

医学笔记系列丛书

考试不能没有智慧

学习不能没有方法

生活不能没有乐趣

青春不能没有梦想

生理学笔记

主编 魏保生

编写 傲视鼎考试与辅导高分研究组

【板书与教案栏=你的万能听诊器】 如影随形配规划，听课时候手不忙

【词汇与解释栏=你的招牌手术刀】 医学词汇全拿下，走遍世界处处狂

【测试与考研栏=你的诊断叩诊锤】 毕业考研都通过，金榜题名在考场

【锦囊妙记框=你的速效救心丸】 歌诀打油顺口溜，趣味轻松战遗忘

【开心一刻框=你的笑气氧化亚氮】 都说学医太枯燥，谁知也能笑得欢

【助记图表框=你的彩色多普勒】 浓缩教材书变薄，模块自导不夸张

【随想心得框=你的必需维生素】 边学边想效率高，迟早都能用得上



科学出版社

www.sciencep.com

医学笔记系列丛书

生理学笔记

主 编 魏保生

北京大学医学和 Syracuse 大学(美国)信息管理双硕士

编 写 傲视鼎考试与辅导高分研究组

编委名单

牛焕香 魏保生 白秀萍 蒋 锋
魏立强 贾竹清 齐 欢

其他参与编写人员

刘 颖 尤 蔚 洪 惠 魏 云
周 翠

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

医学笔记系列丛书是傲视鼎考试与辅导高分研究组学习医学模式——“模块自导”和复习考试方法——“两点三步法”的延续和升华。本着“青春不能没有梦想,生活不能没有乐趣;学习不能没有方法,考试不能没有智慧”的宗旨,从枯燥中寻找趣味,在琐碎中提炼精华,到考试中练就高分,从零散中挖掘规律,由成长中迈向成功,于寂寞中造就出众,为您在成为名医的道路上助一臂之力!

本书是医学笔记系列丛书的一本,结构概括为“三栏四框”:①板书与教案栏:严格与国家规划教材配套,省去记录时间,集中听课而效率倍增;②词汇与解释栏:采取各种记忆词汇的诀窍,掌握医学专业词汇,提高竞争实力;③测试与考研栏:众采著名医学院校和西医综合统考考研真题,高效指导考研方向;④锦囊妙“记”框:通过趣味歌诀、无厘头打油诗和顺口溜,巧妙和快速记忆枯燥知识;⑤轻松一刻框:精选中外幽默笑话,激活麻痹和沉闷的神经;⑥助记图表框:浓缩精华,使教材变薄但又不遗漏知识点,去粗取精、去繁就简;⑦随想心得框:留给您的私人空间,边学边想,真正的把书本知识变成自己的知识。

本书是各大、中专院校医学生专业知识学习、记忆及应考的必备书,同时也可作为医学院校老师备课和教学的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

生理学笔记/魏保生主编. —北京:科学出版社,2005.8

(医学笔记系列丛书)

ISBN 7-03-015993-4

I. 生… II. 魏… III. 人体生理学 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 083919 号

责任编辑:胡治国 吴茵杰 王 晖/责任校对:刘小梅

责任印制:刘士平/封面设计:黄 超

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

*

2005年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005年8月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1—5 000 字数:458 000

定价:24.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

左手毕业, 右手考研

——向沉重的学习负担宣战: 用一个月的时间完成一个学期的课程!

人命关天, 选择了学医, 就注定了你人生的不平凡, 不管你有没有意识到, 你正在走上一条高尚伟大但又风险重重的职业道路, 一条需要努力奉献同时更需要聪明才智的人生之旅。

然而, 三年或五年的时间并不能使你自然而然地成为一个妙手回春的杏林神医, 除了教材、老师, 你同时需要一套(本)帮助你轻松高效地掌握医学知识的优秀辅导丛书, 傲视鼎本着“青春不能没有梦想, 生活不能没有乐趣; 学习不能没有方法, 考试不能没有智慧”的宗旨, 向你倾情奉献《医学笔记系列》丛书。

在介绍本套丛书之前, 先来看看学医学的过程, 简单地讲可以概括为下面的公式:

理解 $\leftrightarrow$ 记忆 $\leftrightarrow$ 应试(或者应用)

具体地讲, 最初, 学习医学的第一步是对医学知识(课本、老师的讲授和参考书等等)的理解, 其次是将记忆转化成为自己的东西, 然后是应试(各种考试)检验并在实践中应用(这便是我们一个应届毕业生走上从医道路所走的路)。与此同时, 在应用中加深理解, 强化记忆。循环往复, 不断重复这个过程使你的医学水平越来越高。

在这个循环过程中, 妨碍你学习的可能发生在任何一步: 没有很好的理解, 是很难记忆枯燥的医学知识的, 没有基本的对基础知识的记忆, 根本谈不上理解, 没有目的的死记硬背或者想全部记住所有的知识, 在考试或者临床中必然失败。正如我最初学习的时候, 一个绪论居然看了整整3天!

既然如此, 如何才能有效地做好以上的每一步, 是每一个学生首先要考虑的问题。而不是盲目的以为只要下功夫就可以大功告成。结合我们的学习经验和本套笔记系列, 谈谈如何能够做好这每一步:

第一, 针对理解这一关, 要做到系统化和条理化。

首先我们看一看第六版的教材的厚度(见右表):

最厚的内科学是1030页! 你不可能也没有必要把这1030页的书全部背下来。本套笔记中的第一栏就是【板书与教案栏——浓缩教材精华, 打破听记矛盾】已经帮助你完成了这项庞大的任务。严格按照国家规划教材, 整套丛书采用挂线图的形式使得知识点一目了然, 层次结构清晰明了, 真正地把医学知识做到了系统化和条理化。在阅读本套笔记的过程中, 可以随时提纲挈领把握医学知识的脉络, 你始终都不会迷失自己。因为在阅读叙述冗长的教材中间, 我们往往看了后面, 忘了前面。另一方面, 老师的讲述或者多媒体都是一带而过, 不是太快就是太笼统, 不利于你的理解, 为了克服这些缺点, 我们的这套笔记系列非常注

书名	六版页数
病理学	444
生物化学	523
妇产科学	476
组织学与胚胎学	298
生理学	425
儿科学	520
病理生理学	314
医学免疫学	284
医学细胞生物学	338
医学分子生物学	413
解剖学	518
医学微生物学	367
诊断学	639
药理学	526
外科学	985
内科学	1030

意知识的“讲授性”，换言之，就是不像那些一般的辅导书只是把教材的大小标题摘抄一遍，我们非常注重知识的细节，因此，可以代替课本。同时，在课堂上你可以省下宝贵的时间去集中精力听讲。达到效率上事半功倍。

第二，针对记忆这一关，要做到趣味化和简单化。

在全面把握章节的内容后，剩下的就是如何记忆了。这是学习的中心环节。尤其对于医学学科知识点分散、没有普遍规律和内容繁多，养成良好的记忆习惯和形成良好的记忆方法就显得格外重要。

【助记图表框 = 你的彩色多普勒】：浓缩精华使教材变薄但又不遗漏知识点，去粗取精去繁就简。能够帮助你对比地记忆。例如：

四种心音的比较：

		第一心音(S_1)	第二心音(S_2)	第三心音(S_3)	第四心音(S_4)
时相		心室等容收缩期	心室等容舒张期	心室快速充盈期末	心室舒张末期
心电图位置		QRS 波群开始后 0.02 ~ 0.04s	T 波终末或稍后	T 波后 0.12 ~ 0.18s	QRS 波群前 0.06 ~ 0.08s
产生机制		二尖瓣和三尖瓣的 关闭	血流突然减速，主动 脉瓣和肺动脉瓣 关闭	血流冲击室壁（房室 瓣、腱索和乳头 肌）	心房收缩，房室瓣及 相关结构突然紧张 振动
听 诊 特 点	音调	较低钝	较高而脆	低钝而重浊	低调、沉浊
	强度	较响	较 S_1 弱	弱	弱
	历时	较长(0.1s)	较短(0.08s)	短(0.04s)	短
	最响部位	心尖部	心底部	仰卧位心尖部及其内上方	心尖部及其内侧
	临床意义	正常成分	正常成分	部分正常儿童和青少年	正常情况下听不到

【锦囊妙“记”框 = 你的速效救心丸】通过趣味歌诀、无厘头打油诗和顺口溜，巧妙和快速记忆枯燥知识。这样使枯燥的知识变得有节律有韵味，激发你的学习兴趣。下面是一些例子：

【锦囊妙“记”】面

人体解剖三断面，矢状纵切左右面。冠状分为前后面，横断上下水平面。

【锦囊妙“记”】骨的数目

头颅躯干加四肢，二百零六分开记。脑面颅骨二十三，躯干共计五十一。

四肢一百二十六，全身骨头基本齐。还有六块听小骨，藏在中耳鼓室里。

【锦囊妙“记”】肝炎病毒

甲乙丙丁戊五型，一般消毒可不行。

丁无衣壳只有核，与乙同染才致病。

【锦囊妙“记”】蛋白质分子结构

一级氨基酸串为链，二级肽链有折卷。

三级盘曲更复杂，四级多链合成团。

当然，更多更好的记忆方法，请参考我们已经出版的《点石成金——医学知识记忆与考

试一点通》系列。

同时,【开心一刻框 = 你的笑气氧化亚氮】:精选中外幽默笑话,激活麻痹和沉闷的神经,2000 多个笑话、幽默和讽刺可以使你暂时的忘记学习的烦恼和沉闷,然后,你可以更加精神百倍地投入到学习当中。以下是两个例子,可以先领略一下笑的滋味:

【橘子、香蕉和葡萄】

一位外国旅游者参观果园,他边走边吹牛说:“在我国,橘子看上去就像足球,香蕉树就像铁塔……”

正当他一边吹牛,一边装腔作势仰头后退时,突然绊倒在一堆西瓜上。这时,果园的一位果农大声说道:“当心我们的葡萄!”

【神奇的机器】

美国人说:“我们美国人发明了一种机器,只要把一头猪推进机器的这一边,然后转动机器手柄,腊肠就从另一边源源而出。”

法国人说:“这种机器在法国早已改进。如果腊肠不合口味,只要倒转机器手柄,猪又会从原先那边退出来。”

第三,针对应试(应用)这一关,要做到精练化和目的化。

学习的最后就是为了应用(包括考试),记得我在学习英语的时候,背了那么多的单词和阅读了那么多的英文原版小说,可是,我连 3 级都考不过,原来自己的知识都是零散和泛泛的,就像一个练习了多年基本功的习武者,没有人指点,连对手一个简单的招式都不能破解。现在,对于一个应届生来说,一方面是应付期中和期末的考试,以便能够毕业,一方面,还要准备毕业后考研,尽管不是你愿意的,但是就业的形式迫使你这么做。

【测试与考研栏 = 你的诊断叩诊锤】:众采著名医学院校和西医综合统考考研真题,高效指导考研方向,名词解释部分全部都用英语的形式给出,以适应考试对英语的日趋重视。

第四,提高综合素质,在不断总结中进步和成长。

【词汇与解释栏 = 你的招牌手术刀】:采取各种记忆词汇的诀窍,掌握医学专业词汇

【随想心得框 = 你的必需维生素】:留给你的私人空间,边学边想真正地把书本知识变成自己的知识

总而言之,本套笔记系列丛书可以用下面的顺口溜概括:

【板书与教案栏 = 你的万能听诊器】:如影随形配规划,听课时候手不忙

【词汇与解释栏 = 你的精致手术刀】:医学词汇全拿下,走遍世界处处狂

【测试与考研栏 = 你的诊断叩诊锤】:毕业考研都通过,金榜题名在考场

【锦囊妙记框 = 你的速效救心丸】:歌诀打油顺口溜,趣味轻松战遗忘

【开心一刻框 = 你的笑气氧化亚氮】:都说学医太枯燥,谁知也能笑得欢

【助记图表框 = 你的彩色多普勒】:浓缩教材书变薄,模块自导不夸张

【随想心得框 = 你的必需维生素】:边学边想效率高,迟早都能用得上

《医学笔记系列》丛书从枯燥中寻找趣味,在琐碎中提炼精华,到考试中练就高分,从零散中挖掘规律,由成长中迈向成功,于寂寞中造就出众,在成为名医的道路上助你一臂之力!

魏保生

2005 年 7 月 15 日

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 细胞的基本功能	(6)
第三章 血液	(20)
第四章 血液循环	(33)
第五章 呼吸	(61)
第六章 消化与吸收	(74)
第七章 能量代谢与体温	(106)
第八章 尿的生成和排出	(119)
第九章 感觉器官的功能	(144)
第十章 神经系统的功能	(162)
第十一章 内分泌	(213)
第十二章 生殖	(243)

第一章 绪 论

板书与教案佳——浓缩教材精华，打破听记矛盾

第一节 生理学的研究对象和任务

1. 生理学定义:是以生物机体的生命活动现象和机体各个组成部分的功能为研究对象的一门学科。

2. 生理学研究三个水平
- (1) 细胞和分子水平
 - 1) 器官的功能取决于:构成该器官的各个细胞的特性。
 - 2) 细胞的生理特性取决于:由构成细胞的各个成分,特别是细胞中各种生物大分子的物理学和化学特性。
 - 3) 各种细胞的生理特性取决于:它们所表达的基因。
 - (2) 器官和系统水平
 - 1) 要了解一个器官或系统的功能,它在机体中所起的作用,它的功能活动的内在机制,以及各种因素对它活动的影响,都需要从器官和系统的水平上进行观察和研究。
 - 2) 在这个水平上的研究称为器官生理学。
 - (3) 整体水平:就是要以完整的机体为研究对象,观察和分析在各种环境条件和生理情况下不同的器官、系统之间互相联系、互相协调,以及完整机体对环境变化发生各种反应的规律。

第二节 机体的内环境与稳态

1. 体液定义:体内的液体称为体液。

2. 体液组成

(1) 细胞内液:约 $\frac{2}{3}$ 的体液(约占体重的 40%)分布在细胞内。

(2) 细胞外液:约 $\frac{1}{3}$ 的体液(约占体重的 20%)分布在细胞外。

1) $\frac{1}{4}$ (约占体重的 5%)分布在心血管系统的管腔内,也就是血浆。

2) $\frac{3}{4}$ (约占体重的 15%)分布在全身的组织间隙中,称为组织液,组织液通过毛细血管壁以扩散等方式与血浆发生物质交换。

3. 内环境定义:细胞外液是细胞在体内直接所处的环境,故称之为内环境。

4. 稳态的定义:指内环境的各种物理、化学性质保持相对稳定。



【只写动物】“为什么您只写动物?”有人问一位作家。
“因为动物不会读。”作家答。

5. 内环境稳态的维持是各种细胞、器官的正常生理活动的结果,又是体内细胞、器官维持正常生理活动和功能的必要条件。

第三节 机体生理功能的调节

1. 神经调节
 - (1) 反射的定义:机体有各种各样的感受器,每一种感受器能够感受体内或外界环境的某种特定的变化,并将这种变化转变成一定的神经信号,通过传入神经纤维传至相应的神经中枢,中枢对传入信号进行分析,并做出反应,通过传出神经纤维改变相应的效应器官的活动,这样一个过程就称为反射,它是神经系统活动的基本过程。
 - (2) 反射弧的组成:感受器、传入神经纤维、神经中枢、传出神经纤维和效应器。
2. 体液调节
 - (1) 体液调节的定义:是指体内的一些细胞能生成并分泌某些特殊的化学物质,后者经由体液运输,到达全身的组织细胞或某些特殊的组织细胞,通过作用于细胞上相应的受体,对这些细胞的活动进行调节。
 - (2) 激素的定义:是指一些能在细胞与细胞之间传递信息的化学物质,由血液或组织液携带,作用于具有相应受体的细胞,调节这些细胞的活动。
 - (3) 旁分泌调节的定义:有一些激素可以在组织液中扩散至邻近的细胞,调节邻近细胞的活动,这种调节是局部性的体液调节,称为旁分泌调节。
 - (4) 神经分泌的定义:下丘脑内有一些神经细胞,如视上核和室旁核的大细胞,能合成血管升压素和缩宫素,合成的激素由神经轴突运送至垂体后叶,再从神经末梢释放入血液,并作用于它们的靶细胞,称为神经分泌。
3. 自身调节
 - (1) 定义:许多组织、细胞自身也能对周围环境的变化发生适应性的反应。
 - (2) 这种反应是组织、细胞本身的生理特性,并不依赖于外来的神经或体液因素的作用。

第四节 体内的控制系统

一、非自动控制系统(图 1-1)

1. 非自动控制系统的概念:是一种“开环”系统。
2. 控制部分对受控部分发出指令,受控部分即按指令发生活动或停止活动。
3. 这种控制方式是单向的,也就是仅由控制部分发出指令到达受控部分,而受控部分的活动不会反过来影响控制部分的活动。
4. 这种控制方式对受控部分的活动实际上不能起调节作用。在人体正常生理功能的调节中,这种方式的控制是极少见的。

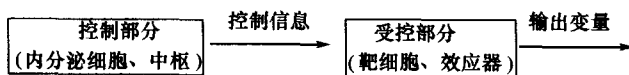


图 1-1 非自动控制系统示意图



二、反馈控制系统(表 1-1)

1. 调定点的定义:体内许多负反馈调节机制中都设置了一个调定点,负反馈机制对受控部分活动的调节就以这个调定点为参照水平,即规定受控部分的活动只能在靠近调定点的一个狭小范围内变动。
2. 重调定的定义:生理学中将调定点发生变动的过程称为重调定。
3. 恶性循环的定义:在病理情况下,则会有许多正反馈的情况发生,其结果使脏器的活动进一步减弱,这类反馈控制过程常称为恶性循环。

表 1-1 反馈控制系统

	正反馈控制系统	负反馈控制系统
概念	反馈信息与控制信息作用性质相同的反馈	反馈信息与控制信息作用性质相反的反馈
作用	起加强控制信息的作用	起纠正、减弱控制信息的作用
举例	①排尿反射、排便反射 ②血液凝固过程 ③神经纤维膜上达到阈电位时 Na^+ 通道开放 ④分娩过程 ⑤胰蛋白酶原激活的过程	①减压反射 ②肺牵张反射 ③动脉压感受性反射 ④代谢增强时 O_2 及 CO_2 浓度的调节 ⑤甲状腺功能亢进时 TSH 分泌减少
比例	少数情况下的控制机制	大多数情况下的控制机制

三、前馈控制系统(图 1-2)

1. 前馈控制系统的概念:是控制部分发出指令使受控部分进行某一活动,同时又通过另一快捷途径向受控部分发出前馈信号。
2. 受控部分在接受控制部分的指令进行活动时,又及时地受到前馈信号的调控,活动可更加准确。

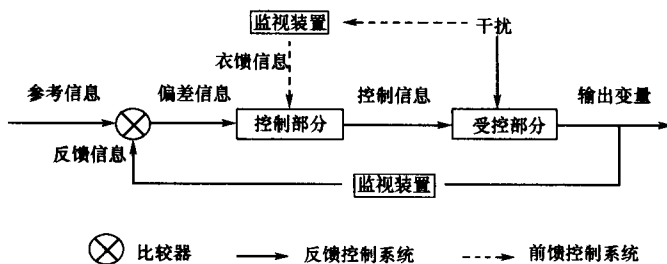


图 1-2 反馈控制系统和前馈控制系统模式图



【人生来是诗人】有人问诗人威廉·斯塔福特:“您是什么时候决定做诗人的?”
 斯塔福特认为这个问题本身就是错的。“人人生来都是诗人,”他说,“我只不过是把大家都开始做的事情一直做下去而已。真正的问题应该是——为什么别人没有继续下去?”

词汇与解释栏——扫荡医学词汇，添加克争虎翼

autoregulation [ɔ:tə'regju'leɪʃən] *n.* 自我调节; auto 自主 + regulation 调节

chronic ['krɒnɪk] *adj.* 慢性的; chron 时间[例, synchronize 同步(syn 共同 + chron 时间 + ize 动词后缀)] + ic 的 → 年代的 → 慢性病的特点 → 慢性的; 反义词: acute 急性的

energy ['enədʒi] *n.* 精力, 精神, 活力; en 使[例, enlighten 启发, 开导(en 使 + light 光 + en → 使发光 → 启发)] + erg, 能量 + y 后缀

extracellular [ˌekstrə'seljuələ] *adj.* 胞外的; extra 外[例, extramural 墙外的, 校园外的] + cellular 细胞的; <注> extracranial 颅外的(cranial 颅)

humoral ['hju:mərəl] *adj.* 体液的, 温性的, 由体液引起的; <记> humorous 幽默的

inhibition [ɪnɪ'hɪʃ(ə)n] *n.* 抑制; in 内 + hibit 拿[例, exhibit 展览] + ion 名词后缀 → 拿到内 → 抑制; <注> inhabit 居住于, inherit 遗传

internal [ɪn'tɜ:nl] *adj.* 内部的; 反义词: external 外部的

mechanism [meknɪzəm] *n.* 机制; mechan 机器 + ism 抽象名词后缀[例, surrealism 超现实主义] → 机械原理 → 机制

metabolism [me'tæbəlaɪzəm] *n.* 代谢; meta 变[例, metamorphism 变形] + bol 大块 + ism 名词后缀 → 把大块物质变掉 → 代谢; <注> anabolism 合成代谢, catabolism 分解代谢

negative ['negətɪv] *n.* 阴性的; neg 负, 阴[例, neglect 忽略] + ative 的; 反义词: positive 阳性的; negatively 副词形式

organ ['ɔ:gən] *n.* 器官; molecule 分子 → cell 细胞 → tissue 组织 → organ → system 系统 → body 整体; organelle 细胞器(organ 器官 + elle 小 → 小器官 → 细胞器)

physiology [fɪzi'ɒlədʒi] *n.* 生理学; <注> phycology 藻类学; psychology 心理学; psychiatry 精神病学

positive ['pɒzətɪv] *adj.* 阳性; 反义词: negative 阴性

reaction [rɪ(:)'ækʃən] *n.* 反应; re 再, 又[例, renounce 斥责(re 再 + nounce 说 → 说了又说 → 斥责)] + action 活动 → 再活动 → 反应

reflex ['rɪ:fleks] *adj.* 反射; re 再 + flex 折, 曲[例, inflection 向内弯曲]

测试与考研栏——驰骋考研战场，成就高分能手

一、选择题

【A型题】

1. 破坏反射弧中的任何一个环节, 下列哪一种调节将不能进行

- A. 神经调节
- B. 体液调节
- C. 自身调节
- D. 旁分泌调节
- E. 自分泌调节

(2002)

2. 维持内环境稳态的重要调节方式是

A. 负反馈调节

B. 自身调节

C. 正反馈调节

D. 体液性调节

E. 前馈调节

(1998, 2004)

3. 属于负反馈调节的过程见于

A. 排尿反射

B. 减压反射

C. 分娩过程

D. 血液凝固

E. 排便反射

(2003)



4. 机体的内环境是指

- A. 体液
- B. 细胞内液
- C. 细胞外液
- D. 血浆
- E. 组织间液

(2005)

【X型题】

下列现象中,哪些存在着正反馈

- A. 肺牵张反射
- B. 排尿反射
- C. 神经纤维膜上达到阈电全时 Na^+ 通道的开放
- D. 血液凝固过程

(1995)

二、名词解释

1. Autoregulation (四军医大 1997)

3. Internal environment (四军医大 1995)

2. Neural regulation (四军医大 2002)

4. Negative feedback (四军医大 1994)

三、论述题

1. 试述内环境与稳态,举例说明神经与体液调节所起的作用,并说明血压为何能保持相对稳定? 血压(灌注压)在 $80 \sim 180\text{mmHg}$ ($1\text{mmHg} = 0.133\text{kPa}$) 时,肾血流量和肾小球滤过率何以会保持相对稳定? (四军医大 1992)
2. 举例说明机体功能间的完整统一性。 (四军医大 1990)

**【生活】**一位不得志的作家在报告中反复提到“生活”。

一个学生问他:“什么叫生活?”

他回答说:“生活就是死亡前所受的灾难。”

第二章 细胞的基本功能

板书与教案在——浓缩教材精华，打破听记束缚

第一节 细胞膜的结构和物质转运功能

一、细胞膜的结构概述

- (一) 脂质双分子层
 - 1. 膜的脂质组成
 - (1) 主要由磷脂和胆固醇组成。
 - (2) 还有少量的鞘脂。
 - (3) 以脂质双层的形式存在于细胞膜。
 - 2. 特点
 - (1) 脂质双层中的脂质成分呈不对称分布。
 - (2) 膜具有流动性。
 - 3. 影响膜的流动性的因素
 - (1) 胆固醇的含量:胆固醇含量增高引起的膜流动性降低。
 - (2) 脂肪酸烃链的长度和不饱和度:脂肪酸烃链较短,不饱和度较高,会增加膜的流动性。
 - (3) 膜蛋白的含量:镶嵌的蛋白质越多,膜的流动性越低。
- (二) 细胞膜的蛋白
 - 1. 根据功能膜蛋白可分为:酶蛋白、转运蛋白、受体蛋白等。
 - 2. 根据在膜上存在的形式可分为:表面蛋白和整合蛋白。
- (三) 细胞膜的糖类
 - 1. 质膜中糖类主要是与膜蛋白或膜脂质结合,生成糖蛋白或糖脂。
 - 2. 结合于糖蛋白或糖脂上的糖链仅存在于细胞膜的外侧。

二、物质的跨膜转运

- (一) 单纯扩散
 - 1. 单纯扩散的定义:是一种简单的物理扩散,没有生物学的转运机制参与。
 - 2. 扩散的方向和速度取决于物质在膜两侧的浓度差和膜对该物质的通透性。
 - 3. 扩散的最终结果是该物质在膜两侧的浓度差消失。
 - 4. 以脂质双层为基架的细胞膜,对各种物质的通透性取决于它们的脂溶性、分子大小和带电状况。



【生物电现象】

胞膜内外电位差,
内负外正称极化。
负多超极少去极,
去后归原复极化。
超是抑制去兴奋,
钾钠对流控制它。

(二) 膜蛋白介导的跨膜转运

1. 被动转运

- (1) 经载体易化扩散 (表 2-1)
- 1) 定义: 许多重要的营养物质通过细胞膜是通过载体的介导, 称为经载体易化扩散。
 - 2) 特征
 - ① 转运的方向始终是顺浓度梯度的, 转运速度比仅从溶质物理特性所预期的要快得多。
 - ② 由于膜上载体和载体结合位点的数目都是有限的, 因此, 转运速率会出现饱和现象。
 - ③ 载体与溶质的结合具有化学结构特异性。
 - ④ 化学结构相似的溶质经同一载体转运时会出现竞争性抑制。
 - 3) 举例: 葡萄糖是组织细胞的能源物质, 它跨膜进入细胞的过程是典型的经载体易化扩散。中介这一过程的膜蛋白是右旋葡萄糖载体, 或称葡萄糖转运体。
- (2) 经通道易化扩散 (表 2-1)
- 1) 定义: 溶液中的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 等带电离子, 借助于通道蛋白的介导, 顺浓度梯度或电位梯度的跨膜扩散, 称为经通道易化扩散。
 - 2) 离子通道的定义: 介导经通道易化扩散的膜蛋白称为离子通道, 是一类贯穿脂质双层的、中央带有亲水性孔道的膜蛋白。
 - 3) 离子通道的特征
 - ① 离子选择性: 根据离子选择性离子通道分为: 钠通道、钙通道、钾通道、氯通道、非选择性阳离子通道等。
 - ② 门控特性。
 - 4) 根据引起门控过程的因分为
 - ① 电压门控
 - a) 定义: 通道的开、闭受膜两侧电位差控制的离子通道, 称为电压门控通道。
 - b) 举例: 钠通道、钙通道和钾通道。
 - ② 化学门控
 - a) 定义: 由某些化学物质控制其开、闭的通道称为化学门控通道。
 - b) 举例: 由神经递质乙酰胆碱激活的 N_2 型 ACh 受体阳离子通道。
 - ③ 机械门控通道: 水孔蛋白的定义是指水分子除了以单纯扩散的方式通过膜以外, 也可经水通道做跨膜流动, 水通道蛋白称为水孔蛋白。

表 2-1 两种易化扩散的比较

	通道介导的易化扩散	载体介导的易化扩散
特征	① 相对特异性, 特异性无载体蛋白质高 ② 通道有开放和关闭两种不同状态 ③ 无饱和现象	① 结构特异性 ② 竞争性抑制 ③ 饱和现象
例子	带电离子 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 Ca^{2+} 的快速移动	葡萄糖和某些氨基酸的进出细胞



轻松一刻

【远离谎言】有一次, 著名的文艺评论家希尔伯特, 不得不为一个朋友所著的书写一篇评论文章。他把评论文章写在一张纸的顶上方, 把自己的签名写在最下方。在评论文章和签名之间有一块很大的空白。

朋友问希尔伯特: “您留下这块空白是什么意思呢?”

希尔伯特说道: “我觉得诚实是一个人的美德。俗话说: ‘你应该远离谎言。’”

2. 主动转运

(1) 原发性主动转运

- 1) 定义:是指细胞直接利用代谢产生的能量将物质(通常是带电离子)逆浓度梯度或电位梯度进行跨膜转运的过程。
- 2) 离子泵的定义:介导原发性主动转运过程的膜蛋白称为离子泵。具有水解 ATP 的能力,可将细胞内的 ATP 水解为 ADP,并利用高能磷酸键储存的能量完成离子的跨膜转运。
- 3) 举例:在哺乳动物的细胞膜上普遍存在的离子泵就是钠-钾泵,简称钠泵,也称 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP 酶}$ (图 2-1)。

- ①钠泵活动造成的细胞内高 K^+ 浓度,是胞质内许多代谢反应所必需的,例如,核糖体合成蛋白质就需要高 K^+ 环境。
- ②钠泵活动造成的膜内外 Na^+ 和 K^+ 的浓度差,是细胞生物电活动产生的前提条件。
- ③钠泵活动能维持胞质渗透压和细胞容积的相对稳定。
- ④钠泵的活动对维持细胞内 pH 的稳定也具有重要的意义。
- 4) 钠泵活动意义
 - ⑤钠泵活动形成的膜内、外 Na^+ 浓度差也是 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 交换的动力,因此,在维持细胞内 Ca^{2+} 浓度的稳定中也起重要的作用。
 - ⑥钠泵每分解 1 分子 ATP,可排出 3 个 Na^+ ,转入 2 个 K^+ ,因而它的活动是生电性的,可增加膜内电位的负值,在一定程度上影响静息电位的数值。
 - ⑦ Na^+ 在膜两侧的浓度差也是其他许多物质继发性主动转运(如葡萄糖、氨基酸的主动吸收,以及上面提到的 $\text{Na}^+ - \text{H}^+$ 交换和 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 交换等)的动力。另一种广泛分布的离子泵是钙泵,也称 $\text{Ca}^{2+} - \text{ATP 酶}$,它位于细胞膜、肌质网或内质网膜。

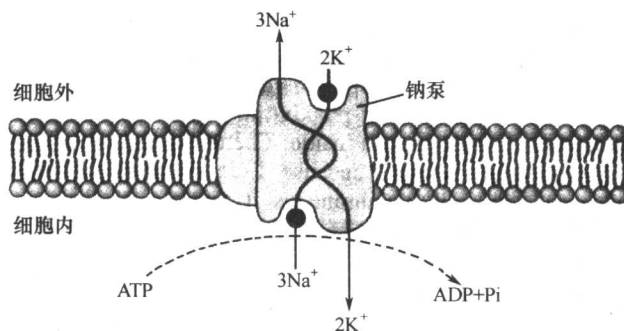
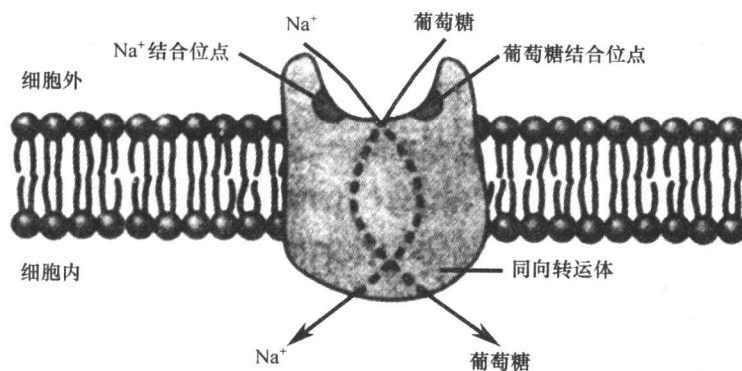


图 2-1 钠泵活动示意图

(2) 继发性主动转运

- 1) 定义:许多物质在进行逆浓度梯度或电位梯度的跨膜转运时,所需的能量并不直接来自 ATP 的分解,而是来自 Na^+ 在膜两侧的浓度势能差,后者是钠泵利用分解 ATP 释放的能量建立的,这种间接利用 ATP 能量的主动转运过程称为继发性主动转运。

- 2) 举例 { a) 葡萄糖和氨基酸在小肠黏膜上皮的吸收以及在肾小管上皮被重吸收的过程。
b) 神经递质在突触间隙被神经末梢重摄取的过程。
c) 甲状腺上皮细胞的聚碘过程。
- 3) 同向转运的定义: 如果被转运的离子或分子都向同一方向运动, 称为同向转运。相应的转运体也称为同向转运体。
- 4) 同向转运举例: 葡萄糖在小肠黏膜的重吸收就是通过 Na^+ -葡萄糖同向转运体完成的(图 2-2)。

图 2-2 Na^+ -葡萄糖同向转运体示意图

- 5) 反向转运的定义: 如果被转运的离子或分子彼此向相反方向运动, 则称为反向转运, 相应的转运体称为反向转运体或交换体。
- 6) 反向转运举例: Na^+ - Ca^{2+} 交换也是各种细胞普遍存在的一个生理过程, 完成这一过程的膜蛋白称为 Na^+ - Ca^{2+} 交换体, 是细胞膜上的一个反向转运系统。在大多数细胞, Na^+ - Ca^{2+} 交换是以 3 个 Na^+ 进入胞内和 1 个 Ca^{2+} 排出胞外的化学计量进行活动的。其主要功能是利用膜两侧 Na^+ 的浓度差将细胞内的 Ca^{2+} 排出细胞, 以维持胞质内较低的游离 Ca^{2+} 浓度。

综上所述, 表 2-2 和表 2-3 总结了细胞膜的物质转运及几种物质的转运方式。

表 2-2 细胞膜的物质转运

	单纯扩散	易化扩散	主动转运
举例	O_2 、 CO_2 、 NH_3	葡萄糖、某些氨基酸离子 (K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 Ca^{2+})	葡萄糖在肠管及肾小管的吸收 Na^+ 泵、 Ca^{2+} 泵、 H^+ - K^+ 泵
移动方向	物质分子或离子从高浓度的一侧移向低浓度的一侧	物质分子或离子从高浓度的一侧移向低浓度的一侧	物质分子或离子从低浓度一侧移向高浓度一侧
移动过程	无需帮助, 自由扩散	需通过离子通道或载体的帮助	需“泵”的参与
终止条件	达细胞膜两侧浓度相等或电-化学势差 = 0 时停止	达细胞膜两侧浓度相等或电-化学势差 = 0 时停止	受“泵”的控制
能量消耗	不消耗所通过膜的能量, 能量来自高浓度本身势能	不消耗所通过膜的能量	消耗的能量由膜或膜所属细胞供给



轻松一刻

【节奏加快】有人向著名文艺评论家请教: “19 世纪的小说同当代的小说有什么区别?”

“在古典小说里, 年轻男女接吻一般出现在 150 页后; 而在当代小说的第二页便开始介绍他们的私生子了。”

续表

	单纯扩散	易化扩散	主动转运
记忆提示	在于“简单”——不消耗能量，不需要载体	在于“容易”——不消耗能量，但需要载体(或者通道)	在于“主动”——需要能量

表 2-3 几种物质的转运方式

物质转运	转运方式
葡萄糖从肠腔内吸收	继发性主动转运
葡萄糖从肾小管重吸收	继发性主动转运
葡萄糖被红细胞摄取	载体介导的易化扩散
葡萄糖被脑细胞摄取	载体介导的易化扩散
Na^+ 的跨膜转运	主动转运、通道中介的易化扩散
单胺类、肽类递质、碘的摄取	继发性主动转运
O_2 、 CO_2 、 NH_3	单纯扩散

(三) 出胞和入胞(表 2-4)

1. 出胞
- (1) 定义:是指胞质内的大分子物质以分泌囊泡的形式排出细胞的过程。
 - (2) 形式
 - ① 一种是囊泡所含的大分子物质不间断地排出细胞,它是细胞本身固有的功能活动,如小肠黏膜杯形细胞持续分泌黏液的过程。
 - ② 另一种是合成的物质首先储存在细胞内,当受到化学信号或电信号的诱导时才排出细胞,是一种受调节的出胞过程。如神经末梢递质的释放,就是由动作电位的刺激引起的出胞过程。
2. 入胞
- (1) 入胞的定义:是指大分子物质或物质的团块(细菌、细胞碎片等)借助于与细胞膜形成吞噬泡或吞饮泡的方式进入细胞的过程,并分别称为吞噬和吞饮。
 - (2) 吞噬的定义:是指物质颗粒或团块进入细胞的过程,形成的吞噬泡直径较大($1 \sim 2\mu\text{m}$),只发生在一些特殊的细胞,如单核细胞、巨噬细胞、中性粒细胞等。
 - (3) 吞饮的定义:可在几乎所有的细胞发生,形成的吞饮泡直径较小($0.1 \sim 0.2\mu\text{m}$)。
 - (4) 液相入胞是指细胞外液及其所含的溶质连续不断地进入胞内,是细胞本身固有的活动,进入细胞的溶质量和溶质的浓度成正比。
 - (5) 受体介导入胞则是通过被转运物与膜受体的特异性结合,选择性地促进其进入细胞的一种入胞方式。

表 2-4 出胞和入胞的比较

出 胞	入 胞
主要见于细胞的分泌活动:	见于细胞外某些团块物质进入细胞的过程:
① 内分泌腺细胞将激素分泌到细胞外液	① 部分多肽类激素、抗体、运铁蛋白、LDH 进入细胞
② 外分泌腺细胞将酶原、黏液分泌到腺管的管腔中	② 病毒(流感、脊髓灰质炎)、大分子营养物质等进入细胞

