

正常功能与疾病机理

人体生理学

人 体 生 理 学 基 础

——正常功能与疾病机理

〔美〕A. C. 盖顿 著

译 校 者

周 佳 音 (主译)

周 惠 民	赵 荣 瑞	姚 侃
石 爱 荣	石 珍 荣	白 若 华
张 振 民	李 学 炳	顾 增 发

甘 肃 人 民 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书系根据 A. C. Guyton 著《Basic Human Physiology: Normal Function and Mechanisms of Disease》1977 年第二版译成。原著共分13部分：即细胞生理学和生理学总论，血细胞、免疫和血液凝固，神经和肌肉，心脏，循环，体液和肾脏，呼吸，航空、宇宙航行和深海潜水的生理，神经系统，特殊感觉，胃肠生理学，代谢和体温调节以及内分泌学和生殖，共 56 章。本书可供医学院校师生、临床医师和生理学、病理学工作者参考。

ARTHUR C. GUYTON
BASIC HUMAN PHYSIOLOGY:
NORMAL FUNCTION AND MECHANISMS OF DISEASE
W. B. Saunders Company, 1977

人 体 生 理 学 基 础

——正常功能与疾病机理

〔美〕A. C. 盖顿 著

周佳音 主译

甘肃人民出版社出版

（兰州庆阳路230号）

甘肃省新华书店发行 兰州新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/16 印张49.5 插页6 字数：1,015,000

1980年10月第1版 1980年10月第1次印刷

印数：1——5,300

书号：14096·51 定价：（平）5.60元

译者序

为了加强医学基础理论的学习,许多医学院校师生、医务工作者和有关专业人员迫切希望有一些生理学方面的参考读物。因此我们将 A.C.Guyton 著的《Basic Human Physiology: Normal Function and Mechanisms of Disease》(1977年,第2版)一书译成了中文。

这本书的特点是:第一,以基础理论联系临床实际,运用生理学的知识和原理解释临床中的生理和病理现象;同时又通过联系疾病机理来阐明人体的正常功能和活动规律。第二,多采用了在人体观察和实验的资料,辅以重要的动物实验结果。第三,内容深入浅出,同时反映了近年生理学中的一些重要研究成果。第四,文字比较简炼,编排层次分明。

为了方便读者查阅书中内容,我们在各章开头编排了该章中的主要标题;在书的末尾还附了名词术语索引;原书中使用的英制计量单位均换算成公制计量单位。

本书是由五个兄弟院校的有关专业人员共同翻译完成的。在翻译过程中,各有关医学院校的领导同志给予了热情的支持和关怀,我们在此表示衷心的感谢。

本书译稿在校阅过程中,虽力求名词术语统一,译文通顺无误,但限于我们的水平以及时间仓促,书中一定有不妥和错误之处,深望广大读者给予批评指正。

译者

一九七九年三月

有些大学生和医学边缘学科的大学生和医学生在学习了初等的人体生理学入门课程之后，还希望多学习一些，可是他们没有充裕的时间去阅读那些更高深的教科书。这本书就是为这样的学生写的。我特别注意到，既要广泛讨论人体生理学的各个方面，又要照顾到大学生或低年专业生的水平。此外，在全书中，我还尽量用大家熟悉的物理学和化学规律来说明人体活动的机理，而不限于单纯描述他的生理机能。不然的话，就好像生理机能与其它学科毫无联系了。

本书还特别注意讨论对人体有特殊重要作用的生理的各个方面。虽然这本书引用的一大部分资料诚然也是来自动物身上的一些基本实验，但是，还有大量的知识却是从人体的实验得来的，包括对健康人体所做的设计性实验和由各种疾病引起的非设计的实验。例如，我们对于血糖的调节、糖代谢的机制以及脂肪代谢的错综变化的大量知识就是来自人们对糖尿病的研究。因为糖尿病明显地改变了上述这些生理机能，而且得这种病的人很多。同样，每天都有大量的“人”的实验在进行着，如高血压、充血性心力衰竭、胃肠失调和呼吸疾病等。在这本书中，我也讨论了这些异常部分的生理学，因为研究这些疾病本身有很大的启发性，而且通过它们能阐明基本生理学本身的重要作用。

我由衷地希望通过学习这本书能够引导学生体会到，在所有功能性的机构中，人体是最复杂的，而且又是最完善的。我希望他们能初步领会到，用脑作为一个特别的例子，人脑本身就是一架“计算机”，它的容量和功能比起把目前全世界的电子计算机都加到一起还要优越。我希望他们能够懂得，作为人体基本结构组成部分的单个活细胞，在它的核内包含着需要制造整个人的全部遗传信息。同时，在每个细胞的基因库内实际又是传送和调节着数以千计的化学反应的无数控制系统。我还可以把人体中的许多奥秘继续谈下去，而实际这也正是本书的目的。这个目的是否能够达到，这要看我能不能成功地激发学生今后进一步钻研生理科学，或者使他们在一生中以生理学来思考问题。

编写和出版一本书总要花费巨大的劳动。我特别感谢 Tomiko Mita小姐和Carolyn Hull 夫人，她们为本书绘制了大部分插图。我要对 Billie Howard 夫人致以谢意，她做了大量的和高质量的秘书工作。最后，我对 S.B. Saunders 公司编辑部表示感谢，他们的整个出版事业始终是出色的。

A. C. 盖 顿

〔周佳音译〕

第一部分	细胞生理学和生理学总论	(1)
第 1 章	人体的功能结构和“内环境”的控制.....	(2)
第 2 章	细胞及其机能.....	(8)
第 3 章	细胞功能的遗传控制——蛋白质合成和细胞繁殖.....	(21)
第 4 章	通过细胞膜的转运.....	(34)
第二部分	血细胞、免疫和血液凝固	(45)
第 5 章	红细胞、白细胞和身体对感染的抵抗力.....	(46)
第 6 章	免疫、血型、输血和移植.....	(59)
第 7 章	止血和血液凝固.....	(76)
第三部分	神经和肌肉	(87)
第 8 章	膜电位、动作电位、兴奋和节律性.....	(88)
第 9 章	骨骼肌的收缩.....	(101)
第 10 章	神经肌肉的传递和平滑肌的功能.....	(113)
第四部分	心脏	(121)
第 11 章	心肌和心脏的唧筒作用.....	(122)
第 12 章	心脏的节律性兴奋.....	(133)
第 13 章	心电图.....	(143)
第五部分	循环	(157)
第 14 章	血液的物理性质、血流和血压：血流动力学.....	(158)
第 15 章	体循环和肺循环.....	(168)
第 16 章	局部的、神经的和体液控制组织的血流.....	(182)
第 17 章	平均动脉压的调节：I. 快速控制压力的神经反射和激素机制.....	(191)
第 18 章	血压的调节：II. 长期控制压力的肾脏-体液系统； 高血压的机制.....	(200)
第 19 章	心输出量和循环性休克.....	(209)
第 20 章	冠状血流、心力衰竭、心音、心脏瓣膜病和先天性心脏病.....	(226)
第 21 章	运动时肌肉的血流：脑、内脏和皮肤的血流.....	(243)
第六部分	体液和肾脏	(255)
第 22 章	毛细血管动力学、血液和组织间液之间的液体交换.....	(256)
第 23 章	淋巴系统、组织间液的动力学和特殊的液体系统.....	(265)
第 24 章	肾脏生成尿液.....	(275)
第 25 章	细胞外液和细胞内液之间的渗透平衡、血量 和细胞外液的调节.....	(294)
第 26 章	酸碱平衡、排尿和肾脏疾患.....	(308)

2095-83/4/28-5.60元

0060

目 录

第七部分 呼吸	(325)
第27章 肺的通气和呼吸气体的物理学	(326)
第28章 氧和二氧化碳在肺泡和组织细胞之间的交换	(338)
第29章 呼吸的调节和呼吸的异常	(350)
第八部分 航空、宇宙航行和深海潜水的生理	(363)
第30章 航空、宇宙航行和深海潜水的生理	(364)
第九部分 神经系统	(377)
第31章 神经系统的机构、突触的基本功能和神经元环路	(378)
第32章 感觉感受器和机械感受性躯体感觉	(399)
第33章 躯体感觉：疼痛、内脏痛、头痛和温度觉	(416)
第34章 脊髓和脑干反射以及前庭装置的功能	(427)
第35章 运动皮层、基底神经节和小脑对运动机能的控制	(444)
第36章 大脑皮层和脑的智力功能	(460)
第37章 脑的激活、觉醒和睡眠以及脑的行为功能	(472)
第38章 植物性神经系统和肾上腺髓质	(488)
第十部分 特殊感觉	(497)
第39章 眼：I.视觉的光学和视网膜的功能	(498)
第40章 眼：II.视觉的神经生理学	(512)
第41章 听觉、味和嗅的化学感觉	(522)
第十一部分 胃肠生理学	(535)
第42章 食物通过消化道的运动	(536)
第43章 消化道的分泌功能	(548)
第44章 胃肠道的消化和吸收以及胃肠道的紊乱	(562)
第十二部分 代谢和体温调节	(575)
第45章 糖代谢和三磷酸腺苷的生成	(576)
第46章 脂类和蛋白质代谢	(585)
第47章 能量学、代谢率和体温调节	(598)
第48章 膳食平衡、进食调节、肥胖和维生素	(612)
第十三部分 内分泌学和生殖	(623)
第49章 内分泌学的引言和垂体激素	(624)
第50章 甲状腺激素	(635)
第51章 肾上腺皮质激素	(646)
第52章 胰岛素、胰高血糖素和糖尿病	(657)
第53章 甲状旁腺激素、降钙素、钙和磷的代谢、维生素D以及骨和牙齿	(668)
第54章 男性生殖功能和男性性激素	(684)
第55章 女性性功能和女性性激素	(694)
第56章 妊娠、授乳以及胎儿和新生儿的生理学	(707)
索引	(727)

细胞生理学和生理学总论

人体的功能结构和“内环境”的控制

细胞是身体的生命单位

细胞外液——内环境

细胞外液与细胞内液的区别

主要功能系统的“稳态”机制

内环境稳定

液体的运输系统

细胞外液中营养物质的来源

呼吸系统

胃肠道

肝脏和其它主要行使代谢功能的器官

肌肉骨骼系统

代谢终产物的排出

肺排出二氧化碳

肾脏

身体机能的调节

神经系统

激素系统的调节

生殖

身体的控制系统

控制机制的举例：动脉血压的调节

控制系统的负反馈特性

身体的自动性

在人体生理学中，我们要阐明一些人体的生理功能，如细胞内的化学反应、神经冲动从身体一处向另一处的传导、肌肉的收缩、生殖过程，甚至还有光能转变为化学能以刺激眼睛（这样我们才能看清外部世界）的细节，等等。在人体的生命活动中，有一些基本生命活动几乎不需要我们自己去控制。因为饥饿会促使我们寻找食物，恐怖会促使我们回避，寒冷的感觉会促使我们取暖，其它一些力量则会使我们去寻找同伴以及进行生殖。所以人体实际上就像是一部“自动机”。我们具有感觉、知觉和认识能力的这个事实，就是生命自动化程序的一部分。这些特殊的属性使我们能够生活在一个变化很大的环境之中；否则，我们将难以生存。

细胞是身体的生命单位

身体的基本生命单位是细胞。每个器官实际上是由细胞间支持结构组成的许多不同细胞的集合体。每一种细胞都特别适于执行某种特殊机能。例如，红细胞总共有25万亿个，它们把氧从肺运向组织。虽然红细胞可能是体内最多的一种细胞，但还有约50万亿个其它细胞，所以整个机体约有75万亿个细胞。

尽管身体的许多细胞与另一些细胞大不一样，然而它们的某些基本特性却是相同的。例如，每个细胞都需要营养物质以维持生命，以及所有细胞几乎都使用同一种类的营养物质。所有细胞都利用氧作用于主要的一种物质以获得能量：氧与糖类、脂肪或蛋白质结合释放出能量供给细胞功能的需要。将营养物质转变成能量的一般机制，在所有细胞基本上是一样的。同样，所有细胞在化学反应中所产生的终末产物都排到周围的液体中去。

几乎所有细胞还具有再生的能力。当某个类型的一些细胞由于某种原因遭到破坏

时,残存的该种细胞常常一再发生分裂,直至适当地补足了数量为止。

细胞外液——内环境

成人身体约有56%是液体。液体的一部分存在于细胞内,称为细胞内液。存在于细胞外面间隔里的液体称为细胞外液。在细胞外液的可溶性成分中,有维持细胞生命所必需的离子和营养成分。细胞外液在全身是处于不断的运动之中,它们总是不断地被血液循环和血液与组织间隙之间的扩散作用所混合。因此,所有的细胞都生活在基本相同的环境中,于是就把细胞外液称为身体的内环境或 *milieu interieur*,法文的这一同义语在百余年以前首先由伟大的十九世纪法国生理学家 Claude Bernard 所使用。

只有在内环境中的氧、葡萄糖、各种离子、氨基酸和脂类物质保持着适当的浓度时,细胞才具有生存和生长的能力以保持它们特殊的功能。

细胞外液与细胞内液的区别 细胞外液含有大量钠离子、氯离子和碳酸氢根离子以及细胞所需要的营养物质,如氧、葡萄糖、脂肪酸和氨基酸等。它还含有由细胞不断向肺运送的二氧化碳以及不断向肾运送的其它细胞排泄产物。

细胞内液与细胞外液则有显著的差别,特别是细胞内液含有大量钾离子、镁离子和磷酸根离子而不是细胞外液中的钠离子和氯离子。这种差别是由细胞膜转运离子的特殊机制来维持的。该机制将在第4章详细讨论。

主要功能系统的“稳态”机制

内环境稳定

生理学家用内环境稳定 (homeostasis) 一词来表示维持内环境的稳定状态。实质上,身体所有器官和组织都在完成有助于维持这些稳定状态的功能。例如,肺摄取氧来供给细胞的需要,肾脏维持电解质浓度的稳定,以及肠摄取营养物质等。本书的大部分段落都涉及每种器官或组织对内环境稳定所起的作用。为了进行这方面的讨论,先要对身体不同的机能系统及其稳定内环境的机制作一简要的概述;然后,再进一步讨论控制系统使得机能系统彼此协调的基本理论。

液体的运输系统

向全身各处运输细胞外液有两个阶段:第一阶段是使血液沿着循环系统一圈又一圈地运动;第二阶段是液体在毛细血管与组织细胞之间的运输。图1-1为血液循环的全貌,表示出心脏实际上是分开的两个泵,一个推送血液流经肺脏,另一个推送血液流经周身。当一个人处于体息状态时,循环系统内的全部血液平均每分钟环流1周;当一个人进行剧烈活动时,每分钟可环流5周。

当血液流经毛细血管时,在血液的血浆部分与毛细血管周围空隙的组织液之间不断地发生交换。该过程如图1-2所示。注意毛细血管是多孔的,因此可使大量液体在血

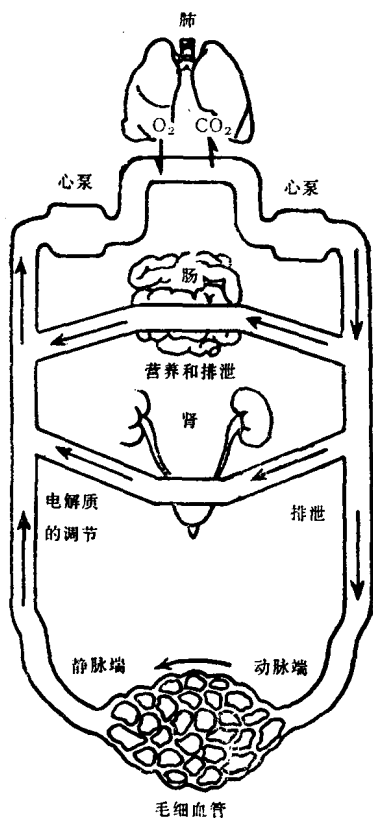


图 1—1 循环系统的结构

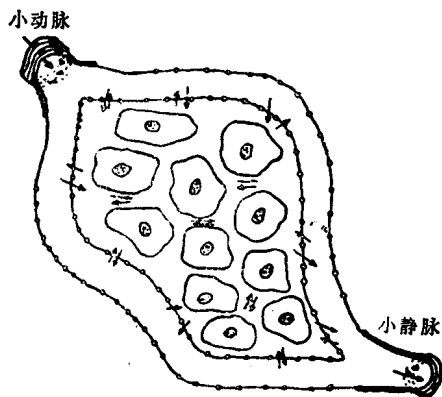


图 1—2 液体通过毛细血管膜和组织间隙的扩散

液与组织间隙之间来回扩散,如箭头所示。此扩散过程是由血浆和细胞外液中分子的动力学运动引起的。也就是全部液体和其中溶解的分子通过小孔和组织间隙等连续不断地向各方向运动和碰撞。几乎所有的细胞与毛细血管的距离都小于25~50微米,这就能使任何物质在几秒钟之内从毛细血管扩散到细胞。因此,全身的细胞外液就能不停地混合,从而几乎保持着完全一致。

细胞外液中营养物质的来源

呼吸系统 从图 1—1 可看出,每当血液环流周身时,也流经肺脏。血液从肺泡摄取氧,这样就得到了细胞所需要的氧。肺泡和肺毛细血管管腔之间的膜只有0.4~2.0微米厚,所以氧通过膜向血液内的扩散,与水、营养物质和排泄物质通过组织毛细血管的扩散是一样的。

胃肠道 从图 1—1 还可看出,心脏泵出的血液有一大部分流经胃肠器官的管壁。在此处,各种溶解的营养成分(包括糖、脂肪酸、氨基酸等)被吸收到细胞外液中。

肝脏和其它主要行使代谢功能的器官

从胃肠道吸收的所有物质并不都能以其吸收时的原来形式为细胞所利用。肝脏能将大部分吸收物质的化学成分变成更易于被利用的形式;身体的其它组织——脂肪细胞、胃肠粘膜、肾脏和内分泌腺——则能协助改变被吸收的物质,或在还不需要它们的时候把它们贮存起来。

肌肉骨骼系统 有时会提出这样一个问题:肌肉骨骼系统在身体内环境稳定功能中怎样发挥作用?假如肌肉骨骼系统不为内环境稳定系统服务,那么,身体也就不可能在适当的时刻运动到适当的地方去获取营养所需的食物。肌肉骨骼系统还具有对不利环境进行自卫的能动性;否则,整个身体及其全部稳定机制就会立即遭到破坏。

代谢终产物的排出

肺排出二氧化碳 在血液由肺内摄取氧的同时，二氧化碳则从血液释放到肺泡中，随着呼吸时空气进出肺泡，二氧化碳就被排送到大气之中。二氧化碳在代谢终产物中的量最多。

肾脏 血液在流经肾脏时，可排出血浆中细胞不需要的绝大部分物质。这些物质主要包括各种代谢终产物以及在细胞外液内堆积的过剩的电解质和水分。肾脏的活动是这样的：通过肾小球先将大量血浆滤到肾小管里；然后，在肾小管内把身体所需要的物质如葡萄糖、氨基酸、大量水分和许多电解质再重新吸收入血；然而身体所不需要的物质一般则不被重吸收，它们通过肾小管流入尿中。

身体机能的调节

神经系统 神经系统由三个主要部分组成：感觉部分、中枢神经系统或整合部分和运动部分。感觉神经能探索体内和外部环境的情况。例如，遍布于皮肤上的神经可随时报告身体的任何部分接触到了物体；眼是感觉器官，它能使人产生关于周围区域的视觉影象；耳也是感觉器官。中枢神经系统由脑和脊髓组成。脑能储存信息，形成思想，产生愿望，并决定身体对各种感觉应当作出什么反应。这样，相应的信号便可传到神经系统的运动部分，以实现一个人的各种愿望。

有一大部分神经系统被称为植物性神经系统。它不受意识的支配，但控制着许多内脏器官的功能，如心脏的活动、胃肠运动和各種腺体的分泌。

激素系统的调节 身体内有8种主要的内分泌腺。它们分泌的化学物质称为激素。激素通过细胞外液运送到全身各处以帮助调节机能。例如，甲状腺激素几乎能使所有细胞的化学反应加快，这样它就有助于加强身体活动的程度；与此相似，胰岛素控制着糖代谢，肾上腺皮质激素控制着电解质和蛋白质代谢，甲状旁腺激素控制着骨的代谢。因此，激素是辅助神经系统的调节系统。一般来讲，神经系统重在调节身体的快速的肌肉和腺体分泌活动，而激素系统则重在调节缓慢的代谢功能。

生殖

有时认为生殖不是内环境稳定的一种功能，但实际上它是以形成新的个体来更替死亡的个体，借以协助维持稳定状态。在这里应用“内环境稳定”一词，看来似乎有些牵强附会，但它的确表明，身体所有的结构实质上归根结底都是组织起来为了使生命得以延续。

身体的控制系统

在人体内可以说有成千上万的控制系统。其中，有一些在细胞内起作用，控制着细胞内的功能，这是第3章将要详细讨论的问题；另一些在器官内起作用，控制着器官各部分的功能；还有一些则在整体内起作用，控制着各器官之间的相互关系。例如，呼吸

系统在神经系统的协调下调节着细胞外液的二氧化碳浓度，肝和胰腺调节着细胞外液糖的浓度，肾则调节着细胞外液的氢、钠、钾、磷酸根和其它离子的浓度。

控制机制的举例：动脉血压的调节 有好几个不同的系统共同调节着动脉的血压。其中的压力感受系统是控制机制中很简单但是一个很好的例子。在身体上部多数大动脉的管壁上，特别是在颈总动脉分叉处和主动脉弓上，有许多受神经支配的牵张感受器，称为压力感受器，颈动脉壁受到牵拉时它就兴奋。当动脉血压升高时，这些压力感受器便受到过度刺激，产生神经冲动；冲动传向延髓，抑制了延髓的血管运动中枢，从而减少了通过交感神经传向心脏和血管的神经冲动，这就减弱了心脏的射血活动，并使血流容易通过外周血管，于是动脉血压降低了。相反，动脉血压的下降可使牵张感受器松弛，从而使血管运动中枢的活动水平比平时增高，因而使动脉血压又回升到正常水平。

控制系统的负反馈特性 身体的控制系统是按着负反馈过程进行活动的。这可以通过分析上面谈的压力感受器对血压的调节机制很好地加以说明。在该机制中，血压的升高引起一系列促使血压下降的反应；反之，血压的下降又引起一系列促使血压升高的反应。在这两个例子中，这些效应对始动刺激来说是负性的。

所有其它控制机制实质上也都是按照负反馈过程进行活动的。例如，如果体液中氧浓度下降得太低，那么，氧调节机制就自动把氧调回到较高的水平。这种效应对始动刺激来讲是负性的。同样，体液内二氧化碳浓度的升高可引起呼吸增强来排出过多的二氧化碳。这一效应对于原刺激来讲也是负性的。此外，所有内分泌控制系统实质上也是以此种方式进行活动。例如，当细胞外液中的钾浓度下降过低时，肾上腺便减少醛固酮激素的分泌，这种激素一缺少就减少了肾脏将钾排泄到尿中的速度。于是，每天从进食得到的钾就积存在细胞外液中，直到它的浓度恢复到正常为止。这是负反馈的又一个例子。

因此，如果某种因素过多或太少，控制系统通常就发动负反馈调节机制，通过一系列的变化，最后使该因素回到某个水平，从而保持了身体内环境的相对稳定。

控制系统的放大或增益 控制系统保持稳定状态的有效程度称为该系统的放大或增益。

例如，假定突然给一个人输入大量血液，此人动脉血压可由正常值100毫米汞柱立即上升到160毫米汞柱。可是，在15~16秒钟内，压力感受器控制机制便充分活动起来，从而使动脉血压降到120毫米汞柱。这时，压力被矫正了40毫米汞柱，因而只剩下20毫米汞柱的偏离。假如没有这种控制系统，血压便会相差60毫米汞柱，故该机制的增益可由下列公式加以计算：

$$\text{增益} = \frac{\text{被矫正数值}}{\text{仍存在的异常数值}}$$

在上例中，被矫正数值为40毫米汞柱，仍存在的异常数值为20毫米汞柱，所以，控制动脉血压的压力感受器系统的增益约为2。

身体不同控制系统的增益有很大差别。由肾脏释放的一种叫做肾素的激素对动脉血压控制的增益只有1~2，而身体对气温变化的体温控制的增益可高达50。换言之，肾素机制对血压的控制能力较弱，而体温负反馈系统对体温的控制能力则很强。

身体的自动性

本章的目的有二：一是指出身体总的组合，二是指出身体各部分维持协调的方式。总括来讲，身体实质上是大约75万亿个细胞的集合体，它们有机地组成了各种不同的功能结构，其中一些被称为器官。每种功能结构在维持细胞外液的稳定性上都起着一定的作用。细胞外液常被称为身体的内环境。只要身体内环境的状态保持正常，身体的细胞就会继续生活下去，机能也就正常。因此，每个细胞既受益于内环境的相对稳定，又反过来为维持内环境的相对稳定而服务。这种相互作用使身体能够不断地进行自我调整，直到某种或某几种机能系统丧失其所分担的功能为止。一旦出现这种情况，身体的所有细胞都会受损。任何整合系统的严重机能障碍，都会导致死亡；而它的一般机能障碍，则可引起疾病。

〔周佳音 张振民译 赵荣瑞校〕

细胞及其机能

细胞的物理结构

细胞的膜

细胞膜

核膜

内质网

高尔基复合体

细胞质及其细胞器

线粒体

溶酶体

细胞质内的其它结构和细胞器

细胞核

核仁

细胞的机能系统

内质网的机能

分泌细胞对蛋白质的分泌

脂类的分泌

从细胞糖元库中释放葡萄糖

内质网可能有的其它机能

细胞的摄食——吞饮作用

吞噬作用

细胞的消化器官——溶酶体

组织的退化和细胞的自溶

由营养物中提取能量——线粒体的机能

三磷酸腺苷(ATP)的形成

细胞运动

阿米巴运动

纤毛运动

人体内75万亿个细胞中的每个细胞都是一个有生命的结构。只要细胞周围的液体含有适当的营养物质,它就能无限期地生活下去,并在绝大多数情况下还能进行自身繁殖。为了进一步了解身体各器官和其它结构的功能,我们有必要首先了解细胞的基本结构及其各组成部分的机能。

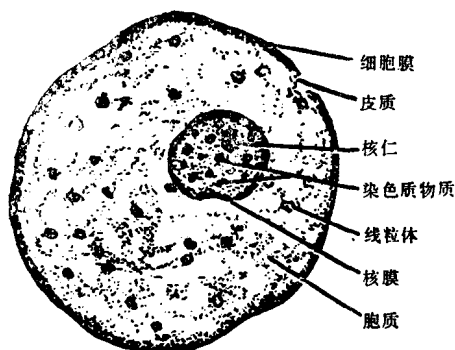


图 2—1 光学显微镜下所见的细胞构造

图 2—1 中显示在光学显微镜下所见到的一个典型细胞。细胞的两个主要部分是细胞核与细胞质。细胞核与细胞质由核膜隔开,而细胞质与其周围的液体是由细胞膜隔开的。

构成细胞的各种物质总称为原生质。原生质由五种基本物质所组成:水、电解质、蛋白质、脂类和糖类。

细胞的物理结构

细胞不仅是一个装有液体、酶和化学物质的囊袋,它还含有高度组合的物质结构,这些结构称为细胞器。细胞器也象细胞的化学成分一样,对细胞的机能非常重要。例如,如果没有线粒体这种细胞器,则95%以上的细胞能量供应几乎就会立即停止。细胞的一些主要细胞器有细胞膜、核膜、内质网、线粒体和溶酶体等,这些细胞器由图

2—2 说明之。图中没有表示出来的还有高尔基复合体、中心粒和纤毛。

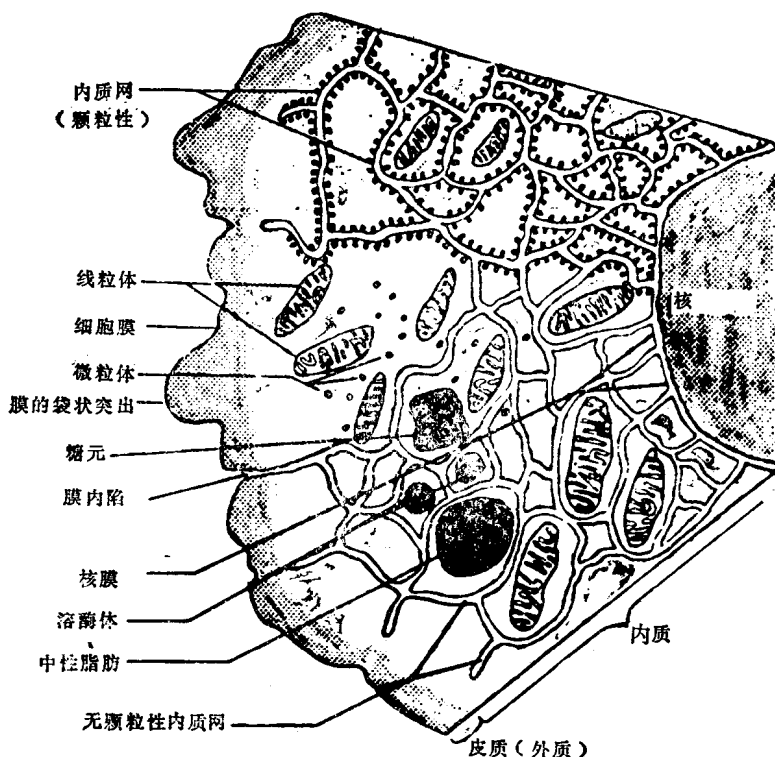


图 2—2 细胞胞质的一部分结构

细胞的膜

细胞所有的物质结构实际上主要由脂类和蛋白质形成的膜所包围。所有的各种膜在结构上都是相似的，这种共同的结构型式叫作“单位膜”，将在下面叙述细胞膜时加以讨论。这些不同的膜包括细胞膜、核膜、内质网膜、线粒体膜、溶酶体膜和高尔基复合体膜等。

细膜膜 细胞膜是一个薄（约 75~100 埃）而有弹性的膜。它几乎完全由蛋白质和脂类组成。其组成百分比大体如下：蛋白质 62%，脂类 35%，多糖可能为 3%。细胞内的蛋白质主要是基质蛋白（tektins），它是一种具有弹性而且为不溶性的结构蛋白质。脂类中约 60% 是磷脂，25% 是胆固醇，15% 是其他脂类。

细胞膜的精确分子结构还不清楚，但对其结构的经典描述如图 2—3 A 所示：中间为脂类层，它被蛋白质层所覆盖，外表面为一薄层粘多糖。蛋白质和粘多糖存在于表面使膜具有亲水性，意思就是水容易吸附到膜上。膜的脂类中间层主要限制非脂溶性物质的透过。在图 2—3 A 中，位于蛋白分子基部的小槌状结构是磷脂分子。磷脂分子的脂肪部分被吸引到细胞膜的中心脂相，分子的极性（离子化）部分则伸向两面，并以电化学方式与蛋白质的内层和外层部分相结合。细胞膜外表面有一薄层粘多糖，它使细胞膜

的外表面不同于内表面。这样由于膜呈极化状态致使细胞内表面的化学反应不同于外表面。

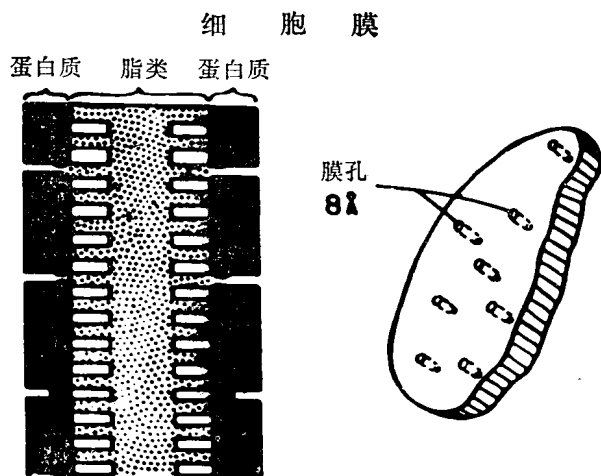


图 2—3 (A)设想的细胞膜分子结构，
(B)细胞膜上的小孔

甚至在电子显微镜下也未见到过。但通过机能试验，即对细胞内外液中各种不同大小的分子运动的研究已经证明，大小约相当于 8 埃的分子是能够自由扩散的。据认为，不溶于脂类的很小的物质，例如水和尿素分子，就是通过这些小孔比较容易地出入细胞。

细胞膜内的小孔可能是由于有大的蛋白质分子造成的。这些大的蛋白质分子打断了脂类膜的结构，并可从整个膜的一边伸展到另一边，因而通过蛋白质分子的间隙就为水提供了直接的通路。而且，当我们在第 8 章讨论神经膜内的“小孔”时，将看到可能至少有两种不同的小孔——也可能更多——每种小孔允许不同种类的物质自由移动。

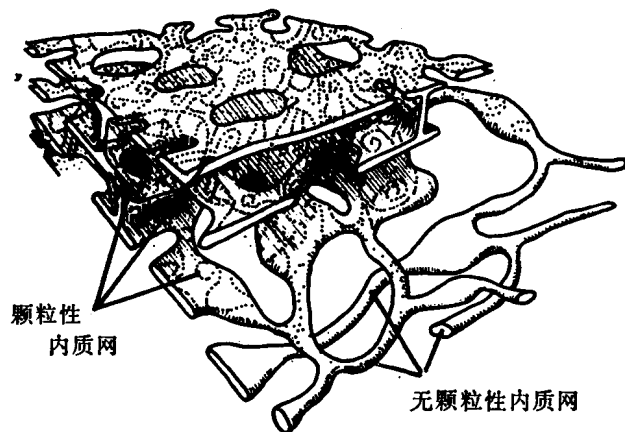


图 2—4 内质网的结构

形成的网，它们构成了一个单位膜系统，称为内质网，其详细结构见图 2—4。在小管

对细胞膜的另一种解释，而且被近来许多事实所支持的是，膜的基本结构几乎全是脂类，在脂类的两个表面上只有很少的蛋白质。反之，蛋白质好象是分散到整个脂类中，并在那里完成许多重要的功能，包括(1)加强膜的结构强度；(2)作为酶来促进许多化学反应；(3)作为一些物质通过膜转运的载体蛋白质；(4)可使脂类物质中的分子断开，所以提供了经过膜的小孔。

膜上的小孔 据信膜上贯穿着许多微细小孔，如图 2—3 B 所示。这些小孔从未被证实过，

核膜 核膜实际上是个双层“单位”膜，它们互相包绕，在其间有较宽的间隙。每一层单位膜几乎与细胞膜是相同的，即中间是脂类，两侧是蛋白质，但它没有粘多糖层。核膜具有很大的孔洞或“小孔”(直径数百埃)，如图 2—7 所示。由于核孔较大，所以几乎全部溶解的物质都能够在细胞核和细胞质的液体之间自由转运。

内质网 图 2—2 表示出细胞质内由小管状和小泡状结构所