

卫生部规划教材
全国高等医药院校教材

供药学类专业用

人体解剖生理学

第四版

龚茜玲 主编

人民卫生出版社

43
4)

全国高等医药院校教材

供药学类专业用

人体解剖生理学

第四版

龚茜玲 主编

编者 (以姓氏笔画为序)

王秋娟 (中国药科大学)	刘才栋 (上海医科大学)
邢宝仁 (第二军医大学)	李经才 (沈阳药科大学)
钱梓文 (上海医科大学)	龚茜玲 (上海医科大学)
谢扬高 (华西医科大学)	

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人体解剖生理学/龚茜玲主编. —4 版. 北京:
人民卫生出版社, 2000
ISBN 7-117-03529-3

I. 人… II. 龚… III. 人体解剖学: 人体生理学
IV. R324

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 57694 号

人体解剖生理学

第 四 版

主 编: 龚 茜 玲

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: 北京隆华印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 **印张:** 21.75

字 数: 448 千字

版 次: 1979 年 8 月第 1 版 2000 年 4 月第 4 版第 25 次印刷

印 数: 347 491—357 490

标准书号: ISBN 7-117-03529-3/R·3530

定 价: 21.00 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)

全国高等医药院校药学专业 第四轮规划教材修订说明

为适应我国高等药学教育的改革和发展,在总结前三轮药学专业教材编写经验的基础上,卫生部教材办公室于1996年9月决定进行第四轮教材修订,根据药学专业的培养目标,确定了第四轮教材品种和修订的指导思想,药学本科教育的培养对象是从事一般药物制剂、鉴定及临床合理用药等工作的药师,教材修订应紧紧围绕培养目标,突出各学科的基本理论、基本知识,同时又反映学科的新进展。该套教材可供药学及相关专业选用。全套教材共22种,均经卫生部聘任的全国药学专业教材评审委员会审定。教材目录如下:

- | | | | |
|------------------|--------|-----------------|--------|
| 1. 高等数学(第三版) | 毛宗秀 主编 | 11. 药理学(第四版) | 李 端 主编 |
| 2. 医药数理统计方法(第三版) | 刘定远 主编 | 12. 药物分析(第四版) | 刘文英 主编 |
| 3. 物理学(第三版) | 王鸿儒 主编 | 13. 药用植物学(第三版) | 郑汉臣 主编 |
| 4. 物理化学(第四版) | 侯新朴 主编 | 14. 生药学(第三版) | 郑俊华 主编 |
| 5. 无机化学(第三版) | 许善锦 主编 | 15. 药物化学(第四版) | 郑 虎 主编 |
| 6. 分析化学(第四版) | 孙毓庆 主编 | 16. 药剂学(第四版) | 毕殿洲 主编 |
| 7. 有机化学(第四版) | 倪沛洲 主编 | 17. 天然药物化学(第三版) | 姚新生 主编 |
| 8. 人体解剖生理学(第四版) | 龚茜玲 主编 | 18. 中医学基础(第四版) | 李向中 主编 |
| 9. 微生物学与免疫学(第四版) | 李明远 主编 | 19. 药事管理学(第二版) | 吴 蓬 主编 |
| 10. 生物化学(第四版) | 吴梧桐 主编 | 20. 生物药剂学与药代动力学 | 梁文权 主编 |
| | | 21. 分子生物学基础 | 史济平 主编 |
| | | 22. 药学英语(第二版) | 胡廷熹 主编 |

以上教材均由人民卫生出版社出版。

卫生部教材办公室

全国药学专业教材第二届评审委员会

主任委员:彭 司 勋

副主任委员:郑 虎

委员(以姓氏笔画为序)

王 夔 安登魁 李万亥 邹立家

郑俊华 胡昌奇 姚新生 梁文权

秘 书:翁玲玲 冉 兰

第四版前言

1997年6月卫生部在沈阳召开了“全国高等医药院校药学专业教材评审委员会暨第四轮规划教材主编人会议”，要求对第三版教材进行修订，并审定成立了第四版编委会。1997年11月在上海召开了《人体解剖生理学》第四版编写人会议，与会者认真领会了教材评审委员会对第四轮教材修订的要求和意见，一致同意新教材既要删繁就简，又要提高其科学性、先进性和对药学专业的适用性。为此，力争总字数比第三版有所减少，但又必须增加反映当今学科发展的新内容。按此思路，会上具体修订了编写大纲，落实了分工。

《人体解剖生理学》第四版侧重点仍在生理学。有些章节做了较大的改动，如第四章增加了细胞跨膜信息传递；第八章增加了消化道平滑肌电生理特性，并将各段消化道功能的调节集中描述；第十三章增加了激素作用的共同特点等。有些章节内容有所删减，如第十章肾小管的重吸收功能；特别注意了解剖和生理内容上的衔接，删除了重复叙述的部分。

本书编写过程中主要参考了于频主编的《系统解剖学》（第四版）和张镜如主编的《生理学》（第四版），并始终得到张镜如教授的热情帮助和指导。此外，卢宁老师担任秘书工作，并承担了文稿最后阶段的计算机处理；还有很多同志承担了繁重的文稿计算机打印和新图绘制工作，在此一并表示深切感谢。由于水平限制，修订后的第四版肯定还会存在缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

龚茜玲

1999年11月

目 录

第一章 绪论	1
一、人体解剖生理学的研究对象和任务	1
二、生理学研究的三个水平	1
三、生理学的实验方法	1
四、人体解剖生理学和现代医药学的关系	2
第二章 细胞和基本组织	3
第一节 细胞	3
一、细胞的结构及其功能	3
二、细胞的增殖	11
第二节 基本组织	13
一、上皮组织	14
二、结缔组织	19
三、肌组织	21
四、神经组织	24
第三章 人体各主要系统的解剖	28
第一节 概述	28
一、人体的解剖方位	28
二、人体的解剖面	28
第二节 运动系统和皮肤	29
一、骨与骨连结	29
二、肌肉	37
三、皮肤	42
第三节 消化系统	44
一、消化管	44
二、消化腺	49
三、腹膜	51
第四节 呼吸系统	52
一、呼吸系统的组成及其基本结构	52
二、胸膜和胸膜腔	57
三、纵隔	57
第五节 泌尿系统	57
一、肾	57
二、输尿管、膀胱、尿道	58
第六节 生殖系统	59

一、男性生殖器	59
二、女性生殖器	62
第七节 循环系统	63
一、心	64
二、血管	68
三、淋巴系统	75
第八节 神经系统	77
一、脊髓和脊神经	78
二、脑和脑神经	83
三、自主神经系统	95
四、感觉传导通路	97
五、运动传导通路	100
第九节 内分泌系统	102
第四章 人体的基本生理功能	104
第一节 生命活动的基本特征	104
一、新陈代谢	104
二、兴奋性	104
三、生殖	105
第二节 细胞的跨膜信号传导功能	105
一、由具有感受结构的通道蛋白质完成的跨膜信号传导	105
二、由膜的特异受体蛋白质、G 蛋白和膜的效应器酶组成的跨膜信号传导系统	106
第三节 神经与肌肉的一般生理	106
一、细胞的生物电现象及其产生机制	106
二、兴奋在同一细胞上的传导	112
三、神经肌接头处的兴奋传导	113
四、骨骼肌的收缩	115
五、平滑肌的微细结构和收缩机制	120
第四节 生理功能的调节与整合	120
一、神经调节	121
二、体液调节	121
三、自身调节	121
四、反馈概念	122
第五章 血液	123
第一节 血液的组成与特性	125
一、血液组成	125
二、血浆的化学成分及其生理功能	125
三、血液的理化特性	127
第二节 红细胞的形态和生理	128
一、红细胞	128

二、白细胞	131
三、血小板	135
第三节 血液凝固和止血	136
一、凝血因子	137
二、血液凝固过程	137
三、体内抗凝血作用	139
四、体外延缓或促进凝血过程	140
第四节 纤维蛋白溶解系统	140
一、纤维蛋白溶解的基本过程	140
二、纤维蛋白溶解与血凝之间的动态平衡	142
第五节 血型 and 输血	142
一、血型和红细胞凝集	142
二、红细胞血型	143
三、白细胞与血小板血型系统	144
四、输血的原则	145
第六章 循环系统生理	146
第一节 心脏生理	146
一、心肌细胞的生物电现象	146
二、心肌的生理特性	151
三、心的泵血功能	156
四、体表心电图	163
第二节 血管生理	166
一、各类血管的功能特点	166
二、血流量、血流阻力和血压	166
三、微循环	171
四、组织液的生成	172
五、淋巴循环	174
第三节 心血管活动的调节	175
一、神经调节	175
二、体液调节	181
第四节 血量的调节	183
第五节 器官循环	184
一、冠状循环	184
二、脑循环	186
第七章 呼吸生理	187
第一节 肺的功能解剖	187
一、肺泡	187
二、肺的血液循环	188
三、肺的神经支配	188

第二节 肺通气	188
一、肺通气的动力	188
二、肺通气的阻力	191
三、肺容量和肺通气量	192
第三节 气体交换和运输	194
一、气体交换	194
二、气体在血液中的运输	196
第四节 呼吸运动的调节	197
一、呼吸中枢与呼吸节律	198
二、呼吸调节	200
三、异常呼吸	202
第八章 消化系统生理	203
第一节 概述	203
一、消化、吸收的概念和消化的方式	203
二、消化管平滑肌的生理特性	203
三、消化腺及其分泌	204
四、胃肠激素	205
第二节 机械性消化	206
一、咀嚼和吞咽	206
二、胃的运动	206
三、小肠的运动	207
第三节 化学性消化	208
一、唾液	208
二、胃液	209
三、胰液	211
四、胆汁	211
五、小肠液	212
第四节 吸收	213
一、吸收部位	213
二、小肠内主要营养物质的吸收	214
第五节 大肠的功能	217
一、大肠液的分泌和细菌的活动	217
二、大肠的运动和排便	217
第六节 消化器官活动的调节	218
一、神经调节	218
二、体液调节	220
三、胃液分泌的调节	222
第九章 体温	225
第一节 正常体温及其波动范围	225

一、体温及相对稳定的意义	225
二、深部体温和表层体温	225
三、体温的正常波动	226
第二节 机体的热平衡	227
一、产热过程	228
二、散热过程	230
第三节 体温调节	232
一、温度感受器	232
二、体温调节中枢	233
三、体温异常	234
第十章 尿的生成与排出	235
第一节 肾的功能解剖与血液供应	235
一、肾的功能解剖	235
二、肾的血液循环及其功能特点	237
第二节 尿的生成过程	239
一、肾小球的滤过功能	239
二、肾小管、集合管的转运功能	243
第三节 肾的浓缩和稀释功能	250
第四节 肾对机体水盐代谢的调节	252
一、肾在保持水平衡中的作用	253
二、肾在保持体内电解质平衡中的作用	254
第五节 血浆清除率	255
一、血浆清除率的概念及其计算方法	255
二、测定血浆清除率的意义	256
第六节 尿的排放	257
一、膀胱与尿道的神经支配	257
二、排尿过程	258
第十一章 神经系统	260
第一节 神经元活动的一般规律	260
一、神经元和神经纤维	260
二、神经元之间相互作用的方式	260
三、神经递质	262
第二节 反射中枢活动的一般规律	266
一、反射中枢	266
二、中枢神经元的联系方式	267
三、中枢兴奋	268
四、中枢抑制	269
第三节 神经系统的感觉功能	271
一、丘脑的感觉分析功能	272

二、大脑皮质的感觉分析定位	273
三、内脏感觉与痛觉	275
第四节 神经系统的躯体运动功能	276
一、脊髓的躯体运动功能	276
二、低位脑干对肌紧张的调节	278
三、小脑的躯体运动功能	279
四、基底神经节的躯体运动功能	280
五、大脑皮质对躯体运动的调节	281
第五节 神经系统对内脏活动的调节	283
一、交感与副交感神经系统的功能	283
二、脊髓对内脏活动的调节	285
三、低位脑干对内脏活动的调节	285
四、下丘脑对内脏活动的调节	285
五、大脑皮质对内脏活动的调节	287
第六节 脑的高级功能和脑电图	288
一、条件反射	288
二、学习与记忆	289
三、大脑皮质的电活动	290
四、睡眠	292
第十二章 特殊感觉器官(眼、耳)的解剖和生理	294
第一节 概述	294
一、感受器、感觉器官的定义和分类	294
二、感受器的一般生理特性	295
第二节 视觉器官——眼	296
一、眼的解剖结构	296
二、视觉生理	299
第三节 听、位觉器官——耳	302
一、耳的解剖结构	302
二、听觉生理	305
三、平衡功能	306
第十三章 内分泌生理	308
第一节 激素	308
一、激素的分类	308
二、激素作用的共同特点	308
三、激素的作用机制	309
四、激素的分泌及其调节	311
第二节 下丘脑的内分泌功能	312
一、下丘脑与腺垂体结构和功能的联系	313
二、下丘脑与神经垂体结构和功能的联系	314
第三节 垂体	315

一、腺垂体分泌的激素	315
二、神经垂体释放的激素	316
第四节 甲状腺	317
一、甲状腺的位置、形态和结构	317
二、甲状腺激素的合成与代谢	318
三、甲状腺激素的生物学作用	319
四、甲状腺分泌的调节	319
第五节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞	320
第六节 肾上腺	321
一、肾上腺皮质	321
二、肾上腺髓质	324
第七节 胰岛	325
一、胰岛的形态与结构	325
二、胰岛素的生物学作用及其分泌调节	325
三、胰高血糖素的生物学作用及其分泌调节	326
四、胰岛激素的相互关系	326
第八节 松果体、胸腺及前列腺素	327
一、松果体及其激素	327
二、胸腺素	327
三、前列腺素	327
第十四章 生殖	328
第一节 女性生殖	328
一、卵巢的生殖功能	328
二、月经周期	330
三、卵巢功能和月经周期激素分泌的调节	331
四、妊娠与分娩	332
第二节 男性生殖	334
一、生精作用	334
二、内分泌功能	335

第一章 绪 论

一、人体解剖生理学的研究对象和任务

人体解剖生理学由人体解剖学和人体生理学两部分组成。前者是研究人体各部正常形态、结构的科学；后者是研究人体生命活动的规律或生理功能的科学。人体解剖学和人体生理学既有不同的研究对象，二者又有密切联系。结构是功能的基础，而某种生理功能则是某特定结构的运动形式。因此，人体解剖学和人体生理学也可合并为一门课程即人体解剖生理学。在这门课程中侧重点为生理学，而解剖学则是学习生理学必要的基础。

解剖学又分为大体解剖学、组织学和胚胎学。大体解剖学是借助手术器械切割尸体的方法，用肉眼观察机体各部分形态和结构的科学。组织学则借助显微镜研究组织细胞的微细结构，目前已发展到用电子显微镜研究细胞内的超微结构。胚胎学是研究由受精卵发育到成体过程中的形态结构发生的科学。人体的结构十分复杂，细胞是构成人体的基本单位，由细胞构成组织，组织构成器官，器官再构成系统。人体解剖学通常把人体全部构造分成运动、循环、呼吸、消化、泌尿、神经、内分泌等系统（详见第三章）。

人体生理学的研究对象是人体的各种生命现象或生理功能。如呼吸、循环、消化、肌肉运动等生理功能的特点、发生机制与条件及机体内外环境中各种因素变化对这些功能的影响等都是生理学研究的任务。

二、生理学研究的三个水平

由于生命现象的复杂性，需要从不同水平提出问题，进行研究。生理学的研究可分为三个水平：①在细胞和它所含的物质分子水平，研究细胞的生理特性及构成细胞的物质的物理、化学特性，这方面的知识称为细胞和分子生物学。②在器官、系统水平研究各器官系统生理活动的规律及其影响因素等，称为器官和系统生理学。③在整体水平研究机体各器官、系统的相互关系以及机体与环境之间的相互联系，称为整体生理学。

由于不同水平的研究有不同的科学规律，所以要全面阐明某一生理功能的机制必须从细胞和分子、器官和系统以及整体水平进行综合研究。在应用相关知识时，不能把不同水平的规律简单地套用，完整机体的生理功能不等于局部生理功能在量上的相加，而是有其本身复杂的生理规律。

三、生理学的实验方法

生理学是一门实验学科，现有的生理学知识大量来自动物实验的结果。生理学

实验通常是在人工控制的条件下，观察某一生理过程，分析其产生的机制及各种因素的影响等。生理学实验方法归纳起来分为急性实验法和慢性实验法两大类。

(一) 急性实验法

1. 离体器官或组织实验法 从活着的动物身上取出要研究的组织或器官，置于近乎生理状态的人工环境中进行实验和观察。如可以从蛙身上取出蛙心，用接近它体液成分的液体（Ringers 溶液）灌流，使蛙心能继续不断地跳动，在这样的标本上可观察各种物质对蛙心收缩功能的影响；又如可以在离体的神经纤维上研究生物电活动。这种方法的优点是排除了其他因素的影响，但不能完全代表正常机体内的真实情况。

2. 活体解剖（在体）实验法 通过麻醉或去大脑等方法，使动物在失去知觉但仍存活的情况下进行实验。一般先进行手术，暴露某些器官或组织，再进行实验观察。如分离出动物的颈总动脉，记录血压，再分离出颈迷走神经，刺激之，则可观察迷走神经兴奋对动脉血压的影响。这是生理学实验中较常用的方法，其优点是实验条件可以人工控制，实验结果可以重复验证，对机制可以进行分析。

(二) 慢性实验法

慢性实验法是以完整、健康而清醒的机体为对象，通常在施行一定的外科手术后（也可不手术），在与外界环境保持自然的条件下，对某一项功能进行研究。由于这种动物可以较长期存活和进行实验，故称为慢性实验法。

近二三十年来，由于基础科学和新技术的发展，生理学研究广泛应用了现代技术手段（如微透析技术、膜片钳技术等）和跨学科的实验技术如分子生物学、免疫组化技术等，使生理学研究在细胞、分子水平有了更深入的发展。同时由于学科的交叉渗透和先进技术的采用，使整体生理学也取得很大进展，并产生了新的研究领域如神经免疫内分泌学等，这些也是当今生理学发展的总趋势。

四、人体解剖生理学和现代医药学的关系

人体解剖学和人体生理学都是现代医药学的基础，二者合并而成的人体解剖生理学与药学专业的其他基础课程如生物化学、药理学关系密切，彼此还互相促进。药学工作者在寻找新药和新剂型、研究药物的药理和毒理作用时，解剖生理学是必不可少的基础理论之一；同时在研究和实践过程中又不断对解剖生理学提出新的课题，从而推动解剖生理学理论的发展。

（龚茜玲）

第二章 细胞和基本组织

第一节 细 胞

细胞是人体和其它生物体形态和功能的基本单位。人体细胞的大小不一，如卵细胞较大，直径约 $120\mu\text{m}$ ，而小淋巴细胞的直径只有 $6\mu\text{m}$ 左右。细胞形态也是各种各样，这与其功能以及所处的环境相适应。如血细胞在流动的血液中呈圆形，能收缩的肌细胞呈梭形或长圆柱形，接受刺激并传导冲动的神经细胞有长的突起等。

一、细胞的结构及其功能

关于细胞的内部结构，过去根据光镜观察一直分为细胞膜、细胞质和细胞核三部分。自从应用电镜研究细胞内部结构之后，发现除了位于细胞最外层的细胞膜外，在细胞内部还有多种重要结构，也具有像细胞膜那样的膜性结构，所以又把细胞的结构分为膜相结构和非膜相结构两大类。现在，又提出了细胞包括膜性体系、微纤维体系和微球体体系的所谓“三相结构”的概念。本节仍按传统习惯将细胞分为细胞膜、细胞质和细胞核三部分，并结合电镜观察和有关实验资料来叙述和分析细胞的结构及其功能。

(一) 细胞膜

从原始生命物质向细胞进化所获得的重要形态特征之一，是生命物质外面出现了一层膜性结构，即细胞膜，又称质膜。细胞膜使细胞内容物和细胞周围的环境分隔开来，这使细胞能相对独立于环境而存在，细胞内物质成分保持相对稳定，这是细胞膜的屏障作用。但细胞要进行正常的生命活动，又需要通过细胞膜有选择地从周围环境中获得氧气和营养物质，排除代谢产物，即通过细胞膜进行物质交换。另外，细胞环境中各种因素的改变，如体内产生的激素或递质等化学物质，以及进入体内的某些异物或药物等，都是首先作用于细胞膜，然后再影响细胞内的生理过程。因此，细胞膜不但是细胞和环境之间的屏障，也是细胞和环境之间进行物质交换、信息传递的门户。细胞内部某些细胞器有类似细胞膜的膜性部分，它们是细胞器与胞浆之间的屏障，也进行某些物质转运。膜的这些功能是由膜的结构决定的，膜中的脂质分子层主要起了屏障作用，膜中的特殊蛋白质则与物质的跨膜转运和信息的跨膜传递有关。

1. 细胞膜的化学组成和分子结构 用光学显微镜观察细胞，一般难以分辨出细胞膜。用电子显微镜观察发现，细胞膜可分为内、中、外三层结构。内、外两层均为厚约 2.5nm 的电子致密带，中层为厚约 2.5nm 的电子疏松带。这样三层结构的膜亦见于细胞内的各种膜性结构，如内质网膜、高尔基复合体膜、线粒体膜、核

膜等(图 2-1)。因此,这种三层结构形式的膜被认为是细胞中普遍存在的一种基本结构形式,称为单位膜,有人又称作生物膜。

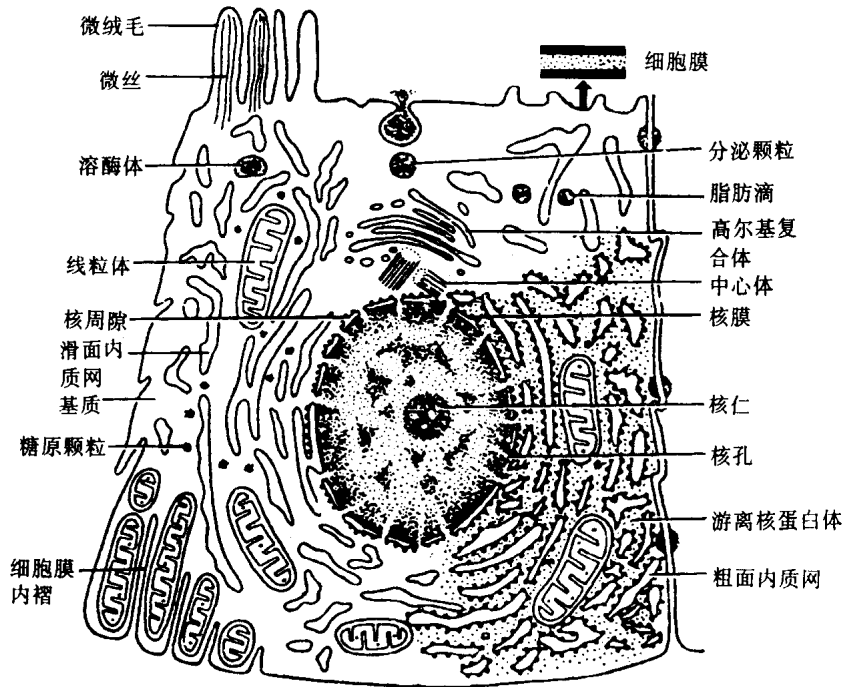


图 2-1 细胞超微结构模式图

化学分析表明,细胞的各种膜均主要由脂质、蛋白质和糖类等物质组成。一般都以脂质和蛋白质为主,糖类只占少量,但各种膜中这些物质的比例和组成有所不同。这些物质分子是怎样组装成膜结构的?从 30 年代以来就提出了各种关于膜的分子结构假说,其中得到较多实验事实支持且迄今被广泛接受和应用的,是 1972 年由 Singer 和 Nicholson 提出的液态镶嵌模型假说。这个假说的基本内容是:生物膜是以液态的脂质双分子层为基架,其中镶嵌着具有不同分子结构,从而具有不同生理功能的蛋白质(图 2-2)。

(1) 细胞膜脂质:膜的脂质分子中,以磷脂类为主,约占脂质总量的 70% 以上,其次是胆固醇,其含量一般低于 30%,还有少量鞘脂类的脂质。所有的膜脂都是一些双嗜性分子,即它们的一端是亲水性极性基团,另一端是疏水性非极性基团。例如磷脂的磷酸和碱基是亲水性极性基团,另一端的长烃链则属疏水性非极性基团。由于疏水性基团受到具有极性的水分子的排斥,于是形成脂质分子的亲水性极性基团朝向膜内、外两侧的水溶液,而它们的疏水基团则朝向膜内部两两相对,从而构成脂质双分子层。因此,脂质分子在细胞膜中以双分子层的形式存在的设想,是以脂质分子本身的理化特性为依据的。脂质的熔点较低,在一般体温条件下呈液态,脂质分子的这种特性是膜具有一定流动性的一个前提条件。

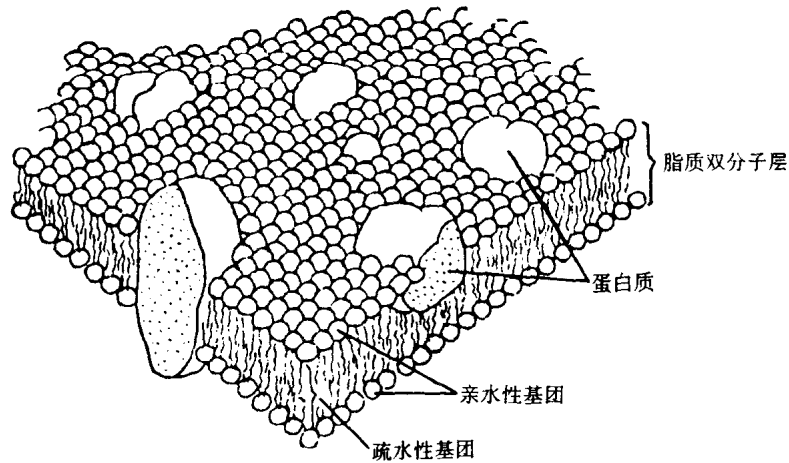


图 2-2 单位膜的液态镶嵌式模型
注意膜外侧蛋白质和脂质分子上可能存在的糖链未画出

(2) 细胞膜蛋白质：膜蛋白质分子是以 α -螺旋或球形结构镶嵌在脂质双分子层，称为镶嵌蛋白质。镶嵌蛋白质中有些像是附着在膜的表面，称为表面蛋白质；有些蛋白质分子的肽链则可以一次或反复多次贯穿整个脂质双分子层，两端露出在膜的两侧，称为结合蛋白质。膜蛋白质具有不同的分子结构和功能，膜所具有的各种功能在很大程度上与膜所含蛋白质有关。根据细胞膜蛋白质的不同功能，大致可将其归为这几类：与细胞膜的物质转运功能有关的蛋白质，如后面将要提到的载体、通道和离子泵等；与“辨认”和“接受”细胞环境中特异的化学性刺激有关的蛋白质，统称为受体；属于酶类的膜蛋白质；与细胞的免疫功能有关的膜蛋白质；此外，尚有大量目前还不确知其具体功能的膜蛋白质。

(3) 细胞膜糖类：细胞膜所含的糖类较少，主要是一些寡糖和多糖，它们都以共价键的形式和膜内的脂质或蛋白质结合，形成糖脂和糖蛋白。糖脂和糖蛋白的糖链部分，几乎都裸露于膜的外表面。由于组成这些糖链的单糖在排列顺序上有差异，这就成为它们在细胞或它们所结合的蛋白质的特异性的“标志”。例如在人的 ABO 血型系统中，红细胞膜上是 A 凝集原还是 B 凝集原的差别仅在于膜糖脂的糖链中一个糖基的不同。

由上可知，细胞膜不仅具有一定的流动性的特点，而且还有不对称性的特点，无论从结构还是从功能方面而言，膜的两面都是不对称的。

2. 细胞膜的跨膜物质转运功能 细胞在新陈代谢过程中，要从细胞外液摄取所需物质，同时又要将某些物质排出细胞。进出细胞的物质种类繁多、理化性质各异。因此，它们进出细胞的形式也不同。常见的跨膜转运物质的方式可归纳为以下几种。

(1) 单纯扩散：所谓单纯扩散是指物质分子遵循单纯的物理学原理，从浓度高