

高等医药院校教材

(供医学、儿科、口腔、卫生专业用)

生理学

第二版

周衍椒 张镜如 主编

人民卫生出版社

高等医药院校教材
(供医学、儿科、口腔、卫生专业用)

生 理 学

第 二 版

周衍椒 张镜如 主编

生理学编审小组

组 长：周衍椒（湖南医学院，教授）

副组长：张镜如（上海第一医学院，教授）

王志均（北京医学院，教授）

乔健天（山西医学院，教授）

姚承禹（中国医科大学，副教授）

程治平（哈尔滨医科大学，教授）

葛志恒（南京医学院，教授）

人 民 卫 生 出 版 社

生 理 学

周衍椒 张镜如 主编

人民卫生出版社出版
(北京市崇文区天坛西里10号)

人民卫生出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米16开本 32印张 4插页 745千字
1978年12月第1版 1983年10月第2版第8次印刷
印数：415,501—494,600

统一书号：14048·3659 定价：3.05元

编写说明

1981年10月在卫生部的直接领导下，成立了高等医药院校医学专业教材编审委员会；在委员会内分设了各学科教材编审小组，组织对试用教材的修订。现在这本《生理学》教材，就是生理学教材编审小组对1978年出版的《生理学》试用教材进行修订后的新版本，即《生理学》试用教材的第二版。新中国成立以来，卫生部直接组织编写生理学教材始于1956年，由徐丰彦教授主编了第一本高等医药院校《生理学》试用教材并于1959年出版，又于1963年修订出了第二版。所以，这本教材虽是第二版，而实际上也是建国以来的第四版。

卫生部在成立教材编审委员会的同时，制定了教材的编审原则和注意事项。遵照这一原则精神，我们在修订过程中努力运用辩证唯物主义观点来阐述生理学规律，力求从我国的实际出发、从教学计划对本门课程的要求出发，坚持科学性、系统性、逻辑性和先进性。我们希望这本书能够启发学员理解、分析和思考所遇到的生理学问题，开阔视野，提高自学的兴趣和钻研的本领，有助于培养学员独立分析问题和解决问题的能力。

教材内容的选择，应当符合教学计划所定培养目标的要求，贯彻“少而精”的原则，把重点放在基本理论、基本知识和基本技能方面。至于这些精神如何体现，只能以教学大纲（试用稿）为主要依据。编审小组制定的教学大纲的讨论稿提出后，较广泛地征求过兄弟院校的意见，才定为试用稿。但是，仍然存在两个问题：(1)意见并未完全一致，在少数问题上，少数单位和同志有不同的意见；(2)大纲未能对内容的深度规定得十分具体。因此，在修订教材的时候，可能与教学大纲的内容稍有差别。教材是学员初学本课程的主要读物，要使其保持一定的系统性，还得适当增加一些让学员自学的内容，所以教材的内容不可避免地会超出教学大纲所规定的范围。但是，在编写本书过程中，我们力求按教学大纲的要求进行了修订；与前一版比较，各章均有更动，但增删的程度不一。例如血型问题，这部分内容经与微生物学和诊断学编审小组商议后，未列入生理学教学大纲；但按惯例，本教材中仍编写了一节以保持教材的系统性。又如心电图问题，本教材删去了心电图各波形成机制的全部内容，对心电图只作了一般介绍，而重点介绍了心肌细胞的生物电活动，以免与其他教材重复过多。再如免疫功能的基本知识，虽然其他教材中会详细介绍，但从生理防卫功能角度考虑，本教材中还是作了必要的介绍。由于近十余年来生理学进展很快，有一些新的基本概念必须加以反映，因此在修订后的教材中均相应作了介绍，并在每章后列出了有关参考资料以便于读者查考。教材内容并不要求各院校全部加以讲授，各校可根据具体情况进行精选。

这次修订版的编写工作，除生理学编审小组成员外，经卫生部同意尚聘请了北京医学院朱文玉同志、湖南医学院李云霞同志和上海第一医学院姚泰同志参加了编写。此外，本书索引的编辑、全部插图的汇集整理和目录的编排等工作，主要是由湖南医学院李俊成同志完成的。本书绝大部分插图是由山西医学院高剑斌同志绘制的。为了便于读者查阅，本书附了索引，同时注有英文名词，以便对照。本书的计量单位均根据中国

际单位制推行委员会试行方案的意见，以符号表示；计量单位名称与符号表附在本书前页，供读者查阅。

医学专业教材编审委员会副主任委员王志均教授直接指导了本书的修订，这是本书修订工作能取得一定进展的主要原因。但由于我们认识和水平的限制，修订后的第二版必然会存在一些问题，我们恳切地请求批评指正。

周衍椒 张镜如

1982. 8.

计量单位名称与符号表

米	m	毫克分子	mmol
克	g	毫克当量	mEq
秒	s	毫渗单位	mOsm
分	min	毫米汞柱	mmHg
小时	h	厘米水柱	cmH ₂ O
天(日)	d	标准大气压	atm
升	l		
达因	dyn		
埃	Å (0.1nm)		
卡	cal		
		词头符号	
安[培]	A	10 ⁶	M
伏[特]	V	10 ³	k
瓦[特]	W	10 ⁻¹	d
库[仑]	C	10 ⁻²	c
法[拉]	F	10 ⁻³	m
欧[姆]	Ω	10 ⁻⁶	μ
赫[兹]	Hz	10 ⁻⁹	n
分贝	dB	10 ⁻¹²	p

(本表根据中国国际单位制推行委员会试行方案, 1981)

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生命的基本特征	1
一、新陈代谢	1
二、兴奋性	2
三、生殖	2
第二节 人体功能活动概述	3
一、内环境与稳态	3
二、植物性功能与动物性功能	4
三、人体功能活动的调节	4
第三节 生理功能的自动控制原理	7
第四节 生理学的研究方法	9
第二章 细胞的基本功能	12
第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能	12
一、膜的化学组成和分子结构	13
二、细胞膜的物质转运功能	16
第二节 细胞的兴奋性和生物电现象	22
一、兴奋性和刺激引起兴奋的条件	22
二、细胞的生物电现象及其产生机制	26
三、兴奋的引起和兴奋的传导机制	34
第三节 细胞间的相互联系和信息传递	38
一、神经肌肉接头处的兴奋传递	39
二、激素分子和靶细胞的相互作用	41
三、相邻细胞之间的直接电联系	43
第四节 肌细胞的收缩功能	44
一、骨骼肌的微细结构	44
二、骨骼肌的收缩机制及其控制	46
三、肌肉收缩的外部表现和力学分析	50
四、平滑肌的生理特性	55
第三章 血液	58
第一节 血液的组成与特性	60
一、血液的组成	60
二、血液的理化特性	61
第二节 血液与免疫功能	63
一、吞噬作用	64
二、嗜碱性粒细胞与嗜酸性粒细胞的功能	66
三、淋巴细胞和特异性免疫功能	68
第三节 生理止血机制	69

一、血凝、抗凝与纤维蛋白溶解	69
二、血小板的止血功能	75
第四节 血细胞的生成与破坏	77
一、骨髓的造血功能	78
二、造血功能的调节	81
三、血细胞的破坏	82
四、脾脏的功能	83
第五节 血型	84
一、红细胞血型	85
二、白细胞与血小板血型	89
第四章 血液循环(上)	92
第一节 心脏的泵血功能	92
一、心动周期的概念	92
二、心脏泵血的过程和机制	93
三、心脏泵功能的评价	96
四、心脏泵功能的调节	98
五、心音和心音图	105
第二节 心肌的生理特性和生物电现象	106
一、心肌细胞的生物电现象	108
二、心肌的电生理特性	113
三、植物性神经对心肌生物电活动和心脏功能的影响	123
四、体表心电图	124
第五章 血液循环(下)	128
第一节 血管生理	128
一、各类血管的机能特点	128
二、血流量、血流阻力和血压	129
三、动脉血压和动脉脉搏	132
四、静脉血压和静脉回心血量	138
五、微循环	141
六、组织液的生成	144
七、淋巴液的生成和回流	145
第二节 心血管活动的调节	147
一、神经调节	147
二、体液调节	158
三、自身调节	161
四、动脉血压的长期调节机制	161
第三节 体位改变和肌肉运动时心血管活动的调节	162
一、体位改变时心血管活动的调节	162
二、肌肉运动时心血管活动的调节	163
第四节 血量的调节	166
一、血量的神经和体液调节	166
二、急性失血时的生理反	167

第五节 器官循环	168
一、冠脉循环	169
二、肺循环	171
三、脑循环	172
第六章 呼吸	176
第一节 肺通气	176
一、呼吸道在肺通气中的作用	176
二、肺通气的动力	177
三、肺通气的阻力	180
四、肺的容量	183
五、肺的通气量	185
第二节 呼吸气体的交换	186
一、气体交换的机制	186
二、影响气体交换的因素	189
第三节 气体在血液中的运输	191
一、气体在血液中的存在形式	191
二、氧的运输	192
三、二氧化碳的运输	195
第四节 呼吸运动的调节	197
一、各级呼吸中枢	197
二、呼吸运动的反射性调节	201
三、化学感受性呼吸反射	203
四、周期性呼吸	207
五、运动时呼吸的变化及其调节	207
第七章 消化和吸收	210
第一节 消化生理概述	210
一、消化机能的进化和消化方式	210
二、消化腺分泌的机制	211
三、消化道平滑肌的特性	211
四、胃肠道的神经支配及其作用	213
五、胃肠激素	215
六、祖国医学的“脾胃”概念与消化机能	217
第二节 口腔内消化	217
一、唾液分泌	218
二、咀嚼	219
三、吞咽	220
第三节 胃内消化	221
一、胃液分泌	221
二、胃的运动	230
第四节 小肠内消化	233
一、胰液的分泌	233
二、胆汁的分泌和排出	235

三、小肠液的分泌·····	237
四、小肠的运动·····	238
第五节 大肠内消化·····	240
一、大肠液的分泌·····	240
二、大肠的运动·····	240
三、食物残渣通过消化道的时	241
第六节 吸收·····	242
一、吸收过程概述·····	242
二、各种主要营养物质的吸收·····	243
第七节 肝脏生理·····	247
第八章 能量代谢和体温 ·····	250
第一节 能量代谢·····	250
一、机体能量的来源和去路·····	250
二、能量代谢测定的原理和方法·····	252
三、影响能量代谢的几个因素·····	262
四、基础代谢·····	263
第二节 体温及其调节·····	265
一、体温·····	265
二、机体与环境之间的热量交换·····	269
三、体温调节·····	274
第九章 肾脏的排泄 ·····	279
第一节 肾脏的结构特点与机能概述·····	279
一、肾脏的结构特点·····	279
二、肾脏的功能概述·····	282
三、肾脏血液循环的特征·····	284
第二节 肾小球的滤过机能·····	285
一、滤过膜及其通透性·····	286
二、有效滤过压·····	288
三、影响肾小球滤过的因素·····	289
第三节 肾小管与集合管的泌尿机能·····	290
一、肾小管与集合管的重吸收机能·····	290
二、肾小管与集合管的分泌和排泄机能·····	295
三、影响肾小管与集合管泌尿机能的因素·····	298
第四节 尿液的浓缩和稀释·····	299
一、尿浓缩和稀释的机制——逆流学说·····	299
二、影响尿液浓缩的因素·····	303
第五节 肾脏泌尿功能的调节·····	303
一、抗利尿激素的作用·····	303
二、醛固酮的作用·····	305
三、甲状旁腺激素的作用·····	306
第六节 血浆清除率·····	307
一、血浆清除率的概念和计算方法·····	307

二、测定血浆清除率的理论意义·····	308
三、清除率试验的临床应用·····	310
第七节 尿的排放·····	310
一、膀胱与尿道的神经支配·····	311
二、排尿反射·····	311
第十章 感觉器官 ·····	314
第一节 概述·····	314
一、感受器、感觉器官的定义和分类·····	314
二、感受器的一般生理特性·····	315
第二节 视觉器官·····	318
一、眼的折光系统及其调节·····	319
二、眼的折光能力和调节能力异常·····	322
三、瞳孔和瞳孔对光反应·····	323
四、房水和眼内压·····	324
五、视网膜的结构和两种感光换能系统·····	324
六、视杆细胞的感光换能作用·····	326
七、视锥系统和颜色视觉·····	329
八、视网膜的信息处理·····	331
九、与视觉有关的其他现象·····	332
第三节 听觉器官·····	334
一、人耳的听阈、听域和声音强度的表示方法·····	335
二、外耳和中耳的传音作用·····	336
三、声音的骨传导·····	337
四、耳蜗的感音换能作用·····	338
五、听神经动作电位·····	341
第四节 前庭器官·····	341
一、前庭器官的感受装置和适宜刺激·····	342
二、前庭反应和眼震颤·····	343
第五节 嗅觉与味觉·····	344
一、嗅觉感受器和嗅觉的特点·····	344
二、味觉·····	345
第六节 皮肤感觉·····	346
第十一章 神经系统(上) ·····	348
第一节 神经元活动的一般规律·····	348
一、神经元和神经纤维·····	348
二、突触传递的电生理研究·····	354
三、神经递质·····	356
四、神经的营养性作用·····	365
五、局部回路神经元和局部神经元回路·····	366
第二节 反射活动的一般规律·····	367
一、反射概念·····	367
二、反射弧·····	368

三、中枢神经元的联系方式	369
四、反射弧中枢部分兴奋传布的特征	369
五、中枢抑制	372
六、反射活动的反馈调节	373
第三节 神经胶质细胞的功能	375
第十二章 神经系统(下)	377
第一节 神经系统的感觉分析功能	378
一、脊髓的感觉传导与分析功能	378
二、丘脑	380
三、感觉投射系统	382
四、大脑皮层的感觉分析功能	384
五、痛觉的病理生理	388
六、中枢对感觉传入冲动的反馈控制	390
第二节 神经系统对躯体运动的调节	391
一、脊髓对躯体运动的调节	391
二、低位脑干对肌紧张的调节	395
三、姿势反射	398
四、小脑	399
五、基底神经节	404
六、大脑皮层对躯体运动的调节	406
第三节 神经系统对内脏活动的调节	410
一、植物性神经系统	410
二、脊髓对内脏活动的调节	414
三、低位脑干对内脏活动的调节	415
四、下丘脑	415
五、大脑皮层对内脏活动的调节	418
六、情绪的生理反应	420
第四节 脑的高级功能和脑电图	421
一、条件反射	421
二、学习和记忆	424
三、大脑皮层的语言中枢和一侧优势	426
四、脑电图和皮层诱发电位	428
五、觉醒和睡眠	431
第十三章 内分泌	435
第一节 概述	435
一、激素分类	436
二、激素的作用	438
三、激素的几个共同问题	438
四、激素作用机制	440
第二节 下丘脑的内分泌机能	443
一、下丘脑与腺垂体的机能联系	443
二、下丘脑肽能神经元的作用	444

第三节	腺垂体	447
一、	腺垂体细胞形态特征	447
二、	腺垂体激素的生物学作用	448
第四节	神经垂体	450
一、	神经垂体激素的种类与来源	451
二、	神经垂体激素的生物学作用	451
三、	神经垂体激素分泌的调节	452
第五节	甲状腺	453
一、	甲状腺激素合成与碘代谢	453
二、	甲状腺激素的生物学作用	456
三、	甲状腺机能的调节	458
第六节	肾上腺	460
一、	肾上腺皮质	460
二、	肾上腺髓质	466
第七节	胰岛	468
一、	胰岛素	468
二、	胰高血糖素	470
三、	胰岛的其它激素及其相互关系	471
第八节	甲状旁腺激素、维生素D和降钙素	472
一、	甲状旁腺激素与维生素D	472
二、	降钙素	474
第九节	其他：前列腺素、胸腺素、松果体激素	476
第十四章	生殖	478
第一节	男性生殖	478
一、	睾丸的生理	478
二、	睾丸功能的调节	479
第二节	女性生殖	481
一、	月经周期与排卵及激素调节	481
二、	卵巢的内分泌机能	484
三、	妊娠	486

第一章 绪 论

生理学是生物学的一个分支，是研究生物体功能活动规律的科学。由于生物体只有在有生命时，即活着的时候才有功能活动，所以又将这些功能活动统称为生命活动；因此也可以认为生理学是研究生命活动规律的科学。

第一节 生命的基本特征

当人们对生命现象还缺乏深入认识的时候，曾经认为有“灵魂”或某种“活力”存在于生物体内，使它表现出生命现象，一旦“灵魂”或“活力”离开了生物体，生物体就死亡。事实上生物体内并不存在这些奇特的“灵魂”或“活力”。构成生物体和无机物的各种化学元素并无区别，所不同的是在生物体内存在着一些特殊化学物质，它们是由还原了的碳原子与氢、氧、氮等原子形成的高分子有机化合物，包括蛋白质、核酸、糖和脂类等物质。在自然界，这些物质只存在于生物体中，统称为生物分子 (biomolecule)，以它们为主体，构成了生物体内各种结构。已知的最简单的生物之一——烟草斑纹病毒，它的病毒颗粒可分为核心和外壳两部分；中央核心部分，由呈单螺旋构型、分子量约为 200 万的核糖核酸分子构成，外壳是由 200 个亚基组成的、分子量约为 380 万的螺旋状蛋白质分子，包绕在核心部分的外面。这说明，蛋白质与核酸是构成生物体的最基本的物质。恩格斯曾经将构成生物体的基本物质称为“蛋白体”，并指出“蛋白体”是“生命的唯一的独立承担者”，看来他当时所说的“蛋白体”可能就是蛋白质与核酸。

在烟草斑纹病毒的溶液中，病毒颗粒形成液态晶体，如同一般晶体物质的溶液一样，是无生命的，不能表现出任何功能活动。但是，一旦这些病毒颗粒进入烟草叶的毛细胞后，就脱掉其蛋白质外壳，并利用烟叶细胞中的一些物质作原料，产生出大量新的烟草斑纹病毒颗粒。这样无生命的晶体就变成了有生命的病毒。这说明，生物体必须在一定的环境中才能有生命，生命只不过是生物体存在的一种状态。

通过对各种生物体、特别是对细菌和原生动物等简单生物的研究，发现生命现象至少包括三种基本活动，这就是新陈代谢、兴奋性与生殖。因为这些活动是活的生物体所特有的，可以认为是生命的基本特征。

一、新 陈 代 谢

生活在适宜环境中的生物体，总是在不断地重新建造自身的特殊结构，同时又在不断地破坏自身已衰老的结构。虽然从生物体的外表可能看不出什么明显变化，但实际上它的各个部分都在不断地以新合成的生物分子代替旧的。这个过程就称为新陈代谢，或称为自我更新。生物体只有在适宜的环境中才能自我更新，一方面它要从环境中摄取各种营养物质，经过改造或转化，以提供建造自身结构所需的原料和能量；另一方面，生物体内的分解产物，均需排出体外。这就是说，生物体只有在与环境进行物质与能量交换的基础上才能实现自我更新。新陈代谢是不能停止的，如果生物体停止自我更新，它的生命也就结束。恩格斯曾经提出一个关于生命的定义：“生命是蛋白体的存在方式，

这种存在方式本质上就在于这些蛋白体的化学组成部分不断的自我更新”，即认为新陈代谢是一切生物体最基本的特征。

在新陈代谢过程中，生物体内各种物质的合成、分解、转化、利用等，大都是各种生物分子在水溶液中进行的成系列的化学反应。例如，糖或脂肪在生物体内分解供能的过程，就是通过一系列循序进行的化学变化，利用从环境中吸入的氧，将这些物质氧化分解，释放出能量并同时形成二氧化碳和水。这些化学变化和一般无机物的化学变化都服从同样的物理化学规律；然而这些化学反应基本上都是由蛋白质所构成的生物催化剂——酶所催化的，因而又是以复杂的特殊形式表现出这些物理化学规律的。等量的糖，在体内氧化与在体外燃烧所消耗的氧、产生的二氧化碳和释放的能量都相同；但在体内的氧化过程却是在远低于 100℃ 的温度条件下完成的。在生物分子的合成中，由于酶的催化作用对底物都有高度特异性，因而可以在细胞的同一部分内同时进行多个不同的反应而能井井有条、互不干扰，这在一般化学试管里是不能实现的。所以生命也是一种物质运动的形式，然而是一种“高级”的运动形式。

二、兴 奋 性

各种生物体都生活于一定的环境之中，这是进行新陈代谢的必要条件，而当它所处的环境发生某些变化时，生物体又能主动地作出相应的反应。单细胞动物如阿米巴，在附近的环境中出现食物颗粒时，即伸出伪足将食物包围，摄入体内；若出现有害物质，则伸出伪足游走避开。引起生物体出现反应的各种环境变化统称为刺激。

低等动物如水螅等，当环境发生某些变化时，常常是直接受刺激部分的细胞发生反应，反应的形式也比较简单。高等动物对环境变化的反应，则经常是机体各部分协调配合的整体性反应；这种反应的形式常很复杂，特别是动物进化到高级阶段，机体内已分化出一些专门感受环境中不同性质变化的感受细胞，并出现了主要由神经组织构成的调节系统，以及由肌肉、腺体等参与构成的效应器。环境中出现某种变化时，刺激了相应的感受细胞，这些感受细胞立即将所感受的刺激转变为生物电信号，由这些生物电信号将环境变化的信息传送到中枢神经系统，经过神经系统处理以后，仍然以生物电信号的形式将信息传送到机体各部分的效应器细胞，使它们迅速产生生物电变化，并从而激起它们所特有的功能活动。神经（包括感受器）、肌肉和腺体等组织，即使从机体分离出来后，用人体的刺激也可以较迅速地引起它们的生物电反应和其它反应。通常在生理学中，将这些受到刺激后能较迅速产生某种特殊生物电反应的组织——神经、肌肉、腺体，统称为可兴奋组织，将受刺激后产生生物电反应的过程及其表现称为兴奋，而这种受刺激后产生兴奋的能力则称为兴奋性。

生物体对环境变化作出适宜反应，是一切生物体普遍具有的功能，也是生物能够生存的必要条件，所以兴奋性也是生命的基本特征。

三、生 殖

生物体生长发育到一定阶段后，能够产生与自己相似的子代个体，这种功能称为生殖或自我复制（self-replication）。烟草斑纹病毒颗粒进入烟叶毛细胞后，迅速复制出大量烟草斑纹病毒颗粒，这就是最原始的生殖过程。单细胞生物的生殖过程，就是一个亲

代细胞通过简单的分裂 (fission) 或较复杂的有丝分裂 (mitosis), 分成两个子代细胞。在此过程中, 亲代细胞核内的染色质将均分给两个子代细胞, 其中的脱氧核糖核酸将亲代的遗传信息带到子代细胞内, 控制子代细胞中各种生物分子的合成。子代细胞中的各种生物分子, 包括各种酶系, 均与亲代细胞相同, 于是子代细胞能具有与亲代细胞相同的结构与功能。高等动物发育到一定阶段, 同样具有生殖功能。但是它们已经分化为雄性与雌性个体, 要由两性生殖细胞结合以生成子代个体。这种生殖过程虽然复杂得多, 但父系与母系的遗传信息也是分别由雄性和雌性生殖细胞的脱氧核糖核酸带给予代的。

任何生物体的寿命都是有限的, 必然要衰老、死亡。一切生物都是通过自我复制来延续种系的, 所以生殖也是生命的基本特征之一。

第二节 人体功能活动概述

人体是由极其大量的细胞构成的, 在长期进化过程中, 这些细胞已经高度分化, 具有多种不同的特殊结构和功能。它们可组合成为进行不同功能活动的各种器官, 这些器官又组成若干功能系统, 如循环系统、消化系统……等。人类在大气环境中的生命活动, 就是全身所有各功能系统协调一致的整体性活动, 因而也是人体内各部分细胞共同活动的结果。各种细胞的特殊功能, 均建立在这些细胞的特殊结构的基础之上。例如肌细胞之所以能够收缩, 是因为肌细胞内存在一些特殊的收缩蛋白质和调节蛋白质。构成这些结构的生物分子又必须在细胞与环境进行物质交换的基础上不断更新。所以人体各种生命活动的基础, 归根到底, 仍然是人体细胞的新陈代谢。

一、内环境与稳态

人体每个细胞可以是一个独立生存的单位, 但它对环境条件的要求却非常严格。在地球的大气环境中, 各地区之间温度、湿度等自然条件的差别很大, 就是同一地区, 这些条件的季节变异也很大; 大气中虽然有充分的氧, 却缺乏细胞可以直接利用的营养物质。人体任何细胞, 都不可能直接生存于大气环境之中。实际上, 人体绝大部分的细胞并不直接与大气环境 (外环境) 接触, 而是由一层皮肤表面的角化层将人体细胞与大气隔开; 少量没有皮肤掩盖的部分, 如肺泡、鼻腔粘膜等, 也都有一薄层液体覆盖在细胞表面。那么人体细胞怎样和环境进行物质交换呢? 原来在长期进化过程中, 在较高级的动物体内已经出现了细胞外液, 构成细胞生活的液体环境。这个环境称为机体内环境。

人体和一般高等动物的细胞外液也是高度分化了的, 主要分成两大部分。其中 $\frac{2}{3}$ 以上是在血管外浸浴着全身各处细胞的组织液, 它能直接与各处细胞进行物质交换; 另 $\frac{1}{3}$ 以下是在心、血管内的血浆, 它沿血管系统在全身迅速循环运行, 是体内物质运输的主要媒介。血浆既可通过毛细血管壁与全身各处的组织液进行物质和水分的交换, 又通过一些渠道与外环境相沟通。如人体从外环境中摄取的食物, 经消化系统加工处理成为可利用的物质后, 吸收入血; 肺从外环境中吸取氧, 经肺泡入血, 又将自血中进入肺泡的二氧化碳排出体外; 血中的大部分代谢产物则经肾脏随尿排出体外。心脏推动血液沿血管系统在全身循环不息, 将氧与营养物质运送到全身各处, 通过毛细血管壁进入组织液; 又将从各处组织液进入血液的二氧化碳与代谢尾产物运送到肺和肾, 最后排出体外。消化、呼吸、循环与泌尿这四个功能系统 (即所谓“内脏”系统), 一方面源源不断地向

内环境补充消耗了的营养物质和氧，同时又持续地向外环境排出各种代谢尾产物与二氧化碳等，这样既实现了细胞与外环境之间的物质交换，也维持了内环境理化性质的相对稳定，为细胞提供了适宜的生活环境。

内环境理化性质的相对稳定并不是一种凝固的状态，而是各种物质在不停地转换中所达到的平衡状态，即动态平衡。W.B.Cannon 将这类平衡状态称为稳态 (homeostasis)。稳态的概念虽然最初用来描述内环境理化性质的相对稳定，实际上各种有生命系统，包括一个细胞、器官、系统乃至整个人体，它们的功能活动通常也都是在变化着的内、外环境中保持着动态平衡，只在一定的范围内波动，这些也是稳态的表现。稳态的维持，是各种生物系统存在着的各种自我调节 (self-regulation) 机制发挥作用的结果。就整个机体来说，通过各内脏功能系统活动所维持的内环境的相对稳定，是体内各细胞、器官进行正常功能活动的基础。当内脏系统的活动发生严重紊乱时，稳态将难于维持，新陈代谢将不能正常进行，甚至危及生命。因此，这些系统的正常功能活动极为重要。

二、植物性功能与动物性功能

在生物学中，曾将人和动物机体内围绕新陈代谢进行的消化、吸收、呼吸、循环、泌尿等内脏功能与生殖功能，统称为植物性功能；而将运动、感觉、思维等功能称为动物性功能。这是因为，在植物存在类似于前者的功能活动；而运动、感觉、思维等则为动物所特有。在人和高等动物体内，这两类功能无论在活动的特征、调节机制以及所起的作用等方面，都是有区别的。因此，这些名称在生理学中仍然沿用，并且将调节内脏活动的神经系统称为植物性神经系统。

人类由于有高度发达的动物性功能，故对环境的适应能力远远超过一切其它生物。骨骼、关节与横纹肌构成了人的运动系统。人类摄食、防卫等运动和生产劳动中各种动作都是由运动系统完成的。人类对环境变化比一般动物敏感，因为人体不但存在多种高度分化的感受细胞和特殊感觉器官，而且有进化发育到最高级的大脑来分析处理这些感官送来的信息，可以通过理性认识掌握外在世界的各种客观规律。而且在大脑指挥下，运动系统的活动也远远超出一般动物，不仅能够适应环境变化，而且可以根据对环境的认识，有计划地生产工具，进行社会性的劳动，改造客观环境。人类神经系统的这些高级功能与一切动物有本质的区别。

三、人体功能活动的调节

人体对外环境变化的反应，总的是与这些环境变化相适应的，而且总是作为一个整体来进行的。整体反应包括两方面：一方面是运动系统按一定方向路线进行一系列活动，另一方面则是内脏系统活动作相应地调整。这是因为运动系统的活动必将影响人体的新陈代谢活动，从而影响内环境的稳态；有些剧烈的外环境变化甚至可以直接破坏稳态，必须相应地调整内脏活动才能维持稳态。所以在人体发生适应性反应时，既要调节运动系统以完成一定的动作，又要调节内脏活动以保持稳态；而这些调节是由人体内三种调节机制来完成的，即神经调节 (neuroregulation)、体液调节 (humoral regulation) 与器官、组织、细胞的自身调节 (autoregulation)，其中神经调节是人体内最重要的调节机制。

(一) 神经调节