

体育学院本科讲义

# 人体生理学



—上册—  
内部教材

体育院校教材编审委员会  
人体生理学编选小组 编

体育学院本科讲义

# 人 体 生 理 学 (上)

体育院校教材编审委员会  
人体生理学编选小组 编

人民体育出版社

統一書號：7015·1334

体育学院本科講義  
人 体 生 理 学 (上)  
体育学院教材編審委員會  
人体生理学編选小組 編

\*

人民体育出版社出版·北京體育館路。

(北京市書刊出版營業登記證出字第-049号)

北京崇文印刷厂印刷

新华書店北京發行所發行

全國新华書店經售

\*

850×1168 1/32 450千字 印張 17  $\frac{12}{32}$  插頁 2

1961年8月第1版

1961年8月第1次印刷

印數：1—9,000

定價〔10〕2.60元

## 編者的話

本講義是根据北京、上海、沈阳、武汉四个体育学院講義及有关参考書选編而成。参加选編工作的有：王义潤、佟启良、乔居庠、吳柱中、郭庆芳、馮煒权等六人。另外，特邀翁庆章同志編写“登山运动的生理特点”，尹吟青同志編写“武术的生理特点”两章。

本講義共分上下二冊。上册包括生理学的化学基础以及正常生理学两部分，下册为运动生理学。生理学的化学基础內容可根据各校具体情况与生理有关內容穿插講授，或分开講授。生理学各章中的小体字內容，可根据教学时数和实际需要参考选用。

本講義供四年制体育学院及体育系教学使用；二年制专科学校及中等体育学校可根据教学大綱，重点选用。

由于我們的水平有限，选編時間仓促，不妥之处在所难免，希讀者多提宝贵意見，以便再版时修正。

編写过程中蒙北京体育科学研究所、北京体育学院生理教研組、編譯室大力协助，特此鳴謝。

体育院校教材編审委员会

人体生理学編选小組

1961年5月

## 論

### 生理学的任务

生理学是一门生物学。以植物为对象的叫植物生理学；以动物为对象的叫动物生理学；以生物机体的基本生理特征为对象的叫普通生理学。人体生理学是动物生理学的一个分枝。

人在进行紧张的运动活动时，体内产生一系列有规律的变化。为了合理地安排体育教学和训练，增强人民体质和不断提高运动成绩，所以从人体生理学中又分出来一门运动生理学。

人体生理学是研究正常人体内一切机能的科学。由于有机体各部分的机能是相互联系、相互影响、相互制约的，并且随着生活条件的改变而不断发生变化。因此，生理学的任务有以下三方面：一、研究人体各种组织的特性和各种器官系统的机能；二、研究人体各种机能之间的相互联系，及其在维持整个人体生命中的意义；三、研究人在适应外界环境——自然环境和社 会环境时，机体与环境保持平衡的机制。

运动生理学的任务是研究各种运动训练对人体的影响；形成和发展运动技能的生理规律；发展人体机能能力的生理机制，以及论证各种合理的训练制度和训练方法。

### 生理学与其他科学的关系

生理学和解剖学和组织学有着密切的联系。要研究有机体各部分的机能，必须先了解它们的结构。机体的机能与结构是统一的。

物理学和化学对生理学的发展有着重大的作用。每一个生理过程都是以一定的物理和化学过程为基础的。然而，不能把复杂的生理现象完全归结于简单的物理、化学规律，因为生理现象还有它的生物学规律。



运动技术水平的迅速提高促进了运动生理学的发展。反过来，运动生理学的研究成果必须反映在运动实践中，促进体育运动的开展和运动成绩的提高。所以，生理学成为体育科学的自然科学的基础之一。

体育学院的学生学习生理学的目的是：掌握人体活动的基本生理规律，为学习其他课程打下基础，并应把这些规律运用到将来的教学和训练工作中去。

### 生理学的研究方法

生理学是一门实验性的科学。欲了解人体生命活动的规律，就不能只对人体的机能作表面的观察，还必须用实验进行研究。有的实验可能损伤机体，甚至危害生命，故生理学实验常在动物体上进行。只有在不影响健康的原则下，才直接对人体进行实验。随着近代物理学和化学的发展，有越来越多的实验方法可以用在人身上。但目前仍不能贬低动物实验在促进生理学发展中的作用。

在近代生理的发展初期，生理学的实验几乎都是采取分析方法；到了十九世纪后期，分析方法为生理学积累了大量的知识，在此基础上发展了综合方法。

分析方法是将被动物的组织或器官由体内取出，进行分析；或是在麻醉动物体上进行活动解剖，研究各器官、系统的机能，及其相互关系和调节机制。实验后动物即不能生存，故此方法又称为急性实验法。

分析方法能对机体各部分的机能进行直接的观察和实验，能对组织和细胞的生理特性和理化变化进行细致的研究，对于进一步了解整体生理有很大帮助。但这种方法已使研究对象处于不正常的生理状态。所以由单纯的分析方法所获得的生理知识，具有很大的局限性，甚至可能与正常的整体情况不一致。这是分析方法不可避免的缺点。因此在应用分析方法所获得的结果来说明整体的生理活动时，必须谨慎，必须用辩证的观点加以检验。

综合方法是以活的机体为对象，并在它的正常生活情况下，

进行实验，这就可以观察到各部分机能的相互关系，以及机体对环境变化的适应性。为了精确地分析各种器官在自然条件下的机能，有时对动物进行无菌外科手术，在不损害机体完整性的前提下，把所研究的器官露出体外，或与体外接通。由于这种动物可以长时期进行实验，故这种方法称为慢性实验法。巴甫洛夫的研究发展了综合实验法，对近代生理学的发展起着重大作用。

巴甫洛夫所发展的综合实验法中仍含有分析的成分，所以才能全面而细致地了解机体的许多生理规律。

## 生理学简史

我国古代的生理学和医学知识是通过长期的临床实践发生和发展起来的。远在公元前二世纪的秦汉时代，古典医书——“黄帝内经”问世。书中记录了很多关于解剖学、生理学、卫生学、病理学等方面的资料。从书中的记载可以看到当时已从现象上朴素地认识了机体与环境的相互作用。内经中写道，“阴平阳秘，精神乃治；阴阳离决，精神乃绝”。意思是人体内(阴)外(阳)环境协调才是正常的生理活动；如果不协调(离决)，就会发生疾病而致死亡(绝)。书中还记载了许多有关脏腑器官活动规律的知识。例如书中写道：“诸血者皆属于心，诸气者皆属于肺”。已经认识到心脏是主血液循环的器官，肺脏是主呼吸的器官。对血液循环也有一些认识，如有“经脉流行不止，环周不休”等语句。在公元前八世纪至三世纪的春秋战国时代，已发明了针灸治病。公元前六世纪名医扁鹊利用切脉(根据动脉搏动)诊断疾病。神奇的外科医生华佗发明了麻醉剂以施行大外科手术，他还发明了用水治疗疾病，很久以前就提出了类似现代所应用的医疗体育。用这些祖国医学书库中的部分资料，就足以说明我们祖先以巨大的贡献充实了世界科学的宝库。

在其他国家里，早期对人体生理的知识也有不少贡献。尽管当时各国的宗教势力极大，但仍有朴素的唯物主义思想出现。如古希腊名医希波克拉底(Hippocrates, 公元前460—377年)曾

創氣質學說，並以整體觀點來看整體的機能。古羅馬名醫蓋倫（Galen，公元後130—200年）曾從人體解剖的知識來推論其生理機能，並曾進行過初步的動物活體解剖，對醫學貢獻很大。但在以後長時期內，蓋倫的著作成了盲目崇拜的對象，使得他的一些錯誤認識得不到改正。直到十六世紀，著名解剖學家維薩利（Vesalini, 1514—1564）的著作“人體的構造”問世，人體解剖生理的知識才重新獲得發展。在中世紀，當歐洲正處在蠻人征服下的黑暗時期，亞洲的阿拉伯民族卻出現了燦爛的文化。偉大的塔吉克學者阿維森納（Avicenna, 980—1037）所著的“醫典”中，也包括豐富的生理知識。

生理學真正地成為一門實驗性的科學是從十七世紀開始的。當時西歐社會資本主義正在興起，社會生產力開始有了新的進步，這就為近代自然科學的發展創造了條件。1628年英國名醫威廉·哈維（William Harvey, 1578—1657）所著的“心與血的運動”一書出版，是歷史上第一次有明確實驗論證的生理學著作。哈維證明了血液循環的正確途徑，並指出心臟是循環系統的中心。他的功績不僅在於提供了血液循環的基本規律，更在於創始了近代生理學的活體解剖實驗法。

在十七、十八世紀內，顯微鏡的發明和物理學、化學的迅速進步，都為生理學的發展創造了良好條件。意大利學者馬爾庇奇（Malpighi, 1628—1694）應用顯微鏡發現了毛細血管是聯系動脈與靜脈之間的結構，具體地證明了哈維對循環系統結構的推論。法國哲學家 and 科學家笛卡兒（Descartes, 1596—1650）根據角膜被接觸即引起眨眼等一類現象，首先提出反射的概念，認為動物的活動都是對於外界一定刺激的反映，猶如光投到鏡子上被反射出來一樣。這種說法現在看來雖然是機械的，但在當時卻是進步的思想，並成為神經系統生理學的發展的開端。俄國偉大科學家羅蒙諾索夫（Ломоносов, 1711—1765）所首創的物質守恆與能量守恆及轉化定律，以及後來法國化學家拉瓦錫（Lavoisier, 1743—1794）關於燃燒和呼吸原理的闡明，給機體新陳代謝的研



究奠定了基礎。意大利學者伽爾萬尼 (Galvani, 1737—1798) 發現肌肉收縮時能產生電流，從此開始了生理學中另一基本問題，即關於興奮過程及其本質問題的研究。

到了十九世紀上半期，生理學已累積了大量的有關個別器官生理機能的知識。各國學者對於機體內的個別生理機能提供了不少寶貴資料，但卻未能闡明在正常生存條件下機體與環境保持統一的基本規律，未能科學地說明人類精神活動的生理過程，這是與當時資本主義社會的唯心主義思想分不開的。例如穆勒 (Johannes Müller, 1801—1858) 從感覺器官的一些生理現象中得出“外在世界對我們來說是不可知的”這一套唯心主義結論。即使在更近的年代里，英國著名生理學家謝靈頓 (Sherrington, 1857—1952) 甚至還說智力與大腦之間的聯繫可能是有的，也可能是沒有的。由於這種身心二元論觀點，人與高等動物的最複雜、最重要的大腦皮層活動規律的研究，對於這些人來說就成不可能。可以看出，唯心主義哲學對於生理學的進一步發展與提高起了嚴重的阻礙作用。

在十九世紀中葉，俄羅斯的生理學卻朝着另一個方向發展。他們在當時許多革命民主主義者的唯物主義思潮影響下，強調外界環境對於生活機體的決定性作用。在這時期中，被譽為“俄羅斯生理學之父”的謝切諾夫 (И. М. Сеченов, 1829—1905) 根據他對中樞神經系統生理學的研究，於1863年發表了“腦的反射”的天才著作，對反射概念給以新的涵義，認為人的思想在實質上也是反射。因此他特別強調教育對於人類行為的重大意義。與謝切諾夫同時代的俄國杰出的內科學家包特金 (С. П. Боткин, 1832—1889)，提出並發展了醫學中的神經論思想，強調神經系統在人生命活動中的主導作用。謝切諾夫的學生維金斯基 (Н. В. Введенский, 1852—1922) 曾根據他自己的實驗，對神經、肌肉及神經系統的興奮與抑制的內在聯繫和相互轉化規律，作了精辟的闡述。接着烏赫托姆斯基 (А. А. Ухтомский, 1876—1942) 進一步豐富了維金斯基的學說。

当唯物主义哲学思想和生物学中的进化論学說蓬勃发展的时候，伟大的生理学家伊凡·彼得洛維奇·巴甫洛夫（Иван Петрович Павлов, 1849—1936）在包特金神經論思想的直接影响下，研究循环系統和消化腺机能的神經調节問題，获得了輝煌的成就，后来又受謝切諾夫反射論的启发，集中地研究大脑皮层的生理学，創造了著明的高級神經活动学說。

现代生理学在我国已經有数十年的历史，它的发展过程是同我国經濟基础的变化密切联系着的。在初期阶段，生理学的工作还是比较零散的。1926年中国生理学会的成立和随后中国生理学杂志的出版，对于生理科学在我国的发展起了一定的推动作用。在其后的研究工作中，曾涉及生理学的許多方面，其中关于胃液分泌、神經肌肉活动、中枢神經系統化学传递、肝脏物質代謝等的研究，都是比较著名的。但由于半封建半殖民地的社会条件的限制，生理学的发展是很困难的。

新中国成立后，在党和政府的领导和支持下，随着国民經济的迅速发展，科学研究的基地大大地扩充，生理学工作者的队伍迅速地壮大，生理学同其他科学一样，开始蓬勃地发展起来。生理学工作者广泛地学习辯証唯物主义，学习巴甫洛夫学說，在学术思想上发生了根本性的变化，确立了整体观点，并且力求貫徹到自己的具体工作中去。尤其是1958年开始的全国大跃进形势，鼓舞了全体生理学工作者，进一步明确了生理学的研究要联系实际，解决当前存在的迫切問題，同时也要解决生理学中的基本理論問題。

解放以来，我国的生理学工作者除在原有的一些理論問題的研究上，如关于神經的兴奋性、中枢神經系統的植物性机能、心血管反应、內感受性反射以及胃液和胰液的分泌等方面都有新的进展外，还在高級神經活动、中枢神經系統电生理学、高温作业生理、运动生理、低体溫生理等过去所沒有的空白点上，开始进行研究，并取得初步的成績。特別值得提出的是，近年来在党的中医政策指导下，很多实验室对針灸和气功疗法的生理效应和机制，

进行广泛的探討，这不仅可闡明祖国医学实践的生理学基础，有助于发揚祖国医学，而且也将大大地丰富生理学本身的内容。

19世紀后期，俄国的学者开始了运动生理学的研究，最先接触的是运动时人体植物性机能的一些变化，并获得了一些零散的材料。20世紀20年代，俄国运动生理学才渐渐轉向对运动性机能、感觉器官和中枢神經系統机能方面的研究。但这时运动生理尚未形成完整的体系。1939年，苏联运动生理学創始人巴甫洛夫的学生克利斯托甫尼科夫(А. Н. Крестовников)，着手对大批的运动生理学实验材料进行理論概括，并从謝切諾夫、巴甫洛夫的观点出发，創立了比較完整和系統的运动生理学。1950年在莫斯科举行了苏联科学院和苏联医学科学院关于巴甫洛夫生理学学說問題的联席會議。会上确定了巴甫洛夫学說是苏联生理学的指导思想。自此以后，苏联的运动生理学开始研究了运动員在运动訓練过程中机体的全面变化規律，特別加强了对中枢神經系統的主导作用方面的研究。

解放前，运动生理学在我国生理学领域中是一个空白点。由于反动統治阶级从来不考虑人民的健康，社会生产力也得不到发展，体育科学和其他科学一样处于死气沉沉的状态。

解放后，党和政府对人民的康健給予无限关怀，体育事业得到蓬勃的发展。随着实践的需要，我国运动生理学迅速地发展起来，运动生理学工作者的队伍不断壮大。虽然历史很短，但在三面紅旗的光輝照耀下，在教育方針和科学为实践服务的原則指导下，我国的生理学和运动生理学同其他科学一样，将大踏步地向前迈进，迅速赶上世界先进水平，为祖国的社会主义建設事业，为使我国在主要运动項目上提高到世界水平作出更大的貢獻。

# 目 录

## 緒論

## 第一部分 生理学的化学基础

第一章	溶液中的PH值及緩冲系統.....	1
第一节	电解质溶液.....	1
第二节	溶液PH值及緩冲溶液 .....	4
第二章	胶体溶液.....	14
第一节	分散体系、胶体溶液的概念 .....	14
第二节	胶体溶液的分子运动性質 .....	15
第三节	胶体体系的电动性質 .....	21
第四节	胶体体系的凝聚作用 .....	24
第五节	亲液胶体和憎液胶体 .....	25
第六节	凝胶.....	26
第三章	有机化合物的結構与性質 .....	27
第一节	有机化合物的基本結構与常见的功能基 .....	27
第二节	有机化合物的結構与化学性質的关系 .....	33
第三节	有机化合物的結構与物理性質的关系 .....	43
第四章	糖 .....	47
第一节	糖的概念及分类 .....	47
第二节	单糖 .....	47
第三节	二糖 .....	51
第四节	多糖 .....	54
第五章	脂肪.....	58
第一节	眞脂 .....	58
第二节	类脂 .....	59
第六章	蛋白質.....	68
第一节	蛋白質的分子組成 .....	69
第二节	蛋白質的分子結構 .....	75

第三节	蛋白質的性質 .....	78
第四节	蛋白質的分类 .....	81
第七章	酶 .....	83
第一节	酶的概念与分类 .....	83
第二节	酶和醱的作用特点 .....	87
第三节	酶分子組成与催化性質的关系 .....	88
第四节	酶与維生素的关系 .....	91
第五节	酶的誘导生成与适应性 .....	93
第八章	中間代謝 .....	95
第一节	物質代謝与能量 .....	95
第二节	糖的中間代謝 .....	98
第三节	生物氧化 .....	104
第四节	脂肪的代謝 .....	107
第五节	蛋白質的代謝 .....	110
第六节	物質代謝的整体性 .....	115
第七节	运动时物質代謝的特点 .....	117
第九章	神經和肌肉 .....	127
第一节	神經和肌肉的結構 .....	127
第二节	肌肉的特性 .....	130
第三节	肌肉收縮和寬息(放松) .....	132
第四节	神經的特性 .....	154
第五节	神經和肌肉的兴奋性和兴奋 .....	155
第六节	神經和肌肉的机能 .....	166
第七节	兴奋由神經向肌肉的传递 .....	171
第十章	中枢神經系統 .....	173
第一节	中枢神經系統的基本机能 .....	173
第二节	中枢神經系統对机体运动机能的調节 .....	193
第三节	中枢神經系統对植物性机能的調节 .....	215
第四节	大脑皮层的机能 .....	229
第十一章	高級神經活动 .....	235
第一节	条件反射的形成 .....	235
第二节	大脑皮层的抑制过程 .....	247
第三节	皮层神經过程的活动規律 .....	265



第四节	大脑皮层的分析与综合活动	271
第五节	人类高级神经活动的特征	277
第六节	神经系统的类型及其病理变化	290
第七节	大脑皮层和内脏活动	295
第十二章	分析器	298
第一节	分析器的生理概述	298
第二节	视分析器	299
第三节	音分析器	311
第四节	前庭分析器	318
第五节	运动分析器	326
第六节	皮肤分析器	329
第七节	内部分析器	330
第八节	分析器的相互作用	331
第十三章	内分泌	332
第一节	内分泌生理概述	332
第二节	甲状腺	333
第三节	甲状旁腺	336
第四节	胰岛腺	337
第五节	肾上腺	339
第六节	性腺	345
第七节	垂体	348
第八节	内分泌腺间的相互关系	351
第十四章	血液	353
第一节	内环境和血液概述	353
第二节	血液的成分、理化特性和血量	355
第三节	血液内的细胞	360
第十五章	循环	374
第一节	心脏的机能	377
第二节	血管的机能	396
第三节	心脏血管活动的调节	412
第四节	训练程度与血液循环机能特点	427
第十六章	呼吸	433
第一节	呼吸运动	433

第二节	气体的交换及运输	443
第三节	呼吸运动的调节	456
第四节	肌肉活动时的呼吸变化	468
第十七章	消化	478
第十八章	物质和能量代谢	491
第一节	物质代谢	492
第二节	能量代谢	510
第十九章	体温调节	517
第二十章	排泄	528
第一节	肾脏的结构	528
第二节	肾脏的机能	530
第三节	尿的特性、组成和排尿	537
第四节	肌肉活动对肾脏活动的影响	539
参考文献		541

# 第一部份

## 生理学的化学基础

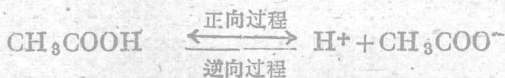
### 第一章 溶液中的PH值及缓冲系統

#### 第一节 电解質溶液

溶于水能使溶液产生导电現象的物質，叫电解質。根据电解質溶于水时产生不同的导电能力，又可分为强电解質及弱电解質两类。这两类不同的电解質在水中电离的情况和活动規律也不相同，在人的体液中这两类电解質都存在，因而在了解人体内不同电解質的性質和活动規律之前，必須先熟悉这两类电解質在溶液中的基本規律。

#### 弱电解質与强电解質

**弱电解質** 根据阿累尼烏斯 (Arrhenius, 1887) 的电离学說，溶于水中的电解質分子只有一部分能电离成为离子。这是因为分子在电离的同时还发生着电离的逆向过程，也就是說，已經电离的离子在互相碰撞时重新結合成为分子，所以电离不能进行到底。以弱电解質醋酸为例，分子在水中只有一部分电离，离子也重新結合成为分子。



当正向和逆向两个过程的速度相等时，分子和离子間达到了动态平衡（也称电离平衡）。根据質量作用定律，化学反应速度和作用物的浓度乘积成正比。正逆两方向的反应速度和作用物的

浓度之间的关系，可用式子来表示：

$$V_{正}K_{正} = [CH_3COOH]$$

$$V_{逆}K_{逆}[H^+][CH_3COO^-]$$

正逆两向反应达到平衡时，反应速度相等，因而可将上式写成：

$$V_{正} = V_{逆}$$

$$K_{正}[CH_3COOH] = K_{逆}[H^+][CH_3COO^-]$$

两式移项后相除得：

$$\frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{K_{正}}{K_{逆}} = K_i$$

式中  $[H^+]$  与  $[CH_3COO^-]$  分别代表溶液中氢离子和醋酸根的离子浓度， $[CH_3COOH]$  代表溶液中未电离的醋酸的分子浓度。离子浓度以每升中所含的克离子来表示，而未电离分子的浓度则以每升中含有的克分子数来表示。 $K_i$  是电离平衡中的平衡常数，称为电离常数。各种电离质都有一定的电离常数，它与溶液的浓度无关，而与温度有关。从电离常数可以相对地看出电解质的电离程度， $K_i$  值愈大，表示在平衡时存在于溶液中的离子浓度愈大。

表 1—1 某些弱酸和弱碱在 25°C 时的电离常数

名 称	$K_i$	名 称	$K_i$
蚁 酸	$2.0 \times 10^{-4}$	碳 酸 ( $K_2$ )	$5.0 \times 10^{-11}$
砷 酸	$5.0 \times 10^{-3}$	醋 酸	$1.8 \times 10^{-5}$
亚砷酸	$6.0 \times 10^{-10}$	氢氧化铵	$1.8 \times 10^{-5}$
氢硫酸 ( $K_1$ )	$9.1 \times 10^{-8}$	苯 胺	$4.6 \times 10^{-10}$
氢硫酸 ( $K_2$ )	$1.1 \times 10^{-15}$	酚	$1.0 \times 10^{-10}$
碳 酸 ( $K_1$ )	$3.5 \times 10^{-7}$	氢氰酸	$4.8 \times 10^{-10}$

弱电解质可以按照电离常数分为  $K_i = 10^{-2} - 10^{-4}$  的中弱电解质， $K_i = 10^{-5} - 10^{-9}$  的弱电解质，以及  $K_i = 10^{-10}$  或更小的极弱