

实用体育生理

杨锡让 编著



北京体育学院出版社

实用体育生理

杨锡让 编著

北京体育学院出版社

实用体育生理

杨锡让 编著

北京体育学院出版社出版

(北京西郊圆明园东路)

北京安华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092 毫米 1/32 印张: 5

1986年9月 第1版 1986年9月 第1次印刷

字 数: 100,000 册数: 1—12,000

统一书号: 7451·17 定价: 0.98元

编著说明

《实用体育生理》的任务是阐明体育锻炼对人体的影响,通过简易的实验方法,对体育锻炼的效果作出评价。本书的主要内容有:人体对体育锻炼的适应能力,各种素质锻炼对人体的作用及研究方法,运动训练的生理原则,人体对特殊环境的适应,体育锻炼与年龄的关系等,共十二章,全书的最后附有运动生理学常用名词术语解释、标准值及各章思考题。本书的主要参考文献是:B·J·赛柯的《身体适应生理学》;E·J·博格的《体育锻炼与适应》;P·O·阿斯特朗德的《运动生理学教科书》;R·V·霍克的《身体适应生理学》和G·A·布鲁克的《运动生理学》。

本书的编写,力求简洁,联系实际,通俗实用。但限于作者水平,不足与缺欠在所难免,望同行给予批评、指导。

杨锡让

1986年4月3日

目 录

第一章 体育锻炼与身体适应	(1)
一、身体适应的概念	(1)
二、身体适应能力与运动	
适应能力的内容	(2)
三、身体适应性锻炼的意义	(3)
四、身体适应的研究方法	(4)
第二章 生物动能与运动	(8)
一、运动时的能源物质	(8)
二、无氧与有氧供能	(10)
三、运动时的能量供给	(12)
第三章 最大摄氧量、无氧阈	
值、无氧功率	(15)
一、测定最大摄氧量的意义	(15)
二、测定最大摄氧量的基本要求	
与达到最大摄氧量的标志	(16)
三、最大摄氧量与遗传因素	
的关系	(18)

四、最大摄氧量与年龄和性

别的关系 (18)

五、最大摄氧量的间接测定方法 (19)

六、无氧阈值 (30)

七、无氧功率 (35)

附：美国运动医学会对增强身体

有氧适应能力的建议 (37)

第四章 体育锻炼与身体机能的

适应 (41)

一、体育锻炼对运动器官的影响 (42)

二、体育锻炼对心率、血压的影响 (45)

三、体育锻炼对肺通气机能的影响 (46)

四、某些心血管功能的简易测试

方法 (47)

第五章 力量与力量耐力 (52)

一、肌力的概念及决定肌力大小的因素 (52)

二、肌力与性别和年龄的关系 (54)

三、肌肉力量的训练 (55)

四、测定肌肉力量的简易方法 (57)

五、评定肌肉工作能力应注意的事项 (60)

第六章 灵敏、柔韧、平衡、反应、

协调 (61)

一、灵敏 (62)

二、柔韧	(65)
三、平衡	(68)
四、反应速度	(69)
五、协调	(73)
第七章 反馈与动作技能	(75)
一、反馈的概念	(75)
二、运动技能形成过程的信息 反馈通道	(76)
三、反馈与体育教学	(77)
第八章 运动训练的生理原则	(80)
一、应激、应答、适应	(80)
二、超负荷训练	(81)
三、训练的专门性、个体性与 可逆性	(84)
四、准备活动和整理活动	(84)
五、赛前减量	(86)
六、放松	(87)
附：肌肉酸疼	(89)
第九章 运动性疲劳	(91)
一、对疲劳的认识	(91)
二、ATP—CP与疲劳	(92)
三、糖贮备与疲劳	(93)
四、乳酸与疲劳	(94)
五、判断疲劳的方法	(95)
第十章 体脂与净体重	(100)
一、肥胖与健康	(100)

二、控制体重	(101)
三、身体成分	(103)
四、测量与计算标准体重的 简易方法	(105)
附：美国运动医学会对降体重 的意见	(112)
第十一章 人体对特殊环境的适应	(113)
一、人体对冷、热环境的适 应与运动	(113)
二、体温调节	(116)
三、对冷环境的服习、适应 与运动	(117)
四、对热环境的服习、适应 与运动	(118)
五、对高原环境的适应与运动	(120)
六、屏息与潜水	(124)
附：美国运动医学会关于防止热 疾病等问题的看法	(125)
第十二章 青春期、衰老与运动	(127)
一、青春期与运动	(127)
二、衰老与运动	(130)
附录一 运动生理学常用名词术 语解释	(135)
附录二 运动生理学常用标准值	(144)
思考题	(150)

第一章

体育锻炼与身体适应

一、身体适应的概念

近几十年来“Physical Fitness”这个词，在国外应用很广。有的人把它翻译成“健康”，有的人把它翻译成“体质”或“身体素质”，有的人把它翻译成“身体适应”等等，我们认为把它直译成“身体适应”还是比较合适的。

现在，有关身体适应的书籍，在世界上极为畅销。其主要原因是随着现代科学技术的发展与社会物质生活水平的提高，无论是青少年学生或是中老年人，都想选择适合自己特点的健身方式，借以提高自己的身体适应能力，提高自己的生活质量。

美国运动生理学家埃德蒙·伯克教授认为：身体适应是一个比较广泛的概念。首先，不能简单地理解为身体不生病。只有当人们保持充沛的精力、良好的情绪、健壮的体魄去从事自己的学习、工作和生活的情况下，我们才能说他有一个好的身体适应。其次，不能把“身体适应”与“运动适应”（Motor Fitness）相混淆。运动适应是指在运动能力训练中所获得的适应，而身体适应仅仅是指与体质有关

的那些内容，是指通过体育锻炼所提高了的身体基本机能。

二、身体适应能力与运动适应能力的内容

埃德蒙·伯克把身体适应能力的内容概括如下：

1. 抵抗疾病的能力 (Resistance Disease)；它取决于遗传因素、卫生习惯、合理的饮食、适宜的体育锻炼、足够的休息和放松。

2. 有氧代谢能力 (Aerobic Power)；指在氧气充分供应的条件下，糖或脂肪分解供能的水平。它是耐力素质的物质基础。

3. 力量 (Strength)；指肌肉在一次收缩时所能对抗阻力的能力。

4. 局部肌肉耐力 (Local muscle Endurance)；指某块或某群肌肉维持长时间工作的能力。

5. 心肺耐力 (Cardio Vascular—Respiratory Endurance)；指心血管与呼吸系统维持在较高水平上长时间工作的能力。

6. 柔韧 (Flexibility)；指关节活动的范围大小。

7. 身体成分 (Body Composition)；指身体脂肪百分数与净体重百分数，所占全身体重的比例。

运动适应能力，指在专项运动训练中，所获得的专门适应能力。其组成内容包括：

1. 敏捷 (Agility)；指瞬时变换体位的能力。

2. 协调 (Coordination)；指身体不同部位活动的同步能力。

3. 平衡 (Balance): 指神经系统控制肌肉稳定性的能力。

4. 反应 (Reaction): 指从刺激出现到开始产生动作的时间间隔。

5. 准确: (Accuracy): 指投掷或打击某一物体的准确性。

6. 无氧代谢能力 (Anaerobic Power): 指三磷酸腺苷、磷酸肌酸和糖元酵解的供应能力。它是速度素质的物质基础。

关于身体适应能力与运动适应能力的测试与评价方法, 以及如何发展这些能力, 我们将在后面分别加以介绍, 但必须指出, 这是两个不同的概念。身体适应锻炼已经深入到人们的日常生活, 成为人们日常生活内容的一部分。其目的是强壮体格, 增进健康, 提高功效, 延年益寿。而运动适应能力训练的目的在于参加运动竞赛, 为此, 训练负荷要不断加大, 而且要经常进行超负荷训练, 对机体的刺激强度往往达到了极限水平。至于人体工作能力的提高, 除需要提高身体的一般适应能力和运动适应能力外, 还取决于其它一些因素。

三、身体适应性锻炼的意义

有机体的基本生理特征是对内外界环境变化的适应性。例如在高温环境中机体能通过体温调节机能保持恒定的体温。人体通过锻炼导致器官、系统机能和形态上的改变, 有助于保持内环境的相对恒定, 并进一步提高机体的功能。这些适应性变化正是身体锻炼的生理学基础。

那么，身体适应性锻炼的意义何在呢？首先，使先天的体质获得再造。如先天体质较弱的人，通过身体适应锻炼，可使其体质得到增强。其次，使人体机能在工作过程中“节省化”。人体经过训练后，其机能安静时及定量工作中，都会表现出明显的“节省化”现象（参见表1—1）。第三，获得良好的精神状态、旺盛的生活精力及高效率的工作能力。第四，增强对疾病的抵抗能力，并获得健美的体魄。

四、身体适应的研究方法

研究身体适应的方法，主要用于身体机能方面的评定，基本上与生理学的方法相同。对中老年增加一些运动医学的检查方法，对青少年增加一些身体素质的测量方法。我们所选用的方法，一般都较易掌握，不需要贵重的仪器，实用性强，而且比较准确，对学校体育、群众体育和业余训练的研究都比较适用。

关于对通过训练获得身体适应效果的研究，一般都是采用把有良好训练的人与不经常参加运动的人进行对比的方法。这种横向研究方法的缺点是：所得的训练效果，究竟是体质上原有的先天差别，还是后天训练的结果呢？难以确切地加以证实。例如，一个人的最大摄氧量只有45毫升/公斤·分，无论他进行多么刻苦的训练，都达不到优秀耐力运动员80毫升/公斤·分的水平。换言之，优秀运动员有这样大的最大摄氧量，训练到底起了多大作用？显然横向对比的研究方法，解决不了先天遗传的问题，只能一般地说明训练对身体具有良好的作用。

表1—1 适应性锻炼前后生理机能的比较

系统	指 标	训练前	训练后
心脏血管系统	安静时心率(次/分)	71	59
	运动时最高心率(次/分)	185	183
	安静时每搏输出量(毫升)	65	80
	最大每搏输出量(毫升)	120	140
	安静时每分输出量(公升/分)	4.6	4.7
	最大每分输出量(公升/分)	22.2	25.6
	心容量(毫升)	750	820
	安静时收缩压(毫米/水银柱)	135	130
	运动时收缩压(毫米/水银柱)	210	205
	安静时舒张压(毫米/水银柱)	78	76
	运动时舒张压(毫米/水银柱)	82	80
呼吸系统	安静时肺通气量(公升/分)	7	6
	最大肺通气量(公升/分)	110	135
	安静时呼吸次数(次/分)	14	12
	最大呼吸次数(次/分)	40	45
	安静时潮气量 公升	0.5	0.5
	最大潮气量 公升	2.75	3.0
	肺活量 公升	5.8	6.0
	余气量 公升	1.4	1.2
身体组成	体重 (磅)	175	170
	脂肪重量 (磅)	28	21.3
	净体重 (磅)	147	148.7
	脂肪占体重百分数%	16	12.5

这样就设计出纵向的研究方法，即对同一个人进行一段时间的追踪观察。这种方法相对来说比较精确，但也并非完美无缺。因为，在研究过程中，受试者的人数往往会由于各种原因而越来越少，即便少数受试者能坚持到底，也会由于生活方式的改变而影响试验结果。例如受试者改变了吸烟的习惯，或者是受疾病、工作、学习等因素的影响，而影响研究的可靠性。基于这些理由及根据一些人多年研究工作的经验，说明从人体得到非常精确、可靠的数据，是一项非常细致和艰巨的工作。因此，在实验设计，研究的组织，实验方法的取舍上都应当给予足够的重视。总之，人生活在这个千变万化的自然与社会环境中，会经常受到各种各样的干扰，这就给研究人体的机能及适应，加大了难度，造成不同学者研究结果上的差异。为此，我们在研究人体适应时，必须注意人的年龄、性别、个性、生活条件、运动项目、健康状况等特点。对其生理机能进行评价时，也应作全面的系统分析。而不能只根据个别的、局部的变化就作出定论。因为某个单一生理指标的改变，并不能说明其整体的变化和水平。

在研究身体适应能力时，也应注意负荷方法。常用的有功率自行车、固定跑台和台阶负荷。这三种方法各有利弊；功率自行车的优点是操作技术简单、安全，价值便宜、噪音小、占地少、移动灵活。功率计的机械效率与体重之间无依赖关系。此外，由于蹬踏动作简单，上肢固定，易于按装仪器，受干扰少（如心电图），所测得的数据和计算能量的输出比较准确。缺点是由于下肢肌群参与活动多，上肢体位基本保持不变，所测得的最大摄氧量的数值，比其它负荷低。固定跑台的优点是运动强度较大，全身大肌肉群在工作时都

能参与活动，能量计算较准确，通过对速度与坡度的调整，可以控制运动量。缺点是体积大、笨重、价格昂贵、噪音及占地面积大，工作负荷与体重有关。另外，在固定跑台上跑步时对技术有一定的要求。所以，对少年儿童及老年人不宜采用。台阶负荷的优点是简单易行，经济实用，易于普及，有利于在室外进行大规模的测试。缺点是难于使负荷标准化和计算功率，负荷受不同身高、腿长及体重的影响较大，因此精确性较低。

最后，还应注意，如果要研究人体的全面机能，应当在不同生理状态下进行测试，即安静状态、定量负荷状态和完成最大强度负荷状态。通过对三种状态下生理机能反应的全面对照后，方能作出全面的评价。

第二章

生物能与运动

生物能学 (Bioenergetics) 是研究人体在运动时如何获得能量, 以及能量在体内如何转换、储存和利用。并了解能量与体育运动的关系, 例如, 超长距离跑与短距离跑的供能方式是否相同? 大运动量训练时, 蛋白质需要量是多少? 等等。这些对于体育教师和教练员制定身体训练计划、提高运动成绩等是非常重要的。让我们先介绍一些基础知识。

一、运动时的能源物质

食物内的营养物质并不能直接为细胞提供能量。营养物质内储存的能量必须经过释放转变成含有高能键的磷酸化合物, 由高能磷酸化合物裂解高能键释放出能量, 才能被细胞利用。在体内只有三磷酸腺苷 (ATP) 可以作为肌肉作功的直接能源。因此, ATP在肌肉中的储存量、分解速度和再合成速度, 就成为影响肌肉运动能力的重要因素。ATP在安静时肌肉中的含量为6.9毫克分子/公斤湿肌。运动对肌肉中ATP的储存量影响不大, 但可以提高ATP酶的活性。由

于肌肉中 ATP 的含量少,而又不能从血液中摄取,因此,依靠肌肉中 ATP 作功只能维持 1 秒钟左右。从能量供应的角度看,ATP 消耗后的恢复速度是影响运动能力的最重要因素。

ATP 的恢复必须向其它化学物质索取能量。ATP 的合成有三个主要途径:①磷酸肌酸 (CP) 释放的能量。②无氧条件下肌糖元酵解生成乳酸过程中释放的能量。③有氧条件下细胞线粒体内糖与脂肪酸分解生成二氧化碳和水的过程中释放的能量。

每个供能系统供给 ATP 的能力与所进行的运动项目有关。例如,在从事时间短、强度大的项目运动时,ATP 主要由高能磷盐化合物系统供给;耐力项目主要靠有氧供能;介于上述二者之间的运动项目,则需无氧与有氧代谢混合供能。三种能源系统供能的一般特点见表 2—1。

表 2—1 三种能源系统的一般特点

ATP—CP 系统	乳酸系统	有氧系统
无氧代谢 供能很快 化学能源: CP ATP 生成很少 肌肉中贮量少 进行短时间、大 强度运动时的供 能方式	无氧代谢 供能快 食物能源: 糖元 ATP 生成有限 乳酸可导致疲劳 进行 1—3 分钟 运动时的供能方 式	有氧代谢 供能慢 食物能源: 糖元和脂肪 ATP 生成很多 没有导致疲劳的副产品 进行长时间运动时的供 能方式