

运动生理学概论



运动生理学概论

作者：(日) 石井喜八
宫下充正
寺冈 晖
加贺谷熙彦
金子公宥
进藤宗洋
福永哲夫
手冢政孝
王起然
阎荣山
钱 衡
尹吟青
钱 衡

译者：

校者：

人民体育出版

原版说明

书名：运动生理学概论

作者代表：石井喜八

宫下充正

出版者：大修馆书店

出版时间：1979年3月10日（第6次印刷）

2565/17

运动生理学概论

（日）石井喜八 宫下充正等编

王起然等译

人民体育出版社出版

妙峰山印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 32开本 $10\frac{20}{32}$ 印张 150千字

1988年5月第1版 1988年5月第1次印刷

印数：1—3,000册

统一书号：7015·2541 定价：3.35元

ISBN 7-3009-0071-6/G·64

责任编辑：王勤方

译者的话

《运动生理学概论》是在日本著名运动生理学家猪饲道夫教授指导下，由石井喜八等八位学者集体编写而成的。鉴于我国有关运动生理学方面参考书籍较少，而体育工作者又很需要了解和掌握这方面的科学知识。因此，我们将此书译成中文，供读者参考。

本书的主要内容是研究人体在运动中的生理变化规律。将科学理论与体育运动实际有机地结合起来是本书的特点。作者们将自己以及日本其他体育科学工作者在近20年来研究的成果，都概括编入书中，并对世界其他国家的研究成果和研究方法也作了较详细的介绍。所以，此书对体育教师、教练员以及从事运动生理学的工作者，都十分有益。

周士英和冯爱华同志对本书的绘图工作给予大力帮助，在此表示感谢。

由于我们业务水平及翻译水平有限，译误之处在所难免，敬请读者批评指正。

译者

1986年2月 于河南大学

前 言

二十世纪以来，世界各地（包括日本）生活在工业化社会中的人们，他们的生活环境发生了巨大的变化。1950年以后，这种变化的速度正在急速增长。各种技术革新，可以说，主要是以机械来取代人类或动物的肌肉工作。如由手工锄发展到电动锄，由步行发展到汽车等。这些技术革新的本身，可以用“改良”二字来表示。同时，它又给我们提出了一些新的问题，其中具有代表性的，如奥斯特兰德所指出的：“曾为适应石器时代那种繁重的体力劳动而进化的人体结构，如今则必须要尽快地适应受机械支配的生活方式。”

这就是在全世界范围内，对体育的重要性进行再认识的原因。一致认为体育在教育领域中是三大支柱（智育、德育、体育）之一。但是，这种认识只不过是理论上的，而在现实中还是偏重于智育。其结果，是由于人类独有的脑力劳动积累，造成了工业化社会的急剧出现和生活环境的改变。

那么，在现实社会中，应该如何实施正在发生显著变化着的时代教育呢？不管社会怎样变革，而人类的本来“面貌”是不会改变的。这就要求我们必须促使人类的本来“面貌”，特别是作为生物的人体的生理机能得到全面的发展。所以，应该使智育、德育、体育在教育领域内得到全面的发展。猪饲道夫说明了智、德、体三方面的训练和对人体各种机能进行教育的内容，其中体育训练和人类的生存有着直接的关系。人体各种机能都可作为训练的对象，若不熟知这些机能，其结果将会迷失教育的方向。关于这方面，猪饲道夫认

为，只要体育与身体有关，如不熟悉人体的构造和机能，就不能实施教育。而现在的日本，在学习体育前，必须授予应该具备的身体机能方面的知识。并指出，这是对今后将要从从事体育教育工作的学生来说，亦是必须掌握的科学知识。

幸而猪饲道夫20多年的研究和由他指导的包括笔者在内，以及很多从事体育方面研究者的共同努力，虽然不能说是全部获得了从事体育工作者所需要的身体结构和机能方面的知识，但我们也积累了一些资料，奉献给读者。

笔者想，依人类的体育活动为核心，把积累起来的研究成果，重新加以整理，并希对体育工作者能更好地完成任务，或许能多少起到一些有益的作用。

全体作者

目 录

第一章 构成运动的基础	(1)
1. 人体的结构.....	(1)
(1) 构成单位——细胞.....	(1)
(2) 人体的大小.....	(3)
2. 食物的摄取.....	(8)
(1) 消化与吸收.....	(8)
(2) 营养素.....	(11)
3. 内环境的保持.....	(15)
(1) 血液.....	(15)
(2) 体温.....	(20)
(3) 激素.....	(22)
4. 疾病、健康、体力.....	(25)
思考问题.....	(28)
第二章 控制运动的机能	(29)
1. 神经系统的基本构造和机能.....	(29)
(1) 神经元.....	(29)
(2) 神经元的机能.....	(31)
① 冲动的发生.....	(31)
② 冲动的传导.....	(34)
(3) 突触处冲动的传递.....	(35)
① 兴奋性突触.....	(35)
② 突触后抑制.....	(36)

③ 突触前抑制.....	(37)
(4) 神经肌肉的传导.....	(37)
(5) 刺激的感受.....	(39)
2. 从神经系统看运动的分类.....	(44)
(1) 反射运动.....	(44)
① 反射运动的形态学基 础.....	(44)
② 反射中枢内神经冲动的传导 和统一.....	(47)
③ 来自上位中枢的调节.....	(53)
④ 小脑对运动的调节.....	(58)
(2) 情绪与运动.....	(61)
(3) 随意运动.....	(63)
① 大脑皮质.....	(63)
② 运动区.....	(65)
③ 意识和运动.....	(68)
3. 通过运动来看机能的发育和发 展.....	(70)
(1) 神经系统及其成长.....	(70)
(2) 训练与神经系统.....	(75)
① 运动神经系统和中枢神经系 统的训练效果.....	(75)
② 植物性神经系统的训练效 果.....	(81)
4. 控制运动机能的障碍.....	(81)
(1) 运动麻痹.....	(82)
(2) 肌紧张异常.....	(83)

(3) 过度运动症.....	(84)
(4) 协调运动障碍.....	(85)
思考问题.....	(85)
第三章 肌肉产生运动的机能.....	(86)
1. 肌肉的构成与作用.....	(86)
(1) 骨骼肌的类型与性质.....	(86)
① 形状不同的肌肉.....	(87)
② 作用不同的肌肉.....	(87)
③ 附着部位不同的肌肉.....	(88)
④ 性质不同的肌肉.....	(88)
(2) 骨骼肌纤维的微细结构.....	(89)
2. 骨骼肌的收缩.....	(93)
(1) 肌肉收缩的机制.....	(93)
(2) 肌肉收缩的能量与作功.....	(94)
① 供能系统.....	(94)
② 肌肉收缩的张力曲线.....	(96)
③ 肌肉的机械工作和热量的产生.....	(99)
3. 人体骨骼肌的力量和运动的关系.....	(101)
(1) 肌肉收缩的形式和肌力、速度的产生.....	(101)
① 肌肉收缩的名称.....	(101)
② 肌电图与肌力及速度的关系.....	(103)
(2) 肌力的测定: 肌力.....	(103)
① 外见的肌力与实际肌	

	力.....	(103)
②	肌肉的构造与肌力	(107)
③	肌肉的长度与肌力	(108)
④	关节角度与肌力	(109)
⑤	肌肉横断面积与肌力	(111)
⑥	肌力的测定	(113)
(3)	运动中的爆发力	(114)
①	负荷性质与力、速度和爆 发力的关系	(116)
②	臂肌力、速度与爆发力的关 系	(119)
③	腿肌力、速度与爆发 力	(123)
④	纵跳运动的爆发力	(125)
⑤	疾跑运动的爆发力	(126)
4.	骨骼肌机能的发育与增长	(130)
(1)	肌力、肌组织与发育	(130)
①	身体的组成与发育	(130)
②	肌力与发育	(133)
③	从相对发育来看肌力与肌组 织	(136)
④	绝对肌力的性别、年龄差 异	(138)
(2)	肌力的训练	(141)
①	训练的刺激条件	(141)
②	肌力训练效果的性别、年龄 差异	(144)

③ 肌力增长及其机制	(145)
(3) 爆发力的发育、增长	(152)
① 腿肌的爆发力与年龄	(152)
② 疾跑的爆发力与年龄	(155)
③ 爆发力的训练效果	(157)
④ 爆发力增长的机制	(158)
今后研究的课题	(160)
思考问题	(161)
第四章 持续运动的机能(I)——肌肉耐	
力	(162)
1. 肌肉耐力的表示方法	(164)
(1) 通过绝对负荷和相对负荷来表	
示	(164)
(2) 肌肉的静力性耐力	(164)
(3) 肌肉的动力性耐力	(167)
2. 肌肉耐力的生理学基础	(171)
(1) 血流量与肌肉耐力	(172)
(2) 神经系统与肌肉耐力	(174)
(3) 工作姿势与肌肉耐力	(176)
(4) 环境温度与肌肉耐力	(178)
(5) 低 O_2 环境与肌肉耐力	(178)
(6) 肌肉耐力与个体差异	(179)
(7) 性别、年龄与肌肉耐力	(179)
3. 肌肉耐力的增长	(181)
(1) 从工作成绩看训练的效	
果	(181)
(2) 训练效果的生理学基础	(184)

思考问题 (192)

第五章 持续运动的机能(Ⅱ)——全身耐

力 (193)

1. 持续运动与氧 (193)

(1) 运动与氧 (193)

① 摄氧量、负氧债量、需氧量 (193)

② 从需 O_2 量来看工作强度 (196)

③ 运动强度与需 O_2 量 (202)

④ 有 O_2 运动与无 O_2 运动 (204)

(2) 无 O_2 运动的生理反应 (206)

① 非乳酸性运动——持续数秒钟的全力运动 (206)

② 乳酸性运动——持续数10秒钟的全力运动 (207)

③ O_2 债的测定 (209)

(3) 有 O_2 代谢运动的生理反应 (213)

① O_2 运输系统的机能 (213)

② 短时间的耐力运动 (216)

③ 长时间的耐力运动 (219)

④ 维持摄 O_2 水平的能力 (221)

2. 供 O_2 与呼吸、循环机能 (225)

(1) 肺通气量 (225)

① 呼吸运动的机能与构造	(225)
② 通气量的测定	(227)
③ 肺通气量与运动	(230)
④ 摄 O_2 率	(231)
⑤ 呼吸的调节	(232)
(2) 肺扩散容量	(233)
① 肺扩散容量	(233)
② 与肺扩散容量有关的因素	(236)
③ 血液中的扩散因素	(237)
(3) 心输出量	(238)
① 血液循环与调节	(238)
② 心输出量与运动	(239)
③ 心脏容积	(242)
④ 血压	(242)
⑤ 血液分配	(245)
⑥ 心电图	(246)
⑦ 动静脉 O_2 差与摄 O_2 量、心输出量	(246)
(4) 组织扩散容量	(248)
3. 全身耐力的测定	(251)
测定方法	(251)
① 最大摄 O_2 量的测定	(254)
② 台阶试验测定法	(257)
③ PWC_{170} 的测定	(261)
④ 机械效率与经济速度	(261)

4. 根据心率推测各种运动强度	(263)
5. 全身耐力与环境	(267)
(1) 高温与耐力	(267)
① 体温调节	(267)
② 气温与体温	(268)
③ 高温下的运动	(268)
(2) 高原与耐力	(271)
① 高原生理	(271)
② 高原的竞技成绩	(275)
③ 高原服习	(276)
④ 高原身体训练的设想与原理	(277)
⑤ 高原训练的效果	(277)
6. 全身耐力与年龄	(279)
(1) 全身耐力随发育而提高	(279)
(2) 全身耐力随年龄增长而下 降	(285)
7. 全身耐力的身体训练	(286)
(1) 身体训练的研究方法	(286)
(2) 身体训练强度的选择方法	(289)
(3) 判断身体训练效果的指标	(293)
① 最大摄 O_2 量	(293)
② 增大最大摄 O_2 量的生理学 基础	(294)
③ 从成绩来看训练效果	(296)
④ 从效率来看效果	(297)
⑤ 身体训练效果一例	(299)

(4) 身体训练处方的标准	(299)
① 强度	(301)
② 时间和频率	(304)
(5) 身体训练的适宜年龄	(306)
① 耐力训练的开始年龄	(306)
② 中老年的身体训练	(307)
③ 女子的身体训练	(312)
(6) 竞技运动员的最大摄 O_2	
量	(313)
① 优秀长跑运动员的最大摄	
O_2 量	(313)
② 发育期长跑运动员的最大摄	
O_2 量	(317)
③ 长跑以外项目运动员的最大	
摄 O_2 量	(319)
思考问题	(321)
呼吸、循环器官疾病	(322)

第一章 构成运动的基础

生物体表现出的特有现象叫生命现象。基本的生命现象从单细胞动物的变形虫到高等动物或人类看来几乎相同。生理学就是研究这些生命现象机制(mechanism)的自然科学。

从物质代谢(metabolism)来看,生命现象可分为同化作用(assimilation)和异化作用(dissimilation)。在人类,前者主要是通过食物获得并积蓄能量,后者主要是通过运动释放利用能量。因此,可以说运动生理学(exercise - physiology)是一门以研究参加异化作用的各系统之机制为主的自然科学。本书中将比较详细地分别叙述支配运动的机能、运动产生的机能和运动持续的机能,有关参加同化作用的系统,将在本章作为构成运动的基础简单加以阐述。

1. 人体的结构

(1) 构成单位——细胞

一切生物的组成单位为细胞(cell)。这些细胞本身虽进行着独立的生活,但对人或人类各种功能间具有统一性来说,它又作为组织的成员之一,相互制约,相互协调。

人类这种复杂的生物也是从单一细胞(卵)开始的,卵子受精开始分裂,在多次反复分裂的同时,经过分化,构成组织(tissue)。再由若干组织构成器官(organ)。例如:构成呼吸、消化、排泄、循环、运动、内分泌、感觉等司各种生活机能的单位。

细胞增加到一定数量便下降,达到某个时期以后,死亡的细胞要由新的细胞来补充。例如皮肤、肠管、血球等都不

断地形成新的细胞。

细胞都有一个核，细胞核为遗传因子(gene)载体DNA和RNA的所在部位。对于逐代传递遗传信息极其重要，另外又具有调节、支配细胞代谢活动的机能，是维持细胞生活不可缺少的部分。

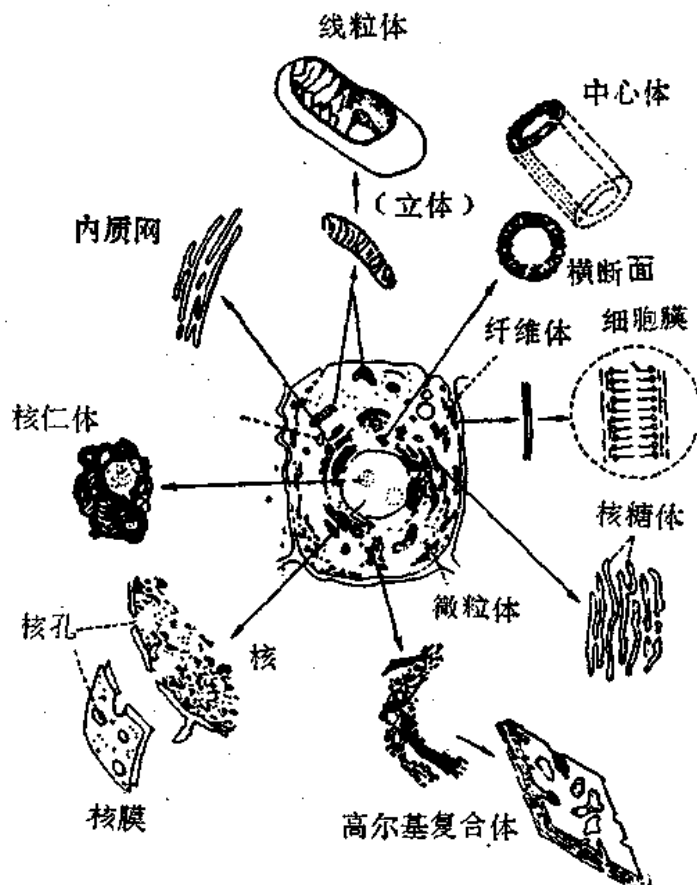


图 1-1 电镜下细胞微细结构模式图