

医学课程学习纲要与强化训练

生理学课堂笔记及自测题

郭益民 编著



科学出版社

www.sciencep.com

中国医学科学院图书馆藏

生理学课堂笔记及自测题

... ..



医学课程学习纲要与强化训练

生理学课堂笔记及自测题

郭益民 编著

本书(附)自测题答案

本书可作为医学院校生理学课程的教学参考书，也可供从事生理学工作的医务人员参考。本书在编写过程中，参考了国内外许多生理学教材和有关文献，力求做到概念清晰，重点突出，由浅入深，循序渐进。本书在编写过程中，参考了国内外许多生理学教材和有关文献，力求做到概念清晰，重点突出，由浅入深，循序渐进。

科学出版社

北京

100070

http://www.sciencep.com

电话：(010) 64015000

电邮：zhongguo@sciencep.com

网址：http://www.sciencep.com

印刷：北京印刷厂

装订：北京印刷厂

发行：北京印刷厂

经销：北京印刷厂

印刷：北京印刷厂

装订：北京印刷厂

发行：北京印刷厂

经销：北京印刷厂

科学出版社

北京

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303(打假办)

内 容 简 介

由于学时数的缩减,多媒体技术在教学中的广泛应用,学生在听课时很难解决记笔记和听懂课堂内容的矛盾。为减轻学生的课堂和应试时的负担,提高教师的课堂教学效果,编写了本书。

本书共分12章,每章均包括课堂笔记、自测题和参考答案等三部分。课堂笔记部分对生理学教学内容加以精简、归纳,将机体复杂的生理过程及其调节机制通过图、表、推理等方式加以直观、系统地归纳,名词解释精炼、易记,并注重联系临床;自测题部分包括名词解释、填空题、选择题(A、B、C、X型题)和问答题四部分,并附有参考答案。

本书可作为医学院校生理学教师的讲稿,可供临床医学、视光学、医学检验、影像学、口腔、药学、护理、麻醉、预防医学、法医和中医等专业的医学学生复习迎考用,也可用于如研究生入学考试、执业医师考试、各种医科函授班考试的复习用书。

图书在版编目(CIP)数据

生理学课堂笔记及自测题/郭益民编著. —北京:科学出版社,2009
(医学课程学习纲要与强化训练)
ISBN 978-7-03-024215-0

I. 生… II. 郭… III. 生理学-医学院校-教学参考资料 IV. Q4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 032350 号

策划编辑:黄 敏 / 责任编辑:胡治国 / 责任校对:朱光光
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

*

2009年4月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009年4月第一次印刷 印张:19 1/2

印数:1—3 000 字数:563 000

定价:39.00 元

如有印装质量问题,我社负责调换

前 言

生理学是一门理解性很强的、“讲理”的学科,想把复杂的生理过程理解透以应付各种不同的考试并不容易。特别是目前教科书的字数在不断增加,而教学时数却一再缩减,再加上教师普遍使用多媒体进行教学,学生在听课时很难解决记笔记和听懂课堂内容的矛盾,从而影响了课堂教学效果,并对学生课后复习造成一定的困难;另外,由于本科教科书的特点,学生在复习迎考过程中很难把握住重点。为进一步推动教学改革,提高教师的课堂教学效果,减轻学生的课堂和应试时的负担,在科学出版社的大力支持下,本人负责编写了本书。

本书的课堂笔记部分将机体复杂的生理过程及其调节机制通过图、表、推理等方式加以直观、系统地归纳,名词解释精炼、易记,并对教材中某些表达不清的生理学概念加以明确。书中大部分的图、表、推理过程为本人自己设计,当然也引用了国外教材中一些很好的插图。自从《医学生理学纲要》出版后,受到了众多生理学专家的好评。本书除了修订《医学生理学纲要》部分不完善的内容外,还对教科书的一些错误进行修改,对插图进行了修改和增加,并对部分教科书未讲透的内容进行了延伸。

本书的自测题部分增补了原题目未覆盖到的重点或教科书的新增内容,并通过问答题的形式对理论内容进行进一步归纳和比较,增加了联系临床、联系生活实际的内容。每章自测题均包括名词解释、填空题、选择题(A、B、C、X型题)和问答题四部分,并附有参考答案,本书的最后部分还附有三份医学本科的自测试题及答案。自测题的选择和编写不强调题量,而是注重知识点的覆盖。学生应该在充分复习课堂笔记的基础上再做本书的自测题,这样,可帮助学生检验自己对生理学知识的掌握程度,并可针对自身的薄弱点进行有选择性的强化学习,进一步巩固生理学知识。

作者在20多年的生理学教学过程中,曾获浙江省普通高校首届青年教师教学基本功比赛优秀奖、温州医学院青年教师教学基本功比赛第一名和温州医学院教案比赛一等奖等奖项。本书是根据本人对生理学知识的理解并参考国内、外相关的生理学教材编写而成的,同时还将自己的教学改革思路和成功的教学方法贯穿在全书中。由于本书对教科书的内容进行了分类、归纳和整理,如使用本书进行复习迎考可以做到事半功倍,取得较好的成绩。

总之,本书是一本新颖的教学参考书,教师可将此书作为讲稿,通过使用本书的图表,提高课堂教学效果;学生通过本书的学习,可在短时间内掌握生理学的理论知识,应付各种不同的考试。

本书可作为医学院校生理学教师的讲稿,可供临床医学、视光学、医学检验、影像学、口腔、药学、护理、麻醉、预防医学、法医和中医等专业的医学生复习迎考用,也可用于如研究生入学考试、执业医师考试、各种医科函授班考试的复习用书。

由于本人水平有限,对于书中出现的错误或不当之处,望各位读者能及时予以反馈,以便再版时修订。如需引用本书的原创插图,请先告知作者或科学出版社,作者联系方式:Email: wzmcygym@126.com。

郭益民

2009年3月于温州医学院

目 录

第一章 绪论	(1)	参考答案	(168)
课堂笔记	(1)	第八章 尿的生成和排出	(171)
自测题	(3)	课堂笔记	(171)
参考答案	(6)	自测题	(187)
第二章 细胞的基本功能	(7)	参考答案	(195)
课堂笔记	(7)	第九章 感觉器官的功能	(199)
自测题	(27)	课堂笔记	(199)
参考答案	(37)	自测题	(211)
第三章 血液	(42)	参考答案	(217)
课堂笔记	(42)	第十章 神经系统的功能	(220)
自测题	(52)	课堂笔记	(220)
参考答案	(59)	自测题	(246)
第四章 血液循环	(62)	参考答案	(259)
课堂笔记	(62)	第十一章 内分泌	(264)
自测题	(91)	课堂笔记	(264)
参考答案	(107)	自测题	(276)
第五章 呼吸	(114)	参考答案	(283)
课堂笔记	(114)	第十二章 生殖	(286)
自测题	(126)	课堂笔记	(286)
参考答案	(134)	自测题	(290)
第六章 消化与吸收	(138)	参考答案	(293)
课堂笔记	(138)	附录	(294)
自测题	(150)	附录一 生理学应试自测试卷一	(294)
参考答案	(156)	附录二 生理学应试自测试卷二	(298)
第七章 能量代谢与体温	(159)	附录三 生理学应试自测试卷三	(301)
课堂笔记	(159)	参考答案	(305)
自测题	(165)		

第一章 绪 论

课堂笔记

第一节 生理学的研究对象和任务

一、生理学的研究对象和任务

生理学 (physiology) 是研究生物体及各个组成部分正常功能活动规律的科学。

生理学的研究对象是生物体的功能。生理学的任务就是研究这些生理功能的正常活动过程, 以及内外环境发生变化时, 机体如何通过调节以适应环境的变化。

二、生理学的研究方法

(一) 动物实验方法

1. 急性动物实验

(1) 急性在体实验: 在无痛条件下剖开动物, 对某些器官进行实验观察。

(2) 急性离体实验: 从动物体内取出某一器官、组织或细胞, 置于适宜的人工环境中进行实验观察。

2. 慢性动物实验 在尽可能接近通常生活的情况下, 对经过预处理动物的功能进行较长时间的观察和记录。

(二) 人体实验方法

无创实验的实验对象可选择人, 但应遵守赫尔辛基宣言。

三、生理学研究的三个水平

(一) 细胞和分子水平的研究

细胞和分子水平的研究对象是细胞和它所含的物质分子。通过研究细胞各亚微结构的功能和细胞

内生物分子的各种理化变化, 阐明各组织、器官功能活动的原理, 并进而阐明生命活动的基本规律及其实质, 其内容属于细胞生理学或普通生理学。

(二) 器官和系统水平的研究

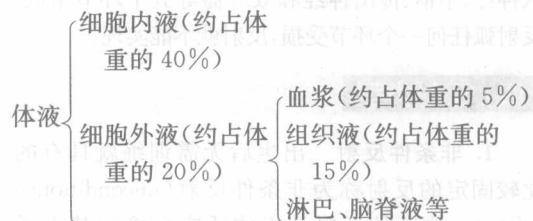
器官和系统水平主要研究器官、系统在机体中所起的作用、功能活动的机制及其影响因素。

(三) 整体水平的研究

整体水平是研究人体在劳动、运动或处于特殊环境 (高原、高空、失重、潜水等) 下, 各功能系统间的相互关系、人与环境的关系等。

第二节 机体的内环境和稳态

一、体 液



二、机体的内环境与稳态

(一) 机体的内环境

机体的内环境 (internal environment) 指细胞生活的液体环境即细胞外液。

(二) 稳态

1. 概念 内环境稳态主要指内环境的化学成分及理化性质保持相对稳定的状态。现也将机体所有保持相对稳定的生理过程称为稳态 (homeostasis)。

稳态有两层含义: ①物质在不停的转换中达

到平衡;②稳定只能是在一定范围内的波动。

2. 稳态的维持及其生理意义 稳态的生理意义是为细胞提供适宜的生存环境,其维持是通过调节来实现的。

第三节 机体生理功能的调节

一、神经调节

(一) 概念

通过反射实现对效应器功能的调节称为神经调节(nervous regulation)。神经调节是体内最重要的、起主导作用的调节机制。

(二) 基本方式

神经调节的基本方式是反射(reflex)。反射是指在中枢神经系统的参与下,机体对内、外环境变化产生的规律性反应。

(三) 结构基础

反射的结构基础称为反射弧(reflex arc)。反射弧是指完成反射所必需的结构。通常由感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器等五个环节组成。反射弧任何一个环节受损,反射就不能实现。

(四) 反射类型

1. 非条件反射 出生后无需训练就具有的,比较固定的反射称为非条件反射(unconditioned reflex)。非条件反射是机体适应环境的基本手段,是遗传的,有固定的反射弧,数量有限,通过皮层下各级中枢就可完成。

2. 条件反射 出生后通过训练而形成的,建立在非条件反射基础上的反射称为条件反射(conditioned reflex)。条件反射能增强机体活动的预见性、灵活性、精确性,使机体能更好地适应环境的变化,其数量无限,主要中枢是大脑皮层。

二、体液调节

(一) 概念

激素等化学物质通过体液途径(血液、组织液等)实现对靶细胞功能的调节称为体液调节(hu-

moral regulation)。

(二) 主要类型

1. 远距分泌 人体内分泌细胞分泌的激素经血液运送到全身各处,调节靶细胞的功能,这种调节称为远距分泌(telecrine)或全身性体液调节。

2. 旁分泌 激素等化学物质经组织液扩散,改变邻近细胞的活动,这种调节称为旁分泌(paracrine)或局部性体液调节。

3. 神经分泌 神经元合成的激素经轴突末梢释放入血液,调节靶细胞的功能,这种调节称为神经分泌(neurocrine)。

4. 神经-体液调节 中枢神经系统通过直接或间接地调节某些内分泌细胞的活动来调控激素的分泌,这种调节方式称神经-体液调节(neuro-humoral regulation)。

三、自身调节

(一) 概念

内、外环境变化时,组织、细胞不依赖于神经和体液调节而产生的适应性反应称为自身调节(autoregulation)。

(二) 特点

自身调节一般局限于小部分组织、细胞内,调节幅度较小,不十分灵敏。

第四节 体内的控制系统

一、非自动控制系统

非自动控制系统模式图(图 1-1)中的控制部分是指调节人体功能的调节部分,如反射中枢、内分泌细胞等;受控部分为效应器或靶细胞等;输出变量是指受控部分的状态或产生的效应。



图 1-1 非自动控制系统模式图

非自动控制系统是一个开环系统,即受控部分不能反馈改变控制部分的活动,这种系统在体内较少见。

二、反馈控制系统

(一) 特点

反馈控制系统模式图(图 1-2)中的参考信息即输入信息,反馈信息是指来自受控部分的反映

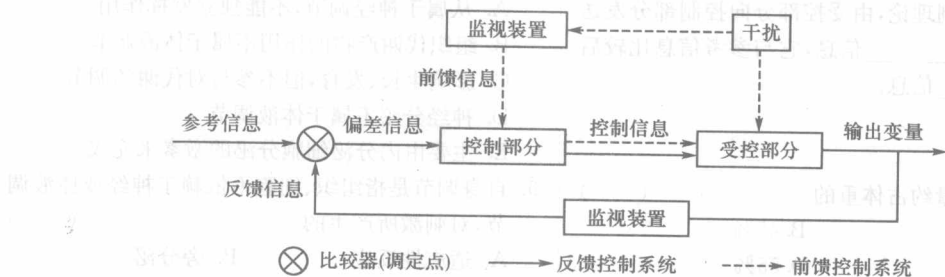


图 1-2 反馈控制系统和前馈控制系统模式图

(二) 类型

1. 负反馈

(1) 概念:在反馈控制系统中,反馈信息使受控部分的活动向和它原先活动相反的方向改变称为负反馈(negative feedback)。

负反馈是利用误差来消除误差,即只有当误差发生之后才能采取措施,因此,其缺点是具有波动性和滞后性。体内许多负反馈机制中设置了“调定点”,负反馈机制对受控部分活动的调节就以此调定点(set point)作为参照水平。重调定(resetting)是指调定点发生变动的过程。

(2) 意义:在负反馈情况下,反馈控制系统处于稳定状态。在生理状态下,体内的控制系统绝大多数是负反馈,它是维持机体稳态的重要途径,所控制的生理过程是可逆的。

2. 正反馈

(1) 概念:在反馈控制系统中,反馈信息使受控部分的活动向和它原先活动相同的方向改变称为正反馈(positive feedback)。

(2) 意义:在正反馈情况下,反馈控制系统处于再生状态,从而使某生理功能在短时间内迅速完成,所控制的生理过程是不可逆的。常见的正反馈有分娩、排尿反射、血液凝固、动作电位去极化的再生性循环和雌激素的中枢性正反馈作用等。

输出变量变化情况的信息,参考信息与反馈信息比较后即得出偏差信息。

反馈控制系统是一个闭环系统,即在控制部分与受控部分之间存在双向的信息联系。反馈控制就是根据输出变量产生的偏差来指导控制系统的活动,一般需要较长的时间。

三、前馈控制系统

在干扰信号作用于受控部分引起反馈信息之前,通过监视装置发出的前馈信息直接作用于控制部分,及时纠正受控部分可能出现的偏差,这种控制形式称为前馈(feed-forward)(图 1-2)。条件反射活动也是一种前馈。

前馈的特点:①预先监视干扰,及时做出适应性反应;②调控速度快,受控部分的波动幅度较小;③有可能失误。

前馈的意义:使机体的活动更准确、更有预见性。

自测题

一、名词解释

1. 机体的内环境(internal environment)
2. 稳态(homeostasis)
3. 反射(reflex)
4. 反射弧(reflex arc)
5. 旁分泌调节(paracrine regulation)
6. 自身调节(autoregulation)
7. 负反馈(negative feedback)
8. 正反馈(positive feedback)
9. 前馈(feed-forward)

二、填空题

1. 机体的内环境是指_____,主要包括_____



和_____。

2. 人体功能活动的调节方式有_____、_____、_____。其中起主导作用的是_____调节。
3. 神经调节的基本方式是_____，结构基础是_____。
4. 反射弧由_____、_____、_____、_____和_____五个部分组成。
5. 按照自动控制理论，由受控部分向控制部分发送的信息称为_____信息，它与参考信息比较后得出_____信息。

三、选择题

【A型题】

1. 成年人体液量约占体重的 ()
A. 40% B. 45%
C. 50% D. 55%
E. 60%
2. 内环境最重要的特征是 ()
A. 理化性质保持相对稳定
B. 各参数静止不变
C. 各参数大幅波动
D. 与外环境同步变化
E. 不因代谢而改变
3. 机体内环境的稳态是指 ()
A. 细胞内液理化性质保持不变
B. 细胞外液理化性质保持不变
C. 细胞内液化学成分相对恒定
D. 细胞外液化学成分保持恒定
E. 细胞外液理化性质相对恒定
4. 内环境稳态的意义在于 ()
A. 为细胞提供适宜的生存环境
B. 保证足够的能量储备
C. 使营养物质不致过度消耗
D. 与环境变化保持一致
E. 将内部功能活动固定在一个水平
5. 关于神经调节的叙述，正确的是 ()
A. 由受体接受刺激而引起
B. 是机体功能调节的唯一方式
C. 通过非条件反射实现
D. 调节过程不存在反馈
E. 颈动脉窦、主动脉弓压力感受性反射属神经调节
6. 下列关于反射的叙述，错误的是 ()
A. 必须有中枢神经系统的参与
B. 其结构基础是反射弧
C. 包括非条件反射和条件反射
D. 只要中枢存在，刺激即可引起反射
E. 是神经调节的基本方式
7. 反射弧效应器的主要功能是 ()
A. 接受刺激 B. 整合分析信息
C. 产生反应 D. 传导信息
E. 接受刺激和产生反应
8. 关于体液调节的叙述，正确的是 ()
A. 从属于神经调节，不能独立发挥作用
B. 组织代谢产物的作用不属于体液调节
C. 影响生长、发育，但不参与对代谢的调节
D. 神经分泌不属于体液调节
E. 主要由内分泌细胞分泌的激素来完成
9. 自身调节是指组织、细胞不依赖于神经或体液调节，对刺激所产生的 ()
A. 适应性反应 B. 旁分泌
C. 负反馈 D. 正反馈
E. 前馈
10. 关于负反馈的叙述，正确的是 ()
A. 是控制部分对受控部分的反馈
B. 调节过程不可逆
C. 可使生理过程不断加强
D. 其结果使某生理过程稳定于正常水平
E. 血液凝固就是例子
11. 维持机体稳态的重要调节过程是 ()
A. 神经调节 B. 体液调节
C. 自身调节 D. 正反馈
E. 负反馈
12. 下列生理过程中，属于负反馈调节的是 ()
A. 排尿反射
B. 颈动脉窦、主动脉弓压力感受性反射
C. 分娩
D. 血液凝固
E. 神经纤维动作电位去极相的 Na^+ 内流
13. 人体体温保持相对恒定，需要 ()
A. 自身调节 B. 负反馈
C. 正反馈 D. 条件反射
E. 环境温度稳定
14. 关于正反馈的叙述，正确的是 ()
A. 维持内环境稳态
B. 使某生理过程不断加强直至完成
C. 是神经调节中的主要机制
D. 是体液调节中的主要机制
E. 肾血流量比较稳定就是例子
15. 正反馈的意义在于 ()
A. 改善受控部分接受控制信息的反应状态

- B. 保持功能活动的稳态
C. 使控制部分受到抑制
D. 增强受控部分对控制信息的敏感性
E. 使某功能活动按固有程序迅速达到特定水平
16. 下列生理过程中,属于正反馈调节的是 ()
A. 降压反射 B. 体温调节
C. 血糖浓度的调节 D. 排尿反射
E. 红细胞生成的调节
17. 血压突然升高引起心跳变慢而弱的原因是 ()
A. 神经调节 B. 体液调节
C. 自身调节 D. 正反馈
E. 前馈
18. 通过调节使效应器或靶器官的活动不断增强,属于 ()
A. 条件反射 B. 非条件反射
C. 反馈 D. 正反馈
E. 负反馈
19. 干扰信号直接作用于控制部分,称为 ()
A. 负反馈 B. 前馈
C. 正反馈 D. 自身调节
E. 神经调节
20. 负反馈控制系统中具有纠正控制系统作用的是 ()
A. 参考信息 B. 控制信息
C. 前馈信息 D. 反馈信息
E. 输出变量
21. 避免负反馈缺陷的信息是 ()
A. 参考信息 B. 前馈信息
C. 干扰信号 D. 反馈信息
E. 输出变量
22. 体温变化与调定点比较后产生的信息是 ()
A. 参考信息 B. 反馈信息
C. 控制信息 D. 偏差信息
E. 前馈信息
- 【B型题】
A. 感受器 B. 传入神经
C. 中枢 D. 传出神经
E. 效应器
23. 心交感神经属于 ()
24. 颈动脉体和主动脉体属于 ()
25. 自主神经系统支配的心肌、血管平滑肌属于 ()
26. α 运动神经元的轴突属于 ()
- A. 神经调节 B. 体液调节
C. 自身调节 D. 正反馈
E. 前馈
27. 冬泳前,机体产热量增加而散热量减少属于 ()
28. 动脉血压在一定范围内变动时,肾血流量保持相对稳定属于 ()
29. 化学感受性反射属于 ()
- 【C型题】
A. 体液调节 B. 神经分泌
C. 两者均是 D. 两者均不是
30. 神经垂体释放血管升压素进入血液循环实现的调节属于 ()
31. 胰岛素的降血糖作用属于 ()
32. 食物的气味刺激唾液分泌属于 ()
A. 负反馈 B. 前馈
C. 两者均是 D. 两者均不是
33. 对受控部分调控速度快的是 ()
34. 可能发生较大幅度波动的是 ()
- 【X型题】
35. 以下哪些是有关稳态的正确描述 ()
A. 指内环境理化性质保持不变的状态
B. 是机体生理功能的一种调节方式
C. 负反馈是维持稳态的重要途径
D. 也指体内所有保持协调、稳定的生理过程
E. 正反馈不能维持机体的稳态
36. 下列哪些是正反馈的特点 ()
A. 维持机体的稳态
B. 使某项生理功能在短时间内迅速完成
C. 所控制的过程是不可逆的
D. 分娩过程是正反馈控制的例子
E. 属于神经调节
37. 下列哪些有关前馈的描述是正确的 ()
A. 干扰信号对控制部分的直接作用称为前馈
B. 前馈可避免负反馈出现滞后现象
C. 前馈可避免负反馈调节中出现波动
D. 见到食物出现唾液分泌是前馈的表现
E. 条件反射活动不属于前馈

四、问答题

- 举例说明机体功能活动是如何被调节的?
- 举例说明何谓负反馈、正反馈和前馈?各有何生理意义?
- 试比较负反馈和前馈。
- 运动员进入比赛场地进行百米赛跑前,机体会发生哪些变化?这是如何实现的?

参考答案

一、名词解释

1. 机体的内环境 指细胞生活的液体环境即细胞外液。
2. 稳态 内环境的化学成分及理化性质保持相对稳定的状态称为内环境稳态。现也指机体所有保持相对稳定的生理过程。
3. 反射 指在中枢神经系统的参与下,机体对内、外环境变化产生的适应性反应。
4. 反射弧 指完成反射所必需的结构。通常由感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器等五个环节组成。
5. 旁分泌调节 指激素等化学物质经组织液扩散,改变邻近细胞活动的调节方式,又称为局部性体液调节。
6. 自身调节 指内、外环境变化时,组织、细胞不依赖于神经或体液调节而产生的适应性反应。
7. 负反馈 指在自动控制系统中,反馈调节使受控部分的活动向和它原先活动相反的方向改变。
8. 正反馈 指在自动控制系统中,反馈调节使受控部分的活动向和它原先活动相同的方向改变。
9. 前馈 指干扰信号对控制部分的直接作用,它能使输出变量在出现偏差而引起反馈性调节之前就能得到纠正。

二、填空题

1. 细胞外液;血浆;组织液 2. 神经调节;体液调节;自身调节;神经 3. 反射;反射弧 4. 感受器;传入神经;中枢;传出神经;效应器 5. 反馈;偏差

三、选择题

1. E 2. A 3. E 4. A 5. E 6. D 7. C 8. E 9. A 10. D 11. E 12. B 13. B 14. B 15. E 16. D 17. A 18. D 19. B 20. D 21. B 22. D 23. D 24. A 25. E 26. D 27. E 28. C 29. A 30. C 31. A 32. D 33. B 34. A 35. CDE 36. BCD 37. ABCD

四、问答题

1. 举例说明机体功能活动是如何被调节的?

答:机体功能活动是通过神经调节、体液调节、自身调节来完成的。①神经调节:是指通过反射实现

对效应器功能的调节。如颈动脉窦和主动脉弓压力感受性反射在生理状态下可维持动脉血压的相对稳定。②体液调节:指激素等化学物质通过体液途径实现对靶细胞功能的调节。如胰岛素的降血糖作用。③自身调节:概念见本章名词解释6。如肾血流量的自身调节。

2. 举例说明何谓负反馈、正反馈和前馈?各有何生理意义?

答:①负反馈:概念见本章名词解释7,其生理意义是维持稳态。如血液中的甲状腺激素对腺垂体促甲状腺激素的分泌有负反馈作用,从而维持血液中甲状腺激素浓度的相对稳定。②正反馈:概念见本章名词解释8,其生理意义是使机体某一生理活动不断加强、迅速完成。如分娩、排尿反射等。③前馈:概念见本章名词解释9,其生理意义是使机体能更好地适应环境的变化,使其活动完成得更加准确。如各种条件反射。

3. 试比较负反馈和前馈。

答:见表1-1

表 1-1 负反馈和前馈对比表

	负反馈	前馈
对偏差的纠正	出现偏差后才进行纠正	对可能出现的偏差提早进行纠正
受控部分的波动	大	小
调控速度	慢	快
缺点	波动和滞后	有可能失误
生理意义	维持稳态	使机体的活动更准确、更有预见性

4. 运动员进入比赛场地进行百米赛跑前,机体会发生哪些变化?这是如何实现的?

答:运动员进入比赛场地进行百米赛跑前,与比赛有关的信息通过视、听等感觉器官传递至脑,通过机体的前馈机制,启动机体的应急反应,运动员出现以交感-肾上腺髓质系统活动增强为主的反应,主要表现为中枢神经系统的兴奋性提高;呼吸加强加快;心脏兴奋,心输出量增加,血压升高,内脏血管收缩,骨骼肌血管舒张同时血流量增多;血糖升高等。

第二章 细胞的基本功能

课堂笔记

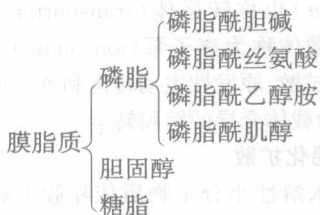
第一节 细胞膜的结构和物质转运功能

一、细胞膜的结构概述

液态镶嵌模型(liquid mosaic model)的基本内容: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、不同生理功能的蛋白质,后者主要以 α -螺旋或球形蛋白质的形式存在。

(一) 脂质双分子层

1. 成分



2. 特点

(1) 膜中的脂质以双分子层形式存在:磷脂(phospholipid)、胆固醇(cholesterol)和糖脂(glycolipid)等已知的膜脂质都是双嗜性分子,其亲水性基团(如磷脂的磷酸和碱基端)朝向膜的内、外表面,疏水性基团(如磷脂的脂酸烃链端)则形成膜内部的疏水区。

(2) 具有流动性:膜脂质在体温条件下呈液态,因而具有一定程度的流动性。

(二) 细胞膜蛋白质

1. 分类

(1) 表面蛋白:表面蛋白(peripheral protein)以静电引力或形成离子键等方式附于膜

的表面(主要在内表面)。

(2) 整合蛋白:整合蛋白(integral protein)的肽链一次或多次贯穿整个脂质双分子层,载体、通道等都属于整合蛋白。

2. 主要功能

(1) 物质转运功能:如载体蛋白、通道蛋白。

(2) 辨认、接受和传递信息:如受体蛋白。

(3) 使细胞膜与另一细胞的膜附着,或使其与细胞内、外的结构附着。

(4) 催化细胞外或细胞内的化学反应:如酶。

(5) 其他:尚存在大量目前还不确切知道其功能的蛋白质。

3. 存在形式

(1) α -螺旋:肽链中由20~30个疏水性氨基酸所含基团之间的相互吸引形成 α -螺旋,而暴露在膜内、外表面的肽段是亲水性的。

(2) 球形:蛋白质的肽链在膜的脂质结构中多次反复折叠,形成类似球形的三级结构。

(三) 细胞膜糖类

主要是一些寡糖和多糖链,以共价键形式和膜内脂质或蛋白质结合,形成糖脂或糖蛋白。

二、物质的跨膜转运

(一) 单纯扩散

1. 概念 没有生物学转运机制参与的、简单的物理扩散称为单纯扩散(simple diffusion)。

2. 特点

(1) 膜本身不需消耗能量:因物质转运是顺电-化学梯度或依靠渗透压梯度进行的。

(2) 主要转运脂溶性高或非极性程度高而分子量小的物质(如 O_2 、 CO_2 、 N_2 、乙醇、尿素和水等)(图2-1)。

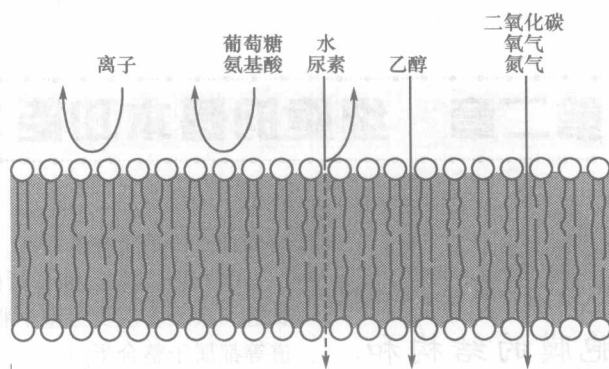


图 2-1 细胞膜的脂质双分子层对部分物质的通透性

(二) 通道介导的跨膜转运

1. 概念

(1) 离子通道: 是一类贯穿脂质双分子层的、中央带有亲水性孔道的并能选择性地允许离子通过的膜蛋白。

(2) 经通道易化扩散: 离子或水依靠膜上通道蛋白的介导, 顺电化学驱动力或依靠渗透压差的跨膜转运称为经通道易化扩散 (facilitated diffusion via channel)。

2. 转运机制 离子通道的亲水性孔道开放时, 离子可经孔道跨膜流动而无需与脂质双分子层相接触, 从而使通透性很低的带电离子以极快的速度 ($10^6 \sim 10^8$ 个离子/秒) 跨越质膜。水通道见第八章。

3. 离子通道的特点

(1) 离子选择性: 通道的离子选择性 (ionic selectivity) 不如载体蛋白严格。每种通道可对一种或几种离子有较高的通透性, 其他离子则不能或不易通过。如终板膜上的 N_2 型乙酰胆碱受体阳离子通道对 K^+ 、 Na^+ 有高度通透性, 但 Cl^- 不能通透。

(2) 大部分通道具门控特性: 通道通过一个或两个“闸门”样结构控制其开放和关闭的过程称为门控 (gating), 使通道具有不同的机能状态。如电压门控钠通道的激活门和失活门使该通道具有关闭、激活和失活等不同的机能状态。

4. 离子通道的主要类型

(1) 电压门控通道: 由膜内、外电位差控制开闭的通道称为电压门控通道 (voltage gated ion channel)。如神经纤维上的钠通道。

(2) 化学门控通道: 由化学物质 (激素、递质等) 控制开闭的通道称为化学门控通道 (chemically gated ion channel), 又称配体门控通道 (ligand gated ion channel)。如终板膜上的 N_2 型乙酰胆碱受体阳离子通道。

(3) 机械门控通道: 由机械因素控制开闭的通道称为机械门控通道 (mechanically gated ion channel), 如听毛细胞上的机械门控通道。

(三) 载体介导的跨膜转运

载体 (carrier) 也称转运体 (transporter), 有 ATP 酶活性的载体称为离子泵 (ion pump)。因此, 经载体易化扩散、原发性主动转运和继发性主动转运均可归为载体介导的跨膜转运。

1. 经载体易化扩散

(1) 概念: 水溶性小分子物质依靠膜上载体蛋白的介导, 顺浓度梯度的跨膜转运称为经载体易化扩散 (facilitated diffusion via carrier)。

如葡萄糖经葡萄糖转运体 (GLUT) 的介导进入细胞内的过程就属于经载体易化扩散。

(2) 转运机制: 尚不完全清楚。有人认为载体的位点在高浓度一侧与小分子物质进行可逆性结合后, 蛋白质发生构型的改变, 亚单位扭曲, 将物质转运至低浓度一侧, 其转运速率为 $10^3 \sim 10^5$ 个分子/秒。

(3) 特点

1) 结构特异性: 载体蛋白上有特定的位点与特定的物质结合。

2) 饱和现象: 经载体易化扩散的扩散通量与膜两侧某物质的浓度梯度成正变。但由于载体的数目有限, 因此与待运物质结合的位点

数目也是相对固定的,当结合位点全部与待运物质结合后,再增加待运物质,扩散通量就不再增加。

3) 竞争性抑制:如某一载体蛋白能转运 A、B 两种结构类似的物质,当膜两侧 A 物质的浓度梯度增加时,由于部分结合位点被 A 竞争性地占据,使转运 B 物质的位点减少,导致载体对 A 物质的转运加强,却减弱了对 B 物质的转运。

被动转运(passive transport)是指物质依靠电化学驱动力或渗透压梯度进行跨膜转运的过程,细胞本身不需消耗生物能。因此,上述的单纯扩散、经通道易化扩散和经载体易化扩散均属于被动转运。

2. 原发性主动转运

(1) 概念:离子泵利用分解 ATP 产生的能量,将离子逆浓度梯度或(和)电位梯度进行跨膜转运的过程称为原发性主动转运(primary active transport)。

(2) 钠泵

1) 钠泵的特性:钠-钾泵(sodium-potassium pump)简称钠泵,是一种 Na^+ 、 K^+ 依赖式 ATP 酶的蛋白质。其特性有:①是镶嵌在膜的脂质双分子层中的一种特殊蛋白质;②具有 ATP 酶的活性;③其活性取决于膜内外 Na^+ 、 K^+ 浓度差。

2) 钠泵的活动过程:以神经和骨骼肌细胞为例,正常时膜内 K^+ 浓度约为膜外的 30 倍,膜外的 Na^+ 浓度约为膜内的 10 倍。

当细胞内 $[\text{Na}^+] \uparrow$ 或细胞外 $[\text{K}^+] \uparrow \rightarrow$ 膜两侧 Na^+ 、 K^+ 的浓度差 $\downarrow \rightarrow$ 钠泵活动 $\uparrow \rightarrow$ 泵出 Na^+ 、泵入 $\text{K}^+ \rightarrow$ 维持膜两侧 Na^+ 、 K^+ 的浓度差(图 2-2)。

低温、缺氧或应用哇巴因 $\rightarrow$ 钠泵活动 $\downarrow \rightarrow$ 膜两侧 Na^+ 、 K^+ 的浓度差 $\downarrow$ 。

3) 生理意义:维持膜两侧 Na^+ 、 K^+ 的不均衡分布。

a. 造成细胞内高钾:是许多代谢反应进行的必需条件。

b. 维持细胞内低钠,从而使胞质渗透压和细胞容积保持相对稳定:由于膜对 Cl^- 的通透性很高, Cl^- 不断向细胞内漏入形成的电位差促使 Na^+ 也漏入细胞内。但由于胞质内阴离子的静电引力使 K^+ 向外漏出的量相对较少,如无钠泵活动,势必会造成胞质的渗透压升高,使细胞发生

肿胀。

c. 钠泵维持的膜内外 Na^+ 浓度差可作为继发性主动转运系统的能源。

d. 钠泵活动造成的膜内外 Na^+ 、 K^+ 的浓度差是产生生物电活动的前提条件,是神经、肌肉等组织具有兴奋性的基础。

e. 增加膜内电位的负值,影响静息电位的数值:在一般生理情况下,每分解一个 ATP 分子,可以使 3 个 Na^+ 移到膜外,同时有 2 个 K^+ 移入膜内;即钠泵活动可导致细胞内正离子的减少,造成膜的超极化,因此钠泵为生电性泵(图 2-2)。

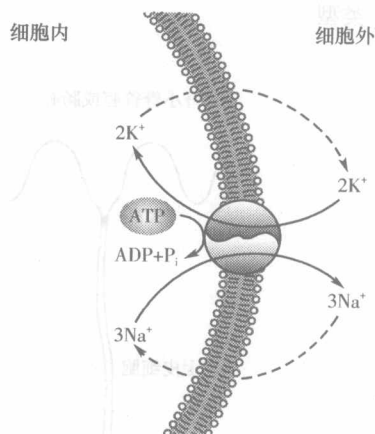


图 2-2 钠泵活动示意图

(3) 钙泵(Ca^{2+} -ATP 酶)

1) 质膜钙泵:每分解 1 分子 ATP 可将 1 个 Ca^{2+} 跨膜转运至胞外。胞质内 Ca^{2+} 浓度增加时, Ca^{2+} 与钙调素结合后,再与钙泵结合并使其活化,将胞质内的 Ca^{2+} 泵至胞外。此外,蛋白激酶 C 和蛋白激酶 A 也可激活钙泵,而二磷酸磷脂酰肌醇的减少可使钙泵活性降低。质膜钙泵与 Ca^{2+} 的亲合力较高,但运送能力小。

2) 肌质网或内质网膜钙泵:每分解 1 分子 ATP 可将 2 个 Ca^{2+} 由胞质逆浓度梯度转运至肌质网或内质网内腔中。肌质网或内质网膜钙泵的运送能力大,但其活化机制尚未完全清楚。

(4) 质子泵

1) H^+ 、 K^+ -ATP 酶:主要分布于胃腺壁细胞膜和肾小管闰细胞膜上,其功能是主动分泌 H^+ 至分泌小管或肾小管内。

2) H^+ -ATP 酶:主要分布于各种细胞器膜上,可将胞质内的 H^+ 主动转运至细胞器内。

3. 继发性主动转运

(1) 概念:顺着原发性主动转运所形成的离子(Na^+ 或 H^+)浓度梯度而进行某物质逆浓度梯度或(和)电位梯度的跨膜转运,这种间接利用ATP的主动转运过程称为继发性主动转运(secondary active transport),或称为联合转运(co-transport)。

溶质跨质膜进行继发性主动转运的动力来自钠泵维持的 Na^+ 浓度梯度;溶质跨细胞器膜进行继发性主动转运的动力来自质子泵(H^+ -ATP酶)维持的 H^+ 浓度梯度。

(2) 类型

1) 同向转运:被转运的物质分子与 Na^+ 或 H^+ 扩散方向相同的继发性主动转运称为同向转运(symport)。

如 Na^+ -葡萄糖同向转运体对葡萄糖的转运(图2-3):在完整的在体肾小管和肠黏膜上皮细胞,由于在细胞的基底侧膜(即靠近毛细血管和相邻上皮细胞侧的膜)上有钠泵存在,因而造成细胞内 Na^+ 浓度低于小管液或肠腔液中 Na^+ 浓度,当转运体与 Na^+ 、葡萄糖三者组成复合体后,就能顺着 Na^+ 浓度差将葡萄糖从低浓度一侧移向高浓度一侧;进入上皮细胞的葡萄糖分子经基底侧膜上的载体转运扩散至组织液。

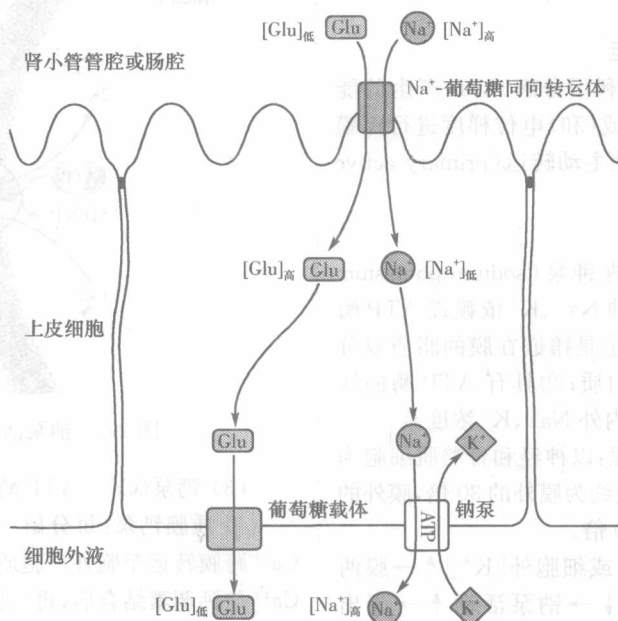


图2-3 Na^+ -葡萄糖同向转运示意图(Glu:葡萄糖)

2) 反向转运:被转运的物质分子与 Na^+ 或 H^+ 扩散方向相反的继发性主动转运称为反向转运(antiport)。例如:

a. Na^+ - Ca^{2+} 交换: Na^+ - Ca^{2+} 交换体可顺 Na^+ 浓度差将细胞内的 Ca^{2+} 排出细胞,以3个 Na^+ 进入胞内和1个 Ca^{2+} 排至胞外的化学量进行活动,以维持胞质内较低的游离 Ca^{2+} 浓度(见第四章)。如哇巴因类药物抑制钠泵活动 $\rightarrow$ 膜两侧 Na^+ 的浓度差 $\downarrow \rightarrow \text{Na}^+$ - Ca^{2+} 交换 $\downarrow \rightarrow$ 胞质内 $[\text{Ca}^{2+}] \uparrow \rightarrow$ 产生强心效应。

b. H^+ - Na^+ 交换:细胞代谢产生的 H^+ 需通过 H^+ - Na^+ 交换排至膜外,此交换的动力是膜内外

Na^+ 的浓度差。如抑制钠泵活动,会造成细胞内pH降低。

(四) 出胞和入胞

1. 出胞

(1) 概念:胞质内的大分子物质以分泌囊泡的形式排至细胞外的过程称为出胞(exocytosis)。如递质、酶和一些激素的分泌过程。

(2) 出胞过程:粗面内质网生物合成分泌物 $\rightarrow$ 高尔基复合体修饰成分泌囊泡 $\rightarrow$ 移向特定部位的质膜内侧 $\rightarrow$ 囊泡膜和质膜在某点接触并相互融合 $\rightarrow$ 融合处出现裂口 $\rightarrow$ 囊泡内容物排出。

(3) 出胞形式

1) 持续性出胞:囊泡所含的大分子物质不间断地排出细胞,如小肠黏膜杯状细胞持续分泌黏液的过程。

2) 调节性出胞:膜外的特殊化学信号或膜两侧电位改变→局部膜中的 Ca^{2+} 通道开放→ Ca^{2+} 内流↑、 Ca^{2+} 储存库释放 Ca^{2+} ↑→触发囊泡向质膜内侧移动→出胞。

2. 入胞

(1) 概念:细胞外的大分子物质或物质团块以借助于细胞膜形成吞噬泡或吞饮泡的方式进入细胞内的过程称为入胞(endocytosis)。

(2) 类型

1) 吞噬:物质颗粒或团块进入细胞内的过程称为吞噬(phagocytosis)。如单核细胞、巨噬细胞和中性粒细胞的吞噬。

2) 吞饮:液体物质进入细胞内的过程称为吞饮(pinocytosis)。

a. 液相入胞:细胞外液及其所含的溶质连续不断地进入胞内的过程称为液相入胞(fluid-phase endocytosis)。

b. 受体介导式入胞:指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过程。其转运过程为:

膜受体“辨认”胞外物质并与之结合→移行至有被小窝→膜向胞质侧凹入形成有被囊泡并进入胞质→有被囊泡失去网格蛋白成为吞饮泡→吞饮泡与胞质中胞内体融合→受体与其结合的配体分离→含配体的囊泡被转运到能利用它们的细胞器,含受体的囊泡移回到细胞膜并与之融合,重新成为细胞膜的组成部分。

第二节 细胞的跨膜信号转导

由于神经递质、激素和各种细胞因子等信号分子多为大分子或亲水性物质,难以通过细胞膜进入胞内,只能作用于膜表面受体,引起膜结构中一种或数种特殊蛋白质分子的变构,将信息传递到细胞内,引发靶细胞产生相应功能的改变。细胞外的光、电和机械信号也可以通过此途径引致生物效应。

这种外界环境变化的信息通过细胞膜受体的介导传入细胞内,并引起细胞代谢和功能发生相

应变化的过程称为跨膜信号转导(transmembrane signal transduction)。

一、离子通道介导的信号转导

(一) 离子通道型受体

离子通道型受体也称递质门控通道或促离子型受体,属化学门控通道,其受体蛋白本身就是离子通道。如 N_2 型乙酰胆碱受体阳离子通道、 GABA_A 受体、甘氨酸受体等。当膜外化学信号(多为神经递质)作用于离子通道型受体,引起该通道的开放,使膜对离子的通透性发生变化,导致细胞膜内外电位差发生了改变,从而引起细胞产生反应。

(二) 电压门控通道

电信号作用于电压门控通道,引起通道的开放或关闭,导致细胞膜出现新的电变化或其他细胞内功能的变化。如神经纤维上的电压门控 Na^+ 通道。

(三) 机械门控通道

机械性刺激可能引起膜的局部变形或牵引,直接激活了膜中的机械门控通道,引起细胞功能的改变。如内耳毛细胞的机械门控通道。

二、G 蛋白耦联受体介导的信号转导

(一) 主要的信号分子

1. G 蛋白耦联受体 G 蛋白耦联受体(G protein-linked receptor)也称促代谢型受体(metabotropic receptor)。每种受体的肽链均反复贯穿膜七次,形成一个球形蛋白质分子。其胞外侧有配体结合的部位,膜内胞质侧有结合 G 蛋白的部位。如 α 受体、 β 受体和 M 受体等均属于 G 蛋白耦联受体。

2. G 蛋白 鸟苷酸结合蛋白(guanine nucleotide-binding protein)简称 G 蛋白,通常由 α 、 β 、和 γ 三个亚单位组成; α 亚单位具 GTP 酶活性,通常起催化亚单位的作用。

细胞外信号分子与受体结合→受体与失活态