



普通高等教育“十三五”规划教材

运动机能评定 理论与方法

The Evaluation of Exercise Function
Theory and Method

张艺宏 徐峻华 何本祥 李军汉 李 宁 等 / 编著



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

运动机能评定理论与方法

张艺宏 徐峻华 何本祥 李军汉 李 宁 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书详细介绍了运动机能评定的概念及其在运动训练和大众科学健身中的地位 and 作用、运动机能的生理生化评定、人体的测量与评价、有氧能力的测量与评定和运动与健康功能的测量与评价,着重阐述了运动机能评定的生理生化指标与常用方法,以及以运动机能评定为基础进行运动处方的制订。通过本书的阅读和实践,可掌握运动机能评定的基础理论知识和常用方法,分析和解决有关运动训练和大众健身的负荷强度监控、运动效果评价、运动风险防范等问题,为科学化训练和健身的定量化评定打好基础。

本书可作为体育院校体育教育、运动训练、运动人体科学、社会体育等本科专业相关课程教材及运动训练、大众健身指导从业人员技术培训教材,也可作为广大体育教师、体育科研工作者研究运动机能的专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

运动机能评定理论与方法 / 张艺宏等编著. —北京: 科学出版社, 2018.5
ISBN 978-7-03-056906-6

I. ①运… II. ①张… III. ①功能 (运动生理学) —人体测量 (运动医学) —方法 IV. ①G804.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 049624 号

责任编辑: 杨 岭 雷 蕾 / 责任校对: 杨悦蕾

责任印制: 罗 科 / 封面设计: 墨创文化

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年5月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018年5月第一次印刷 印张: 23

字数: 545千字

定价: 59.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

本书编写人员:

张艺宏 徐峻华 何本祥 李军汉 李 宁 裴 钰 张树玲

王 坤 邵 平 李纪江 周剑阳 周志见 景 杰

各章节编写分工:

第1章: 张树玲(1.1节、1.2节、1.3节), 何本祥(1.4节)

第2章: 张艺宏(2.1节), 裴 钰(2.2节), 李军汉(2.3节), 张树玲(2.4节、2.5节),
王 坤(2.6节)

第3章: 邵 平(3.1节), 张艺宏(3.2节、3.3节), 李纪江(3.4节)

第4章: 裴 钰(4.1~4.3节), 张艺宏(4.4~4.6节)

第5章: 景 杰(5.1节、5.2节、5.7节), 徐峻华(5.3节), 张树玲(5.11节),
李 宁(5.4~5.6节), 王 坤(5.8节、5.12节), 李纪江(5.9节),
邵 平(5.10节), 周志见(5.13节)

第6章: 李军汉(6.1~6.17节), 周剑阳(6.18~6.20节)

第7章: 徐峻华(7.1~7.5节), 李 宁(7.6~7.9节)

附 录: 张艺宏

全书统稿: 张艺宏

全文审校: 邵 平

出版资助: 奥美之路(北京)健康科技股份有限公司

四川省科学技术厅重点研发项目“运动健康促进及损伤防护康一体互动平台建设关键技术研究”成果(项目编号: 2017SZ0018)

本书主编与副主编简介



张艺宏 主编

成都体育学院运动医学与健康研究所 研究员
中国体育科学学会体质研究分会专委会委员
运动训练学硕士



徐峻华 副主编

奥美之路(北京)健康科技股份有限公司 董事长
北京奥美之路健康技术研究院副院长
运动人体科学硕士



何本祥 副主编

成都体育学院运动医学与健康学院 副院长
主任医师
中医学博士



李军汉 副主编

成都体育学院运动医学与健康学院 副教授
运动生理学博士



李 宁 副主编

成都体育学院运动医学与健康研究所 高级实验师
康复医学与理疗学博士

前 言

运动机能评定是运动训练科学化和大众健身科学化的重要内容。本书围绕人体在进行体育运动时各个系统、器官、组织所表现出来的机能变化和特征,系统阐述了运动机能评定的重要性和作用、运动机能的生理生化评定、人体的测量与评价、有氧能力的测量与评定、运动与健康功能的测量与评价,详细介绍了相关指标的测试方法与评价方法。结合教学的需要,本书列出了相关内容的实验方法和实验报告模板。为适应健康中国的大趋势,本书还阐述了运动处方的内容,并介绍了各类人群的运动处方。通过课程教学、阅读和实践,可掌握运动机能评定的基础知识和常用方法,培养科学的思维能力、实际操作能力和综合解决问题的能力,能够正确地运用运动机能评定的知识和方法,去分析和解决有关运动训练和大众健身的负荷强度监控、运动效果评价、运动风险防范等问题,为科学化训练和科学化健身的定量化评定打好基础。

本书的编写参考了大量国内外最新的研究文献和资料,内容丰富,涉及面较广,但限于水平和视角,错误在所难免,敬请广大读者指正!

本书使用、引用的他人的文字、数据、图片等资料,均来源于公开发表、公开发布的资料,并出于推广和应用运动机能评定方法的公益目的,在此特别说明。本书参考大量文献,未能一一列出,在此对这些作者表示感谢。感谢被引用者(个人和机构)对本书做出的贡献!

本书可作为体育院校体育教育、运动训练、社会体育、运动人体科学等本科专业相关课程教材以及运动训练、大众健身指导从业人员技术培训教材,也可作为广大体育教师、体育科研工作者研究运动机能的专业参考书。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 运动机能评定概述	1
1.1.1 运动机能	1
1.1.2 运动机能评定	1
1.2 运动机能评定与运动训练科学化	5
1.2.1 运动机能评定在运动训练科学化中的作用	5
1.2.2 运动员身体机能评定的注意事项	7
1.2.3 运动员身体机能评定存在的问题	9
1.3 运动机能评定在大众健身中的作用	9
1.4 运动测试的医务监督	11
参考文献	15
第2章 运动机能的生理生化评定	16
2.1 心血管系统运动机能的评定	16
2.1.1 运动和系统训练对心血管系统的影响	16
2.1.2 脉搏与心率	19
2.1.3 血压	24
2.1.4 血液	26
2.1.5 心电图	28
2.1.6 超声心动图	30
2.1.7 血液流变学	31
2.1.8 心血管系统运动机能评定的常用方法	32
2.2 呼吸系统运动机能的评定	36
2.2.1 运动和系统训练对呼吸系统的影响	36
2.2.2 肺活量	37
2.2.3 时间肺活量	39
2.2.4 最大通气量	40
2.2.5 最大摄氧量	40
2.2.6 摄氧量、梅脱、储备摄氧量	45
2.2.7 常见心肺机能指标的对应关系	47
2.3 肌肉骨骼系统运动机能的评定	49
2.3.1 运动和系统训练对肌肉骨骼系统的影响	49
2.3.2 肌肉力量的分类与评定	51

2.3.3 肌电的测试	55
2.3.4 骨骼的评定	56
2.4 神经系统运动机能的评定	57
2.4.1 运动和系统训练对神经系统的影响	57
2.4.2 脑电图检测	58
2.4.3 感觉机能测量	60
2.5 运动机能的生物化学评定	64
2.6 运动性疲劳的评定	70
2.6.1 运动性疲劳概述	70
2.6.2 运动性疲劳的判定方法	72
参考文献	76
第3章 人体的测量与评价	77
3.1 健康信息的收集	77
3.1.1 健康检查的目的	77
3.1.2 健康信息包含的内容	77
3.1.3 躯体健康信息的收集与整理	78
3.2 身体形态的测量与评价	83
3.2.1 身体形态测量概述	83
3.2.2 体格的测量与评价	85
3.2.3 体型的测量	88
3.2.4 身体姿势的测量与评价	89
3.3 身体素质的测定与评价	94
3.3.1 力量素质的测量与评价	95
3.3.2 速度素质的测量与评价	113
3.3.3 耐力素质的测量与评价	121
3.3.4 柔韧素质的测量与评价	125
3.3.5 灵敏素质的测量与评价	136
3.3.6 协调素质的测量与评价	144
3.3.7 平衡素质的测量与评价	147
3.4 体质测定	152
3.4.1 体质的概念和范畴	152
3.4.2 国民体质监测	153
3.4.3 国民体质测定	155
3.4.4 体质相关健康测量	155
参考文献	156
第4章 有氧能力的测量与评定	157
4.1 有氧能力概述	157
4.2 心肺功能的测定与评价	159

4.2.1	心肺功能测定与评价的意义	159
4.2.2	心肺功能测定与评价的方法	160
4.3	有氧能力的直接测定	167
4.4	有氧能力的间接测定	169
4.4.1	有氧能力间接测定的依据与误差	169
4.4.2	有氧能力间接测定的方法	170
4.5	无氧阈的测量	188
4.6	应用多种方法设定有氧运动强度的示例	191
	参考文献	196
第 5 章	运动与健康功能的测量与评价	197
5.1	基础代谢率测定简介	197
5.2	基因检测简介	200
5.3	表面肌电测试	203
5.4	等速肌力测试	208
5.5	足底压力测试	212
5.6	步态分析	216
5.7	骨龄检测	221
5.8	骨密度检测	224
5.9	身体成分的测定与评价	229
5.10	动脉机能的测量	239
5.11	亚健康检测	243
5.12	大众马拉松跑者的运动机能鉴定	259
5.13	功能性运动测试	263
	参考文献	270
第 6 章	部分生理生化检测的实验	271
6.1	血细胞的分类测定与应用	271
6.1.1	血细胞的分类测定	271
6.1.2	血液有形成分检测在运动实践中的应用	273
6.2	血红蛋白的测定	275
6.3	血乳酸的测定	278
6.4	安静与运动时血糖的测定	280
6.5	安静时脉搏、心音和动脉血压的测定	282
6.6	运动时脉搏、心音和动脉血压的测定	284
6.7	安静时心电图的描记与分析	285
6.8	运动后即刻心电图的变化分析	288
6.9	运动遥测心率的记录及计算机分析	289
6.10	不同体位变化对血压的影响	291
6.11	肺功能的测定与指标分析	293

6.12	无氧能力的测定与分析	295
6.13	递增强度运动时最大摄氧量的测定	297
6.14	递增强度运动时心率与血乳酸的变化及乳酸阈的形成	299
6.15	短时极限强度运动时乳酸扩散速率的测定	301
6.16	肌力及肌电图的测定	303
6.17	坐骨神经腓肠肌标本的制备操作	306
6.18	血清肌酸激酶的测定	308
6.19	血清睾酮的测定(放射免疫法)	310
6.20	血清皮质醇的测定(放射免疫法)	311
	参考文献	313
第7章	运动处方	314
7.1	运动处方概述	314
7.2	运动处方的分类	315
7.3	运动处方制订的依据	316
7.4	运动处方的实施原则	317
7.5	运动处方的主要内容	319
7.6	一般人群的运动处方	325
7.7	特殊人群的运动处方	331
7.8	美国体力活动指导介绍	340
7.9	运动健身综合建议书	345
	参考文献	347
附录1	身体形态测量实验报告模板	348
附录2	体质综合测定实验报告模板	349
附录3	体质相关健康测量实验报告模板	350
附录4	循环机能实验报告模板	351
附录5	呼吸机能实验报告模板	352
附录6	有氧能力测试实验报告模板	353
附录7	感觉机能综合实验报告模板	355
附录8	BIODEX 平衡测试报告模板	356

第1章 绪 论

1.1 运动机能评定概述

1.1.1 运动机能

身体机能(body function)是指人体器官的作用与活动能力,是人的整体及其组成的各器官、系统所表现的生命活动。身体机能包括三个方面。①机体功能:某个器官或某个系统所起的作用称为功能。如眼睛可以看见光线和物体,肺用来交换气体,眼睛和肺都有各自的功能;②机体能力:不同的人的器官或系统在功能水平上有高低之分。如某人的视力是1.0(国际视力表),而另一个人的视力是1.5,两人的视力水平不同。又如某人的肺活量是3500mL,另一个人的肺活量却是5000mL,两人的肺活量相差1500mL。不同的视力水平、不同的肺活量反映出不同的机体能力水平,另外,同一个人在不同健康状况、不同年龄阶段、不同训练程度条件下也会表现出机体能力的不同;③机体效能:这是指在相同活动中机体所表现出来的效率。如两个人的握力都是50kg,一个人的体重是60kg,另一个人的体重是80kg,以握力体重指数计算 $[(\text{握力}/\text{体重}) \times 100\%]$,前者为83.3%,后者为62.5%,其评价就是前者的力量效率高于后者。

运动机能(kinesiology; sports function; exercise function; movement function; motor function)是指在身体机能的基础上,人体在从事体育运动时各个系统、器官、组织所表现出来的机能(包括生理学、生物化学、运动学等方面)。因此,运动机能可以理解为人体的运动时的身体机能。

1.1.2 运动机能评定

1. 运动机能评定的定义

运动机能评定(evaluation of exercise function)是指利用生理、生化等指标以及训练学、运动学、心理学的方法在运动前、中、后对运动员和健身者进行测定和评价,从而对个体承受运动训练和运动健身负荷的能力、现实身体机能状况、训练和健身的科学性及有效性等进行诊断。

2. 运动机能评定的发展

早在20世纪70~80年代,许多西方国家就开始对运动员的身体机能状况进行较为系统的检查与评定,特别是苏联和西德,都建立了相应的评定标准,而且在实践中不断改进,以此帮助培养优秀运动员。近年来,各国都在进行有关运动员身体机能状况的检测与评定方法的研究,并力求简便、准确、快速和系统化,以确保对运动员机能状况的

及时有效掌握。

在 20 世纪 60 年代,我国体育科学工作者开始对运动员机能状况的检测与评定方法进行研究,并将其运用到体育运动的实践中。历经数十年的研究和实践,国内广大体育工作者推出了一系列行之有效的实用方法和指标,使身体机能诊断的范围不断扩大、自动化操作程度和评定水平不断提高、测试结果更加准确、信息反馈速度加快等。

随着社会的发展,近十几年来,运动机能评定在对专业运动员进行测定和评价的同时,也广泛应用于对健身爱好者的评定,尤其是在欧美发达国家,运动机能评定已没有对象是运动员还是健身爱好者的明显区分。在我国,随着全民健身运动的广泛开展,大众对科学健身的诉求更加迫切,而作为健身科学化的基础,运动机能评定已经成为监控运动负荷、防范运动风险、提升健身效果必不可少的重要方法和手段。

3. 运动机能评定的训练学基础

竞技运动训练是不断突破个体极限、超越自我的过程,运动负荷是竞技运动训练中最关键的因素。因此,为使负荷恰到好处,各种训练方法应运而生,如持续训练法、间歇训练法、重复训练法、超量恢复法、变换训练法等。这些训练方法都要遵循运动训练的基本原则,包括一般训练与专项训练相结合原则、不间断性原则、周期性原则、合理安排训练负荷原则、区别对待原则、三从一大科学训练原则。运动员要提高身体素质,掌握运动技术,达到优异的运动水平,就必须根据专项特点,采用多种训练方法,并遵循训练原则。

在大众健身中,一直强调科学健身,消除盲目性,降低运动伤害的风险,增强健身效果。运动方式、运动强度、运动持续时间、运动频率、运动中的注意事项是科学健身的五个要素,而安全性原则、有效性原则、全面性原则、持续性原则和个体性原则是科学健身的基本原则。大众健身练习方法虽然可以借鉴运动训练的方法,但与它也有很大的区别,最大的区别是强调安全。大众健身常采用的方法包括有氧练习法、有氧无氧混合练习法、重复练习法、力量练习法、柔韧性练习法、康复练习法等。

无论是科学化训练还是科学健身,以及从中发展出来的运动训练原则和科学健身原则,都遵循了身体机能的变化规律,而训练和健身方法更是根据身体机能的变化和恢复规律来进行设计的,这就是运动机能评定的训练学基础。

【小贴士】科学健身

科学健身很早就已经被提出来了,但没有进行过定义,一直都停留在模糊的理解上。

笔者将科学健身定义为“根据个体条件,选择适宜的运动方式、运动强度、运动时间和运动频率,安全、有效、持续、全面地进行身体练习或身体活动,以达到增强体质、增进身心健康的目的”。

其中,运动方式是指运动的方法和形式。如篮球、慢跑、健身走、健身操等具体运动项目是运动形式,而有氧练习法、力量练习法等就是运动的方法。运动强度是指身体练习对人体生理刺激的程度,也是人体对负荷大小的一种主观认知。运动时间是指持续进行身体练习的时间。运动频率是指在特定的时间段进行运动健身的次数。

4. 运动机能评定的生物学基础

在运动前、运动中、运动后,人的身体机能是完全不同的,机体的整体、系统、器官、组织等都会因为运动负荷而产生相应的变化,通过检测、测定这些变化就可以对机能进行评定,这就是运动机能评定的生物学基础。

安静状态下机体的整体功能及组织、器官、各功能系统、代谢供能满足机体正常的生命活动的生理生化指标的状况,运动机体的整体功能及组织、器官、各功能系统、代谢供能对运动负荷的应激和适应的生理生化指标状况,运动后机体的整体功能及组织、器官、各功能系统、代谢供能的生理生化指标在恢复过程中的表现,都是运动机能评定的主要内容。

5. 运动机能评定的方法

进行运动机能评定的方法有很多,包括直接测定法、间接测定法、整体功能能力测定法、生理生化指标测定法、问卷法等,以下是运动机能评定过程中经常运用到的方法。

1) 直接测定法

利用仪器设备对身体机能进行直接检测,这种方法具有准确性和可靠性高等优点,但只能限定在少数研究实验室和科研人员中使用,无法为实际训练服务,如核磁共振光谱法、组织活检法等。

2) 间接测定法

测定各种运动场合下心率、血压、心电、肌电、脑电、皮电以及血、尿、汗、唾液的某些生化成分等,可以间接地揭示人体运动时能量代谢的特点和规律,反映运动肌群的能量平衡、内环境酸化、水盐平衡、神经体液调节、组织损伤、免疫机能、营养状况等,因而是对运动员进行机能评定的重要内容。

已被实际训练广泛接受和采纳的心率、血压等生理指标,血糖、血乳酸、血尿素、血红蛋白等血液生化指标,以及尿蛋白、尿胆原、尿肌酐等尿液生化指标,可为运动员提供大运动量训练期间的运动机能、训练负荷、营养状况、疲劳与恢复等方面的反馈信息。由于血、尿、汗、唾液取样方便,无损伤或损伤少,易为运动员所接受,且测定简易和快速,便于在运动中反复测定。

3) 整体功能能力测定法

主要是在实验室中进行,需要各种测功仪器设备,如跑台运动测试。

4) 生理生化指标测定法

可分为场地测定和实验室测定两种形式,采集的测定样本包括肌肉、血液、尿液、汗液、唾液等,以血液和尿液为主。

5) 问卷法

通过个体主观感受、认知的回答进行评定,如主观疲劳感觉评定、体力活动调查等。

6. 运动机能评定涉及的内容

1) 运动过程中身体机能的变化和恢复规律

人体在运动过程中, 由于受运动条件、运动方式、运动负荷刺激, 以及身体各器官、系统的生理、生化功能的影响, 其生理机能将会发生一系列规律性的变化, 并且这些变化从正式比赛前或训练前就已经发生, 一直持续到运动结束后的一段时间。按其自然发生的顺序可分为赛前状态、进入工作状态、稳定状态、疲劳过程及恢复过程 5 个阶段。研究和掌握各个阶段内身体机能的变化特点和恢复规律, 认识其生理特点和影响因素, 对增强运动训练效果、提高比赛成绩、促进全民健身和预防运动损伤均有重要意义。

2) 人体各主要系统运动机能的评定

经过长期适宜的训练或锻炼, 人体各系统、器官也会产生相应的适宜改变, 主要表现在形态结构和功能两方面。例如, 长期坚持适宜的体育运动或运动训练可使心脏的形态结构发生适应性改变, 心脏的外形增大、心室壁增厚, 心肌的相对重量和绝对重量增加, 一般人的心脏的重量约 300g, 而运动员的心脏重量可达 400~500g。而且心脏的功能也随之增加。运动员与正常人相比每搏输出量较大, 安静心率较低, 心肌耗氧量节省化, 心脏处于良好的能量节省化状态, 保持着良好的心力储备, 有利于运动状态下的充分动员。因此, 对人体各主要系统、器官的形态结构和功能方面进行运动机能评定有助于判断长期坚持的体育运动或运动训练是否适宜。

3) 人体的测量与评价

主要包括身体形态、身体机能、身体素质的测量与评价。身体形态的测量与评价是量化研究人体外部特征的重要方法, 也是研究人体的生长发育规律、体质水平、营养状况和运动员选材必不可少的方法, 另外, 它还为研究运动能力、身体素质、身体机能、运动技术等提供信息。身体素质是人体在运动过程中表现出来的速度、力量、耐力、柔韧、灵敏等机体能力素质的总称, 是人体各器官、系统的机能在运动过程中的综合反映。

此外, 健康状态评价也非常重要, 目前, 在健康中国、全民健康的氛围下, 健康状态的评价已引入到运动机能评价和研究的领域中, 如骨密度、身体成分、精神压力、亚健康、糖基化等。

4) 运动机能的应用性评定

针对运动性疲劳、大众马拉松跑者的运动机能、运动风险、运动心理学等进行的一些专门的运动评定: ①正确了解和掌握运动性疲劳产生的原因, 正确地判断疲劳, 防止过度疲劳的产生, 对提高运动成绩、合理安排训练量和强度具有实际指导意义; ②马拉松运动具有提高身体素质、增加肌肉关节韧带的灵活性、增强心肺机能等积极作用, 但马拉松运动对机体存在潜在的危害(如猝死、热应激、晕厥等), 因此, 正确评定大众马拉松跑者的运动机能对于预防和避免潜在危害的发生是十分重要的手段; ③运动对人体各器官、系统的形态结构和功能产生积极的影响, 同时, 人体各器官、系统的形态结构和功能也会对运

动产生适应性变化,同样也存在运动风险,主要包括“运动缺乏”的风险、正常运动的风险、过量运动的风险三种;④运动心理学的主要任务是研究人们在参加体育运动时的心理过程,如感觉、知觉、表象、思维、记忆、情感、意志的特点,及其在体育运动中的作用和意义;研究体育运动教学训练过程中有关人员的心理特点,如赛前心理状态、运动员的心理训练等。

5) 运动处方

运动机能的评定既要训练健身状态和效果进行评价,又要为受试者设计科学合理的运动处方,尤其重要的是,要根据机能评定的结果确定适宜的运动强度范围。运动机能评定与运动处方是有机的结合体,前者是基础和依据,后者是执行训练和健身的计划和方案,运动处方的目的是提高运动成绩或增强体质。

运动处方是根据参加活动者的体适能水平和健康状况,以处方的形式确定其活动强度、时间、频率和活动内容,具有明确的目的和很强的针对性。合理设计的运动处方对身体的各个系统均能产生积极的影响,最终可以提高体适能、促进身体健康或预防疾病。运动处方可按应用的对象和目的分为三类:健身运动处方、竞技运动处方、康复锻炼运动处方。健身运动处方是指健康人进行运动处方锻炼,以提高体适能,促进身体健康,预防运动缺乏病(如高血压、冠心病、糖尿病、肥胖等)为目的,它又包括有氧适能运动处方、肌适能运动处方、控制体重运动处方。竞技运动处方是指专业运动员进行运动处方锻炼,以提高专业运动成绩为目的。康复锻炼运动处方是指对患者应用运动处方,以治疗和康复为目的。

7. 运动机能评定的原则

进行运动机能评定时,必须遵循的原则有可测性原则、易测性原则、适时性原则、综合性原则和长期性原则。

1.2 运动机能评定与运动训练科学化

在竞技运动水平越来越高、竞争越来越激烈的今天,运用生理生化指标对运动员的身体机能进行检测与评定,显得尤为重要。它主要是应用生理生化方法和相应的指标,对运动员承受运动训练负荷的能力、现实身体机能状况、训练的科学性和有效性等进行诊断。因此,国内外体育科研工作者和教练员十分重视运用生理生化指标准确、及时地了解运动员的身体机能状况,以便合理地安排和调整训练计划,避免过度疲劳,减少运动损伤,最大限度地提高运动成绩。

1.2.1 运动机能评定在运动训练科学化中的作用

在运动时,人体内的一系列生理生化变化是机体对所承受运动负荷的客观反映,即机体对运动训练的应激能力。若训练负荷过小,运动能力提高不明显;若训练负荷过大,不

仅不能提高运动能力,反而会损害身体健康。因此,在运动训练中,合理地运用基础理论、实验技术和测量方法检测与评定运动员的机能状态,对科学选材、医务监督、控制运动负荷、判断运动疲劳、避免过度疲劳和运动损伤的发生、有效地挖掘人体的运动潜力、提高竞技能力等,均有十分重要的意义,并已经成为科学训练的重要环节。

1. 运动员选材的科学依据

运动员选材是运动训练科学化的首要环节。遗传学的深入研究证实,身体机能水平、代谢能力的高低,既受生长发育过程中营养、疾病、运动训练等后天因素的影响,也受先天遗传因素的制约。例如,人体的有氧代谢能力和无氧代谢能力在很大程度上是由遗传决定的。因此,应根据运动项目的特点,选择相应的生理生化指标进行运动员选材,然后通过专门的训练,使其先天能力得到充分的发挥,进而达到较高的竞技水平。

有资料显示,运动天赋的遗传度超过 70%,如表 1.1 所示,其中关键指标的遗传度甚至达到 90%。

表 1.1 运动天赋的遗传度

指标			指标			指标		
遗传度/%			遗传度/%			遗传度/%		
身体形态类	身高	83.5	身体机能类	安静心率	33	运动素质类	反应速度	75
	臂长	83.5		神经系统功能	90		最大力量	35
	腿长	84.5		红白肌比例	80		无氧耐力	85
	肩宽	73.5		神经类型	90		有氧耐力	70
	胸围	54.5		最大摄氧量	92		柔韧性	70

此外,运动素质发展的敏感期是客观存在的,有针对性地进行运动机能评定,有助于运动员的科学选材(图 1.1)。

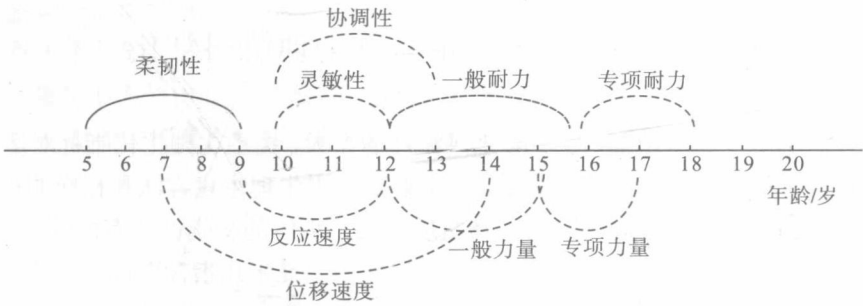


图 1.1 运动素质发展的敏感期

2. 客观评定运动员的身体机能状态

在运动训练中,运动员的身体机能状况对科学安排训练负荷来说至关重要。只有在运动负荷量和强度足够大,机体处于能够承受的最大应激状态时,才能有效地提高运动能力。科学地控制和调整运动负荷,不仅能避免运动损伤和过度疲劳的发生,还能有效地提高训

练效果。

由于机体在运动时的生理活动和代谢过程均会发生相应的变化,所以,通过对人体在安静时、运动时和恢复期各脏器及血液、尿液、汗液、唾液中的某些化学成分进行测定和比较,可为机能评定提供客观依据。例如,可根据心率、血乳酸、尿蛋白等指标的变化评定运动强度,通过血糖、血脂肪酸、血氨、尿酮体等指标的变化掌握能源物质利用及身体疲劳情况。

3. 科学监控运动负荷的重要环节

运动负荷是指运动员在训练中所承受或完成的身体负荷量,它是运动训练中最为重要的环节之一。不同的运动负荷可对运动员产生不同的影响,而相同的运动负荷对不同的运动员产生的影响也不同,这些不同的影响可以通过一系列生理生化指标反映出来。因此,运用生理生化指标来观察运动员对运动负荷的反应,科学地控制和调整运动负荷,不仅能避免运动损伤和过度疲劳的发生,还能有效地提高训练效果,这是科学训练的重要环节之一。

4. 预测运动成绩的理论依据

运动成绩是运动员竞技能力的体现,除了与技术、战术等有关外,更与运动员的身体机能水平有密切的关系。运用某些生理生化指标来预测运动成绩,已被逐渐应用于体育科学研究和运动训练中。例如,根据运动员的最大摄氧量(maximal oxygen uptake, $\dot{V}O_{2max}$)来预测其中长跑的运动成绩,根据两级负荷运动后的血乳酸值和跑速来预测400米赛跑的运动成绩,根据尿肌酐排出量来预测举重成绩等。

5. 监控运动员合理营养的手段

合理营养是运动员取得优异成绩的基本因素之一。合理营养能提供运动员所需消耗的热能,提供能源物质的补充和储备,加速组织的修复(如蛋白的合成),加速代谢废物的清除,维持代谢平衡,有助于提高运动员的运动能力,有助于运动后体力迅速恢复。运动员的膳食和营养补充是否合理,可通过一系列生理生化指标来检查和评定。因此,运动机能评定可作为监控运动员营养是否到位、是否合理的手段。

综上所述,运动机能评定可以对运动员的竞技能力和运动负荷做出科学的评估,对科学地指导运动训练、有效地提高运动员的竞技能力和健康水平都具有重要的实践意义。

1.2.2 运动员身体机能评定的注意事项

1. 保证测试条件的相对统一

在对运动员开展身体机能评定时,控制好测试条件非常重要,因为它关系到测试结果的正确性、可重复性和可比性。在进行生理生化指标测试时,要注意使用标准化的测试方法,并注意控制测试背景、测试时间、测试仪器及实验条件的统一。尤其是在检测人体血液生理生化指标时,还要注意取血的部位、时间及血液样本放置时间等条件的控制;在检