性和决策属性的知识表达系统称为决策信息系统。决策信息系统的行对应要研究的对象, 列对应对象的属性, 对象的信息是通过指定对象的各属性值表达, 容易看出, 属性对应关系, 这个关系根据属性取值可以是常用的等价关系、相似关系、优势关系等, 也可是特殊定义的关系, 决策信息系统可看成是定义的一族关系, 即知识库^[11-15]。

在知识库中, 总是存在一些不相关或不重要的知识, 在知

识库分类能力不变的情况下, 删除这些知识, 可以精简知识库, 为此需要进行知识约简。知识约简涉及如下的定义。

定义 1 P 是 U 上一族等价关系, 若 $R \in P$, 且 $R \neq \emptyset$, 则 $\bigcap R$ 也是一个等价关系, 称 R 为上不可区分关系, 记为 $IND(R)$ 。

定义 2 设 R 是一个等价关系族, $r \in R$, 如果 $IND(R) = IND(R - \{r\})$, 则称 r 在 R 中是可被约去的知识, 如果 $C = R - \{r\}$ 是独立的, 则 C 是 R 中一个约简。

定义 3 如果任一 $r \in R$ 是 R 中不可被约去的, 则等价关系族 R 是独立的, 否则 R 是相关的。

定义 4 R 中所有不可约去关系称为核, 由它构成的集合称为 R 的核集, 记为 $CORE(R)$ 。核可以解释为在知识约简时不能消去的知识特征集合, 并且它也可以作为所有约简的计算基础, 因为核包含在所有的约简之中。

合理运用大运动负荷训练理论进行课余体育训练的知识与经验可以被视为教练员的隐性知识库, 由于教练员认识的各种主客观原因以及训练行为习惯, 这种知识具有不完整、不确定、不精确的特点, 而粗糙集的理论优势就是具有以不完全信息或知识去处理不分明、不确定现象的能力, 是研究不精确和不确定知识的数学工具, 其主要是通过知识约简和求解核集, 对不完备的知识进行加工, 从中提取可信的知识, 因此, 粗糙集理论是研究合理运动负荷评价指标的适宜手段。

2.2 基于粗糙集的合理运动负荷评价指标确定方法

2.2.1 资料

通过文献查阅获取目前使用的合理运动负荷评价因素原始资料^[16-21], 见表 1。

表 1 原始合理运动负荷评价因素集

影响合理运动负荷的主要变量	具体可操作的评价因素
运动	动作稳定性、动作精确性、动作连贯性、动作节奏感、速度、耐力、力量、运动成绩、运动反应、最大负荷能力、辨别能力
心理	训练沉重感、训练疲劳感、训练情绪、训练态度、训练注意力、训练自信心、面部表情
生理生化	最大心率、白细胞数目、安静时甲状腺水平、尿胆原、尿蛋白、睾酮/皮质醇、血总睾酮、肌酸激酶、血糖、血尿素氮、血细胞容比、血红蛋白、血乳酸、去甲肾上腺素、可的松、垂体激素、促性腺激素
机能	睡眠、食欲、肌肉酸痛、消化能力、出汗量、恢复时间、感冒等小疾病

根据目前使用的合理运动负荷评价因素资料, 对某省 8 名国家一级教练员访谈, 初步确定教练员群体合理运动负荷评价因素使用状况表, 对原始评价因素向运动训练领域专家群咨询, 用 1 和 0 表示专家的判断结果, 其中 1 表示专家在运动负荷合理性决策中采用某评价因素, 0 则表示不采用或没有采用。

2.2.2 合理运动负荷的评价因素集的确定

合理运动负荷的评价因素过多会增加决策的难度, 主要原因是因素过多引发数据收集量大的问题, 其次会导致决策效率下降, 再次对于实际工作者不够便捷、实用, 为了缩减一些对决策影响不大或不相关的因素, 尽量保留关键因素或关键的、习惯使用的因素, 采用知识约简的方法对原始评价因素集进行精简。

具体步骤如下:

1) 对影响合理运动负荷的变量进行符号标记: a 表示运动,

b 表示心理, c 表示生理与生化, d 表示机能, $a_i (i=1, 2, \dots, 11)$ 表示运动变量的评价因素, $b_i (i=1, 2, \dots, 7)$ 表示心理变量的评价因素, $c_i (i=1, 2, \dots, 17)$ 表示生理与生化变量的评价因素, $d_i (i=1, 2, \dots, 7)$ 表示机能变量的评价因素。结果如表 2 所示。

2) 在表 2 中, 若某评价因素的所有专家判断值为 1, 将该因素从表中删除, 并将其保留起来, 若某评价因素的所有专家判断值为 0, 将该因素从表中删除,

3) 若经过(2), 表 2 中存在所有专家判断值均相等的评价因素, 任取其中某因素, 并将其余判断值均相等的评价因素标记为*。

4) 对所有未标记为*的评价因素采用定义进行属性约简, 求核集。

5) 若某约简中存在评价因素与标记为*的评价因素专家判断值均相等, 将标记为*的评价因素与该因素一一替换, 可

得新的约简。

6) 列出所有约简。

经计算,合理运动负荷评价因素初值表的核集

$$\text{CORE}(R) = \{a_4, a_7, b_5, b_1, c_1, c_9, d_3, d_1\}$$

表 2 合理运动负荷评价因素初值表

$A \setminus U$	1	2	3	4	5	6	7	8
a_1	0	1	1	1	1	0	0	1
a_2	1	1	1	1	0	0	1	1
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
a_{17}	1	1	0	1	1	1	0	1
b_1	1	1	1	0	1	1	1	1
b_2	1	1	1	1	1	0	1	1
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
b_7	0	1	1	1	1	0	1	1
c_1	0	0	1	1	1	1	1	1
c_2	1	0	1	1	1	1	1	0
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
c_{17}	1	1	0	0	1	1	0	0
d_1	0	0	0	1	1	1	1	0
d_2	1	1	1	1	1	0	0	0
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
d_7	1	0	0	1	1	1	0	0

核集表明了目前对运动负荷合理性判定的主要特征是:运动成绩、动作稳定性、面部表情、训练沉重感、最大心率、血乳酸、肌肉酸痛、睡眠。初值表中没有删除但保留的评价因素,表明目前训练领域可能还缺乏统一的、客观的评价标准。

得如下的约简:

$$R_1 = \{a_3, a_4, a_7, b_5, b_1, c_1, c_9, d_3, d_1, d_5\}$$

$$R_2 = \{a_4, a_7, b_5, b_3, b_1, c_1, c_{13}, c_{15}, c_9, d_3, d_1\}$$

$$R_3 = \{a_4, a_7, b_5, b_2, b_1, c_1, c_9, d_3, d_1, d_4\}$$

$$R_4 = \{a_1, a_4, a_5, a_7, b_5, b_1, c_1, c_9, d_3, d_1, d_4\}$$

$$R_5 = \{a_1, a_7, b_3, b_5, b_1, c_1, c_9, d_3, d_1, d_4\}$$

这些约简代表如下的评价指标集:

R_1 : 动作精确性、运动成绩、动作稳定性、面部表情、训练沉重感、最大心率、血乳酸、肌肉酸痛、睡眠、食欲。

R_2 : 运动成绩、动作稳定性、面部表情、注意力、训练沉重感、最大心率、血乳酸、尿蛋白、白细胞数目、肌肉酸痛、睡眠。

R_3 : 运动成绩、动作稳定性、面部表情、情绪、训练沉重感、最大心率、血乳酸、肌肉酸痛、睡眠、出汗量。

R_4 : 运动反应、最大负荷能力、运动成绩、动作稳定性、面部表情、训练沉重感、最大心率、血乳酸、肌肉酸痛、睡眠、出汗量。

R_5 : 运动成绩、动作稳定性、面部表情、注意力、训练沉重感、最大心率、血乳酸、肌肉酸痛、睡眠、出汗量。

通过知识约简,得到 5 个评价因素集,这些评价因素集代表了专家的合理运动负荷知识库,为了确定最佳的知识库,通过表 2 计算各个知识库评价因素的专家采用总人数,以此作为各个知识库的专家支持度,其结果为: $R_1:66, R_2:69, R_3:71, R_4:73, R_5:82$,取具有最大专家支持度的知识库 R_5 作为合理运动负荷评价因素集。这个指标集代表了教练员以主观观察、运

动员自诉、生理生化的简易指标作为运动训练负荷控制的模式,反映了教练员个人因素在运动训练中具有主导地位。

2.3 课余体育训练合理运动负荷评价因素集的有效性检验

课余体育训练的本质是在训练过程中对青少年个体施加合理的运动负荷,使人体产生生物适应,人体对适宜的负荷才会产生适应性的变化。现代运动训练的经验表明,量大、强度大的负荷训练是提高训练水平和运动成绩的关键,如果负荷过小,不能引起机体必要应激反应,但在过度负荷的作用下,机体则会出现劣变现象,导致伤病发生。对于课余体育训练来说,防止过度负荷训练,进行适度负荷训练极为关键,而判断适度与过度的界限,就需要一个有效的合理运动负荷评价因素集对训练过程进行监督与控制。为了对优选的合理运动负荷评价因素集进行有效性检验,采取同行评议的评估方法,选取某市体育运动学校的 6 个项目进行为期 6 个月的探索性实验,有效性测评的依据为教练员对指标集使用效果的主观判断,判断指标为:运动量承受力、运动强度承受力、运动损伤,对于运动量承受力、运动强度承受力的判断标度为:好、较好、一般、差,运动损伤的判断标度为:多、较多、一般、少。6 个月后,实验结果见表 3。

表 3 合理运动负荷评价因素集有效性检验结果

项目名称	运动量承受力	运动强度承受力	运动损伤
拳击	好	好	一般
散打	好	较好	较多
竞走	较好	好	少
1 500 m	好	好	少
100 m	一般	好	少
举重	较好	好	少

从合理运动负荷评价因素集有效性检验结果看,以运动成绩、动作稳定性、面部表情、注意力、训练沉重感、最大心率、血乳酸、肌肉酸痛、睡眠、出汗量指标组成的合理运动负荷评价因素集有较明显调控训练负荷的积极效果,运动员的运动量承受力、运动强度承受力、运动损伤指标在适度的运动负荷刺激下,均有明显的改善,说明该合理运动负荷评价因素集有较好的运动负荷监督与控制作用,但在不同项目之间,改善的程度不一致,其原因可能有 2 方面:1)由于个人认知原因,不同教练员对合理运动负荷评价因素运用的尺度不一。2)不同项目之间可能存在不同的合理运动负荷评价标准。这些原因需要进一步探讨与研究。

3 结论

通过运用粗糙集理论对教练员群体的训练经验进行了知识约简,并从中优选出以运动成绩、动作稳定性、面部表情、注意力、训练沉重感、最大心率、血乳酸、肌肉酸痛、睡眠、出汗量指标组成的运动负荷评价指标体系,该指标体系注重观察和训练经验的积累。对指标体系进行有效性检验,表明有较好的运动负荷调控效果,采用该运动负荷评价指标体系对初步解决在课余运动训练领域进行合理大运动量训练问题有一定的意义。

参考文献:

- [1] 钱雯,赵洪玉.首都体育学院大学生心肺功能的研究[J].首都体育学院学报,2003,15(1):105-106.
- [2] 李琦.运动心肺功能试验在呼吸领域中的应用[J].当代医学,2000,6(5):49-51.
- [3] 钟海波,汪得喜,邓哲彤,等.运动心肺功能检测体会[J].广东药学院学报,2001,17(3):222-223.
- [4] 张华,曹建民,佟强,等.摇帆训练对男子帆板运动员身体机能影响的初步研究[J].北京体育大学学报,2005,28(6):777-778.
- [5] 李晋玉.推动学校课余体育训练的重大决策[J].体育学刊,2001,8(4):2-3.
- [6] 杨铁黎,陈钧.对我国课余体育训练工作的总结及建议[J].体育学刊,2002,9(3):104-107.
- [7] 张文修,吴伟志,梁吉业,等.粗糙集理论与方法[M].北京:科学出版社,2001:23-24
- [8] 徐余法.粗糙集理论及应用[J].上海电机学院学报,2005,8(2):39-43.
- [9] 曾黄麟.粗集理论及其应用:关于数据理论的新方法[M].重庆:重庆大学出版社,1998:35-38
- [10] 李男,邱天爽.基于粗糙集理论的数据挖掘技术及其在临床医学诊断中的应用[J].上海生物医学工程,2002,23(2):3-7.
- [11] 刘清. Rough 集及 Rough 推理[M].北京:科学出版社,2001:8-12.
- [12] Pawlak Z. Rough set[J]. International Journal of Computer and Information Sciences,1982(11):341-356.
- [13] 熊萍,程华斌,吴晓平.基于粗糙集理论的一种综合定权法[J].海军工程大学学报,2003(2):53-56.
- [14] 曾黄麟.基于粗糙集方法的智能专家系统[J].中国工程科学,2001(2):41-46.
- [15] 朱凌云,吴宝明.医学数据挖掘的技术、方法及应用[J].生物医学工程学杂志,2003,20(3):595-562.
- [16] 何全玲,焦卫宾.对近 5 年国内运动疲劳中有关机能监控研究方法的分析[J].首都体育学院学报,2004,16(4):112-113.
- [17] 党晓云.体育教育专业大学生最大吸氧量的分析与评价[J].河南师范大学学报:自然科学版,1997,25(3):77-78.
- [18] 郭聪.运动训练监控血尿素、肌酸激酶的质量控制及个体化研究[D].大连:辽宁师范学院,2006.
- [19] 宋宪强.运动心肺试验对不同人群心肺功能的评价及应用研究[D].太原:山西大学,2005.
- [20] 王保金,龚建亭,黎茜.不同内容训练对男子柔道运动员某些生化指标和免疫功能的影响[J].广州体育学院学报,2004,24(1):43-44.
- [21] 唐辉.优秀羽毛球运动员训练的生理、生化指标评价[J].北京体育大学学报,2005,28(8):1093-1094.

