



中国散打队奥运攻关研究报告——优秀散打运动员机能状态监控与评定方法的建立

苟波¹, 高炳宏², 郭玉成³, 赵光圣³, 王勃⁴, 潘琳¹, 徐先霞¹

摘要: 目的: 通过对我国优秀散打运动员多年来重大比赛和2008年北京奥运备战工作的总结, 对散打运动员机能状态监控与评定方法进行梳理, 以期更好地从科研角度为教练员的科学训练提供参考与保障。方法: 以国家队、上海散打运动员为研究对象, 从2004年—2008年主要训练阶段对运动员机能状态进行生理生化监控。结果: 1、生理测试可以从不同角度反映运动员机能状态。2、不同生化指标在反映运动员机体物质代谢情况时存在敏感性以及个体差异性。结论: 1、实验室测试应结合运动员专项进行, 选择合适的指标与测试方法, 才能更好地反映运动员的机能状态与专项能力。2、根据测试目的选用合适的指标, 结合运动员实验室测试、主观感觉、客观检查及表现等, 并对运动员进行纵向比较与综合评定, 才能得出可靠的结论。

关键词: 散打运动员; 机能; 监控; 评定

中图分类号: G804.22 文献标识码: A 文章编号: 1006-1207(2008)06-0045-07

Research Report on Chinese Sanshou Team Preparing for the Olympics

----Establishment of the Monitoring and Evaluation Methods of Elite Sanshou Athletes' Functional Status

GOU Bo¹, GAO Bing-hong², GUO Yu-cheng³, et al.

(Xi'an Institute of Physical Education, Xi'an 710068, China)

Abstract: Object In line with the major competitions of the elite Chinese sanshou athletes in the previous years and the summing-up of the preparations of the 2008 Beijing Olympic Games, the paper focuses on the monitoring and evaluation methods of sanshou athletes so as to provide reference and guarantee for coaches from the aspect of scientific research. Method Physiological and biochemical monitoring were arranged for sanshou athletes of the national and Shanghai teams at the main training phases during the years of 2004-2008. Results 1. Physiological tests may reflect athletes' functional status from the different aspects. 2. Different biochemical indicators reflecting athletes' body metabolism exist sensitivity and individual differences. Conclusions 1. Lab tests should be based on athletes' specific sport. Appropriate indicators and test methods should be selected so as to better reflect athletes' functional status and specific capability. 2. Adequate indicators should be selected according to test objects and take into consideration athletes' lab test, subjective sense perceptions, objective examination and demonstration, etc. Vertical comparisons and synthetic appraisal should be made so as to obtain reliable conclusions.

Key words: sanshou athlete; function; monitoring; appraisal

运动训练理论的研究主要针对“为何练、练什么、练多少、怎样练”, 即训练目标、训练内容、负荷量度及训练的组织这样4个问题面进行^[1]。运动训练的本质就是要不断挖掘运动员机能的潜力, 众所周知, “没有疲劳的训练是无效训练, 没有恢复的训练是耗损训练, 没有监控的训练是盲目/危险的训练”。如今, 竞技运动水平愈来愈高、竞争愈来愈激烈, 训练方法的有效性、针对性和创新性是充分挖掘高水平运动员机体潜能, 提高其运动能力的前提。同时, 为了避免造成过度训练、预防和减少运动损伤, 对运动训练进行科学监控, 运用生理、生化等措施对运动员的身体机能进行检测与评定, 可以帮助教练更加准确地了解运动员对运动负荷的适应情况, 更科学、合理地安排训练强度和训练量,

才能保证高水平运动员的竞技能力进一步提高。

2004年—2008年期间, 在我国优秀散打运动员备战全运会、世界锦标赛、奥运会等一系列重大比赛过程中, 我们采用了等速肌力、肌电、有氧能力、无氧能力、身体形态及体成分、生化测试及膳食营养监控等措施, 对散打运动员机能状态进行了全面的监控。本文通过对前期工作的总结和梳理, 对散打运动员训练过程中如何选择合适的监测方法与指标? 如何结合散打训练专项特点, 利用实验室测定结果对运动员身体机能水平进行评定? 以及在不同训练阶段中, 测试工作如何安排等问题进行综述, 从多角度、多层次阐明散打运动员对运动负荷的适应及疲劳恢复情况, 为教练员的科学训练工作提供参考依据。

收稿日期: 2008-11-05

基金项目: 国家体育总局2008奥运科技攻关项目(06082和07036)

第一作者简介: 苟波(1972-), 男, 副教授, 博士, 主要研究方向: 运动员技能监控与康复训练。E-mail: gou_bo@126.com

作者单位: 1. 西安体育学院, 西安 710068; 2. 上海体育科学研究所, 上海 200030; 3. 上海体育学院, 上海 200438; 4. 陕西体育科学研究所, 西安 710068



1 散打运动员常用监控方法、指标及其意义

1.1 散打运动员常用生化监控方法、指标及其意义

从运动生物化学角度讲,运动负荷量和强度的大小直接影响到运动员的身体机能状态和免疫功能以及机体的合成代谢与分解代谢。因此,监控体系指标的选择应是综合性的,需要反映运动量和运动强度的大小,以及整体身体机能状态。考虑到教练员与运动员的可接受程度,生化监控要尽可能做到微量和快速(取样量要少,在尽可能短的时间内完成检测和分析,并能及时将结果反馈给教练员)。根据测试目的选用合适的指标,结合运动员实验室测试、主观感觉、客观检查及表现等,并对运动员进行纵向比较与综合评定,才能得出可靠的结论。

1.1.1 血红蛋白(Hb)

血红蛋白的水平高低直接影响到运动员的有代谢能力,同时,对无氧代谢中所产生的废物的清除也起着关键作用。血红蛋白作为目前最常用的指标之一,在评价运动员机能状态、恢复情况和基本营养状况方面有着重要作用。

我国普通人群Hb含量为:男性120~160 g/L,女性110~140 g/L。我国散打国家队运动员Hb均值一般男子为150 g/L,女子为125 g/L左右,根据运动员训练负荷、疲劳恢复情况、营养等不同,在不同训练周期有一定波动。运动性贫血是运动员常见的运动性疾病,Hb是简易指标,我国成人运动员贫血的标准为:男性Hb<120 g/L,女性<105 g/L^[2]。但在散打运动训练实践中发现,运动员出现运动性贫血时,出现机能不良的可能性就会比较大,而且恢复起来也较慢,所以当散打运动员的Hb值持续下降,男运动员<140 g/L,女运动员<120 g/L时,就要及时调整运动训练负荷,并采取适当的营养措施进行干预。另外,血红蛋白并非越高越好,Hb过高时,血球压积(Hct)超过上限的0.45,血液粘度增大,不利于周围组织氧的释放,运动员也会出现机体不适应的现象,血红蛋白最好能够稳定在运动员个体参考值的±15 g/L之内,这样能保持运动员较稳定的训练和竞技状态。

Hb由于测试方法简便,成本低、而且较为敏感,可以及时反映运动员机能状态及疲劳恢复情况,是中小周期的监控中最为常用的指标之一。不过需要注意以下几个方面的问题:①由于运动员的个体差异,Hb结果最好能够进行个体纵向比较,还要结合平均红细胞容积(MCV)、平均红细胞血红蛋白含量(MCH)、平均红细胞血红蛋白浓度(MCHC)、红细胞分布宽度(RDW)、血清铁蛋白以及血清铁等指标来对贫血类型分型,以便采取有针对性的营养补充或治疗措施。②有研究表明^[3],取血部位对于Hb测定结果有很大影响,耳垂血测得的Hb值明显高于静脉血和手指血,平均差15 g/L,手指血和静脉血测定值基本相同,一般推荐采手指血或者静脉血。但在散打运动员实战训练或者比赛中,由于运动员要用绷带缠手并戴拳击手套,只能取耳血,在进行比较时要注意取血位置对它的影响。③取耳血或手指时,还要注意进针深度和挤血方式,否则过度用力挤压会导致组织液渗出过多,影响测定结果。④早上抽血时,最好要求运动员空腹,运动员饮水后也会使血液稀释,影响测定结果,所以进行Hb评定时,还要结合运动员血球压积(Hct)和尿比重(SG)的情况进行比较分

析,才能得出较为客观的结论。

1.1.2 血乳酸(Bla)

通过测定运动时乳酸生成和消除的情况,可以反映出能量系统供能情况。因此,血乳酸在运动训练中已被广泛应用,被认为是掌握运动强度、评定身体对训练的适应和测定运动能力的“标尺”,尤其是评价耐力素质的有效指标。正常人安静时动脉血乳酸为0.4~0.8 mmol/L,静脉血为0.45~1.3 mmol/L。运动员在比赛期或赛前安静时,可以比平时训练日高2~3倍,这是由于赛前紧张,儿茶酚胺物质分泌增多,使糖酵解代谢加强的结果,故在赛前研究运动员血乳酸时要注意这一情况^[2]。

用血乳酸评定运动员无氧代谢能力时,一般用运动后Bla峰值来评价,Bla峰值越高,说明运动员产生和耐受乳酸能力越强。姜传银^[4]测试29名参加全国团体锦标赛的运动员赛后血乳酸值为21.124±4.099 mmol/L,认为散手是两人对抗性项目,要求很快的速度和较大的力量。在净打2 min时间内,运动员几乎始终处在高强度的运动中,并且在局比赛中局间只休息1 min,所以赛后血乳酸值较高。说明散手竞赛是以乳酸代谢为主。武术散手运动的强度变化大,是因为对手的强弱,以及打法上的不同造成的。在测试中,个体最高乳酸达32.23 mmol/L,表明糖酵解供能在散手运动中占有很高比重,说明武术散手是较典型的无氧代谢供能为主的运动。他认为,赛后血乳酸值的高低随训练水平的高低而变化。赛后血乳酸值较低,训练水平较低;赛后血乳酸值较高,训练水平较高。赛后血乳酸值的高低,不仅与训练水平和对手的强弱有关,同时还受比赛规模的影响。这是目前在利用生化指标评价运动员能力时存在的一个普遍认识误区,对高水平运动员而言,优秀运动员在实验测试的结果多数是优秀的,但实验测试结果优秀的运动员未必就是高水平运动员,尤其是对散打这种技能主导类格斗对抗性项目,在使用生化指标评价时更要注意这一问题。

目前,在运动队测试乳酸常用的是台式乳酸仪或便携式血乳酸测定仪,台式乳酸仪单次测试成本较低,但配用的缓冲液、酶膜等都存在有效期较短的限制,如果血乳酸测试频率较高的部门,使用台式乳酸仪较好。它可以用全血直接测试,也可以加入抗凝剂或专用溶血剂后待测,使用抗凝方法不同、置留时间不同、以及运动时的温度、湿度等因素都会对测试结果造成一定的影响。便携式血乳酸测定仪为手掌大小,携带及使用更加方便,但试剂条较贵,单次测试成本较高,适合于测试频率较低的部门。在进行系统性跟踪测试时,最好选用一致的测试方法和仪器,不同仪器测试结果存在一定偏差,不宜进行比较。

不同强度运动后的Bla采血时间有所不同,我们对散打运动员在实验室进行功率车运动测试中,常用的采血时间见表1。针对不同训练手段、休息间隔、以及不同手段组合,血乳酸峰值出现的时间也会有一定差异,为准确起见,最好针对不同训练手段进行预实验,运动后每隔2~3 min采一次血样,采血时应在15 s内完成,如果后一次Bla结果高于前一次,就再加测一次,直到Bla下降为止,以确定不同训练手段Bla峰值出现的时间规律。

1.1.3 血清睾酮(T)、血清皮质醇(C)

睾酮的主要功能是促进体内合成代谢,对提高力量、速



表1 运动强度与血乳酸取血时间

Table 1 Exercise Intensity and Blood Lactate Blood-Taking Time

运动强度	持续运动时间	采血次数 (次)	血乳酸峰值出现时间
极量	10~15 sec	2~3	3~5 min
亚极量	30 sec	2~3	5~7 min
亚极量	1 min	2~3	7~9 min
有氧	2 min 以上	2~3	3~5 min

度、耐力的训练效果有好处。运动员正常血睾酮浓度参考值为: 男性270~1000 ng/dl或9.5~35 nmol/L, 女性10~100 ng/dl或0.35~3.50 nmol/L。运动训练对血睾酮有影响, 一般来说, 身体机能良好时, 血清睾酮变化不大, 且有体能增强伴有血清睾酮增加的趋势。而在疲劳、过度训练或机能状态不好时, 血清睾酮水平则会下降^[5]。在竞技体育中, 为了取得最好成绩, 通常都采用大强度、大运动量训练, 易于使运动员处于过度紧张状态, 常常影响到激素自身的分泌节律以及同化激素和异化激素之间的动态平衡, 呈现血睾酮水平下降, 进而导致体能下降、运动能力降低或产生疲劳, 国外学者称之为“内分泌疲劳”^[6], 因此, 科研人员将血睾酮作为运动员身体机能监测的常用指标之一。

赵光圣等^[7]在1998年亚运会集训时对5名国家队运动员血睾酮测试的均值为: 1043.6 ± 529.5 (ng/dl), 1999年世锦赛集训时对5名国家队运动员血睾酮测试的均值为: 816 ± 709 (ng/dl), 由于实验采取的是放免法测定, 结果就表现出标准差过大的问题。通常采用放射免疫法或者化学发光法进行测试, 两种方法测试结果差异较大, 我们曾对部分运动员同时用两种方法进行测试, 放免法测试的T值结果为: 1261.72 ± 178.71 (ng/dl), 而化学发光法结果为: 627.43 ± 73.06 (ng/dl), 二者结果几乎相差一倍, 而且不同单位部门使用放免法测试T值, 因为使用的仪器和试剂不同, 结果也可能会有较大的差异, 比较而言, 化学发光法的结果更稳定、可靠一些。

运动员血睾酮值根据性别、年龄、个体差异、训练阶段和身体状态等不同, 常会有较大幅度的变化, 还受昼夜节律、季节、体温等因素的影响。最好采用单个运动员积累的数据进行纵向比较。血睾酮值的个体差异较大, 因此应该结合C、Hb、血尿素(BU)等指标进行综合分析判断, 才能得出较为准确的结论。

皮质醇是代表机体分解代谢快慢的指标, 其主要作用是参加物质代谢, 维持体内糖代谢的正常进行, 保持血糖浓度的相对稳定。一般运动员皮质醇正常范围是: 早上8点: 6~26 ug/dl, 165~720 nmol/l; 下午4时: 2~9 ug/dl, 55~250 nmol/l; 午夜零时: 2~5 ug/dl, 55~140 nmol/l。在实际应用中, 可以在某一阶段性训练期中做定期测试, 一般认为, 血清皮质醇是代表分解代谢快慢的指标, 运动后血皮质醇仍然保持高水平, 就会导致机体分解代谢过于旺盛, 不利于消除疲劳。如果长期保持高浓度而不能恢复到正常水平, 就可能引起过度训练。此时, 较高的皮质醇水平会抑制机体的免疫能力, 使运动员出现感冒、发烧等症状。由于血清皮质醇浓度受多种因素影响, 测试时要注意控制实验条件^[5]。

由于机体在应激后血清睾酮和血清皮质醇的变化都较为复杂, 并且存在着很大的个体差异, 芬兰学者 Karvonen^[8]

把血清游离睾酮与皮质醇比值作为机能评定的敏感指标, 认为当血清游离睾酮/皮质醇下降30%或小于 0.35×10^{-3} , 则可诊断为过度疲劳。但需要注意的是, 国内测试T时, 是指的总血清睾酮值, 不是游离血清睾酮, 所以不适合使用这一标准。在实际应用中, 可以定期测试运动员安静状态下的T/C比值, 进行阶段性比较, 以监控运动员机能状态, 反映机体总的合成代谢与分解代谢平衡状况, 并结合训练负荷安排以及其它监控指标来共同评价运动员的机能状态。如果T/C比值出现较长时间明显下降, 说明是分解代谢大于合成代谢, 不利于运动员消除疲劳, 需要对运动员调整训练负荷, 并加强营养恢复。

1.1.4 血清肌酸激酶(CK)

肌酸肌酶是骨骼肌细胞中能量代谢的关键酶之一, 在短时间、最大强度的供能中是极其重要的, 直接影响短时间、最大供能的运动能力。研究发现, 高强度肌肉负荷后, 肌肉酸痛与血清CK水平存在高度相关, 短时间的运动对血清肌酸肌酶活性没有影响, 只有长时间运动才能引起CK活性增加, 并随着运动时间的延长, CK活性出现显著增加。CK可以作为评定承受刺激和骨骼肌微细损伤及其适应与恢复的敏感指标。运动员CK的参考值范围一般为: 男性10~300 U/L, 女性10~200 U/L。一般而言, 剧烈运动后CK会显著升高, 出现峰值时间与运动强度、运动时间长短、训练水平、运动方式和性别有关。运动时间在30~300 min, 运动后CK值与时间长短成正相关。碰撞性运动后CK要高于非碰撞性运动^[3]。

姜传银等^[9]对上海体育学院12名散打运动员经过1周的大运动量训练后的CK结果为: 856.33 ± 390.75 U/L, 最大值达1513 U/L, 最小值为303 U/L。该结果可能是在周六测试的, 标准差较大, 可能是由于其选取的实验对象运动水平不同造成的, 还和运动员完成训练的质量也关。姜传银等^[10]对上海体育学院12名散打运动员安排4种打沙袋训练模式, 取训练前半小时、训练后5 min静脉血测试后, 发现4种模式大强度训练后, 散打运动员血清CK值变化都非常显著, 认为4种模式的训练强度都非常大, 运动量较之运动强度, 对散打运动员血清CK值的变化影响更大。我们在国家散打队2006年冬训监控中, 周一早测试的CK结果最高值为: 男: 348.9 ± 220.1 U/L, 女: 158.4 ± 108.3 U/L。在国家散打队备战多哈亚运会的赛前训练阶段, 对赛前七周训练进行了连续监控, 只有赛前第四周CK结果和赛前7周结果有显著性上升。因为CK是机能承受刺激和骨骼肌微细损伤及其适应与恢复的指标, 对大负荷运动刺激较为敏感, 散打训练的小周期安排根据训练目的, 要求既要给运动员机体足够深刻的刺激, 又要让运动员能够迅速恢复, 这样才能不断促进运动员机能的提高。

由于血清CK不稳定, 样品收集后要尽快分析。可以使用全自动生化分析仪或干式生化分析仪进行测试, 后者便于携带, 便于运动队使用。

1.1.5 血尿素(BU)

血尿素是蛋白质和氨基酸分子内氨基的代谢终产物。运动时能量代谢平衡遭到破坏, 蛋白质氨基酸的分解代谢加强, 血尿素增高。我国运动员血尿素参考值为: 4~7 mmol/L, 一般认为, 在30 min以内的运动, 血尿素变化不大, 只有超过30 min的运动后, 血尿素含量才有较明显的增加。所以, 常



用血尿素可以用于评定训练负荷量和机能恢复状况。可概括为3种类型：①训练后次日晨BU含量不变，说明运动量小，对身体刺激不大。②在训练初期晨BU上升，然后逐渐恢复至正常，说明运动量足够大，但身体能适应。③在训练中晨BU逐日上升，说明运动量过大，身体不能适应^[3]。

赵光圣^[11]等在中国散打队备战第13届亚运会集训初期的生理生化监测中，测得BU的基础值为 8.66 ± 1.59 mmol/L，运动员总体反映良好，认为运动员BU基础值偏高主要是由高蛋白质膳食造成的。我们在国家散打队备战多哈亚运会的赛前7周监控中，BU在赛前4天达最高值： 6.6 ± 1.4 mmol/L。大量蛋白质的摄入，使蛋白质的分解代谢占主导优势，可使尿素合成程度及血中尿素含量升高，用血尿素监测训练时要考虑到膳食的影响，尤其是安静状态下的高血尿素评定。另外，对于取一个训练阶段的基础值时，尤其是Hb、BU、CK、T、C等指标的基础值时，一定要考虑相关影响因素如：训练负荷、饮食（高蛋白饮食影响BU）、损伤（影响CK结果）等。

1.1.1.6 免疫系统测试指标

运动员免疫能力与体能状态关系密切，研究认为，体育锻炼能够提高抗病能力，但运动员训练过度常常导致免疫功能下降，甚至感染疾病，影响运动能力。训练过度可导致神经内分泌机能紊乱，进而引起免疫抑制^[3]。对运动员免疫系统进行测定，有可能通过免疫失衡，早期对过度疲劳做出诊断。常用的指标有WBC、IgG、IgA、IgM、CD4/CD8、NK细胞、Th1/Th2等。

在2006年的下半年，国家散打队男运动员分别备战了世界杯散打比赛和多哈亚运会散打比赛，随后又马上进入冬训阶段，参赛的运动员在连续比赛后的疲劳累积，可能恢复不够充分，所以在冬训中、末期有个别运动员免疫球蛋白（IgG、IgA、IgM）下降，多次出现感冒患病情况。在运动实践中，因为运动训练中常常应用超量恢复原理，使运动训练会造成一定程度的疲劳，但在疲劳与过度训练的度上较难把握。免疫指标较为敏感，有可能早期诊断出过度训练。但是，从生化单一指标去分析运动员机能状态，很容易会步入误区，因为运动员身体机能状态，疾病和营养状况都会影响到生理生化指标的变化，而且不同生化指标的敏感性也不同，有些指标存在一定的滞后性，还有测试间隔的安排等原因，可能会对结果分析带来困难。所以，在对运动员进行免疫结果评价时，要结合WBC、T淋巴细胞亚群、还有其他生化指标、机能状态，以及运动员的症状与体征，综合分析才可能得到较为可靠的结论。同时，因为免疫类指标的测试成本相对较高，如果测试间隔时间过长，对训练的指导意义就不大了。

1.1.1.7 尿十项指标

尿十项由于不用采血检验，很容易为运动员接受，也能从某些方面较好地反映运动员机体对运动负荷的适应情况，在运动队使用较为广泛。在散打运动中，尿十项中因为训练的原因，导致尿十项异常的指标主要有：尿蛋白、尿潜血。

运动后尿蛋白的数量与强度关系密切，因而可用尿蛋白出现数量来评定运动量，特别是评定运动强度，但运动性蛋白尿个体差异较大，可能与遗传因素有关，它与训练水平关系不大。运动性蛋白尿在运动后能迅速恢复，正常

参考值为15 mg/dl以下。一般而言，运动强度越大，尿蛋白生成量越多。机能状态良好时，完成相同负荷运动后尿蛋白相对恒定，机能状态不好时，尿蛋白明显增加。训练水平提高后，尿蛋白减少。尿蛋白恢复时间延长说明机能水平下降。

大运动量或大强度训练都可能造成尿潜血的出现，表明机体对训练负荷不适应，或机体承受运动负荷的能力下降。单纯由于运动训练所引起的血尿称为运动性血尿，一般1~2天就会消失，如果运动员连续出现尿潜血，就要及时调整训练量。

另外，尿比重：受气温、运动强度、持续时间、出汗、饮水等影响。在评定运动后短时间测试尿十项以及血液生化指标时，如血红蛋白值等，也要考虑运动员的脱水或补水情况，需要结合尿比重变化情况进行分析。

1.2 散打运动员常用生理监控方法、指标及其意义

1.2.1 心率

心率是肌肉活动时反映心脏承受负荷大小的常用指标。研究表明，心率在一定范围内与物理负荷强度之间存在着线性关系，负荷越大，心率就越快。心率在运动员身体机能评定与训练监控中发挥着极为重要的作用。

常用的心率有基础心率、安静心率、运动时心率和运动后心率。基础心率是指清晨起床前，刚醒来空腹卧位心率，常称晨脉。一般认为^[12]，晨脉增加大于12次/min，为机体机能异常的表现。运动后心率下降速度的快慢，反映运动员身体机能的恢复情况。

一般在运动队训练监控中，心率有较强的简便实用性，教练员利用心率可立即得到运动员对训练适应的反馈信息。心率测定方法有：扪诊法（桡动脉、颞浅动脉、心前区、颈动脉等）、听诊法、心率表法、心率遥测法等。教练员常用运动后即刻10 s内心率来代表运动时心率，即只测运动后即刻10 s内心率数值，再乘以6，就可以得到运动时1 min的心率，以了解运动时是否达到预定的训练强度。需要注意的是，运动一停止要尽快进行脉搏的测定，教练员计时的口令要简短明确，运动员要提前找准扪诊的部位，最好不要用6 s计脉搏数的方法，误差过大。有条件的运动队还可以使用Polar表等仪器进行测量，可以了解整个运动过程的心率变化情况，如运动前心率、运动中最大心率、平均心率，恢复期心率等等，因为散打运动员有拳套和护胸等护具的保护，只要使用得当，一般不会对运动员及Polar表造成损害。

1.2.2 有氧能力

只有在了解散打运动项目有氧、无氧代谢能力特征基本理论的基础上，才能制定出合理发展本专项所需要的生物能量能力的训练计划，提高训练的科学性和有效性，提高运动成绩。高炳宏等^[13]以我国优秀散打运动员为研究对象，根据比赛与运动训练实践的具体要求，探讨了散打运动员的有氧代谢能力的水平和特征，以及和无氧代谢能力间的关系。研究认为：①运动员运动水平越高， $VO_2\max$ 越大，提示散打运动项目要求运动员具备较强的有氧代谢能力。认为有目的通过身体训练提高有氧代谢能力可促进运动员机体整体的供能水平的提高。②我国优秀男子散打运动员最大有氧能力



和运动能力强于女子运动员,表现出较明显的性别差异。③通过递增负荷运动中 VO_2 、RQ、HR和 $\text{O}_{2\text{pluse}}$ 的动态变化规律,显示优秀组运动员有氧代谢能力和无氧代谢能力、心肺功能以及耐受乳酸能力均优于一般组运动员,但女子运动员的差异小于男子运动员,揭示散打项目运动水平与运动员糖酵解供能能力有着密切的联系。④在深入探讨散打运动员有氧能力代谢特征的基础上,有必要进一步研究大、小级别运动员间存在的差异,作为制定训练计划的理论依据,以更有效地提高训练效果和运动水平。

有研究认为^[14],多种训练形式和计划都可以使运动员具备一个基本的心血管耐力,使用传统的低度、长距离的跑步,对肌力和爆发力项目的运动员来说可能是不适当的,甚至对爆发力的发展有害。因此,在散打运动员适合且有需要时,不一定通过长时间跑步来发展有氧耐力,而可以通过间歇训练使运动员有氧能力产生适当的进步,这种在剧烈无氧运动后迅速恢复的有氧能力更能满足散打的专项需求。我们认为,散打运动项目3种供能系统均参与供能,以糖酵解供能系统为主,磷酸原供能系统占有一定比例,同时,有氧代谢供能系统作为基础,其能力的大小是运动员最大限度发挥无氧代谢能力的前提和保证。对散打运动员而言,无氧能力和专项能力密切相关,对运动员的有氧能力有一定的要求、有氧代谢能力的优劣不是影响专项成绩的决定性因素,但是它和运动员恢复能力有密切关系,使运动员可以承受更大负荷的训练。

1.2.3 无氧能力

美国著名运动生理学专家E·L·福克斯^[15]指出:“训练计划应选择最能发展运动专项中主要利用的能量系统的生理能力”。对运动项目能量代谢特征进行研究,并应用运动时物质和能量代谢规律的研究成果指导运动训练,可以取得显著成绩^[16]。因此,许多运动项目已经进行了能量代谢方面的研究与探讨,有关散打项目能量代谢方面,无氧代谢供能已经成为共识,无氧能力可以通过最大输出功率、平均输出功率、功率下降速率、血乳酸下降值、乳酸-功率曲线来进行评定。散打运动是一项激烈的对抗性运动项目。其拳打、脚踢、贴身摔,对抗与防守等动作都是在几秒钟内的短时间完成。这就要求运动员具备较高的ATP-CP系统的供能能力。在比赛中要完成进攻、防守、对峙、再进攻的技战术,要求运动员必须具备间断性的快速的移动能力。因此,具有高水平的糖酵解代谢供能能力是优秀散打运动员的重要机能条件。

赵光圣等^[17]使用功率自行车对37名优秀散打运动员进行了10 s、30 s、60 s的最大无氧功率测试,以探讨散打运动员无氧供能能力的特征,研究结果发现:①优秀散打运动员具有较强的磷酸原代谢能力;同时,散打运动员中磷酸原代谢能力表现出明显的性别差异,即男子运动员明显强于女子运动员。②优秀男子散打运动员表现出较强的糖酵解代谢能力,但与国外部分项目优秀运动员相比还有一定差距;优秀女子散打运动员具有较强的最大做功能力,而在速度耐力方面稍差于优秀跆拳道和垒球运动员,但总体表现出较强的糖酵解代谢能力。③不同运动水平运动员的无氧代谢能力表现出明显差异,优秀运动员强于普通运动员,男子之间的差异程度大于女子运动员。

1.2.4 肌肉力量

散打是技能主导类体能性项目,散打运动员对体能的要求也是比较高的,对于散打运动员而言,不论使用摔法、拳法、以及各种腿法都要求运动员有很强的爆发力和良好的力量耐力。因此,爆发力和力量耐力对于评价散打运动员的体能状态有着重要的作用。但是,目前对散打这种搏击性项目进行实验室中的体能测试,由于测试的方法的局限性,很难准确地反映出运动员的专项体能,一般情况下,教练员在训练中会采取一些身体素质测试,还有一些专项技术动作的测试。但是这些测试方法由于其可重复性以及可度量性较差,很难客观准确的反映运动员的专项能力,在使用上也没有统一的评定标准。

陈亚斌等^[18]研发了“攻防格斗应答能力测试仪”,并在散打运动中的应用研究,研究结果表明:攻防格斗应答能力测试仪能够客观地反映出运动员应答能力的稳定性及其水平,具有较高的信度和效度;测量指标的有效性较高;综合评价标准及均衡程度等评价方法比较合理,能快速准确地判断出运动员应答能力水平。这一仪器目前还未在国内各散打队中推广应用。

在实验室中还可以使用等速运动技术测试,就是用等速运动器械来测试或训练运动员肌肉功能的一种方法。由于等速测试仪具有定量、准确和可靠的性能,在受损伤的运动员进行体能康复训练时,具有高效、合理和安全的优点。在对散打运动员专项能力评定上,显得专项性不够。等速肌力测试只能从一般力量素质上对运动员力量进行评定,和专项能力结合不紧密。肌电测试由于可以结合运动员专项动作进行测试,可以更好的反映其专项能力。

1.2.5 身体形态及体成分

身体形态方面的指标在散打运动员选材时有一定的作用,对于优秀散打运动员而言,最重要的指标主要是体重与体成分,通常散打运动员体重都会高于其参加比赛时的体重,在运动实践中,减体重是散打项目中经常遇到的问题,减体重分快速和慢速两种。在一周内迅速将体重减少到某一既定目标为快速减体重;而减重时间超过一周则为缓慢减体重。缓慢减体重是通过热量摄入与热量消耗呈较长时间负平衡而实现的体重减少,丢失的主要成分为脂肪。快速减体重在大量地减少食物的摄入的同时,还可能配合运动或蒸气浴脱水的方式。所以,快速减体重对机体代谢的影响要大于慢速减体重。

苟波等^[19]在上海市散打队备战十运会前,对15名队员在减体重期间的膳食状况进行了调查,结果表明:降体重期间,运动员普遍存在膳食总热量摄入偏低,糖和蛋白质摄入不足,脂肪摄入过多,部分维生素和矿物质摄入不足,膳食制度不合理,三餐热能分配及加餐不合理的问题。建议加强教练员和运动员对于减体重的科学认识,认识到快速减体重的不利方面及常年控体重的必要性、在减体重期间也要保证合理营养、保证适宜体成分科学、安全地减控体重。还要注意减体重的时间和节奏,尽量以平稳的速度来控制饮食和体重。我们认为,根据运动员体重与体成分实际情况,选用合理控体重方法,才能更科学的安排运动员减体重的时间和节奏,使运动员在达到目标体重时,又不会因减体重行为明显影响其机能状态,保证运动员在比赛中发挥最佳水平。



1.2.6 平衡能力

平衡能力是人类的基本运动技能之一,是人体保持各种姿势、完成各种活动的基础。人体姿势平衡的维持主要依靠前庭、视觉、本体3个系统协调完成。散打项目都要求运动员在激烈对抗中保持身体稳定性,而平衡能力对于提高运动中身体稳定性具有突出的影响。对运动员在身体素质方面提出了更高的要求。因此,有关散打运动员平衡能力的优劣,已为各国教练员和科研人员所重视,平衡能力的优劣,对运动员的成绩好坏有显著的影响。

通过对国家散打队备战“2008年北京奥运武术比赛”冬训期间进行平衡能力的研究发现:平衡能力是散打运动员技术的一个重要基础,加强平衡能力训练与核心肌肉力量练习,有助于运动员增加协调性,提高完成高难度动作的能力,预防损伤的发生,提高竞技能力的。同时,在早期康复过程中,本体感觉的恢复非常重要。国家队散打小级别运动员的反应平衡能力明显好于大级别的运动员。在测试中发现,国家队散打的男女运动员支撑腿的平衡能力明显好于进攻腿。由于散打运动员“抱摔”的特殊动作所以加强支撑腿的平衡能力的训练对实战有重要意义。

2 散打运动员不同训练阶段中监控指标的选择及测试安排

根据散打训练的特点和每年比赛的安排情况,我们总体上把一年的训练周期分为4期:准备期、赛前期、比赛期、赛后期。由于每年的散打比赛主要是冠军赛及锦标赛,以及少量的商业比赛,所以,准备期时间比较长,赛前期一般为赛前6周直到比赛开始前,赛后调整期为赛后1~4周。不同周期的训练目的不同,所以测试指标、频率及重点不同。最好能和教练员提前进行沟通,了解年度训练计划的安排,以及不同阶段训练的主要目的及具体手段,要根据运动员所处不同训练阶段,考虑训练目的,选取合适的检测指标,合理安排测试时间间隔,使测试工作尽量做到简单、方便、有效、迅速。

2.1 准备期监控

根据散打项目特点,散打全年比赛次数不多,主要以备战全国锦标赛为主,期间有冠军赛和少量商业比赛。冬训阶段是比较固定一个训练阶段,下面以散打运动员冬训阶段监控为例,说明在准备期如何选择监控指标及安排测试。散打运动员冬训主要任务是突出体能训练,并改进技术上存在的不足和缺点,建立正确的动力定型,是为比赛期的体能、技术打好基础的一个重要阶段。一般而言,冬训期又可以分为:冬训前、中、后3个时期。根据训练安排以生理生化监控手段为主,还可以根据需要增加其他测试。在冬训的前、中、后不同阶段对运动员的体能状况进行测试与分析(有氧能力、无氧能力、性激素水平、机体免疫能力和其它相关生化指标),可清晰地了解运动员机能状态水平和评定训练效果,为其冬训计划的合理制定和修改提供建议和帮助,同时,为教练员制定下一阶段训练计划提供依据。

2.1.1 冬训阶段的生理生化监控

2.1.1.1 阶段性身体机能状态的生化评价

(1) 评价目的:全面了解不同阶段运动员身体机能、

内分泌、免疫水平等各身体状况的综合特点。

(2) 评价手段:①内分泌代谢测试;②免疫水平测试。

(3) 评价指标:睾酮、皮质醇、免疫球蛋白、血尿素氮、肌酸激酶、血常规、尿十项等。

(4) 评价阶段:冬训初期、中期、后期(一个月一次)。

2.1.1.2 运动员的专项运动能力测试与评价有氧能力评价

(1) 评价目的:了解运动员冬训初期、中期、后期一般和专项运动能力水平,为下阶段训练计划的制定和调整提供帮助。如不同专项强度训练时的Bla、HR等,为教练制定下阶段个体化的专项有氧和无氧训练强度提供依据,同时也可以作为阶段训练效果的参考数据。

(2) 评价手段:①专项无氧能力测试。上肢和下肢60 s或90 s最大能力踢靶(或其它相关专项的测试);②专项有氧能力测试。场地长时间联系递增跑步或不同负荷的步伐移动(可与教练员商讨后确定)。

(3) 评价指标:踢靶次数、心率(HR)、血乳酸(Bla)、训练过程中的心率、运动员主观疲劳感觉等。

(4) 评价阶段:冬训初期、中期和后期。

2.1.1.3 日常机能评定与疲劳诊断

(1) 评定目的:了解每周训练后运动员的疲劳状况和恢复情况,以指标作参考,结合训练状况和运动员主观感觉,制定疲劳消除的措施(营养等)和下阶段的训练安排。

(2) 评定手段:①血常规测试;②物质代谢测试;③心血管系统简易测试;④肌肉微细损伤评价。

(3) 评定指标:晨脉(□□)、尿十项一周一次;血红蛋白(Hb)、血尿素氮(BUN)、肌酸激酶(CK)。两周一次。

(4) 评定时间:冬训阶段每个训练小周期开始日晨(周一晨)。

2.1.1.4 重点训练课的监控

(1) 监控目的:掌握训练强度,阶段性评价每一个重要训练手段的训练效果。

(2) 监控手段:与教练商讨确定重点课次的训练手段,选用简单实用的生理生化指标对其进行负荷监控(技术、体能、实战课)。

(3) 监控指标:不同训练手段和方法的记录指标、血乳酸(Bla)、心率(HR)、血尿素氮(BUN)、肌酸激酶(CK)、尿十项。

(4) 监控时间:不定期。每周训练前与教练商定需要监控的训练手段,不同训练阶段对同一个训练手段进行监控。

2.1.2 冬训阶段的其他监控措施

根据运动员实际需要,比如可以考虑进行等速肌力、肌电测试,用以研究运动员易伤部位肌力平衡情况,并根据具体情况进行针对性训练。还可以了解运动员在最大力量及力量耐力方面的优劣,为下一步训练明确目标。还可以结合专项要求,进行30 s或1 min击靶/踢靶/抱摔等测试,以更好地了解运动员专项体能情况。进行身体形态及体成分的测试,根据运动员体重和体成分的情况,尤其是针对体脂率偏高的运动员要进行长期控体重措施,才能更好的提高



其竞技水平。平衡能力以及柔韧性测试等也可以考虑。

2.2 赛前期的监控

在赛前6周可以开始对运动员进行部分指标的测试与分析(性激素水平、机体免疫能力、疲劳状态测试, 身体成分测试等), 可清晰地诊断和评定运动员赛前大强度训练对机体造成的影响, 评定训练效果, 为赛前准确地掌握运动员的机能状况提供有效帮助。

在赛前6周、3周、10天和比赛后1周, 每周一晨空腹取静脉血, 测试睾酮、皮质醇、血常规、CK、BU、尿十项、体脂率、肌肉重量、瘦体重等。通过以上指标对决赛前训练过程中每个运动员的身体机能状态, 体能情况、疲劳堆积程度、氧运输系统、运动性贫血、肌肉系统损伤情况和铁代谢状况、身体成分等进行个体化的评定。

在赛前6、5、4、3、2、1周和比赛后1周的每周一晨安静训练前取指尖血, 测试血常规、BU、CK、并进行主观疲劳感觉问卷调查, 定期对运动员进行有关生理、生化指标的测试与分析(特别是重点运动员), 以便有效地帮助教练员更准确的判断运动员的身体机能状态和疲劳状况, 为合理安排训练负荷提供帮助, 同时可为不同的运动员的营养保健措施以及采取相应恢复手段的合理选择提供建议。

2.3 比赛期

为了不影运动员参加比赛, 在重大比赛中一般不进行测试工作。如果有条件, 可以进行一些HR、Bla、CK、BU及尿十项指标的测试。以了解比赛时运动员生理机能动员情况, 为以后训练提供参考。

2.4 赛后期

赛后期运动员以调整为主, 这一阶段主要考虑运动员恢复的情况, 不用安排过多的测试工作。但要注意提前安排下一阶段监控工作, 确定需要采用的监控指标。在赛后期结束, 进入下一轮准备期时, 需要对运动员进行全面的测试, 并以此测试结果作为基础值, 供以后训练监控结果进行比对。

3 结论

3.1 生化指标变化主要受到运动训练计划安排的影响, 波动性较明显。不同指标可以从不同角度来反映运动员机能状态和承受运动负荷的能力, 但是指标值高低并不是完全与运动员机能状态有同步性, 部分指标存在一定的滞后性。在应用生化指标评定时, 首先要根据测试目的选用合适的指标进行监测, 其次要针对运动员个体纵向进行比较, 结合运动员主观感觉、客观检查和训练表现、实验室机能测试等进行综合判断, 才能得出可靠的结论。

3.2 实验室的肌力、肌电、无氧能力测试都应该结合运动员专项技术动作进行测试, 以更接近地反映其专项能力, 并发现其存在的问题。

3.3 对散打运动员而言, 有氧代谢能力不是影响专项成绩的决定性因素, 但是它和运动员恢复能力有密切关系, 使运动员可以承受更大负荷的训练。

3.4 根据运动员体重与体成分实际情况, 选用合理控体重方法。

3.5 要根据运动员所处不同训练阶段, 考虑训练目的, 选取合适的检测指标, 合理安排测试时间间隔, 使测试工作尽量做到简单、方便、有效、迅速。

参考文献

- [1] 体育院校通用教材. 运动训练学[M]. 北京: 人民体育出版社, 2000:21.
- [2] 曲绵域, 高云秋, 浦钧宗等. 实用运动医学[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1995:341.
- [3] 冯连世, 李开刚. 运动员机能评定常用生理生化指标测试方法及应用[M]. 北京: 人民体育出版社, 2002:25-82.
- [4] 姜传银. 武术散手运动员赛后血乳酸、血尿素氮、心率等的变化[J]. 上海体育学院学报, 1998, 22(2):60-64.
- [5] 冯连世, 冯美云, 冯伟权. 优秀运动员身体机能评定方法[M]. 北京: 人民体育出版社, 2003:35-49.
- [6] Kujala UM, Alen M, Huhtaniemi ZT.(1990). Gonadotropin-releasing hormone and testicular endocrine functions are suppressed during acute prolonged physical exercise[J]. *Clin Endocrinol*, 33: 219-225.
- [7] 赵光圣, 郑海娟, 郭玉成. 高水平散打运动员赛前身体机能的评定方法[J]. 上海体育学院学报, 2001, 25(4):62-65.
- [8] Karvonen J, Lemon P.W.R.(1992). Iliev I(eds): *Medicine in Sports Training and Coaching*[J]. *Med Sports Sci. Basel, Karger*, vol 35. pp174-188.
- [9] 姜传银, 朱小群, 谢守玲. 散打运动员训练量监测与评定的生物学研究[J]. 上海体育学院学报, 2004, 28(2):27-33.
- [10] 姜传银, 邱丕相, 陈养胜. 武术散打运动训练强度的评定研究[J]. 上海体育学院学报, 2004, 24(8):64-69.
- [11] 赵光圣, 郭玉成. 中国散打队备战第13届亚运会前的生理生化监测手段与方法[J]. 上海体育学院学报, 2001, 25(1):51-55.
- [12] 王琳, 王安利. 实用运动医学监督[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2006:93-94.
- [13] 高炳宏, 赵光圣, 郭玉成等. 优秀武术散打运动员有氧代谢能力特征研究[J]. 体育科学, 2005, 25(12):32-39.
- [14] 杨则宜等译. 体能训练指导[M]. 北京: 国家体育总局科教司编印, 2007:165.
- [15] Poortmans, J.R.(1988). *Principles of Exercise Biochemistry* [M]. USA: S. Karger Publishers, 45-77.
- [16] 林静, 陈家琦. 不同项目类型运动员上下肢无氧功率测定及比较[J]. 天津体育学院学报, 1991, 6(4):1-3.
- [17] 赵光圣, 高炳宏, 郭玉成等. 优秀武术散打运动员无氧代谢能力特征的研究[J]. 山东体育学院学报, 2006, 26(3):46-49.
- [18] 陈亚斌, 曹丽娜, 毛农选. “攻防格斗应答能力测试仪”在散打运动中的应用研究[J]. 西安体育学院学报, 2004, 24(11):74-78.

(责任编辑: 何聪)