

21

世纪高等医药院校教材

生理学

主编 邱一华 彭聿平



科学出版社

www.sciencep.com

21 世纪高等医药院校教材

生 理 学

主 编 邱一华 彭聿平

编 者 (按姓氏笔画排序)

马颂华 王小琴 包璟峯

邱一华 姜建兰 倪圣杰

黄彦 黄慧伟 彭聿平

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

生理学是一门重要的医学基础课程。本书内容包括绪论、细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化和吸收、能量代谢与体温、尿的生成和排出、感觉器官、神经系统、内分泌和生殖共 12 章。从器官、细胞和分子水平系统地介绍了生理学的基本知识,同时在内容上尽量反映当代生理学的最新成果,在论述中力争做到布局合理、层次分明、重点突出和密切联系临床工作实际。

本书可供普通高等医药院校各专业使用,同时还适用于成人教育,并可供硕士研究生入学考试和国家医师资格考试复习迎考时使用。

图书在版编目(CIP)数据

生理学 / 邱一华, 彭聿平主编. —北京: 科学出版社, 2004. 8

(21 世纪高等医药院校教材)

ISBN 7-03-013875-9

I. 生… II. ①邱…②彭… III. 人体生理学—医学院校—教材

IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 068584 号

责任编辑: 吴茵杰 / 责任校对: 陈丽珠

责任印制: 刘士平 / 封面设计: 卢秋红

版权所有, 违者必究。未经本社许可, 数字图书馆不得使用

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 8 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2004 年 8 月 第一次印刷 印张: 20 1/4

印数: 1—5 000 字数: 472 000

定价: 29.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈明辉〉)

前 言

本教材在编写过程中参考了包括普通高等教育“十五”国家级规划教材《生理学》(第六版)在内的国内外多个版本的生理学教材,并结合我们长期的生理学教学实践,积极贯彻当前的教改精神,坚持理论联系实际,基础结合临床。在论述中力求做到深入浅出、布局合理、层次分明、重点突出。在内容上力求做到既系统的介绍生理学的基本知识,又尽量反映当代生理学的最新成果。

本书所用的生理学名词以全国自然科学名词审定委员会公布的《生理学名词》为准,力求生理学名词统一规范。英语的专业名词附于中文的专业名词之后,方便读者学习。

本书可供普通高等医药院校各专业使用,同时还适用于成人教育,并可供硕士研究生入学考试和国家医师资格考试复习迎考时使用。

本书编写时间较紧,加之受到编者能力和水平的限制,缺点和错误在所难免。为此,我们真诚希望从事生理学教学和老师、同学及其他读者不吝赐教,以便修订时改进。

编 者

2004 年 4 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 人体生理学研究的三个水平	(1)
一、细胞和分子水平的研究	(1)
二、器官和系统水平的研究	(1)
三、整体水平的研究	(1)
第二节 生命活动的基本特征	(2)
一、新陈代谢	(2)
二、兴奋性	(2)
三、生殖	(2)
第三节 生理功能的调节	(3)
一、神经调节	(3)
二、体液调节	(3)
三、自身调节	(3)
四、稳态	(4)
五、生理功能调节的自动控制	(4)
第二章 细胞的基本功能	(5)
第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能	(5)
一、细胞膜的化学组成和分子结构	(6)
二、细胞膜的物质转运功能	(7)
第二节 细胞的兴奋性和生物电现象	(11)
一、细胞的兴奋性	(11)
二、细胞的生物电现象及其产生机制	(13)
第三节 细胞的跨膜信号转导	(19)
一、离子通道受体介导的信号转导	(19)
二、G-蛋白耦联受体介导的信号转导	(21)
三、酪氨酸蛋白激酶信号传递系统	(23)
四、细胞内第三信使的信息传递	(23)
第四节 骨骼肌的兴奋和收缩	(24)
一、神经-肌接头处的兴奋传递	(24)
二、骨骼肌的结构与肌丝的分子组成	(26)

三、骨骼肌收缩的机制——肌丝滑行理论	(31)
四、骨骼肌的兴奋-收缩耦联	(31)
五、肌肉收缩的形式和力学分析	(32)
第三章 血液	(37)
第一节 概述	(37)
一、血液的组成与基本功能	(37)
二、血液的理化特性	(38)
第二节 血细胞	(40)
一、红细胞	(40)
二、白细胞	(42)
三、血小板	(44)
第三节 血液凝固和纤维蛋白溶解	(46)
一、血液凝固	(46)
二、血液中的抗凝物质	(48)
三、纤维蛋白溶解	(49)
第四节 血量、输血和血型	(50)
一、血量	(50)
二、输血	(50)
三、血型	(51)
第四章 血液循环	(55)
第一节 心脏的泵血功能	(55)
一、心脏的周期性活动	(56)
二、心脏泵血功能的评定	(60)
三、心脏泵血功能的调节	(61)
四、心脏泵血功能的贮备	(63)
第二节 心肌细胞的生物电活动	(64)
一、心肌工作细胞的跨膜电位及其形成机制	(65)
二、自律细胞的跨膜电位及其形成机制	(67)
三、体表心电图	(69)
第三节 心肌的生理特性	(70)
一、心肌的兴奋性	(70)
二、心肌的自动节律性	(73)
三、心肌的传导性	(75)
四、心肌的收缩性	(76)
第四节 血管生理	(77)
一、血液在血管内流动的基本规律	(77)
二、动脉血压和动脉脉搏	(80)
三、静脉血压与静脉回心血量	(83)

四、微循环	(85)
五、组织液的生成	(86)
六、淋巴液的生成和回流	(88)
第五节 心血管活动的调节	(89)
一、神经调节	(89)
二、体液调节	(94)
三、自身调节	(97)
第六节 器官循环	(97)
一、冠脉循环	(98)
二、脑循环	(99)
三、肺循环	(101)
第五章 呼吸	(104)
第一节 肺通气	(105)
一、肺通气的原理	(105)
二、肺容量	(109)
三、肺通气量	(111)
第二节 气体交换	(112)
一、气体交换原理	(112)
二、影响肺换气的因素	(113)
三、肺扩散容量	(115)
第三节 气体在血液中的运输	(115)
一、气体在血液中的存在形式	(115)
二、氧的运输	(116)
三、二氧化碳的运输	(119)
第四节 呼吸运动的调节	(121)
一、呼吸中枢	(122)
二、呼吸运动的反射性调节	(123)
三、化学因素对呼吸的调节	(124)
四、运动对呼吸的影响和调节	(126)
第六章 消化和吸收	(128)
第一节 概述	(128)
一、消化的方式	(128)
二、消化道平滑肌的特性	(129)
三、消化腺的分泌功能	(130)
四、消化道的神经支配及其作用	(131)
五、胃肠激素	(133)
第二节 口腔内消化	(133)
一、唾液及其分泌	(134)

二、咀嚼	(134)
三、吞咽	(135)
第三节 胃内消化	(136)
一、胃液及其分泌	(136)
二、胃的运动	(140)
第四节 小肠内消化	(142)
一、胰液	(142)
二、胆汁	(144)
三、小肠液	(146)
四、小肠的运动	(146)
第五节 大肠内消化	(148)
一、大肠液的分泌	(148)
二、大肠的运动	(148)
三、排便	(148)
四、大肠内细菌的活动	(149)
五、食物中纤维素对肠功能的影响	(149)
第六节 吸收	(149)
一、吸收的部位	(150)
二、吸收的机制	(150)
三、各种主要营养物质的吸收	(150)
第七章 能量代谢与体温	(154)
第一节 能量代谢	(154)
一、机体能量的来源与去路	(154)
二、能量代谢测定的原理和方法	(156)
三、影响能量代谢的因素	(160)
四、基础代谢	(161)
第二节 体温	(162)
一、人体体温及其生理变动	(163)
二、机体的热平衡	(164)
三、体温调节	(167)
第八章 尿的生成和排出	(170)
第一节 概述	(170)
一、排泄的概念和途径	(170)
二、肾脏功能概述	(170)
三、肾脏的功能解剖及血液循环特征	(171)
第二节 肾小球的滤过功能	(175)
一、有效滤过压	(176)
二、滤过膜及其通透性	(177)

三、影响肾小球滤过的因素	(178)
第三节 肾小管和集合管的转运功能	(179)
一、肾小管和集合管的重吸收功能	(179)
二、肾小管和集合管的分泌和排泄功能	(183)
三、影响肾小管和集合管转运功能的因素	(185)
第四节 尿液的浓缩和稀释	(186)
一、尿液浓缩和稀释的概念及其意义	(186)
二、尿液稀释的机制	(187)
三、尿液浓缩的机制	(187)
四、影响尿液浓缩的因素	(191)
第五节 肾脏泌尿功能的调节	(191)
一、神经调节	(191)
二、体液调节	(192)
第六节 血浆清除率	(195)
一、血浆清除率的概念和计算方法	(195)
二、测定血浆清除率的意义	(195)
第七节 尿的排放	(197)
一、膀胱与尿道的神经支配	(197)
二、排尿反射	(198)
第九章 感觉器官	(199)
第一节 感受器及其一般生理特性	(199)
一、感受器与感觉器官	(199)
二、感受器的一般生理特性	(200)
第二节 视觉器官	(201)
一、眼的折光系统及其调节	(202)
二、视网膜的感光功能	(206)
三、几种生理视觉现象	(211)
第三节 听觉器官	(212)
一、外耳的功能	(212)
二、中耳的功能	(213)
三、内耳耳蜗的感音换能功能	(215)
四、听阈与听域	(218)
第四节 前庭器官	(218)
一、前庭器官的感受装置	(219)
二、前庭器官的适宜刺激	(220)
三、前庭器官反射	(221)
第五节 嗅觉和味觉	(223)
一、嗅觉	(223)

二、味觉	(223)
第六节 皮肤感觉感受器的功能	(224)
第十章 神经系统	(225)
第一节 神经系统活动的一般规律	(225)
一、神经元和神经纤维	(225)
二、神经胶质细胞	(228)
三、神经元之间相互联系及其作用方式	(228)
四、神经递质和调质	(232)
五、受体学说	(235)
六、中枢抑制	(237)
七、反射	(239)
第二节 神经系统的感觉功能	(241)
一、脊髓的感觉传导功能	(241)
二、丘脑及其感觉投射系统	(242)
三、大脑皮质的感觉分析功能	(245)
四、痛觉	(247)
第三节 神经系统对躯体运动的调节	(249)
一、脊髓对躯体运动的调节	(249)
二、脑干对躯体运动的调节	(253)
三、小脑对躯体运动的调节	(255)
四、基底神经节对躯体运动的调节	(257)
五、大脑皮质对躯体运动的调节	(258)
第四节 神经系统对内脏活动的调节	(260)
一、自主神经系统对内脏活动的调节	(260)
二、脊髓及低位脑干对内脏活动的调节	(263)
三、下丘脑对内脏活动的调节	(263)
四、大脑皮质对内脏活动的调节	(265)
第五节 脑的高级功能	(267)
一、学习和记忆	(267)
二、大脑皮质的语言功能	(271)
第六节 脑的生物电活动与觉醒和睡眠	(272)
一、大脑皮质的生物电活动	(272)
二、觉醒和睡眠	(274)
第十一章 内分泌	(276)
第一节 概述	(276)
一、激素的概念	(276)
二、激素的传递方式	(276)
三、激素的分类	(277)

四、激素作用的一般特性	(279)
五、激素的作用机制	(280)
第二节 下丘脑的内分泌功能	(282)
一、下丘脑-腺垂体系统	(283)
二、下丘脑-神经垂体系统	(285)
第三节 腺垂体	(286)
一、腺垂体的激素	(286)
二、腺垂体激素的生物学作用	(286)
第四节 甲状腺	(289)
一、甲状腺激素的合成与代谢	(289)
二、甲状腺激素的生理作用	(290)
三、甲状腺功能的调节	(292)
第五节 肾上腺	(293)
一、肾上腺皮质	(293)
二、肾上腺髓质	(296)
第六节 胰岛	(297)
一、胰岛素	(297)
二、胰高血糖素	(298)
第七节 调节钙磷代谢的激素	(298)
一、甲状旁腺激素	(298)
二、维生素 D ₃	(299)
三、降钙素	(300)
第八节 其他内分泌激素	(300)
一、前列腺素	(300)
二、松果体激素	(301)
第十二章 生殖	(302)
第一节 男性生殖	(302)
一、睾丸的功能	(302)
二、睾丸功能的调节	(304)
第二节 女性生殖	(304)
一、卵巢的功能	(305)
二、月经周期及其激素基础	(307)
三、妊娠	(309)

第一章

绪 论

生理学(physiology)是生物学的一个分支,是研究各种生物机体功能活动规律的科学。人体生理学则是研究正常人整体、器官和细胞水平的生命现象或生理功能的发生机制、条件及其活动规律的科学。人体生理学也是一门基础医学课程,通过这门课程的学习可为其他医学课程和一些相关课程的学习奠定坚实的基础。

第一节 人体生理学研究的三个水平

生理学是一门实验性科学,生理学的知识主要是通过实验获得的。人体是由各种器官和系统组成的,而各器官系统又由不同的组织和细胞所组成。因此,在研究人体生命活动的基本规律时,主要从以下三个不同的水平进行。

一、细胞和分子水平的研究

研究对象是细胞和细胞所含的物质分子,主要研究在生命活动中,它们的物理、化学变化过程及其机制,有关这方面的知识称为细胞生理学。

二、器官和系统水平的研究

研究对象是组成人体的器官和系统,主要研究它们的生理活动规律及其调节机制,以及它们对整体生理功能的影响,有关这方面的知识称为器官或系统生理学。

三、整体水平的研究

研究对象主要是完整机体各系统之间的功能联系,人体与内外环境之间维持相互平衡

的过程和机制,以及社会条件对人体生理功能的影响。

以上三个水平的研究,它们相互之间不是孤立的,而是相互联系和相互补充的。例如,当我们要阐明某一机体活动的规律时,不可能只通过某个单一水平或单一技术的研究来阐明这些规律,一般需要用多种研究手段在多层次、多水平上进行配合,才能揭示生命活动的某一规律。这就是当今在生理学研究中,所提倡的整合生理学研究。注重对整合生理学的研究,既不是生理学宏观研究的简单重复,也不是单纯的分子水平变化的观察,而是两者的交叉渗透和有机结合。只有这样,才能为生理学的研究带来新的突破。

第二节 生命活动的基本特征

新陈代谢、兴奋性和生殖是生物体生命活动的基本特征。

一、新 陈 代 谢

生物体总是在不断地自我更新,它表现为一方面破坏和清除已衰老的结构(分解代谢),另一方面又重建新的结构(合成代谢)。而且在分解代谢和合成代谢中总是伴有能量的释放或吸收。可见,生物体的新陈代谢(metabolism)实际上是一种高级复杂的物质运动形式。生命活动就是这种运动形式的表现。新陈代谢一旦停止,生命活动也就结束。

二、兴 奋 性

生物体所处的环境是经常发生变化的,在环境变化时能引起生物体活动的变化,这就是生命活动的另一特征,即兴奋性(excitability)。

能引起生物体发生反应的环境变化称为刺激,有一些组织(如神经、肌肉、腺体等)在受到一定的刺激后能产生生物电反应。人们将受刺激后产生的生物电反应称为兴奋,并将对刺激产生反应的能力称为兴奋性。日常生活中,刺激具有强弱或大小的差别。能引起组织产生兴奋的最弱或最小刺激强度称为阈刺激。同时,组织对刺激的反应能力也有大小,即兴奋性的高低是有差异的。很小很弱的刺激能引起某一组织兴奋,表明该组织的兴奋性高。反之,很大很强的刺激才能引起某一组织兴奋,则表明该组织的兴奋性低。

三、生 殖

生物体生长发育到一定阶段后,能产生与自己相似的子代个体,这种功能称为生殖(reproduction)。单细胞和高等动物的生殖过程具有很大的差异,但他们的生物学意义都是相同的,即繁衍后代。任何一个生物个体都有从新生到死亡的过程,但他们可以通过生殖来延续种系。如果某种生物丧失了生殖能力,这个种系将被淘汰。所以,生殖也是生命活动的基本特征之一。

第三节 生理功能的调节

在机体处于不同的生理情况,或当环境发生变化时,体内的一些器官、组织的功能活动也会发生相应的改变。这种过程称为生理功能的调节。机体对各种功能活动的调节方式主要有三种,即神经调节、体液调节和自身调节。

一、神经调节

神经调节(neuroregulation)是人体内主要调节方式。它是通过反射来实现的。所谓反射是指在中枢神经系统的参与下,机体对刺激做出的规律性的反应。完成反射的结构基础是反射弧,它由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分构成。在这五个部分中,感受器能感受某些环境的变化,并将这种变化转变成一定的神经信号,通过传入神经传至相应的神经中枢,中枢对传入信号进行分析和综合,并做出反应,通过传出神经改变效应器的活动。反射弧五个部分的任何部分被破坏,将导致这一反射的消失。

反射可分为条件反射和非条件反射两大类。非条件反射是先天遗传的,其反射弧较为固定,只需要低级中枢便可完成反射,为同一种族所共有,而且,刺激与反应之间的因果关系也较为固定;条件反射是后天获得的,它是建立在非条件反射的基础上,是一种为个体所特有的高级神经活动,其刺激与反应之间的因果关系是不固定的,因此,条件反射具有灵活性和可变性。

神经调节的特点是反应迅速,历时短暂,作用准确而局限。

二、体液调节

体液调节(humoral regulation)是指机体的一些细胞(包括内分泌细胞)生成的某些化学物质(如激素)经体液运输到达全身或局部,调节各器官、组织或细胞的生理活动。

体液调节的方式有多种,上述的化学物质随血液循环到达全身各处,调节人体的代谢、生长发育等生理活动,称为全身性体液调节。上述的化学物质不随血液循环传送,而是通过在组织液中的扩散,调节邻近组织的功能活动,则称为局部性体液调节。

在机体中,大多数内分泌腺或内分泌细胞是直接或间接接受中枢神经系统控制的。在此情况下,体液调节就成为神经调节的一个环节,相当于传出通路的延伸部分,这种调节称为神经-体液调节。

体液调节的特点是作用缓慢,历时持久,作用范围大而精确度差。

三、自身调节

自身调节(autoregulation)是指器官、组织和细胞不依赖于神经和体液的调节,对内外环境的变化产生的适应性反应。自身调节常常局限在某一器官、组织或细胞中。

自身调节的特点是调节准确、稳定,但调节的幅度和范围较小。

四、稳 态

细胞是构成人体结构和功能的单位,人体的大部分细胞并不与外界环境(如阳光、空气等)直接接触,而是浸浴在细胞外液中。因此,细胞外液是人体绝大部分细胞生存的液体环境,故称其为机体的内环境。机体内环境理化性质保持相对稳定的状态称为稳态(homeostasis)。只有在稳态的条件下,人体的许多正常功能才得以实现。

五、生理功能调节的自动控制

在整体条件下,神经系统和内分泌系统作为人体功能调节的控制部分,可以通过神经调节和体液调节输出控制信息来影响被控制器官、组织或细胞的活动。同时,被控制器官、组织或细胞在其功能发生变化时,又可将变化的信息(反馈信息)传送至控制部分,改变其调节的强度。这种被控制部分对控制部分功能的影响称为反馈调节。此外,机体除了反馈调节外,还具有前馈调节。

(一) 反馈调节

反馈调节可分为正反馈和负反馈两种。在反馈调节中,当反馈信息的作用与控制信息的作用相同时,通过反馈作用使控制信息的作用增强,这种反馈方式称为正反馈(positive feedback)。正反馈具有使某种活动不断增强的特点,最适合于那些需要迅速发起并尽快结束的生理过程。人体的排尿反射、血液凝固过程均属于正反馈的调节范畴。而当反馈信息的作用与控制信息的作用相反时,通过反馈作用使控制信息的效应减弱或抑制,这种反馈方式称为负反馈(negative feedback)。体内的大多数反馈调节为负反馈,通过负反馈调节可维持机体的稳态。维持血压稳定的动脉压力感受性反射、恒温动物的体温调节就属于负反馈的调节范畴。

(二) 前馈调节

反馈调节中的负反馈是维持机体内环境稳态的重要方式,但它存在着反应滞后和波动的缺点,因为它只有在输出变量出现偏差以后,才能通过反馈来加以纠正,因此,在调节上总是具有一定的滞后性,而且在纠正偏差的过程中容易出现矫枉过正的情况,从而产生一系列的波动。实际上,正常机体在各种环境因素(即干扰信息)的不断干扰下,仍能够保持良好的稳态,这是因为多种干扰信息可以直接通过体内有关的各种感受装置作用于控制部分,在输出变量尚未出现偏差而发生负反馈调节时就能及时发出纠正信息,从而使机体的调控过程不至于出现较大波动和反应滞后现象。这种干扰信息对控制部分的直接作用称为前馈(feed-forward)。例如,运动员因参加某项比赛而进入场地时,可通过各种视、听觉的刺激,以条件反射的方式实现神经系统对心血管、呼吸和运动系统活动的先行调控,增强心血管活动、呼吸功能和骨骼肌的紧张度等,以适应即将发生的代谢增强的需要,这就是前馈控制的表现。

(邱一华)

第二章

细胞的基本功能

细胞是人体和其他生物体的基本结构和功能单位。体内所有的生理功能和生化反应,都是在细胞及其产物的物质基础上进行的。因此,要了解整个人体及各器官、系统生命活动现象及其根本原理,学习细胞的基本功能是十分必要的。

人体细胞的数量极大,形态各异,功能也各有不同。但它们都是由细胞膜、细胞质和细胞核三部分构成的,并具有一些共有的基本功能。本章主要讨论细胞的基本结构和物质转运功能,细胞的兴奋性和生物电现象,细胞的跨膜信号转导机制,骨骼肌的兴奋和收缩功能。

第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能

所有动物细胞都由一层薄膜包围,称为细胞膜或质膜。它把细胞内容物和细胞周围环境分隔开来,使细胞内容物不致流失,又能保持其理化成分的相对稳定,以维持细胞的正常生命活动。同时,细胞在不断地进行新陈代谢活动,需要从外界摄取 O_2 和营养物质,排出 CO_2 和代谢产物,这就要通过细胞膜与周围环境进行物质交换。要实现上述功能,细胞膜必须是一个对物质具有选择性通透的半透膜,它允许某些离子和物质进出细胞,而对另一些物质则有阻碍或屏障作用。如果这些屏障作用受到损害,细胞的正常功能就会受到影响甚至丧失。同时,细胞膜也是接受外界环境理化因素或其他细胞影响的门户。外环境中各种理化因素的变化,体内产生的激素或递质等化学物质,以及进入人体内的异物或药物等,有许多是先作用于细胞膜,然后再影响细胞内的生理过程。可见,细胞膜是细胞进行生命活动的重要结构基础,它对于细胞内环境的稳定、能量的转移、信息的传递、物质的交换等都起着重要作用。此外,细胞膜还与机体的免疫功能,细胞的分裂、分化,以及癌变、衰老等生理和病理过程有着密切的关系。可以说,细胞的每一种功能活动,都与膜的作用相关联。因此,正确认识膜的结构和功能,不仅对揭开生命的奥秘有重大理论意义,而且对于解决医学实践问题也具有重要价值。

一、细胞膜的化学组成和分子结构

电镜下观察发现各种细胞膜均有类似的三层结构,即在膜的内外两侧各有一层致密带,中间夹着一层疏松的透明带。这种结构不仅见于各种细胞膜,亦见于各种细胞器的膜性结构,如线粒体、内质网膜和溶酶体膜等,因而被认为是细胞膜中普遍存在的基本结构形式,称为单位膜或生物膜。

细胞膜的组成成分主要是脂质、蛋白质和糖类,其中脂质约占 40%~50%,蛋白质占 30%~40%,糖占 1%~5%,还有少量金属离子、水分和无机盐等。这些组分的有机排列及相互作用形成了细胞膜的特有结构,并且赋予各种细胞膜特定的功能。因为许多蛋白质与酶的活性有关,一般来说,代谢旺盛的膜含有较多的蛋白质。例如,代谢旺盛的线粒体膜,蛋白质约占 75%,脂质则占 25%;代谢不旺盛的神经纤维髓鞘,蛋白质约占 25%,脂质约占 75%。这种量上的差异表明了脂质主要是为蛋白质提供结构上的支架。细胞膜中糖类都是以糖脂或糖蛋白的形式出现的。

有关膜的分子结构,目前已被广泛接受和应用的是 1972 年由 Singer 和 Nicholson 所提出的液态镶嵌模型学说(fluid mosaic model)。这一学说的基本内容是:膜是以液态的脂质双分子层为基架,其中镶嵌着不同生理功能的蛋白质(图 2-1)。

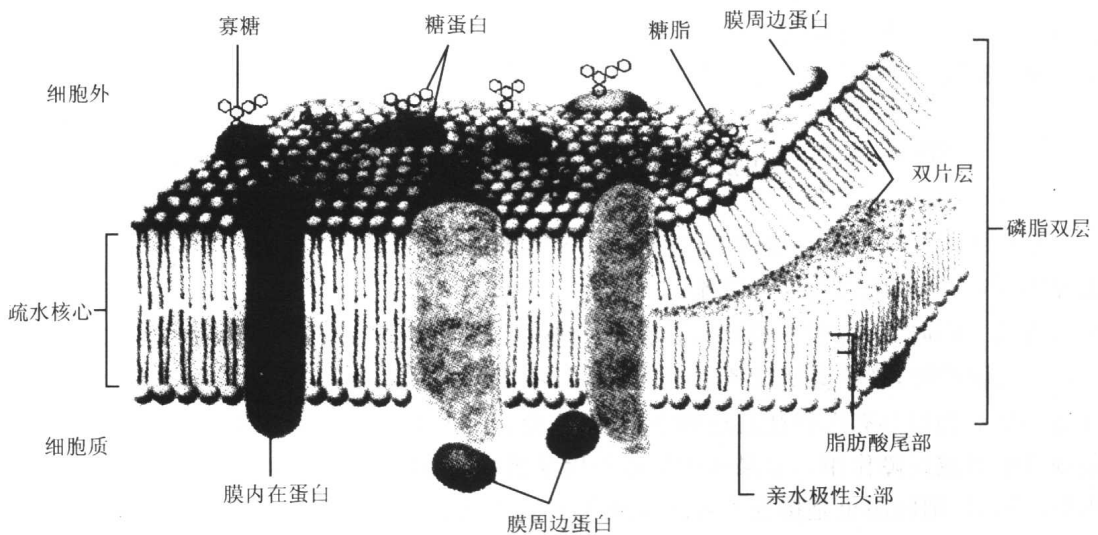


图 2-1 细胞膜的液态镶嵌模型

(一) 脂质双分子层

细胞膜是由两层类脂分子构成的薄膜,在膜的脂质中以磷脂为主,约占 70% 以上。其次是胆固醇,一般低于 30%,还有少量鞘脂类物质。在双分子模型中,每一脂质分子的头端为亲水性的极性基团——磷脂和碱基,尾端是疏水性的非极性基团——脂肪酸链部分。由