

人体

生理学

主编 姚泰

人民卫生出版社

第三版

(下册)

第三版

人体生理学

下册

主编 姚 泰

各篇分主编

细胞生理	左 伋
中枢神经系统	陈宜张
特殊感觉生理	曾兆麟
内分泌与生殖	马青年 钱梓文
血 液	裴雪涛
循 环	姚 泰 李 鹏
呼 吸	於 峻
消 化	梅懋华
能量代谢与体温	蔡益鹏
体液和肾脏生理	林善燮



人民卫生出版社

E
N
T
I
S
H
E
N
G
L
I
X
U
E

图书在版编目(CIP)数据

人体生理学(上、下册)/姚泰主编. - 3版.(上、下册)
- 北京:人民卫生出版社,2001.3

ISBN 7-117-04271-0

I. 人… II. 姚… III. 人体生理学 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 04415 号

人体生理学(上、下册)

第三版

主 编: 姚 泰

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园3区3号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph @ pmph. com

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 129.25

字 数: 2869 千字

版 次: 1978年5月第1版 2001年12月第3版第4次印刷

印 数: 203 671—207 720

标准书号: ISBN 7-117-04271-0/R·4272

定 价: (上、下册)221.00 元

著作权所有,请勿擅自用本书制作各类出版物,违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

编 者

(以编写篇章顺序)

- 左 伋 上海医科大学(现复旦大学)生物学教研室, 教授
李采娟 上海医科大学(现复旦大学)生物学教研室, 教授
郑 平 上海医科大学(现复旦大学)医学神经生物学国家重点实验室, 教授
黄显奋 上海医科大学(现复旦大学)神经生物学教研室, 教授
杨耀琴 上海铁道大学(现同济大学)医学院组织胚胎学教研室, 教授
徐 科 中国科学院上海生理研究所, 研究员
陈宜张 第二军医大学生理学教研室, 教授, 中国科学院院士
邢宝仁 第二军医大学生理学教研室, 教授
林瑞锦 上海医科大学(现复旦大学)生理学教研室, 教授
袁文俊 第二军医大学生理学教研室, 教授
印其章 苏州医学院(现苏州大学)生理学教研室, 教授
宋朝佑 第二军医大学神经生物学教研室, 教授
路长林 第二军医大学神经生物学教研室, 教授
周绍慈 华东师范大学生物系, 教授
曹晓华 华东师范大学生物系, 博士
刘世熠 中国科学院上海生理研究所, 研究员
俞丽云 上海医科大学(现复旦大学)附属华山医院神经病学教研室, 教授
梅镇彤 中国科学院上海生理研究所, 研究员
曾兆麟 上海中医药大学生理学教研室, 教授
杨雄里 中国科学院上海生理研究所, 研究员, 中国科学院院士
吴大正 上海中医药大学生理学教研室, 副研究员
马青年 哈尔滨医科大学生理学教研室, 教授
钱梓文 上海医科大学(现复旦大学)生理学教研室, 教授
马蒲生 哈尔滨医科大学生理学教研室, 教授
马虹宇 哈尔滨医科大学生理学教研室, 教授
朱禧星 上海医科大学(现复旦大学)附属华山医院内科学教研室, 教授
陆湘云 上海医科大学(现复旦大学)附属妇产科医院妇产科学教研室, 教授
程治平 哈尔滨医科大学生理学教研室, 教授
裴雪涛 军事医学科学院输血研究所, 教授
冯 凯 军事医学科学院输血研究所, 医学博士

- 高文谦 解放军总医院老年病研究所, 医学博士
孙 兵 总装备部 515 医院, 主治医师
韩 颖 军事医学科学院输血研究所, 副教授
李 梁 军事医学科学院输血研究所, 医学博士
马俐君 白求恩医科大学第一附属医院, 主治医师
杜 楠 第三军医大学防原医学系, 医学博士
刘永学 军事医学科学院放射医学研究所, 副教授
高春记 解放军总医院血液科, 主治医师
李景斗 解放军总医院血液科, 主治医师
关志伟 解放军总医院血液科, 医师
史子江 解放军总医院血液科, 医师
姚 泰 上海医科大学(现复旦大学)生理学教研室, 教授
李 鹏 上海医科大学(现复旦大学)生理学教研室, 教授
沈霖霖 上海医科大学(现复旦大学)生理学教研室, 教授
吴国强 上海医科大学(现复旦大学)生物医学工程学教研室, 教授
徐有秋 上海第二医科大学生理学教研室, 教授
陈灏珠 上海医科大学(现复旦大学)附属中山医院心血管病研究所, 教授, 中国工程院院士
- 李高平 上海医科大学(现复旦大学)附属中山医院心电图室
周兆年 中国科学院上海生理研究所, 研究员
文允镒 中国医学科学院基础医学研究所, 教授
金惠铭 上海医科大学(现复旦大学)病理生理学教研室, 教授
朱大年 上海医科大学(现复旦大学)生理学教研室, 教授
朱依纯 上海医科大学(现复旦大学)生理学教研室, 教授
何礼贤 上海医科大学(现复旦大学)附属中山医院肺科, 教授
汪亦欣 美国田纳西大学生理学和生物物理学系, 助理教授
苏清芬 上海医科大学(现复旦大学)生理学教研室, 教授
於 峻 美国路易维尔大学医学系生理学和生物物理学系, 副教授
詹文志 美国梅约医院麻醉学系, 副研究员
梁培基 中国科学院上海生理研究所, 研究员
胡旭初 中国科学院上海生理研究所, 研究员
梅懋华 大连医科大学生理学教研室, 教授
邹 原 大连医科大学生理学教研室, 副教授
朱文玉 北京医科大学(现北京大学)生理学教研室, 教授
梅 琦 第四军医大学生理学教研室, 教授
林坤伟 大连医科大学生理学教研室, 教授
张席锦 北京医科大学(现北京大学)生理学教研室, 教授
李 铁 北京医科大学(现北京大学)生理学教研室, 副教授

-
- 蔡益鹏 北京大学生命科学学院，教授
徐承焘 中国医学科学院基础医学研究所，教授
许豪文 华东师范大学体育系，教授
林善铤 上海医科大学（现复旦大学）附属华山医院肾病科，教授
顾 勇 上海医科大学（现复旦大学）附属华山医院肾病科，教授
吴永贵 上海医科大学（现复旦大学）附属华山医院肾病科，医学博士
马 骥 上海医科大学（现复旦大学）附属华山医院肾病科，医学博士

第三版 前言

《人体生理学》是我国生理学者集体编写的一本大型参考书。第一版由徐丰彦教授主编，1978年出版。到80年代中期，在徐丰彦、张镜如二位教授主持下，组织了国内12个单位的四十多位作者进行第二版的编写工作，并于1989年出版。和第一版比，第二版的内容大量更新、充实，总字数增加了一倍。1998年，当时上海医科大学和人民卫生出版社共同决定组织编写第三版，并推荐我担任主编。由于从第二版的编写到第三版的筹划，时间又过了十多年，第二版作者的情况也发生了许多变化。我和各篇分主编讨论，在组织编写第三版时，进一步扩大了编写人的队伍，特别是邀请了一些青年学者和博士参加编写。现在参加第三版编写的共有近30个单位的70多位作者；其中2/3是第一次参加编写本书。有几位是在国外进行生理学研究和教学的学者。全书十个篇的分主编，也有一半是新的。

在书的结构和内容方面，第三版保留了第二版的基本框架，十个篇的篇名及章、节基本上和第二版相同；但取消了绪言，开门见山，从细胞生理开始。全书的总字数和第二版接近，但有少数章的字数稍有增加。第三版的内容和第二版比，主要更新的是有关分子生物学方面的新进展，特别是各种通道、受体、细胞膜运载蛋白的结构和功能、基因表达的调控，细胞之间以及细胞内信号转导过程，环境中的信息如何通过激动细胞膜上的受体引起基因转录的变化等等。由于近代科学的发展，使原来的许多学科的界限变得模糊，特别是许多有关分子生物学方面的新知识，生理学书籍中的有些内容，与分子生物学、生物化学、生物物理学书籍中的内容常不可避免地会发生一些重复的情况。即使在同一本书中，有些部分在不同的篇章中也会出现某些重复。但生理学的分工主要是研究体内各个系统、器官和细胞的功能，所以在讲述有关分子生物学和生物化学方面的知识时，主要也是从分子水平上更深入地阐述和理解细胞、器官的功能。人类对于自身的结构和功能的研究和认识，一方面是向分子生物学的水平深入，另一方面是从机体的整体水平来认识身体各个组成部分的复杂的相互关系和它们如何统一成为一个整体，以及机体如何与自然、社会环境相互作用和统一。生理学的一个极其重要的任务，就是要建筑一座桥梁，把细胞、分子水平的知识和整体水平的知识联系起来，用愈来愈多的细胞、分子水平的知识来认识和阐明机体整体的各种生命活动。这也是生命科学各个学科的共同任务。但是目前科学的发展水平离这个目标还有很大的距离，所以在我们的这本书中仍是在细胞和分子、器官和系统以及整体三个水平上对各种生理现象进行叙述，尤其是身体的各部分之间通过复杂的相互联系和反馈调节，使机体内环境保持相对恒定的机制。

我在这里要感谢参加编写的各位作者。他们参阅了大量新的资料，对担任编写的部分作了比较彻底的修改，有些则是完全重写。各位分主编在组织各篇的编写中花了许多

心血。没有编写者们共同的辛勤工作，本书是不可能顺利完成的。在编写过程中，王正华同志帮助我做了大量的秘书工作，也在此一并感谢。我还要说明一点，尽管各位编写者都力争使自己编写的内容能体现先进性和正确性，但是由于知识的迅速发展，有些原来以为正确的知识被认为是不正确或不完全正确了；还有许多问题尚存在不同的认识或争论，而在本书中则主要写了某一种观点。另外，编写者各人从事的研究工作和熟悉的内容往往局限在某个方面，而编书则要求全面和系统，在书中出现疏漏，不确切，甚至错误的情况，往往是不可能完全避免的。所以，我诚挚地希望读者们能向我们提出批评和修改的意见，使下一版能编写得更好。

姚 泰

2000年7月于上海



上 册

第一篇 细胞生理	1
第一章 细胞的基本结构	6
第一节 细胞膜和细胞表面	7
第二节 膜性细胞器	13
第三节 核糖体	19
第四节 细胞骨架	21
第五节 细胞核	26
第二章 细胞的活动	33
第一节 细胞的物质转运	33
第二节 细胞内物质的运输、分选与加工	38
第三节 细胞的信号转导	42
第四节 细胞的能量转换	50
第五节 细胞的运动	54
第六节 遗传信息的流动	57
第三章 细胞的增殖、分化、衰老与死亡	65
第一节 细胞的增殖	65
第二节 细胞的分化	75
第三节 细胞衰老与死亡	79
第四章 神经细胞的功能	85
第一节 神经细胞的结构和所处的环境	85
第二节 神经细胞的信息传递功能	88
第三节 神经细胞的其它生理活动	105
第五章 肌肉	111
第一节 骨骼肌的结构	111
第二节 肌原纤维的组成和分子结构	115
第三节 收缩的分子机制	117
第四节 肌肉收缩的控制	120
第五节 肌肉收缩的机械力学	125
第六节 肌肉的能量学	130
第七节 肌纤维的类型	132
第八节 骨骼肌的营养性反应	133

第九节 平滑肌的生理	135
第六章 突触传递	141
第一节 引言	141
第二节 电突触的结构与功能	143
第三节 化学突触——神经肌肉接头的传递	145
第四节 中枢神经元间化学突触的传递	157
第五节 递质、神经肽和营养因子	164
第六节 受体	169
第七节 信号的跨膜转导	171
第二篇 中枢神经系统	175
第七章 反射、神经元回路及神经胶质	183
第一节 反射及反射弧	183
第二节 中枢抑制	203
第三节 局部回路神经元和局部神经元回路	208
第四节 神经胶质	216
第八章 中枢递质、神经肽及其受体	231
第一节 乙酰胆碱	232
第二节 单胺类递质	238
第三节 氨基酸递质	257
第四节 神经肽递质	266
第五节 神经肽的分布及功能	274
第六节 非传统递质	289
第九章 躯体感觉系统	296
第一节 躯体感觉的感受器	296
第二节 躯体感觉系统的解剖通路	306
第三节 机械刺激的换能、编码和加工整合	320
第四节 触压觉	322
第五节 温度觉	326
第六节 痛觉	329
第七节 痒觉	350
第十章 神经系统对躯体运动的控制	354
第一节 脊髓对骨骼肌运动的控制	354
第二节 脑干对肌紧张及姿势的调节	365
第三节 大脑皮层的运动功能	377
第四节 小脑与基底神经节	390
第十一章 神经系统对自主性功能的控制	413

第一节	自主性神经系统的解剖与功能	413
第二节	自主性神经的化学传递	421
第三节	中枢神经系统对自主性功能的调节	436
第四节	神经、内分泌系统与免疫的相互调节	455
第十二章	情绪行为的神经生理学基础	476
第一节	情绪的定义和情绪学说	476
第二节	情绪反应及情绪行为	481
第三节	边缘系统与情绪行为	487
第四节	情绪与临床医学	497
第十三章	睡眠、觉醒和脑电图	501
第一节	睡眠与觉醒	501
第二节	脑电图的生理学基础	515
第十四章	脑的高级功能	525
第一节	学习和记忆	525
第二节	联合皮层的功能	542
第三节	大脑两半球的不对称性、失语和运动不能	546
第三篇	特殊感觉生理	555
第十五章	感觉生理总论	559
第一节	感觉生理的基本概念	559
第二节	感受器活动的特点	562
第三节	感觉通路中的信号编码和加工	565
第四节	感知觉的一般规律	567
第十六章	视觉的基本特性	572
第一节	眼球及其折光系统	572
第二节	眼球运动	581
第三节	视觉系统的基本功能	584
第十七章	视觉的神经机制	597
第一节	视觉换能及光感受器的电活动	597
第二节	视网膜的组构和电活动	605
第三节	视网膜的信息加工及其机制	617
第四节	视觉中枢通路的解剖和功能组构	629
第五节	视信息在中枢的加工	644
第六节	若干视觉功能的中枢机制	651
第七节	视系统的发育和可塑性	653
第十八章	听觉生理	663
第一节	声的物理学基础与听觉一般特性	663

第二节	耳的生理	670
第三节	听觉中枢的生理	703
第十九章	前庭生理	717
第一节	前庭感受器的功能	718
第二节	前庭神经的中枢联系	729
第二十章	嗅觉和味觉	734
第一节	嗅觉	734
第二节	味觉	739
第四篇	内分泌与生殖	743
第二十一章	内分泌学概论	749
第一节	内分泌系统与激素	749
第二节	激素的分类	750
第三节	激素的合成、贮存、释放、递送与作用的一般特征	752
第四节	激素受体	757
第五节	激素作用的机制	761
第二十二章	下丘脑与垂体	771
第一节	下丘脑的分泌功能	772
第二节	腺垂体	776
第三节	神经垂体	784
第二十三章	甲状腺	788
第一节	甲状腺的形态学特点	788
第二节	甲状腺激素的化学与生物合成	789
第三节	甲状腺激素的作用及其机制	796
第四节	甲状腺激素分泌的调节	801
第五节	甲状腺功能异常	807
第六节	常用的检测甲状腺功能试验	808
第二十四章	甲状旁腺与调节钙、磷代谢的激素	811
第一节	钙、磷代谢	811
第二节	甲状旁腺激素	813
第三节	降钙素	817
第四节	1, 25-二羟维生素 D ₃	819
第五节	影响钙、磷代谢的其它激素	822
第六节	钙、磷代谢的激素调节异常	823
第二十五章	肾上腺	826
第一节	肾上腺皮质激素	826
第二节	肾上腺髓质的激素	848

第二十六 胰岛	856
第一节 胰岛的形态和功能.....	856
第二节 胰岛素.....	859
第三节 胰高血糖素.....	868
第四节 胰岛分泌的其它激素.....	869
第二十七章 其它激素	872
第一节 松果体.....	872
第二节 胸腺.....	875
第三节 前列腺素.....	876
第二十八章 生殖	883
第一节 男性生殖.....	883
第二节 女性生殖.....	897
第三节 妊娠与授乳.....	920

下 册

第五篇 血液	931
第二十九章 血液的理化性质与免疫学特性	935
第一节 血液的物理性能.....	935
第二节 血液的生物化学本质.....	941
第三节 血液的免疫学特性.....	947
第四节 输血与输血反应.....	962
第三十章 血细胞的生理功能及生成的调节	969
第一节 红细胞生理.....	969
第二节 白细胞生理.....	975
第三节 血小板生理.....	982
第三十一章 血细胞的生成及造血调控	989
第一节 造血干细胞.....	989
第二节 造血祖细胞.....	996
第三节 造血微环境.....	1005
第四节 造血调控.....	1011
第五节 造血生长因子的信号转导机制.....	1021
第六节 血细胞生成动力学.....	1029
第七节 个体发育中造血活动的变迁.....	1038
第三十二章 止血、凝血与抗凝血	1045
第一节 血管在止血和凝血中的作用.....	1045
第二节 血小板在止血和凝血中的作用.....	1047
第三节 凝血系统.....	1053

第四节	纤维蛋白溶解系统	1066
第五节	凝血、纤溶、补体和激肽之间的相互作用	1071
第六节	纤维结合蛋白与凝血、纤溶	1072
第六篇	循环	1075
第三十三章	血流动力学	1083
第一节	血液循环概述	1084
第二节	血液的流动特性	1085
第三节	血管	1089
第四节	动脉中的血流	1096
第五节	血压和血流量	1117
第三十四章	心肌的结构特点和电生理学	1121
第一节	心肌的生理解剖学	1121
第二节	心肌细胞的电活动	1124
第三节	心肌的电生理特性	1139
第四节	神经递质和几种离子对心肌的电生理效应	1148
第三十五章	心电图	1155
第一节	心电的产生原理	1155
第二节	心电图的产生原理	1159
第三节	心电图导联	1163
第四节	正常心电图	1170
第五节	其他心电检查	1181
第三十六章	心脏的泵血功能	1189
第一节	心脏的结构和心肌组成	1189
第二节	心脏泵血功能和心肌力学	1192
第三节	左、右心室输出量的平衡	1206
第四节	心泵舒缩功能的细胞分子机制	1208
第五节	心脏泵功能的均匀性和不均匀性	1209
第六节	心泵功能的调节	1211
第三十七章	血管平滑肌	1213
第一节	血管平滑肌的结构和功能	1213
第二节	血管平滑肌的神经支配	1220
第三节	血管平滑肌的自身调节	1222
第四节	血管平滑肌的信号转导	1222
第三十八章	微循环	1228
第一节	微循环的近代概念	1228
第二节	微循环的结构与功能	1229

第三节	微循环的调节	1233
第四节	毛细血管的血流、血压与物质交换	1235
第五节	组织液与淋巴	1243
第三十九章	心血管活动的神经调节	1250
第一节	心血管中枢	1250
第二节	心血管中枢的有关递质和调质	1258
第三节	心血管反射	1273
第四节	血量的调节	1291
第五节	高血压的生理学基础	1295
第四十章	心血管活动的体液调节	1309
第一节	肾素-血管紧张素系统	1309
第二节	儿茶酚胺	1315
第三节	血管升压素	1317
第四节	内皮素	1321
第五节	激肽释放酶-激肽系统	1322
第六节	心房钠尿肽	1329
第七节	一氧化氮	1331
第八节	其他体液因素	1335
第四十一章	器官循环	1341
第一节	冠脉循环	1341
第二节	肺循环	1348
第三节	脑循环	1357
第四节	内脏循环	1366
第五节	皮肤循环	1368
第六节	骨骼肌的血液循环	1369
第七节	胎儿和新生儿的循环特点	1370
第七篇	呼吸	1375
第四十二章	呼吸系统结构与肺通气	1380
第一节	呼吸概论	1380
第二节	呼吸器官的结构与功能	1386
第三节	呼吸力学	1394
第四节	肺表面活性物质	1413
第五节	肺容积与肺通气量	1420
第四十三章	肺换气和气体运输	1427
第一节	呼吸气体交换	1427
第二节	气体扩散	1430

第三节	气体在血液中运输及组织中交换	1436
第四节	肺血流	1450
第五节	酸碱平衡	1464
第四十四章	呼吸运动的调节	1475
第一节	呼吸活动的神经起源	1475
第二节	呼吸中枢的神经递质	1488
第三节	呼吸活动的化学反射性调节	1493
第四节	呼吸活动的神经反射调节	1504
第四十五章	特殊环境和异常情况下的呼吸活动	1514
第一节	高海拔条件下的呼吸生理	1514
第二节	高气压(潜水)条件下的呼吸生理	1519
第三节	新生儿呼吸生理	1524
第四节	呼吸形式异常	1529
第五节	常用肺功能测定的原理	1531
第八篇	消化	1543
第四十六章	消化活动的调节	1548
第一节	激素调节	1548
第二节	神经调节	1581
第三节	局部因素的调节	1590
第四节	摄食的调节	1591
第五节	消化管内的肽类生长因子	1597
第四十七章	消化腺的分泌功能	1615
第一节	唾液分泌	1615
第二节	胃液的分泌	1622
第三节	胰液分泌	1639
第四节	胆汁的分泌和排放	1648
第五节	小肠的分泌	1656
第六节	结肠的分泌	1657
第七节	胃肠道内的气体	1658
第八节	消化管的免疫功能	1659
第四十八章	消化管的运动	1674
第一节	概述	1674
第二节	咀嚼、吞咽和食管运动	1684
第三节	胃的运动	1688
第四节	小肠的运动	1700
第五节	大肠的运动	1708

第四十九章 消化管的吸收	1714
第一节 小肠吸收面的功能结构及吸收机制	1714
第二节 吸收的研究方法	1721
第三节 水和电解质的吸收	1723
第四节 糖的吸收	1728
第五节 蛋白质的消化和吸收	1734
第六节 脂肪的消化和吸收	1739
第七节 维生素的吸收	1744
第九篇 能量代谢与体温	1751
第五十章 能量代谢	1754
第一节 概述	1754
第二节 能量代谢的测定方法	1758
第三节 影响能量代谢的因素	1765
第四节 基础代谢	1766
第五十一章 肌肉运动生理	1771
第一节 骨骼肌的纤维类型和运动单位	1771
第二节 运动时的能量代谢	1773
第三节 运动时心血管系统的反应	1782
第四节 运动时呼吸系统的反应	1784
第五节 最大摄氧量	1785
第五十二章 体温与体温调节	1787
第一节 温度对生命系统的影响	1787
第二节 人的体温	1788
第三节 产热与散热	1791
第四节 体温调节	1798
第五节 对热和冷环境的适应与习服	1808
第六节 体温调节的临床	1811
第十篇 体液和肾脏生理	1823
第五十三章 肾脏的基本结构和功能	1828
第一节 肾脏的大体结构	1828
第二节 肾单位	1829
第三节 肾小球旁器	1837
第四节 肾间质	1838
第五节 肾脏的血液循环	1839