

医学笔记系列丛书

生理学笔记

(修订版)

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

牛换香 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(修订版)/魏保生主编. —北京:科学出版社,2006.9

(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

配套习题答案下载请登陆:www.sciencep.com

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>

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

2006年9月修订版 印张:15 1/2

2006年9月第三次印刷 字数:458 000

印数:10 001—13 000

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。

在这个循环过程中间，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间，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	较低顿	较高而脆	低顿而重浊	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!

目 录

第一章	绪论	(1)
第二章	细胞的基本功能	(6)
第三章	血液	(18)
第四章	血液循环	(30)
第五章	呼吸	(57)
第六章	消化与吸收	(70)
第七章	能量代谢与体温	(99)
第八章	尿的生成和排出	(112)
第九章	感觉器官的功能	(134)
第十章	神经系统的功能	(152)
第十一章	内分泌	(200)
第十二章	生殖	(230)

第一章 绪 论

板书与教案栏——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 2/3 的体液(约占体重的 40%)分布在细胞内。

(2) 细胞外液:约 1/3 的体液(约占体重的 20%)分布在细胞外。

1) 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) 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。

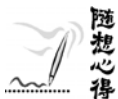
第四节 体内的控制系统

一、非自动控制系统

- 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。

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方向相同	反馈信息与控制信息作用方向相反
作用	加强控制信息	纠正、减弱控制信息
举例	① 排尿反射、排便反射、排精反射 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
数量	少数情况下	大多数情况下

三、前馈控制系统(表 1-2,表 1-3)

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。

表 1-2 控制系统的比较

	非自动系统	自动控制系统
本质	受控部分不能反馈改变控制部分的活动。	受控部分不断有反馈信息输送回控制部分,改变着它的活动。
数量	较少	多见
举例	应激中 ACTH 的大量分泌	减压反射

表 1-3 前馈与负反馈之比较

	前 馈	负反馈
预见性	①有;②能够提前作出适应性反应	①无;②滞后
波动性	无	有
作用	快	慢



轻松一刻

【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，添加竞争虎翼

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

chronic ['krɒnik] *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 [ˌɛkstrə'seljʊlə] *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 [ɪnhi'bɪʃ(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'tæbəlɪzəm] *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 [fɪzɪ'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 [ri(:)'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 ['rɪfleks] *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

C. 正反馈调节

E. 前馈调节

3. 属于负反馈调节的过程见于

A. 排尿反射

C. 分娩过程

E. 排便反射

B. 自身调节

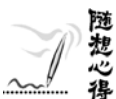
D. 体液性调节

(1998, 2004)

B. 减压反射

D. 血液凝固

(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

板书与教案栏——浓缩教材精华，打破听记矛盾

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。



锦囊妙记

【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素分为
 - 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 载体介导的易化扩散与通道介导的易化扩散的比较

	载体介导的易化扩散	通道介导的易化扩散
共性	①结构属跨膜蛋白;②转运物质是小分子物质	
方式	空间构象的改变实现	内部形成水相通道
特征	①高度特异性 ②饱和性 ③竞争性抑制	①相对特异性 ②无饱和性 ③有开放和关闭两种不同状态
速度	慢	快
方向	①被动转运;②主动转运(逆浓度差,逆电势差)	被动转运



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。’”

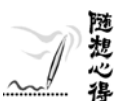
2. 主动转运

(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。
 - 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。

(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。
 - 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。
- 2) 举例
 - 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 $\text{Na}^+ -$ 葡萄糖同向转运体完成的。
- 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: $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 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 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 交换体,是细胞膜上的一个反向转运系统。在大多数细胞, $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 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 细胞膜物质转运形式

	转运物	耗能	方向	特征
单纯扩散	O ₂ 、CO ₂ 、NH ₃ 、类固醇激素	不需另外耗能	顺浓度差	扩散量取决于被转运物质浓度差与膜的通透性
通道中介易化扩散	无机离子	依靠离子浓度差和电势差	顺浓度差	①借助于膜上蛋白质的变构作用形成水相通道 ②相对特异性
载体中介易化扩散	氨基酸、葡萄糖	间接耗能	顺浓度差	①借助于膜上载体蛋白 ②高度特异性 ③饱和性 ④竞争性抑制
原发性主动转运	Na ⁺ 移出胞膜外 K ⁺ 移入胞膜内	直接分解 ATP 提供能量	逆浓度差	①借助于膜上具有酶活性的特殊蛋白质(泵) ②高度特异性 ③易受理化因素影响
继发性主动转运	葡萄糖、氨基酸在肾小管和小肠的吸收、神经末梢在突触间隙摄取肽类神经递质	间接	逆浓度差	逆浓度梯度或电位梯度,必需间接消耗能量
入胞	大分子或团块性物质	间接	入胞	借助于细胞膜变形及复杂的变化
出胞	大分子或团块性物质	间接	出胞	借助于细胞膜的变形及复杂的变化

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
葡萄糖被红细胞摄取	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
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 一种是囊胞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。



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。”

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(1~2 μm),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(0.1~0.2 μm)。
 - (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
内分泌腺细胞将激素分泌到细胞外液	部分多肽类激素、抗体、运铁蛋白、LDH 进入细胞
外分泌腺细胞将酶原、黏液分泌到腺管的管腔中	病毒(流感、脊髓灰质炎)、大分子营养物质等进入细胞

第二节 细胞的跨膜信号转导

一、G 蛋白偶联受体介导的信号转导

(一) 参与 G 蛋白偶联受体跨膜信号转导的信号分子

1. G 蛋白偶联受体
 - (1) 由一条 7 次穿膜的肽链构成,因而也称之为 7 次跨膜受体。
 - (2) 这类受体分子的胞外侧和跨膜螺旋内部有配体的结合部位,膜内胞质侧有结合 G 蛋白的部位,与配体结合后,通过构象变化结合并激活 G 蛋白。
2. G 蛋白
 - (1) 鸟苷酸结合蛋白也称 G 蛋白。
 - (2) 通常是指由 α 、 β 、 γ 三个亚单位形成的异源三聚体 G 蛋白。
 - (3) 还有一类单一亚单位的 G 蛋白,称为小 G 蛋白。
 - (4) G 蛋白的共同特点是其中的 α 亚单位同时具有结合 GTP 或 GDP 的能力和 GTF 酶活性。
 - (5) G 蛋白的存在形式:以结合 GDP 的失活型和结合 GTP 的激活型两种形式存在,并能相互转化。
3. G 蛋白效应器
 - (1) 主要是指催化生成(或分解)第二信使的酶。
 - (2) G 蛋白调控的效应器酶主要有腺苷酸环化酶,磷脂酶 C,磷脂酶 A2,鸟苷酸环化酶和 cGMP 磷酸二酯酶,它们都能通过生成(或分解)第二信使,实现细胞外信号向细胞内的转导。
4. 第二信使
 - (1) 指激素、递质、细胞因子等信号分子(第一信使)作用于细胞膜后产生的细胞内信号分子,它们可把细胞外信号分子携带的信息转入胞内。
 - (2) 较重要的第二信使有:环一磷酸腺苷,三磷酸肌醇,二酰甘油,环一磷酸鸟苷和 Ca^{2+} 等。
 - (3) 它们调节的靶蛋白主要是各种蛋白激酶和离子通道,产生以靶蛋白构象变化为基础的级联反应和细胞功能改变。
5. 举例:包括肾上腺素能 α 和 β 受体、ACh 受体、5-羟色胺受体、嗅觉受体、视紫红质以及多数肽类激素的受体等。
6. 配体的定义:指能与受体发生特异性结合的活性物质。

(二) G 蛋白偶联受体信号转导的主要途径(图 2-1)

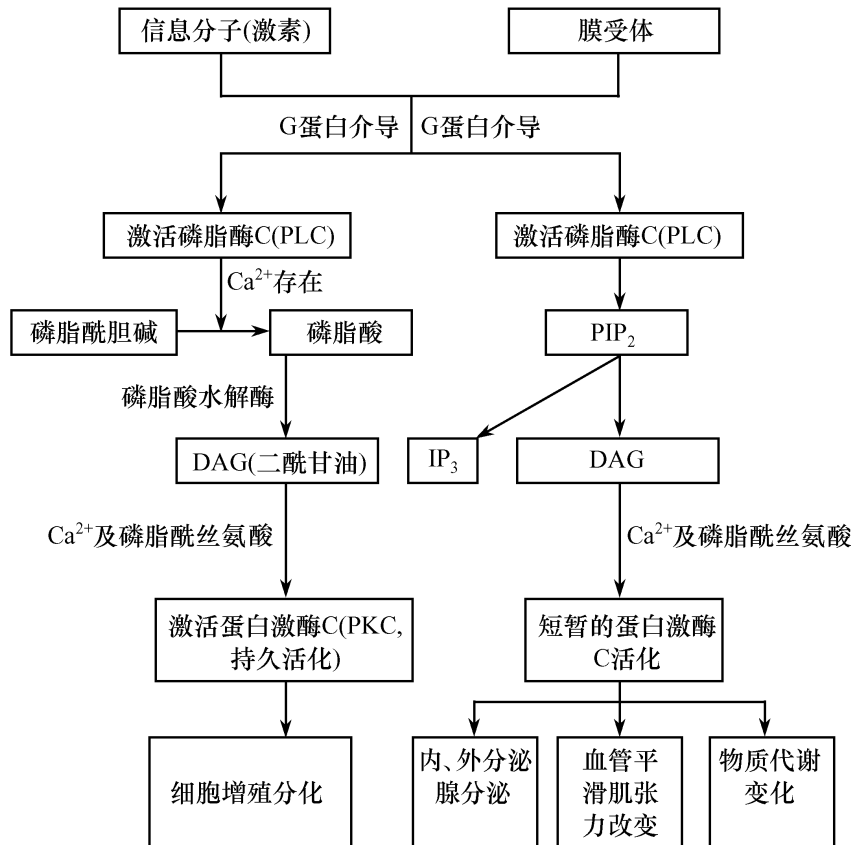


图 2-1 DAG—蛋白激酶 C 跨膜信号转导途径

1. 受体-G 蛋白-AC 途径:受体→G 蛋白→腺苷酸环化酶→cAMP→蛋白激酶 A。
2. 受体-G 蛋白-PLC:受体→G 蛋白→磷脂酶 C→IP₃→Ca²⁺→DG→PKC。

二、离子通道受体介导的信号转导

1. 定义:离子通道受体也称促离子型受体,受体蛋白本身就是离子通道,通道的开放(或关闭)不仅涉及离子本身的跨膜转运,而且可实现化学信号的跨膜转导,因而这一信号转导途径称为离子通道受体介导的信号转导。

2. 种类
 - (1) 化学门控通道,如 N₂ 型 ACh 受体,γ-氨酸丁酸受体,甘氨酸受体。
 - (2) 电压门控通道,如心肌细胞 T 管膜上的 L 型钙通道。
 - (3) 机械门控通道。

三、酶偶联受体介导的信号转导

1. 酪氨酸激酶受体
 - (1) 都是贯穿脂质双层的膜蛋白。
 - (2) 只有一个跨膜 α 螺旋,它在膜外侧有配体的结合位点,而伸入胞质的一端具有酪氨酸激酶的结构域,但有些受体本身并不具有酶活性部位,而可直接与胞质中的酪氨酸激酶结合。
 - (3) 酪氨酸激酶受体的激活可引起胞质侧酶活性部位的活化,或导致对胞质酪氨酸激酶的结合和激活。
 - (4) 举例:大部分生长因子、胰岛素和一部分肽类激素。



【不表态】作曲家问文艺评论家:“为什么您的兄弟对我的作品从不表态,而您总是贬低它呢?”
“要知道,”评论家回答,“如果我也像我兄弟那样聋,我也绝不表态。”

2. 鸟苷酸环化酶受体
- (1) 鸟苷酸环化酶受体的组成:只有一个跨膜 α 螺旋,分子的 N 端有配体结合位点,位于膜外侧,C 端有鸟苷酸环化酶(GC)结构域,位于膜内侧,一旦配体结合于受体,将激活 GC。GC 使胞质内的 GTP 环化,生成 cGMP,后者可结合并激活依赖 cGMP 的蛋白激酶 G(PKG),PKG 是丝氨酸/苏氨酸蛋白激酶,通过对底物蛋白的磷酸化实现信号转导。
 - (2) 举例:心房钠尿肽和一氧化氮的信号传递。

第三节 细胞的生物电现象

1. 静息电位的定义:是指细胞在未受刺激时(静息状态下)存在于细胞膜内、外两侧的电位差。
2. 超极化:指静息电位的增大。
3. 去极化:指静息电位的减小。
4. 反极化:指去极化至零电位后膜电位进一步变为正值。
5. 复极化:指细胞膜去极化后再向静息电位方向恢复的过程。
6. 静息电位产生的机制: K^+ 外流形成的平衡机制。
7. 动作电位的定义:在静息电位的基础上,如果细胞受到一个适当的刺激,其膜电位会发生迅速的一过性的波动,这种膜电位的波动称为动作电位。
8. 动作电位和局部兴奋的区别(表 2-5)。

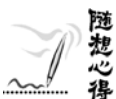
表 2-5 局部电位与动作电位的比较

	局部电位	动作电位
刺激	阈下刺激引起	阈上刺激引起
机制	Na^+ 通道较少开放	Na^+ 通道大量开放
幅度	小	大
不应期	无	有
等级性	有	无
总和	有(时间或空间总和)	无
“全或无”现象	无	有
传播	呈电紧张性扩布,随时间及距离而衰减	以相同的幅度(强度)向远处传播,非衰减性传导
举例	终板电位、突触后电位	肌肉兴奋后产生的动作电位

9. 静息电位、动作电位及其产生机制(表 2-6)。

表 2-6 静息电位与动作电位比较

	静息电位	动作电位
产生	细胞膜处于安静、未受刺激作用	细胞膜受到刺激而产生兴奋时
机制	K^+ 外流(K^+ 平衡电位)	Na^+ 内流(Na^+ 平衡电位)
传播	不能传播	不衰减性传播
意义	处于极化状态标志	产生兴奋标志
特点	是稳定的电位(自律性细胞除外)	快速、短暂、可逆电位变化



10. 动作电位的传导:通过局部电流沿细胞膜传导。
11. 跳跃式传导的定义:有髓鞘神经的局部电流是在郎飞结之间发生的,即在发生动作电位的郎飞结与静息的郎飞结之间产生,动作电位的这种传导方式称为跳跃式传导。
12. 缝隙连接的定义:这是一种细胞间特殊的连接方式,使兴奋可以实现在细胞间的直接传播。
13. 电突触的定义:神经细胞间的缝隙连接称为电突触。与化学性突触相比,它传导兴奋的速度快,没有突触延搁,且传导呈双向,因而有利于提高反射的速度,也有助于实现细胞群的同步活动。

14. 组织的兴奋和兴奋性 (表 2-7)
- (1) 兴奋和可兴奋细胞
 - 1) 兴奋的定义:指细胞对刺激发生反应的过程,是动作电位的产生过程。
 - 2) 可兴奋细胞的定义:凡在受刺激后能产生动作电位的细胞。一般认为,神经细胞、肌细胞和腺细胞都属于可兴奋细胞。
 - (2) 组织的兴奋性和阈刺激
 - 1) 细胞的兴奋性:指生理学中把可兴奋细胞受刺激后产生动作电位的能力,称为细胞的兴奋性。
 - 2) 刺激的定义:是指细胞所处环境因素的变化。
 - 3) 阈刺激或阈强度一般可作为衡量细胞兴奋性常用的指标,阈刺激增大表示兴奋性下降,反之,表示兴奋性升高。
 - 4) 当可兴奋细胞受到一个阈强度的刺激时,它的膜电位恰好达到阈电位,并引发动作电位。
 - (3) 细胞兴奋后兴奋性的变化
 - 1) 绝对不应期:在兴奋发生的当时以及兴奋后最初的一段时间,无论施加多强的刺激也不能使细胞再次兴奋。
 - 2) 处在绝对不应期的细胞,阈刺激无限大,表明失去兴奋性。
 - 3) 相对不应期:在绝对不应期之后,细胞的兴奋性逐渐恢复,在一定时间内,受刺激后可发生兴奋,但刺激强度必须大于原来的阈强度。相对不应期是细胞兴奋性从无到有直至接近正常的一个恢复时期。
 - 4) 超常期和低常期:相对不应期过后,有的细胞还会出现兴奋性的波动,即轻度的高于正常水平或低于正常水平。

表 2-7 兴奋性变化

	兴奋性	机制	电位
绝对不应期	零	钠通道完全失活	锋电位
相对不应期	逐渐恢复	钠通道功能部分恢复	负后电位前期
超常期	超过正常	钠通道功能大部分或绝大部分恢复	负后电位后期
低常期	低于正常	钠泵活动增强,使膜电位值加大,膜电位与阈电位间的距离加大	正后电位

第四节 肌细胞的收缩

横纹肌

(一) 骨骼肌的神经-肌接头处兴奋的传递:动作电位经神经纤维至突触前膜→膜对 Ca^{2+} 通透性升高→囊泡释放 ACh→ACh 与终板膜(突触后膜)的 N 型受体结合→ Na^+ 内流→终板膜发生去极化→终板电位→电紧张扩布→邻近膜(一般的肌细胞膜)→除极化→阈电位→动作电位→整个肌细胞兴奋(表 2-8)。



轻松一刻

【最惊险的在我这儿】深夜,妻子突然推醒丈夫,急促地说:“不好啦!一个盗贼进入了我们的书房。”

“别怕,一本写得最惊险的故事书,在我这儿,我还没有看完。”

表 2-8 神经 - 肌肉接头处传递和在神经纤维传导的比较

	神经 - 肌肉接头传递	神经纤维传导
方式	电 - 化学 - 电变化	以局部电流形式(电)
方向	单向	双向
速度	慢	快
疲劳性	有	相对不疲劳性
影响	易受环境因素和药物的影响	不易出现阻滞

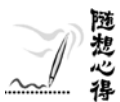
(二) 横纹肌细胞的微细结构

1. 肌原纤维
 - (1) 明带和暗带: 每条肌原纤维沿长轴呈现规则的明、暗交替, 分别称为明带与暗带。暗带中主要含有直径较大的粗肌丝, 明带主要含有直径较小的细肌丝。
 - (2) H 带: 暗带的中央有一段相对较亮的区域, 称为 H 带。是 M 线两侧没有细肌丝插入的部分。
 - (3) M 线: 暗带的中央, 有一条横向的线, 称为 M 线, 具有粗肌丝固定的细胞骨架蛋白。
 - (4) Z 线: 明带中央也有一条线, 称为 Z 线, 具有细肌丝锚定的骨架结构。
 - (5) 肌节: 每两个相邻 Z 线之间的区域称为一个肌节, 是肌肉收缩和舒张的基本单位。
2. 肌管系统
 - (1) 横管: 走行方向与肌原纤维垂直的管道称为横管或 T 管, 是肌膜在明、暗带交界处(骨骼肌)或 Z 线附近(心肌)向内凹陷形成的。
 - (2) 纵管: 走行方向与肌原纤维平行的管道称为纵管, 也就是肌质网(SR)。
 - (3) 终池: SR 的末端膨大或呈扁平状, 与 T 管膜或肌膜(见于心肌)相接触(但不连接), 这部分 SR 称为连接肌质网, 在骨骼肌也称为终池。
 - (4) 三联管: 骨骼肌中 T 管与其两侧的终池形成三联管。三联管结构在兴奋 - 收缩耦联过程中起重要的作用。

- (三) 横纹肌的收缩机制
- (1) 横纹肌的肌原纤维是由粗、细两组与其走向平行的蛋白丝构成。
 - (2) 粗肌丝主要由肌球蛋白构成, 头部具有横桥。
 - (3) 细肌丝由肌动蛋白、原肌球蛋白和肌钙蛋白组成。
 - (4) 肌肉收缩的过程。
 - (5) 胞质内 Ca^{2+} 浓度升高 → 肌钙蛋白与 Ca^{2+} 结合并构象变化 → 肌钙蛋白与肌动蛋白的结合减弱 → 原肌球蛋白移动暴露出肌动蛋白的活化位点 → 肌球蛋白头部与肌动蛋白结合 → 横桥释放能量头部摆动 → 拖动细肌丝向 M 线方向滑动 → 横桥结合 ATP 与肌动蛋白解离 → ATP 水解横桥进入高势能状态。

- (四) 横纹肌的兴奋 - 收缩耦联
- (1) 兴奋 - 收缩耦联: 指将电兴奋和机械收缩联系起来的中介机制。
 - (2) 动作电位 → T 管膜 → L 型钙通道激活 → 胞质内 Ca^{2+} 浓度升高 → 肌钙蛋白与 Ca^{2+} 结合 → 肌肉收缩。

- (五) 影响横纹肌收缩效能的因素
- (1) 等长收缩: 指收缩时肌肉的长度保持不变而只有张力的增加。
 - (2) 等张收缩: 指收缩时只发生肌肉缩短而张力保持不变。
 - (3) 前负荷: 肌肉在收缩前所承受的负荷, 前负荷决定了肌肉在收缩前的长度。
 - (4) 后负荷: 肌肉在收缩过程中所承受的负荷。
 - (5) 肌肉的收缩能力: 是指与负荷无关的、决定肌肉收缩效能的内在特性。肌肉这种内在的收缩特性主要取决于兴奋 - 收缩耦联过程中胞质内 Ca^{2+} 的水平和肌球蛋白的 ATP 酶活性。



词汇与解释栏——扫荡医学词汇，添加竞争虎翼

- absolute [ˈæbsəlu:t] *adj.* 完全的, 绝对的; ab 脱离, 表示否定的前缀〔例, abscond 逃避 (scond 跑掉) + solute 溶解 → 坚决不溶解 → 绝对的; 反义词: relative 相对的〕
- calmodulin 钙调素; cal(ci) 钙〔例, calcify 钙化〕 + modul 调节〔例, neuromodulator 神经调质 (neuro 神经 + modulator 调节者)〕 + in 素〔例, insulin 胰岛素〕
- equilibrium [ˌiːkwɪˈlɪbrɪəm] *n.* 平衡; equil 相等 + ibrium → 两边相等 → 平衡
- exocytosis [ˌeksəʊsaɪˈtəʊsɪs] *n.* 胞外分泌; ex 向外〔例, exit 出口〕 + cyto 细胞 + osis 状态
- guanine [ˈgwɑːniːn, -nɪn] *n.* 鸟嘌呤; guanosine 鸟苷
- hyperpolarization 超极化; hyper 高〔例, hypercritical 苛刻的批评家〕 + polar 极, 杆 (bipolar 两极的) + ization 名词后缀
- intensity [ɪnˈtensɪti] *n.* 强烈, 剧烈, 强度; intens(e) 强的 + ity 名词后缀〔例, utility 有用〕
- mosaic [məʊˈzeɪk] *n.* 马赛克, 多样的; 〈记〉按发音记
- neuromuscular [njuərəʊˈmʌskjʊlə, nuər-] *adj.* 神经肌肉的; neuro 神经 + muscular 肌肉的
- peripheral [pəˈrɪfərəl] *adj.* 周围的, 末梢的; peri 周围〔例, perimeter 周长 (peri 周围 + meter 仪器 → 周长)〕 + pheral 圆形的 (来自 spherical 圆的)
- permeability [ˌpɜːmiəˈbɪləti] *n.* 通透性; perme 透过 + ability 能力〔例, capability 能力〕; 同义词 penetrate 刺, 穿透; permeable 形容词形式
- phenomenon [fɪˈnɒmɪnən; (US) -nɒn-] *n.* 现象; pheno 出现〔例, phenotype 显型〕; 〈记〉phenomenal 精彩的
- refractory [rɪˈfræktəri] *adj.* 不应的, 难治的; re 再 + fract 折 + ory 后缀 → 把药物折回 → 难治的
- repolarization 再极化; re 再 + polar 极 + ization 名词后缀
- secondary [ˈsekəndəri] *adj.* 继发的; second 第二 + ary 形容词后缀 → 第二的 → 继发的 (第一之后)
- sodium [ˈsəʊdɪəm, -diəm] *n.* 钠; 〈记〉potassium 钾; calcium 钙
- summation [sʌˈmeɪʃən] *n.* 累积作用, 总数; sum 总加 + mation 名词后缀 → 加在一起 → 累积; 〈注〉summit 顶点; summon 召集
- temporal [ˈtempərəl] *adj.* ① 颞的, ② 暂时的; 〈注〉temple 庙, 颞部; temperate 戒酒的, 适度的
- threshold [ˈθreʃəʊld] *n.* 阈; thresh 门槛 + hold 持 → 门槛把持 → 阈, 阈值

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. 可兴奋细胞兴奋的共同标志是
- A. 反射活动 B. 肌肉收缩 C. 腺体分泌 D. 神经冲动
- E. 动作电位 (2002)



【有问题的支票】诗人：“这世界太不公平了。”

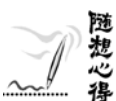
朋友：“您为什么要这样说？”

诗人：“举个例子来说吧，如果有个银行家写了一首有问题的诗，人们都会认为这是件无所谓的事。可是，如果有个诗人写了一张有问题的支票，那可就了不得了！”

2. 神经纤维安静时,下面说法错误的是
- A. 跨膜电位梯度和 Na^+ 的浓度梯度方向相同
 - B. 跨膜电位梯度和 Cl^- 的浓度梯度方向相同
 - C. 跨膜电位梯度和 K^+ 的浓度梯度方向相同
 - D. 跨膜电位梯度阻碍 K^+ 外流
 - E. 跨膜电位梯度阻碍 Na^+ 外流 (2001)
3. 神经纤维上前两次兴奋,后一次兴奋最早可出现于前一次兴奋后的
- A. 绝对不应期
 - B. 相对不应期
 - C. 超常期
 - D. 低常期
 - E. 低常期结束后 (2002)
4. 细胞膜内外正常钠和钾浓度差的形成和维持是由于
- A. 膜安静时钾通透性大
 - B. 膜兴奋时钠通透性增加
 - C. 钠易化扩散的结果
 - D. 膜上钠泵的作用
 - E. 膜上钙泵的作用 (2004)
5. 细胞外液 K^+ 浓度明显降低时,将引起
- A. $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵向胞外转运 Na^+ 增多
 - B. 膜电位负值减小
 - C. 膜的 K^+ 电导增大
 - D. Na^+ 内流的驱动力增加
 - E. K^+ 平衡电位的负值减小 (2001)
6. 下列关于 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵的描述,错误的是
- A. 仅分布于可兴奋细胞的细胞膜上
 - B. 是一种镶嵌于细胞膜上的蛋白质
 - C. 具有分解 ATP 而获能的功能
 - D. 能不断将 Na^+ 移出细胞膜外,而把 K^+ 移入细胞膜内
 - E. 对细胞生物电的产生具有重要意义 (2003)
7. 下列跨膜转运的方式中,不出现饱和现象的是
- A. 与 Na^+ 偶联的继发性主动转运
 - B. 原发性主动转运
 - C. 易化扩散
 - D. 单纯扩散
 - E. $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 交换 (2001)
8. 下列有关神经 - 肌肉接点处终板膜上离子通道的叙述,错误的是
- A. 对 Na^+ 和 K^+ 均有选择性
 - B. 当终板膜去极化时打开
 - C. 开放时产生终板电位
 - D. 是 NACH 受体通道
 - E. 受体和通道是一个大分子 (2001)
9. 与肠黏膜细胞吸收葡萄糖关系密切的转运过程是
- A. HCO_3^- 的被动吸收
 - B. Na^+ 的主动吸收
 - C. K^+ 的主动吸收
 - D. Cl^- 的被动吸收
 - E. Ca^{2+} 的主动吸收 (2004)
10. 运动神经纤维末梢释放 Ach 属于
- A. 单纯扩散
 - B. 易化扩散
 - C. 主动转运
 - D. 出胞作用
 - E. 入胞作用 (2004)
11. 在神经纤维, Na^+ 通道失活的时间在
- A. 动作电位的上升相
 - B. 动作电位的下降相
 - C. 动作电位超射时
 - D. 绝对不应期
 - E. 相对不应期 (2001)
12. 在细胞膜的物质转运中, Na^+ 跨膜转运的方式是
- A. 单纯扩散和易化扩散
 - B. 单纯扩散和主动转运
 - C. 易化扩散和主动转运
 - D. 易化扩散和胞或入胞
 - E. 单纯扩散、易化扩散和主动转运 (2005)

【B 型题】

- A. Na^+
 - B. K^+
 - C. Ca^{2+}
 - D. Cl^-
 - E. HCO_3^-
1. 神经细胞膜在静息时通透性最大的离子是
2. 神经细胞膜在受刺激兴奋时通透性最大的离子是 (2002)



- A. 单纯扩散
B. 载体中介的易化扩散
C. 通道中介的易化扩散
D. 原发性主动转运
E. 继发性主动转运
3. 葡萄糖通过小肠黏膜或肾小管吸收属于
4. 葡萄糖通过一般细胞膜属于 (1999)
A. 动作电位 B. 阈电位
C. 局部电位 D. 静息电位
E. 后电位
5. 终板电位是
6. 兴奋性突触后电位是 (1994)

【C型题】

- A. 钠泵 B. 载体
C. 两者均是 D. 两者均非
1. 葡萄糖的重吸收需要 (2004)
A. 易化扩散 B. 主动转运
- C. 两者都是 D. 两者都不是
2. 氧由肺泡进入血液
3. 葡萄糖由血液进入脑细胞 (1993)

【X型题】

1. 动作电位的“全或无”特点表现在
A. 刺激太小时不能引发
B. 一旦产生即达到最大
C. 不衰减性传导
D. 兴奋节律不变 (2002)
2. 局部电位的特点是
A. 没有不应期
B. 有“全或无”现象
C. 可以总和
D. 传导较慢 (2003)
3. 下列关于心肌生物电活动的叙述,正确的有
A. 迷走神经兴奋引起心房肌超极化
B. 交感神经兴奋引起心室肌超极化
C. 细胞外高钠可引起心肌细胞超极化
D. 细胞外高钾可引起心肌细胞去极化 (2004)

二、名词解释

1. Action potential (山东大学医学院 2002)
2. Electrotonic propagation (四军医大 1998)
3. Facilitated diffusion (四军医大 2000)
4. Fluid mosaic model (四军医大 1991)
5. Heterometric autoregulation (四军医大 1996)
6. Chemical-dependent channel (四军医大 1992)
7. Isometric contraction (原华西医科大学 2000)
8. Chemically gated channel (四军医大 1999)
9. Channel mediated facilitated diffusion (四军医大 1995)
10. Secondary active transport (原北京医科大学 2000)

三、问答题

1. 如何证明神经兴奋后向骨骼肌传递及其导致肌肉收缩的发生原理。(四军医大 2000)
2. Heterometric autoregulation 的含义? 机制? 意义? 如何证明该调节的存在?(原北京医科大学 1999)
3. 与细胞膜转运功能有关的蛋白质有儿大类? 各举一例说明其功能特点。(四军医大 2002)
4. 根据离子通道的调控方式,可将离子通道分成儿大类型? 各举一例说明其特点?(四军医大 2002)
5. 骨骼肌细胞的动作电位是如何产生的? 试述动作电位与骨骼肌细胞收缩的关系。(四军医大 2002)
6. 局部电位与动作电位有哪些主要不同? 其发生机制如何?(四军医大 1994)



轻松一刻

【忧伤】有一位第一次获得稿酬的年轻诗人,在公园里漫步走着,脸上露出忧心忡忡的神情。他的一位朋友遇见了他,问道:

“您怎么啦?”

年轻诗人忧伤地叹了口气,说:“莎士比亚死了,雪莱和拜伦也死了,落在我肩上的责任实在太重了。”

第三章 血液

板书与教案栏——浓缩教材精华，打破听记矛盾

第一节 血液的组成和理化特性

一、血液的组成

- (一) 血浆
1. 血浆的基本成分为晶体物质溶液,血浆的另一成分是血浆蛋白。
 2. 血浆蛋白分为:白蛋白、球蛋白和纤维蛋白原三类。
 3. 用电泳法又可进一步将球蛋白区分为 α_1 、 α_2 、 β 和 γ 球蛋白等。
 4. 血浆蛋白功能
 - (1) 形成血浆胶体渗透压,保持部分水于血管内。
 - (2) 与甲状腺激素、肾上腺皮质激素、性激素等结合,使血浆中的这些激素不会很快地经肾脏排出,从而维持这些激素在血浆中相对较长的半衰期。
 - (3) 作为载体运输脂质、离子、维生素、代谢废物以及一些异物(包括药物)等低分子物质。
 - (4) 参与血液凝固、抗凝和纤溶等生理过程。
 - (5) 抵御病原微生物(如病毒、细菌、真菌)的入侵。
 - (6) 营养功能。
- (二) 血细胞
1. 血细胞可分为红细胞、白细胞和血小板三类。
 2. 血细胞比容的定义:血细胞在血液中所占的容积百分比称为血细胞比容,可反映血液中红细胞的相对浓度。

二、血量

1. 血量:是指全身血液的总量。正常成人的血液总量约相当于体重的7%~8%,即每公斤体重有70~80ml血液。
2. 血量的相对恒定是维持正常血压和各组织、器官正常血液供应的必要条件。
3. 循环血量:全身血液的大部分在心血管系统中快速循环流动称为循环血量。
4. 储存血量:小部分血液滞留在肝、肺、腹腔静脉及皮下静脉丛内,流动很慢,称为储存血量。
5. 血量 = 红细胞总容积/血细胞比容,或血量 = 血浆/(1 - 血细胞比容)。

三、血液的理化特性

- (一) 血液的比重
1. 全血比重取决于:血液中红细胞数量。
 2. 血浆的比重取决于:血浆蛋白的含量。
 3. 红细胞的比重取决于:红细胞内血红蛋白的含量。



【血浆成分】

膜外为浆水九成,蛋白三类白球纤,非蛋白质有机物,离子状态无机盐。

- (二) 血液的黏度
1. 全血的黏度主要决定于:血细胞比容的高低,全血的黏度还受血流切率的影响。
 2. 血浆的黏度主要决定于:血浆蛋白的含量。
- (三) 血浆渗透压
1. 血浆渗透浓度约为 300mmol/L , 血浆的渗透压主要来自溶解于其中的晶体物质。
 2. 晶体渗透压:是指由晶体物质所形成的渗透压,它的 80% 来自 Na^+ 和 Cl^- , 对保持细胞内、外水的平衡和细胞的正常体积极为重要。
 3. 胶体渗透压:指由蛋白质所形成的渗透压,血浆胶体渗透压的 $75\% \sim 80\%$ 来自白蛋白,在调节血管内、外水的平衡和维持正常的血浆容量中起重要的作用。
- (四) 血浆 pH
1. 正常人血浆 pH 为 $7.35 \sim 7.45$ 。
 2. 血浆 pH 的相对恒定有赖于:血液内的缓冲物质以及正常的肺、肾功能。
 3. 血浆内的缓冲物质:包括 $\text{NaHCO}_3/\text{H}_2\text{CO}_3$ 蛋白质钠盐/蛋白质和 $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$ 三个主要缓冲对,其中以 $\text{NaHCO}_3/\text{H}_2\text{CO}_3$ 最为重要。
 4. 红细胞内的缓冲物质:血红蛋白钾盐/血红蛋白、氧合血红蛋白钾盐/氧合血红蛋白、 $\text{K}_2\text{HPO}_4/\text{KH}_2\text{PO}_4$ 、 $\text{KHCO}_3/\text{H}_2\text{CO}_3$ 等。
 5. 当酸性或碱性物质进入血液时,血浆中的缓冲物质可有效地减轻酸性和碱性物质对血浆 pH 的影响,特别是在肺和肾保持正常的排出体内过多的酸或碱的功能的情况下,血浆 pH 的波动范围极小。

第二节 血细胞生理

一、血细胞生成的部位和一般过程

1. 造血过程:就是各类造血细胞发育和成熟的过程。
2. 造血过程分为:造血干细胞、定向祖细胞和形态可辨认的前体细胞三个阶段。
3. 造血干细胞的特点:自我复制和多向分化。
4. 造血微环境:是指造血干细胞定居、存活、增殖、分化和成熟的场所(T淋巴细胞在胸腺中成熟),包括造血器官中的基质细胞、基质细胞分泌的细胞外基质和各种造血调节因子,以及进入造血器官的神经和血管,在血细胞生成的全过程中起调控、诱导和支持的作用。

二、红细胞生理(表 3-1)

- (一) 红细胞的数量和形态
1. 红细胞的数量:一般用 1L 血液中红细胞的个数来表示。
 2. 我国成年男性红细胞的数量为 $(4.0 \sim 5.5) \times 10^{12}/\text{L}$, 女性为 $(3.5 \sim 5.0) \times 10^{12}/\text{L}$ 。
 3. 红细胞内的蛋白质主要是血红蛋白(Hb)。
 4. 我国成年男性血红蛋白浓度为 $120 \sim 160\text{g/L}$, 成年女性为 $110 \sim 150\text{g/L}$ 。
 5. 贫血:若血液中红细胞数量、血红蛋白浓度低于正常称为贫血。
 6. 红细胞的形态:正常的成熟红细胞无核,呈双凹圆碟形。
- (二) 红细胞的生理特征与功能
1. 红细胞的生理特征:可塑变形性、悬浮稳定性和渗透脆性。
 2. 红细胞的主要功能是运输 O_2 和 CO_2 。
 3. 红细胞含有多种缓冲对,对血液中的酸、碱物质有一定的缓冲作用。



轻松一刻

【不足为怪】两个中年人在街上相遇了,这对老同学共同回忆起几十年前在学校的生活。“你无论如何不会想到,别佳如今成了很有名气的文学批评家。”“这不足为怪,想当初他在学校时就特别不喜欢文学。”

表 3-1 红细胞的生理特性

膜的通透性	O ₂ 、CO ₂ 、尿素可以自由通过细胞膜;Na ⁺ 、K ⁺ 需钠泵协助
可塑变形性	红细胞可经过变形作用通过比自身直径小的毛细血管和血窦孔隙
渗透脆性	在超过一定浓度的低渗溶液中发生膨胀破裂的特性
悬浮稳定性	① 血沉(ESR)作为衡量红细胞悬浮稳定性的指标,与红细胞叠连有关,后者与血浆成分变化有关,而与红细胞本身无关 ② ESR 升高见于血浆纤维蛋白原、球蛋白、胆固醇升高 ③ ESR 降低见于白蛋白、卵磷脂降低

(三) 红细胞生成的调节

1. 造血干细胞→红系定向祖细胞→原红细胞→早幼红细胞→中幼红细胞→晚幼红细胞→网织红细胞→成熟的红细胞

2. 红细胞生成所需的物质
- (1) 在红细胞生成过程中,需要有足够的蛋白质、铁、叶酸及维生素 B₁₂ 的供应。
 - (2) 蛋白质和铁是合成血红蛋白的重要原料,而叶酸及维生素 B₁₂ 是红细胞成熟所必需的物质,维生素 B₁₂ 的吸收需要内因子的参与。
 - (3) 缺铁性贫血:当铁的摄入不足或吸收障碍,或长期慢性失血以致机体缺铁时,可使血红蛋白合成减少,引起的低色素小细胞性贫血。

3. 调节
- (1) 红系祖细胞向红系前体细胞的增殖分化,是红细胞生成的关键环节。
 - (2) 红系祖细胞分为两个亚群
 - 1) 早期的红系祖细胞,依赖于暴式促进激活物(BPA)的刺激作用。BPA 可促进早期祖细胞的增殖。
 - 2) 晚期的红系祖细胞,主要接受红细胞生成素(EPO)的调节。
 - (3) EPO 的定义:是机体红细胞生成的主要调节物,是一种糖蛋白,主要是促进晚期红系祖细胞(CFU-E)的增殖,并向原红细胞分化,肾脏是产生 EPO 的主要部位。
 - (4) 雄激素可提高血浆中 EPO 的浓度,促进红细胞的生成。
 - (5) 雌激素可降低红系祖细胞对 EPO 的反应,抑制红细胞的生成。
 - (6) 甲状腺激素和生长激素,也可促进红细胞生成。

- (四) 红细胞的破坏
- 1. 血管外破坏:由于衰老红细胞的变形能力减退,脆性增高,难以通过微小的孔隙,因此,容易滞留于脾和骨髓中而被巨噬细胞所吞噬,称为血管外破坏。巨噬细胞吞噬红细胞后,将血红蛋白消化,释放出铁、氨基酸和胆红素,其中铁和氨基酸可被重新利用,而胆红素则由肝脏排入胆汁,最后排出体外。
 - 2. 血管内破坏:10% 的衰老红细胞在血管中受机械冲击而破损,称为血管内破坏。所释放的血红蛋白立即与血浆中的触珠蛋白结合,进而被肝脏摄取。

三、白细胞生理

- (一) 白细胞的分类与数量
- (1) 白细胞的分类:可分为中性粒细胞、嗜酸粒细胞、嗜碱粒细胞、单核细胞和淋巴细胞五类。
 - (2) 前三者因其胞质中含有嗜色颗粒,又总称为粒细胞。
 - (3) 白细胞的数量:正常成年人血液中白细胞数为(4.0 ~ 10.0) × 10⁹/L,其中中性粒细胞占 50% ~ 70%,嗜酸粒细胞占 0.5% ~ 5%,嗜碱粒细胞占 0 ~ 1%,单核细胞占 3% ~ 8%,淋巴细胞占 20% ~ 40%。



【血浆渗透压】

溶液处在半透膜, 两侧等浓为等渗, 浓者为高稀者低, 高渗溶液吸水分。

(二) 白细胞的生理特性和功能

1. 中性粒细胞
 - (1) 中性粒细胞的胞核呈分叶状,故又称多形核白细胞。
 - (2) 中性粒细胞是血液中主要的吞噬细胞,其变形游走能力和吞噬活性都很强。细菌入侵时,中性粒细胞在炎症区域产生的趋化性物质的作用下,自毛细血管渗出而被吸引到病变部位,吞噬细菌。
 - (3) 中性粒细胞内含有大量溶酶体酶,能将吞噬入细胞的细菌和组织碎片分解,使入侵的细菌被包围在组织局部,防止病原微生物在体内扩散。
 - (4) 中性粒细胞还可吞噬和清除衰老的红细胞及抗原-抗体复合物等。
 2. 单核细胞作用
 - (1) 单核细胞迁移入组织中,继续发育成巨噬细胞,细胞的体积增大,细胞内容酶体颗粒和线粒体的数目增多,具有比中性粒细胞更强的吞噬能力,可吞噬更多的细菌(约5倍于中性粒细胞)、更大的细菌和颗粒。
 - (2) 激活了的单核-巨噬细胞也能合成、释放多种细胞因子,参与其他细胞生长的调控;单核-巨噬细胞还在特异性免疫应答的诱导和调节中起关键作用。
 3. 嗜酸粒细胞
 - (1) 限制嗜碱粒细胞和肥大细胞在速发型过敏反应中的作用。
 - (2) 参与对蠕虫的免疫反应。
 4. 嗜碱粒细胞
 - (1) 其胞质颗粒内含有肝素、组胺、嗜酸粒细胞趋化因子A和过敏性慢反应物质等多种生物活性物质。
 - (2) 肝素:具有抗凝血作用,有利于保持血管的通畅,使吞噬细胞能够到达抗原入侵部位而将其破坏。
 - (3) 组胺和过敏性慢反应物质:可使毛细血管壁通透性增加,局部充血水肿,并可使支气管平滑肌收缩,从而引起荨麻疹、哮喘等过敏反应症状。
 - (4) 嗜酸粒细胞趋化因子A:可吸引嗜酸粒细胞,使之聚集于局部,以限制嗜碱粒细胞在过敏反应中的作用。
 5. 淋巴细胞
 - (1) 淋巴细胞在免疫应答反应过程中起核心作用。
 - (2) 淋巴细胞分为:T淋巴细胞和B淋巴细胞两大类。
 - (3) T细胞主要与细胞免疫有关,B细胞主要与体液免疫有关。
- (三) 白细胞的生成和调节
- (1) 粒细胞的生成受集落刺激因子(CSF)的调节。
 - (2) CSF:在体外可刺激造血细胞形成集落,包括粒-巨噬细胞集落刺激因子(GM-CSF)、粒细胞集落刺激因子(G-CSF)、巨噬细胞集落刺激因子(M-CSF)等。
 - (3) G-CSF:由活化的淋巴细胞产生,能刺激中性粒细胞、单核细胞和嗜酸粒细胞的生成。
 - (4) GM-CSF:与骨髓基质细胞产生的干细胞因子联合作用,还可刺激早期造血干、祖细胞的增殖与分化。
 - (5) G-CSF:由巨噬细胞、内皮细胞及间质细胞释放,主要促进粒系祖细胞、粒系前体细胞的增殖和分化,增强成熟粒细胞的功能活性,还能动员骨髓中的干、祖细胞进入血液。



轻松一刻

【妇女爱读的书】“嘿,这书的作者山田一郎,是作家所得税交纳者第一名。”

“书里面写的什么?”

“你还不知道?如今就是妇女们爱读它呀!”

“哦?写的什么?”

“就是《献给您——美人》丛书!”

“听说美人是不大读书的嘛!”

“是啊。不美的人就争着买那套丛书。”

- (四) 白细胞的破坏 {
- (1) 中性粒细胞在循环血液中停留 8 小时左右即进入组织,4 ~ 5 天后即衰老死亡,或经消化道排出。
 - (2) 若有细菌入侵,中性粒细胞在吞噬过量细菌后,因释放溶酶体酶而发生“自我溶解”,与破坏的细菌和组织碎片共同形成脓液。

四、血小板生理

- (一) 血小板的数量和功能 {
- (1) 数量 {
 - 1) 血小板的体积小,无细胞核,呈双面微凸的圆盘状,直径为 2 ~ 3 μm。
 - 2) 正常成人血液中的血小板数量为 $(100 \sim 300) \times 10^9 / L$ 。
 - (2) 功能 {
 - 1) 血小板有助于维持血管壁的完整性。
 - 2) 血小板还可释放血小板源生长因子(PDGF),促进血管内皮细胞、平滑肌细胞及成纤维细胞的增殖,也有利于受损血管的修复。
 - 3) 当血管损伤时,血小板可被激活而在生理止血过程中起重要作用。

(二) 血小板的生理特性(表 3-2)

1. 黏附功能 (表 3-2) {
- (1) 释放 {
 - 1) 从致密体释放的物质主要有:ADP、ATP、5-羟色胺、 Ca^{2+} 。
 - 2) 从 α 颗粒释放的物质主要有:β-血小板球蛋白、血小板因子 4(PF₄)、vWF、纤维蛋白原、血小板因子 V(PFS)、凝血酶敏感蛋白、PDGF 等。
 - (2) 聚集 {
 - 1) 定义:聚集血小板与血小板之间的相互黏着,称为血小板聚集,这一过程需要纤维蛋白原、 Ca^{2+} 及血小板膜上 GP II b/III a 的参与。
 - 2) 聚集的两个时相:第一聚集时相发生迅速,也能迅速解聚,为可逆性聚集;第二聚集时相发生缓慢,但不能解聚,为不可逆性聚集。
 - 3) 生理性致聚剂:主要有 ADP、肾上腺素、5-羟色胺、组胺、胶原、凝血酶、TXA₂ 等。
 - 4) 病理性致聚剂:有细菌、病毒、免疫复合物、药物等。

表 3-2 血小板生理特性与功能

细胞来源	成熟巨核细胞质脱落形成
正常值	$(100 \sim 300) \times 10^9 / L$
特性	① 粘附 ② 聚集 ③ 释放 ④ 吸附 ⑤ 收缩:血小板内的收缩蛋白可发生收缩,使血凝块缩小固化 ⑥ 修复
功能	① 参加生理止血过程 ② 促进凝血 ③ 维持毛细血管壁的正常通透性

2. 收缩能力:当血凝块中的血小板发生收缩时,可使血块回缩。



【晶体渗透压及意义】

晶体渗透压主在盐,等渗胞膜形不变,胞外高渗 C 皱缩,低渗膨胀有裂隙。

- (三) 血小板的生成和调节
- (1) 造血干细胞→巨核系祖细胞→原始巨核细胞→幼巨核细胞→发育为成熟巨核细胞→血小板。
 - (2) 血小板的生成受血小板生成素(TPO)的调节。
 - (3) TPO的定义:为一种糖蛋白,能刺激造血干细胞向巨核系祖细胞分化,并特异地促进巨核祖细胞增殖、分化,以及巨核细胞的成熟与释放血小板。
- (四) 血小板的破坏
- (1) 衰老的血小板在脾、肝和肺组织中被吞噬破坏。
 - (2) 在发挥其生理功能时被消耗。

第三节 生理性止血

一、概 述

- (1) 生理性止血的定义:正常情况下,小血管受损后引起的出血,在几分钟内就会自行停止。
- (2) 出血时间:临床上常用小针刺破耳垂或指尖,使血液自然流出,然后测定出血延续的时间,这段时间称为出血时间。正常为1~3分钟,出血时间的长短可以反映生理性止血功能的状态。

二、生理性止血的基本过程(三个过程)

1. 血管收缩
- (1) 生理性止血首先表现为受损血管局部及附近的小血管收缩,使局部血流减少。
 - (2) 引起血管收缩的原因有三个
 - 1) 损伤性刺激,反射性使血管收缩。
 - 2) 血管壁的损伤引起局部血管肌源性收缩。
 - 3) 黏附于损伤处的血小板释放5-羟色胺(5-HT)、TXA₂等缩血管物质,引起血管收缩。
2. 血小板止血栓的形成
- (1) ADP及凝血酶→血小板活化→释放内源性ADP及TXA₂→进而促使血小板发生不可逆聚集,黏着在已黏附固定于内皮下胶原上的血小板上→形成血小板止血栓→从而将伤口堵塞,达到初步止血。
 - (2) 依赖维生素K的凝血因子:FII、FVII、FIX、FX的生成需要维生素K的参与,故它们又称依赖维生素K的凝血因子。
3. 血液凝固。

三、血液凝固

- (一) 概念
- (1) 血液凝固定义:是由凝血因子按一定顺序相继激活而生成的凝血酶最终使纤维蛋白原变为纤维蛋白的过程。
 - (2) 凝血过程:凝血酶原酶复合物的形成、凝血酶原的激活和纤维蛋白的生成三个基本步骤。



轻松一刻

【演员生涯】美国一位文艺评论家曾说,演员生涯可用观众三句话来概括:

“他是谁?”

“就是他!”

“天哪!他还活着!”

(二) 过程(表 3-3)

1. 凝血酶原酶复合物生成
 - (1) 内源性凝血途径:是指参与凝血的因子全部来自血液,通常因血液与带负电荷的异物表面(如玻璃、白陶土、硫酸酯、胶原等)接触而启动。
 - (2) 外源性凝血途径:由来自于血液之外的组织因子暴露于血液而启动的凝血过程,称外源性凝血系统,又称组织因子途径。
 - (3) 由内源性和外源性凝血途径所生成的 FXa ,在 Ca^{2+} 存在的情况下可与 FVa 在磷脂膜表面形成 FXa-FVa-Ca^{2+} -磷脂复合物,即凝血酶原酶复合物,进而激活凝血酶原。

2. 凝血酶原的激活和纤维蛋白的生成
 - (1) 凝血酶原的作用:在凝血酶原酶复合物的作用下激活成为凝血酶。
 - 1) 是使纤维蛋白原转变为纤维蛋白单体。
 - 2) 激活 FXIII ,生成 FXIIIa , FXIIIa 在 Ca^{2+} 的作用下使纤维蛋白单体相互聚合,形成不溶于水的交联纤维蛋白多聚体凝块。
 - 3) 凝血酶还可激活 FV 、 FVIII 、 FXI ,成为凝血过程中的正反馈机制。
 - 4) 凝血酶又可使血小板活化,加速凝血过程。
 - (3) 血清的定义:血液凝固后血凝块中的血小板激活,使血凝块回缩,释出淡黄色的液体,称为血清。
 - (4) 血清与血浆的区别:血清缺乏纤维蛋白原及 FII 、 FV 、 FVIII 、 FXII 等凝血因子,但也增添了少量凝血过程中血小板释放的物质。

3. 体内生理性凝血机制
 - (1) 外源性凝血途径在体内生理性凝血反应的启动中起关键性作用,组织因子是生理性凝血反应过程的启动物。另一方面,由外源性凝血途径生成的少量凝血酶对 FV 、 FVIII 、 FXI 和血小板的激活作用而产生放大效应,通过“截短的”内源性途径形成大量因子 X 酶复合物,从而激活足量的 FXa 和凝血酶,完成纤维蛋白的形成过程。
 - (2) 内源性途径对凝血反应开始后的维持和巩固起非常重要的作用。

表 3-3 内源性凝血与外源性凝血的比较

	外源性	内源性
启动	III	XII
分布	组织和血管中	全部血管内
共同途径	X	
因子 X 激活	X 被 III-VIIa 复合物激活为 Xa	X 被 IXa-VIIIa- Ca^{2+} 复合物激活为 Xa
步骤	少	多
速度	快	慢
主要凝血因子	III、VII	XII、XI、IX、VIII



【血量及理化特性】

血占体重百分七，
 细胞比容四五十，
 黏性是水四五倍，
 酸碱度约七点四。