

医学主干课程精编笔记与**考研**通关训练

生理学

精编笔记与考研指南

医学考研命题研究专家组编写

主编◎朱妙章 裴建明 姜春玲 潘桂兰 杜剑青 倪 鑫

肖中举 郑天珍 曾晓荣 周士胜 倪 江 高天明

- ✓ 名校名师主编 破解考研大纲
- ✓ 笔记浓缩教材 覆盖难点考点
- ✓ 毕业考研备战 高分通过无忧



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

医学主干课程精编笔记与考研通关训练

生理学精编笔记与考研指南

主 编	朱妙章	裴建明	姜春玲	潘桂兰	杜剑青	倪 鑫	肖中举
	郑天珍	曾晓荣	周士胜	倪 江	高天明		
副主编	高 峰	张玉芹	杨永录	马 青	于 军	李红梅	王旭东
	金宏波	管茶香	刘慧荣	朱国庆	迟素敏	王文清	张利华
助 编	徐 明	朱肖星					
编 委	徐 明	朱肖星	刘亚莉	王跃民	刘 军	张海锋	张海滨
	陈 迈	陈宝莹	徐 琳	周 洁	董战玲	樊 荣	温海霞
	燕 子	游兴姬					
编 者	(以姓氏笔画为序)						
	于 军	马 青	马坚妹	马海红	王旭东	王文清	王桂敏
	王跃民	王晓红	邓晓莉	付 峰	符史干	冯 娜	刘长金
	刘亚莉	刘 军	刘 玲	刘慧荣	孙 莉	孙 菲	毕 辉
	朱妙章	朱肖星	朱国庆	朱萧玲	张玉芹	张海锋	张淑苗
	张 倩	张利华	李金玲	李红梅	李 娟	肖赞英	肖中举
	时静华	杜剑青	陈 迈	陈宝莹	陈希瑶	杨 焜	杨永录
	迟素敏	季乐乐	周士胜	周京军	周 洁	周 珂	郑天珍
	金宏波	孟 华	姜春玲	段玉斌	胡志安	顾晓明	郭海涛
	郭 军	倪 江	倪 鑫	高 峰	高天明	高文元	殷 玥
	徐 明	徐 琳	曾晓荣	董明清	游兴姬	温海霞	熊加祥
	董战玲	裴建明	管茶香	潘桂兰	樊 荣	燕 子	翁巧凤



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

生理学精编笔记与考研指南/朱妙章,裴建明,姜春玲等主编.-北京:科学技术文献出版社,2013.6

(医学主干课程精编笔记与考研通关训练)

ISBN 978-7-5023-7457-0

I. ①生… II. ①朱… ②裴… ③姜… III. ①人体生理学-研究生-入学考试-自学参考资料 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 175688 号

生理学精编笔记与考研指南

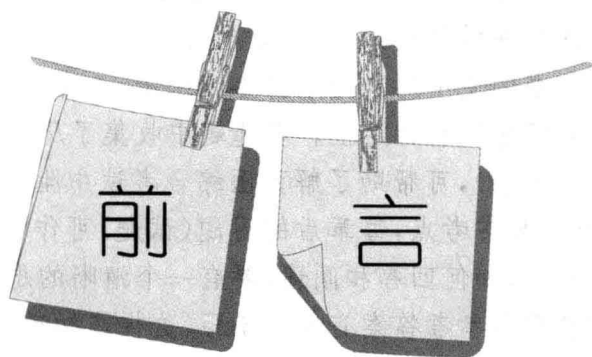
策划编辑:薛士滨 责任编辑:张金水 责任校对:张叫咪 责任出版:张志平

出 版 者	科学技术文献出版社
地 址	北京市复兴路 15 号 邮编 100038
编 务 部	(010)58882938,58882087(传真)
发 行 部	(010)58882868,58882874(传真)
邮 购 部	(010)58882873
官 方 网 址	http://www.stdp.com.cn
发 行 者	科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者	北京时尚印佳彩色印刷有限公司
版 次	2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷
开 本	889×1194 1/16
字 数	639 千
印 张	24.75
书 号	ISBN 978-7-5023-7457-0
定 价	59.00 元



版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换



受科学技术文献出版社的委托,我们组织了第四军医大学、西安交通大学医学院、哈尔滨医科大学、大连医科大学、第二军医大学、大连大学医学院、中南大学湘雅医学院、南京医科大学、武汉科技大学医学院、包头医学院、成都医学院、贵阳医学院、宁波大学医学院、兰州大学医学院、华中科技大学同济医学院、山东大学医学院、第三军医大学、首都医科大学、山西医科大学、泸州医学院、海南医学院、青海医学院等 21 所高等医药院校的教授和有丰富经验的教师编写了本书,供学生复习和教师命题参考。

本书重点介绍每章要点和内容精要,梳理知识体系,力求系统,重点突出,说明本章要求掌握、熟悉和了解的内容,如何将学生从教材、参考书等内容浩繁的书本中解脱出来,将厚厚的课本变成简洁、层次清晰的纲要和精编笔记,使内容要点和核心知识框架清晰,有助于读者高效、透彻地理解与掌握相应章节的重点和难点,理清思路,轻松记忆,这是编写本书的出发点之一。生理学精编笔记与考研指南涵盖本科生复习考试要点,紧扣研究生入学考试大纲要求。编者根据多年授课和编写经验,以书本、教师的教案和多媒体为依据,把教材的重点内容和要点归纳总结,并配以示意图、箭头图、比较表等形式,注释和归纳教材内容,把复杂的理论简明化,以帮助学生记忆知识重点和难点,介绍记忆方法、经典实验和生理学史话等,把生理学知识通俗化,以提高学生对医学和生理学的兴趣,适当联系临床,灵活应用生理学知识,帮助学生理解、记忆和掌握生理学知识,提高记忆效果;通过分析、归纳、化简、类比(较)、图解等方法,找出生理学知识点的规律性和差异;这样更为直观,对比鲜明,简明扼要,熟悉便于记忆和掌握知识的窍门。有了精编笔记,学生节省了记笔记的时间,上课时可以更专心听讲。

本书和高教出版社、人民卫生出版社等最新出版的生理学教材配套,可供长学制、五年制临床医学及相关专业学生参考,帮助学生掌握生理学教材的精髓和重点内容,每章都有复习题,包括多选题(A 型题、B 型题和 X 型题)、名词解释、简答题、论述题和思考题等,前面的四种题型是常考的类型,而思考题主要是培养科学的思维方法和分析生理学知识的能力,有些

思考题在其他辅导书中较少见到,对有志攻读研究生的学生来说,希望能认真研读本书,在全国统一命题或高校自己命题的试卷中,都有本书的原题或类似的题在其中。通过难易程度不同题型的练习,帮助学生复习和检测生理学知识的掌握程度,增加应试经验和技巧,有利于学生巩固生理学理论知识,强化生理学知识的理解和记忆,提高学生自学、解题、分析和应试能力。本书的使用对象为本科生(五、七、八年制),对报考研究生、执业医师资格考试和在职人员的晋职考试有针对性。多选题中收集了历年考研西医综合考试中涉及生理学的试题(试题中标明年份),可帮助了解西医综合考试中生理学的考点内容,它比较全面地覆盖了教材的重点、难点和常考点,每章后的习题(试题)可作为考核自己学习效果和掌握的程度,考生像真的应试一样,如何回答和阐述,要有一个清晰的思路,不宜马上去看参考答案,思考一番后,看自己的答案与参考答案有哪些差距,这样能知道自己的不足和知识的缺陷,通过复习去弥补,也能理会编者命题的意图和思路。要掌握生理学的学习方法和思路,多练可使学生顺利通过生理学课程考试,并为研究生入学考试打下一个厚实的基础。

本书每章中的题型包括:多选题、名词解释(英文或中文)和问答题(有简答题、论述题和思考题)。

①多选题:包括 A、B、X 三种类型,近年研究生入学考试中删去了 C 型题(比较选择题)和 K 型题(复合选择题),因此,本书也不用 C 型题和 K 型题。A 型题:又称最佳选择题或单项选择题,由一个主干和五个或四个备选答案组成,答题时要从五个或四个备选答案中选出一个最佳答案;B 型题(配伍选择题):列出 A、B、C、D、E 五个备选答案,从上述的备选答案中选择最合适的一个,每个备选答案可以选择一次或多次,也可一次都不选;X 型题(多项选择题):每题由一个主干和四个备选答案组成,备选答案中至少有一个正确,也可以 2 个、3 个、4 个都正确,答题时要求对每一项做出对或错的选择,把正确答案写出来,少答或多答都不得分。

②名词解释:简明扼要,表达正确,简单的名词解释不再注释。

③简答题:作简明扼要的回答,不必详述。

④论述题:答题时应较为详细地叙述,主次分明,条理应清晰。

⑤思考题:是一种综合性的高难度论述题,为读者提供思路,启发其总结、论证和分析生理学问题的能力。答案附在每章结尾,答题按试题顺序逐一解答,答题的深度以教育部和卫生部的教科书为依据,供考生参考。

本书原第 13 章为全国部分重点与普通医科大学的本科生试题,攻读硕士、博士学位研究生入学试题(真题),鉴于本书字数偏多,只象征性用了几个院校的 1~2 套试题,各高校历年的考题编入生理学试题选编与应试指南(由第四军医大学出版社出版)。本书的试题有本科生期末考试、硕士生和博士生入学试题,以近年为主,试题选编增加了参编院校,考题具有一定的代表性,覆盖了生理学各章中的重点和主要内容,希望考生能很好掌握,以增强实战经验和应试技巧。有些人误以为 20 世纪 80 年代、90 年代的考题是过时了,事实上并非如此,生理学是一门功能科学,是医学的基础学科,所以西医综合、医师资格执业医师考试中,生理学是必考的内容之一。其中,重点章节和重点是常考的内容,有相当一部分试题是经典试题,因此不同层次或不同院校的试题中,常可以见到相同内容的考题就不足为奇了。

本书的编写得到了徐明博士、朱肖星博士两位助编的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

朱妙章



第一章 绪论	1
第二章 细胞的基本功能	7
第三章 神经生理	45
第四章 感官生理	125
第五章 血液生理	144
第六章 循环生理	169
第七章 呼吸生理	223
第八章 消化与吸收	257
第九章 泌尿生理	282
第十章 能量代谢和体温	318
第十一章 内分泌生理	336
第十二章 生殖生理	355
第十三章 部分高校硕士、博士研究生入学考试试题及答案	369
参考文献	389
附录:正(误)、宜用(不宜用)的部分生理学名词和术语	390

第一章 绪论

一、教学大纲要求

掌握内容

1. 机体的内环境、稳态的概念和意义。
2. 人体功能活动的调节:神经调节、体液调节、自身调节的概念和特点。

熟悉内容

1. 生命活动基本特征:新陈代谢、兴奋性、适应性和生殖等概念。
2. 生理功能自动控制系统的基本工作原理:反馈调节(负反馈、正反馈)、前馈调节的概念和意义。

了解内容

1. 生理学的定义、研究内容和研究方法。
2. 人体生理学与医学的关系。

二、课程纲要

1. 生理学的概念

(1)生理学 生理学是研究生物体生命活动规律的学科,属于生物科学的一个分支。根据研究对象不同,可分为植物生理学、动物生理学、细胞生理学、人体生理学(医学生理学)等。医学专业生理学课程的主要内容包括:人体细胞、器官和各系统

①基本活动原理;②相互关系及相互作用原理;③各种功能活动协调制约关系的原理;④作为整体适应环境生存的整合原理等。

(2)生理学研究 生理学是一门实验性科学,生理学知识来自于观察和实验。

• 依据观察和研究对象,将研究分成不同层次或水平。

人体结构:

基本材料:蛋白质、糖、脂类、核酸、无机盐离

子等。

基本功能单位:各种组织细胞。

器官及系统:细胞组成器官、不同器官组成特定功能的系统。

整体:各种功能的协调活动。

在生理学,研究常以某一对象为主,于是便有了分子和细胞水平研究、器官水平及整体研究之称。

值得注意的是,为了能正确地阐明一种生理现象发生机制,不同水平的研究常常同时并用。

• 根据实验性质,可分为急性实验和慢性实验等。

有些试验不能(宜)直接在人体上进行,常需借助动物实验,观察某些生理现象,因此,动物实验在生理学研究中具有非常重要的作用。

2. 生理学与医学的关系 生理学来自于医学实践,又反过来指导医学实践。在认识组织器官疾病之前,必须首先了解该组织器官的生理功能,所以,生理学是医学的基础。现代生理学理论体系在医学中具有十分重要的地位。

3. 生命活动的基本特征。

- 新陈代谢——维持自我。
- 适应环境——保证生存。
- 生殖——繁衍后代。

新陈代谢是以生物体与环境进行物质、能量交换为基础的,如果新陈代谢停止,细胞将无以生存,机体的生命将终止。通过新陈代谢将外界物质变为自身结构,称为同化作用(合成代谢);将自身物质分解,称为异化作用。新陈代谢过程中伴随能量

的转移。

适应环境是所有生物的共性。生物体需要有兴奋性,即具有感受刺激发生兴奋(即产生动作电位)的能力,使机体在各种环境变化(刺激)下,能够采取适当的对策(具有适应性),使机体在不同环境条件下都能得以生存。所以生理学的核心内容贯穿了“环境变化形成的刺激—对环境适应的反应过程—机体的调节使适应过程得以顺利进行或更加完善”。如果在某一环节发生异常,就会出现病态。

生殖是个体有限生命的延续,保持种族延续、繁衍。

4. 内环境及其稳态

(1)内环境:自然环境对机体健康有重要影响;体内细胞所处的环境对细胞生存及功能有重要影响。

人所处的自然环境,称为外环境;而细胞外液是细胞生存的环境,称为机体的内环境。

环境毒物通过影响内环境发挥毒性作用。

机体内脏器官联合活动,目标是保证细胞所处的内环境的“清洁”和“宜居”,因此,内环境是生理学中需要牢记的重要概念。

内环境概念:指多细胞生物体绝大部分细胞实际生活的环境,即细胞外液,约占总体液的 2/3。血浆和淋巴液也属于细胞外液。

细胞从内环境中摄取营养物质,并向内环境中排出代谢产物。内环境为细胞进行新陈代谢场所(生存)和细胞发挥生理功能的场所(工作)。细胞只能在内环境保持稳定的基础上生存和正常工作。

(2)稳态:外环境有春夏秋冬,内环境也在时刻波动。

内环境稳态是指细胞外液理化性质,如温度、pH 值、离子成分、营养成分等保持相对稳定的状态。

稳态是细胞生存和发挥功能的基本条件,稳态遭到破坏,就会发生疾病。体内各功能系统器官在神经和体液调节下,共同参与稳态的维持。负反馈调节是维持稳态的重要机制。

5. 机体生理功能的调节 调节是指机体对内、外环境变化的适应性反应过程。通过调节,使各功

能系统的活动统一协调。对内,保证维持稳态;对外,对环境变化及时做出反应,最大限度满足机体整体生存需要。最常见的调节方式:神经调节、体液调节和自身调节。

(1)神经调节:是指通过神经系统的活动,对机体各组织器官功能所进行的调节。

反射是神经调节的基本方式。反射系指在中枢神经系统参与下,机体对内、外环境变化所产生的规律性适应性反应。反射弧是反射活动的结构基础,基本组成有感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器,其中任何一个环节的结构和功能发生障碍,都不能完成反射性神经调节活动。按反射形成的条件和反射弧特点分为非条件反射和条件反射。

表 1-1 非条件反射与条件反射比较

非条件反射	条件反射
先天遗传的,种族共有	后天获得的
恒定、稳固的反射弧联系	易变、暂时的反射弧联系
刺激与反应之间因果关系固定	因果关系不固定
大脑皮层以下各中枢就能完成,属于初级的神经活动	必须通过大脑皮层才能完成反射,属于高级的神经活动
由非条件刺激引起,数量有限,适应性小	由条件刺激引起,数量无限,适应性大
相当于计算机的标准硬件配置	相当于计算机各种应用程序的开发

(2)体液调节:是指体内产生的特殊化学物质(激素等生物活性物质或代谢产物)通过体液(血液、组织液等)途径对组织细胞功能所进行的调节。激素等生物活性物质作为配体,与靶细胞上的对应受体结合,再通过细胞信号转导途径,引起细胞固有的生物效应(反应)。





表 1-2 神经调节与体液调节比较

神经调节	体液调节
反应迅速、灵敏	反应较慢
作用范围准确	作用范围广泛
持续时间短暂	持续时间较久
(有线电话式作用)	(散发传单式作用)

内分泌腺直接或间接地受神经调节,因此,神经调节和体液调节密不可分,生理学上常统称为神经-体液调节。

(3)自身调节:是指不依赖于神经和体液,由组织器官自身特性所产生的对内、外环境变化的适应性反应。特点:作用局限、调节幅度小、灵敏性较低。

6. 生理功能的自动控制

(1)反馈自动控制系统:中枢神经或内分泌腺发出“指令”(控制部分),调控作为效应器的靶器官或靶细胞(受控部分)功能,后者的活动状态或产生的生理效应作为输出变量,反过来可影响中枢神经或内分泌腺的活动。因此,控制部分和受控部分之间存在双向信息联系形成闭合回路(图 1-1)。

反馈信息:自动调节系统中,由受控部分发出的反映输出变量状况,反过来影响控制部分的活动。反馈信息有正反馈和负反馈两种。

正反馈:自动调节系统中,受控部分发出的反馈信息进一步加强控制器的调节活动,意义在于激起机体功能活动迅速达到某种特定状态。

负反馈:在调节系统中,受控部分发出的反馈信息使控制器的调节活动减弱,意义在于维持机体功能活动相对平衡(稳定)。负反馈是保证内环境稳态的基础,体内的绝大多数控制系统都是负反馈方式调节。

(2)前馈自动控制系统:前馈系指在自动控制系统中,干扰因素(信号)对控制部分的直接作用。体内某些监测装置在受到刺激后,预先发出信息至控制器,使其及早做出适应性反应的自动控制过程。前馈自动控制的意义在于使机体的反应性调节功能具有预见性,减少滞后现象及波动。

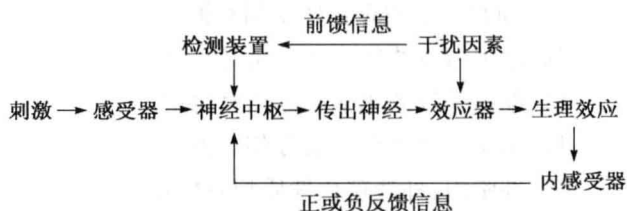


图 1-1 机体经神经调节途径的自动控制基本过程示意



试题

(一)名词解释

1. metabolism;
2. internal environment(milieu interneae);
3. homeostasis;
4. neuroregulation;
5. humoral regulation;
6. reflex;
7. autoregulation;
8. negative feedback;
9. positive feedback;
10. feedforward

(二)简答题

1. 简述人体生理学研究的几个水平。
2. 举例说明体内的正反馈调节过程及其生理意义。

(三)论述题

1. 何谓自身调节? 试举例说明。
2. 机体内环境稳态是如何维持的?
3. 举例说明人体功能活动的体液调节过程和意义。
4. 机体功能活动的调节是如何实现自动控制的?

(四)思考题

试举例神经调节和体液调节协调活动的重要性,二者关系如何?

(五)多选题

1. 内环境稳态是指

- A. 细胞外液的理化性质相对恒定
- B. 细胞内液的理化性质相对恒定
- C. 细胞外液的化学成分相对恒定
- D. 细胞内液的化学成分相对恒定
- E. 细胞内、外液理化性质相对恒定

2. 内环境不包括

- A. 组织液
- B. 血浆
- C. 淋巴液
- D. 消化液
- E. 脑脊液

3. 关于反馈控制的叙述,正确的是

A. 多数情况下,控制部分与受控制部分之间为单向信息联系

- B. 反馈信息减弱控制信息作用者为正反馈
- C. 反馈信息增强控制信息作用者为负反馈
- D. 负反馈是维持稳态的重要调节形式

4. 神经调节的基本方式是

- A. 反射
- B. 反应
- C. 适应
- D. 反馈
- E. 刺激

5. 非条件反射的特点有

- A. 数量多
- B. 与学习有关
- C. 反射弧固定
- D. 个体差异大
- E. 效应可变

6. 不属于正反馈的调节是

- A. 降压反射
- B. 排尿反射
- C. 分娩时子宫收缩
- D. 排便反射

7. 维持机体稳态的最重要的调节是

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

E. 正反馈调节

8. 不属于体液调节特点的是

- A. 通过化学物质实现
- B. 有特定的靶细胞
- C. 作用缓慢,效应持久
- D. 不受神经调节的控制
- E. 不一定是全身性的

答案与题解



名词解释

1. metabolism: 新陈代谢, 机体与生存环境之间进行物质交换, 实现自我更新的过程。

2. internal environment (milieu interne): 内环境, 多细胞生物体绝大部分细胞沐浴在细胞外液中。细胞外液是细胞生活的直接环境, 影响细胞的生存及功能, 将细胞外液称为机体的内环境。

3. homeostasis: 稳态或内环境稳态, 在调节系统的调控下, 机体各个功能系统协调活动, 使内环境理化性质维持在一个相对稳定的动态平衡状态。

4. neuroregulation: 神经调节, 是指通过神经系统的活动, 对机体各组织器官功能所进行的调节。

5. humoral regulation: 体液调节, 是指细胞产生的特殊化学物质(激素等生物活性物质或代谢产物)通过体液(血液、组织液等)途径对组织细胞功能所进行的调节。

6. reflex: 反射或神经反射, 在中枢神经系统参与下, 机体对内、外环境变化所产生的规律性应答反应。

7. autoregulation: 自主调节, 是指不依赖于神经和体液调节, 由组织器官自身特性所产生的对内、外环境变化的适应性反应。

8. negative feedback: 负反馈, 在调节系统中, 受控部分活动产生的反馈信息使控制器的调节活动减弱的过程。

9. positive feedback: 正反馈, 自动调节系统



中,受控部分活动产生反馈信息使控制器的调节活动进一步增强过程。

10. feedforward:前馈,在自动控制系统中,干扰因素(信号)对控制部分的直接影响作用。

简答题

1. 简述人体生理学研究的几个水平。

人体生理学的研究主要可分为三个水平进行

①整体水平研究:主要研究机体与环境之间的关系。如研究人在安静、不同程度的活动状态以及特殊环境(高空、高原、潜水等)条件下,整体功能活动的变化及发生机制。②器官水平研究:主要研究各器官的功能活动规律及其调节。③细胞和分子水平研究:主要研究细胞、亚细胞结构的功能以及细胞内生物分子的生理作用,可深入阐明生命活动的最基本规律以及器官、组织功能活动的原理。通过以上不同水平的研究,阐明机体生命活动的规律及适应自然的能力。

2. 举例说明体内的正反馈调节过程及其生理意义。

正反馈是指自动调节系统中,受控部分所发出反馈信息使控制器的调节活动进一步增强,其生理意义在于促进机体某种功能活动达到特定状态。雌激素对腺垂体的正反馈作用所致黄体生成素分泌高峰是成熟卵泡排卵过程所必需的;哺乳期间婴儿吮吸母体乳头可引起乳腺源源不断分泌排放乳汁;排尿反射的正反馈调节有助于膀胱排空。

论述题

1. 何谓自身调节?试举例说明。

自身调节是指内、外环境变化时,器官、组织等不依赖于神经或体液调节而产生的适应性反应。许多内脏器官的血流都具有自身调节的功能,如肾脏血流量的自身调节。在去神经支配的肾或离体肾的灌流实验中,当灌注压在80~160mmHg之间变化达80mmHg(平均动脉血压约100mmHg),但相应范围内肾血流量的变化却只有几十毫升(平均约650mL/min—单侧肾脏),幅度很小,能最大限度地保持血流相对稳定程度,进而可有效保证肾小球的滤过功能以及尿液生成的相对稳定。

2. 机体内环境稳态是如何维持的?

内环境,即细胞外液,是机体细胞直接生存的环境,不仅为细胞提供营养物质,同时接受来自细胞的代谢产物。内环境稳态是指细胞外液理化性质,如温度、pH值、离子成分、营养成分等,保持相对稳定的状态。

稳态的维持是在机体各种调节机制(神经、体液等调节方式)调控下,各组织、器官及系统(循环、呼吸、营养、排泄等)协调活动,使内环境的各种理化指标维持在适于细胞生存的范围,以保证细胞的新陈代谢中各种酶促反应和生理功能的正常进行。

3. 举例说明人体功能活动的体液调节过程和意义。

体液调节主要是通过具有内分泌功能的细胞所分泌的激素,经血液运输或局部体液扩散至靶细胞,以调节靶细胞的功能活动状态,控制机体的代谢、生长、发育和生殖等。如在寒冷环境下,各种刺激通过中枢神经系统作用于下丘脑-腺垂体-甲状腺轴,甲状腺分泌甲状腺激素增加,通过血液循环运送到周身靶细胞,促进新陈代谢,使机体产生热量增多,以维持体温。与神经调节相比,这种调节方式虽然潜伏期长、反应缓慢,但对机体功能的作用持续时间长、广泛。此外,组织细胞代谢过程中产生的一些化学物质,经组织液内扩散,也可改变附近组织细胞的功能状态,实现局部性体液调节。如 CO_2 、 H^+ 、乳酸、腺苷等增多时,可引起局部血管舒张,导致局部组织血流量增加,使之与细胞代谢水平相适应。

4. 机体功能活动的调节是如何实现自动控制的?

人体功能调节系统大多可看做“自动控制系统”。在自动控制系统内,控制部分与受控部分之间存在着双向的信息联系,形成闭合回路。控制部分发出控制信息到达受控部分,可改变受控部分的状态;而受控部分发生的变化也不断以反馈信息形式返回到控制部分,从而不断地纠正和调整控制部分对受控部分的控制作用,以达到精确调控的目的。例如,在神经调节中,反射中枢即是控制部分,传出神经支配的各种效应器则是受控部分,所产生

的效应变化可作为反馈信息,这种反馈信息经传入神经传入通路影响调节中枢的活动。反馈信息在纠正和调整控制部分的活动中起重要作用,从而实现机体功能活动的精确与协调。

思考题

试举例神经调节和体液调节协调活动的重要性,二者关系如何?

生命的基本特征都具备新陈代谢、适应环境和生殖繁衍共同特点。为了维持这些基本的生命特征,要求机体各部组织器官进行协调活动,协调活动的设计、组织及实施靠的是神经调节和体液调节。

神经调节快而准,为机体能迅速对突然的环境变化产生快速反应奠定了基础;体液调节慢而弥散,为机体的代谢及生长发育提供了保证。

神经调节和体液调节具有密切的关系。体液调节直接或间接地受到神经调节,而体液调节对神经细胞活动产生影响。在活动上,神经调节和体液

调节是相辅相成的。例如,应激时,不仅有神经调节,还有一些应激激素分泌;而在摄食消化期间,神经调节和体液调节共同调控消化器官的活动。

多选题

1. A 2. D 3. D 4. A 5. C 6. A 7. B
8. D



参考文献

1. 朱大年. 生理学. 第7版, 北京: 人民卫生出版社, 2008.
2. 朱妙章. 大学生理学. 第3版, 北京: 高等教育出版社, 2009.
3. 朱妙章, 吴博威, 倪江, 王卫国, 余承高. 生理学考研指南. 北京: 科技文献出版社, 2006.
4. 余承高, 朱妙章, 裴建明, 周士胜. 生理学考点. 北京: 科技文献出版社, 2006.

(周士胜 徐明 李娟 周珂 陈希瑶)

第二章 细胞的基本功能

教学大纲要求

1 必须掌握的内容

- ①细胞膜物质转运的方式和原理
- ②静息电位和动作电位的形成及机制
- ③兴奋传导和传递的原理

2 掌握的内容

- ①细胞膜的跨膜信息转导的方式和机制
- ②细胞的兴奋性及兴奋后兴奋性的变化
- ③兴奋-收缩耦联和收缩的机制

3 了解内容

- ①细胞膜的构成
- ②肌丝的分子组成
- ③肌肉收缩的力学分析

内容要点

1. 细胞膜以液态脂质双分子层为基架,其中镶嵌有不同生理功能的蛋白质分子,二者分别与糖链结合形成糖脂和糖蛋白。

2. 单纯扩散是指小分子脂溶性物质顺浓度差或(和)电位差的转运。非脂溶性物质在特殊蛋白质的帮助下(易化)顺浓度差或(和)电位差的转运叫易化扩散。根据借助的蛋白质不同,易化扩散又分为载体和通道中介的两类模式。主动转运是指细胞消耗能量进行逆浓度差或(和)电位差的物质转运。入胞和出胞作用指大分子物质或物质团块进出细胞的方式,也为耗能过程。

3. 细胞内高 K^+ 和静息状态下膜对 K^+ 有较高的通透性,使 K^+ 外流形成外正内负的电位差称为静息电位。

4. 细胞外的高 Na^+ 和兴奋时膜对 Na^+ 通透性的增大, Na^+ 快速内流引起膜的除极化形成动作电位的升支。 K^+ 的外流引起膜的复极化形成动作电位的降支;二者形成尖峰状,故又称锋电位。锋电位是动作电位的同义语。

5. 动作电位的产生和传播是全或无式的,以局部电流的形式传导。动作电位期间 Na^+ 、 K^+ 的跨膜转运是通过通道蛋白进行的。 Na^+ 通道有静息(备用)、激活和失活三种状态,依当时的膜电位决定。

6. 局部电位是在阈下刺激的作用下,引起局部少量 Na^+ 通道开放,少量 Na^+ 内流出现的轻度除极化。特点是:反应的等级性、扩布的衰减性、无不应期、具有总和性。

7. 衡量组织兴奋性高低的指标是阈值,兴奋的标志是产生动作电位(锋电位)。

8. 细胞每发生一次动作电位(即兴奋),其兴奋性都发生相应的规律性变化,即经历绝对不应期、相对不应期、超常期和低常期后,其兴奋性才恢复正常。它们和动作电位各时相的对应关系是:锋电位——绝对不应期,负后电位(后除极化)——相对不应期和超常期,正后电位(后超极化)——低常期。

9. 细胞信号传递的通路随信号的受体存在的部位不同分为两大类:①通过细胞内受体介导的信号传递;②通过细胞膜表面受体介导的信号传递。细胞膜表面受体分属三大家族:离子通道耦联受体、鸟苷酸结合蛋白(G-蛋白)耦联受体和酶耦联受体。

10. 离子通道/受体(又称配体门控离子通道)本身既有信号结合位点,又是离子通道。 N_2 型ACh受体阳离子通道为这类通道的典型代表。

11. G蛋白耦联受体的信号通路是指配体-受体复合物与靶蛋白(酶或离子通道)的作用通过与G蛋白的耦联,导致细胞内信使分子浓度或膜对离子通透性的改变,从而将胞外信号跨膜转导到胞内,进而影响细胞的功能活动。cAMP信号途径和磷脂酰肌醇信号途径是G蛋白耦联受体介导的两条主要信号转导途径。

12. 酶耦联受体信号通路主要有酪氨酸激酶受体和鸟苷酸环化酶受体。其共同特点是,具有 α 螺旋的穿膜蛋白质,在质膜的外面具有受体的功能,而膜内一侧具有酶活性或激活酶的作用,当酶耦联受体与膜外信号分子结合后,通过胞内结构域的酶作用或激活特定酶的作用,启动多蛋白的级联反应,将胞外信号跨膜传递到胞内。

13. 每一条肌纤维由大量的肌原纤维组成。肌原纤维中含有许多肌小节,肌小节中含有粗肌丝和细肌丝。肌小节是肌纤维收缩的基本单位。

14. 当肌细胞兴奋传到T管深处时,T管除极化引起终末池释放 Ca^{2+} ,胞浆中 Ca^{2+} 浓度升高促发了细肌丝向粗肌丝的滑行,引起肌肉收缩。故三联管结构是兴奋-收缩耦联的结构基础。

15. 由运动神经兴奋到骨骼肌收缩的基本过

程:运动神经兴奋→兴奋到达神经末梢→接头前膜钙通道开放,钙内流→促进突触小泡释放ACh→ACh与运动终板上的 N_2 型受体结合→引起 Na^+ 、 K^+ 的跨膜流动→终板电位→肌膜动作电位→传导到T管→终末池释放 Ca^{2+} →肌细胞胞浆内钙离子浓度升高→触发肌丝滑行→肌小节变短→肌肉收缩。神经-肌接头兴奋传递的特点是:单向性、时间延搁及对缺氧和药物敏感。

16. 肌肉收缩时可以发生长度和张力的变化,等张收缩是在恒定张力或负荷下长度缩短,等长收缩指肌肉的长度不变而张力发生变化。肌肉收缩受前负荷和后负荷的影响。前负荷改变肌肉的初长度,影响肌肉的最大张力;后负荷影响收缩的初速度。因此,初长度、后负荷和速度是影响收缩效率的三因素。

一、生理学纲要和精编笔记(本章知识要点、重点、考点和难点)

(一)细胞膜的基本结构和物质转运功能

1. 细胞膜的化学组成和分子结构 细胞膜的结构可用液态镶嵌模型来表述:细胞膜以脂质双分子构成基架,其中镶嵌有各种功能不同的蛋白质。细胞膜上有少量的糖类,它们与膜的脂质或蛋白质结合,形成糖脂和糖蛋白。其结构与功能见表2-1。

表 2-1 细胞膜的结构与功能

	要点	说明
结构	液态镶嵌模型	以液态的脂质双分子层为基架,其中镶嵌着具有不同生理功能的蛋白质
功能	保护	脂质双分子层构成了细胞内容物和细胞环境之间的屏障
	转运	膜上含有载体、通道、离子泵等,起着转运物质的作用
	识别	膜外侧有特异性糖链,可作为细胞的标记
	信息传递	膜上有特殊的受体,能识别和传递化学信息;膜对离子有选择通透性,通过生物电活动传递电信息

记忆方法:“脂质双层,液态流动,蛋白镶嵌,糖链标志”。

2. 细胞膜的跨膜物质转运功能 细胞膜的结

构特点,使得只有脂溶性的小分子物质如氧和二氧化碳可自由通过;非脂溶性物质在通过细胞膜时,需要膜上的特殊蛋白质的帮助,如载体、离子通道





和离子泵。而大分子物质或大分子物质的集合体,还可通过入胞和出胞的方式来完成跨膜转运。

常见的跨膜物质转运形式及特点:

(1) 单纯扩散

扩散的原理:完全遵循物理学原理,物质从高浓度一侧向低浓度一侧扩散,且扩散的方向和数量受浓度梯度的影响。浓度梯度愈大,扩散的愈多。

决定扩散通量的因素有①浓度梯度;②膜通透性(阻力);③电场力(电解质离子)。

特点:不耗能,属被动转运,顺浓度梯度或电化学势差。

(2) 易化扩散

[考点一] 易化扩散的类型、特点

水溶性物质在细胞膜特殊蛋白质的帮助下,从高浓度一侧向低浓度一侧的扩散,也是顺浓度梯度,不耗能,属被动转运,但需膜上特殊蛋白质的(载体或通道)中介。

1) 载体运输:载体从高浓度一侧结合此物质,通过改变载体本身的构型,转动到达膜的低浓度一侧,再解离出小分子物质,如氨基酸、葡萄糖等;其转运率与膜两侧的浓度梯度,载体数量以及载体与物质的结合速率有关。

特点:①高度特异性 特殊的结构,如右旋葡萄糖>左旋葡萄糖;②竞争性抑制;③饱和现象:与浓度梯度,载体的结合位点,载体的数量有关。

2) 通道运输:通道类似于贯穿细胞膜的管道,一些离子如 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 等可通过它。特点是:①具有选择性,但没有载体蛋白那样严格。②当通道开放时,引起带电离子跨膜移动形成跨膜电流(即离子电流);带电离子在不导电的脂质双分子层两侧聚集,可形成跨膜电位;③通道具有门控特性。多数现象如生物电的产生,兴奋的传导,肌肉的收缩等均与它有关。

通道分类 ①化学门控通道:化学物质(激素、递质)可以同通道蛋白质的亚单位上的特殊位点结合,引起通道蛋白的构型发生改变,而使通道开放。典型代表有 N_2 型 ACh 受体阳离子通道。②电压门控通道:当膜电位改变时,可引起通道蛋白的构

型发生改变,而使通道开放或关闭,如 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 通道。③机械门控通道:细胞膜上有些离子通道的开放与细胞膜的变形或受到机械牵引有关,如容量敏感性 Cl^- 通道。

记忆方法:“载体通道为蛋白,物质跨膜帮扩散,载体如船限容量,选择性强速率慢,离子通道如城门,开启关闭严把关”。

(3) 主动转运

[考点二] 钠-钾泵转运的过程及意义

1) 过程:主动转运指细胞通过本身的某种耗能过程,将某种物质或离子由膜的低浓度一侧移向高浓度一侧(又称原发性主动转运)。离子泵的活动就是典型的主动转运,如钠-钾泵,当细胞外液 K^+ 浓度升高时或细胞内液 Na^+ 浓度升高时被激活,分解一分子 ATP 将细胞内的 3 个 Na^+ 排出,2 个 K^+ 摄入,从而保持膜内高 K^+ 和膜外高 Na^+ 的不均衡离子分布状态,成为细胞电活动的基础。

记忆方法:“驱钠摄钾”。

2) 继发性主动转运:转运的驱动力并不是直接来自 ATP 的分解,而是来自原发性主动转运所形成的离子浓度梯度而进行的物质逆浓度梯度或电位梯度的跨膜转运方式。事实上,继发性主动转运就是经载体易化扩散与原发性主动转运相耦联的主动转运系统。常见的如小肠黏膜对葡萄糖的吸收,肾小管对葡萄糖的重吸收等(详见消化生理和肾脏生理)。

3) 钠-钾泵的生理功能及意义见表 2-2。

表 2-2 钠-钾泵的生理功能及意义

作用	生理意义
使细胞内外离子分布不均	①膜内外 Na^+ 和 K^+ 浓度差,是细胞生物电活动产生的前提条件,是可兴奋组织产生兴奋性的基础 ②膜内外 Na^+ 浓度差也是 Na^+ - Ca^{2+} 交换的动力,在维持细胞内 Ca^{2+} 浓度的稳定中也起重要作用 ③ Na^+ 泵把 2 个 K^+ 移入细胞内,3 个 Na^+ 移出细胞外,是生电性的,可影响静息电位的数值

续表

作用	生理意义
使细胞内高钾	K^+ 是细胞内进行代谢反应的必要条件;是产生静息膜电位的前提
使细胞外高钠	①是大多数可兴奋细胞产生动作电位的前提;使 Na^+ 具有进入细胞内的势能贮备 ②是维持细胞外液量及渗透压的重要条件 ③供细胞其他耗能过程利用,用于完成某些物质的继发性主动转运
阻止 Na^+ 进入细胞内	有助于维持静息膜电位;减少水随 Na^+ 进入细胞内,防止细胞肿胀,以保持细胞的正常结构和功能

(4)入胞和出胞:大分子物质或物质团块进出细胞时,需要靠细胞膜的变形或破裂(吞吐活动),

即胞吞和胞吐。

1)入胞(胞吞):固体为吞噬,液体为吞饮。如白细胞吞噬侵入体内的细菌,病毒等。先是细胞膜识别,辨认异物,接触处细胞膜内陷,容纳异物,并伸出伪足包绕异物,至完全后,伪足相接触处膜融合、破裂,异物被吞入细胞内,并被细胞内的溶酶体的蛋白水解酶水解消化。

2)出胞(胞吐):主要见于消化腺细胞分泌消化酶,神经末梢释放神经递质。如分泌细胞内含有分泌囊泡,内有分泌颗粒(由内质网合成,高尔基复合体包膜加工);当细胞外某些电或化学信号传来时,可诱发分泌囊泡沿微管运动至胞吐部位的细胞膜内侧并靠拢,相接触处两膜发生裂孔,囊泡内物质经裂孔排出细胞,囊泡膜成为细胞膜的一部分。

综上所述,细胞膜的物质转运功能及特点见表 2-3。

表 2-3 细胞膜的物质转运功能及特点

过程			特点
被动过程	单纯扩散		脂溶性物质从高浓度侧向低浓度侧的移动,浓度差是扩散的动力
	易化扩散	载体为中介	在载体蛋白的帮助下跨膜扩散。动力依然是浓度差,而细胞本身不需耗能。分子与载体之间有结构特异性,饱和现象和竞争性抑制
		通道为中介	某些离子在膜上有相应的离子通道(相对选择性);当通道开放时,离子才能顺其浓度梯度经通道扩散(时而开放,时而关闭)
主动过程	主动转运		物质在特殊蛋白质的帮助下逆电-化学梯度的跨膜转运,需要细胞本身消耗能量
	继发性主动转运		是主动转运的另一种形式,在伴随钠离子转运的同时而转运其他物质,最终由钠泵提供能量(详见消化生理和肾脏生理)
	入胞出胞	吞噬	细胞摄取固体物质的过程
		吞饮	细胞摄取液体物质的过程
		出胞	细胞内物质通过膜上暂时出现的裂孔而被排出细胞的过程

(二)细胞的跨膜信号转导

刺激信息以及信号分子作用于细胞,通过细胞膜的跨膜信号转导,产生应答性反应。

细胞表面受体介导的信号跨膜转导有下列几种类型:

1. 由离子通道受体介导的信号跨膜转导 离

子通道受体上既有信号结合位点,又是离子通道。当信号分子与该受体特异性结合后,引起该通道的开放或关闭,完成跨膜信号转导过程。

N_2 型 ACh 受体阳离子通道为这类通道的典型代表。其具体的信号转导过程为:ACh 与受体结合(通道由 4 种不同的亚单位组成,结构为 $\alpha_2\beta\gamma\delta$,每

一个 α 亚单位可以与一分子的ACh相结合)。→通道开放→使膜外 Na^+ 内流,膜内 K^+ 外流→终板膜除极化,形成终板电位→转化为肌细胞膜动作电位→完成了ACh化学信号的跨膜转导。

2. 由G蛋白耦联受体介导的信号跨膜转导通过膜受体、G蛋白、G蛋白效应器和第二信使等信号分子的活动来实现。

[考点三] 由G蛋白耦联受体介导的跨膜信号转导的生物分子及途径

(1)G蛋白耦联受体:也称促代谢型受体(1000种),结构属于同一超家族,是7次跨膜受体。胞外侧和跨膜螺旋内部有配体结合部位,膜内胞质侧有G蛋白结合的部位,受体与配体结合后,通过构象变化结合并激活G蛋白。

(2)G蛋白(G protein):鸟苷酸结合蛋白。由 α (4类家族)、 β 、 γ 三个亚单位形成。

(3)G蛋白效应器:催化生成或分解第二信使的酶。有腺苷酸环化酶(AC)、磷脂酶C(PLC)、磷脂酶 A_2 (PLA_2)、鸟苷酸环化酶(GC)和cGMP、磷酸二酯酶(PDE)。

(4)第二信使:环一磷酸腺苷(cAMP),三磷酸肌醇(IP_3),二酰甘油(DG),环一磷酸鸟苷(cGMP)和 Ca^{2+} 等。

构成G蛋白耦联受体跨膜信号转导的主要信号蛋白作用及其关系如图2-1。

G蛋白耦联受体介导的跨膜信号转导主要有cAMP信号通路和磷脂酰肌醇信号通路。

(1)cAMP信号通路:胞外化学信号(激素、神经递质为第一信使)→与G蛋白耦联受体结合→G蛋白激活(兴奋性G蛋白, G_s)→腺苷酸环化酶→使胞浆中的ATP生成cAMP(第二信使)→cAMP使无活性的蛋白激酶A转化为有活性的蛋白激酶A→产生一系列的生理效应,如基因表达、离子通道激活等。在细胞膜上还有一类G蛋白,称为抑制性G蛋白(G_i),这种抑制性G蛋白在化学信号与抑制性受体结合后,可以抑制腺苷酸环化酶,因而减少cAMP的生成。

记忆要点:激素→G蛋白耦联受体→G蛋白→

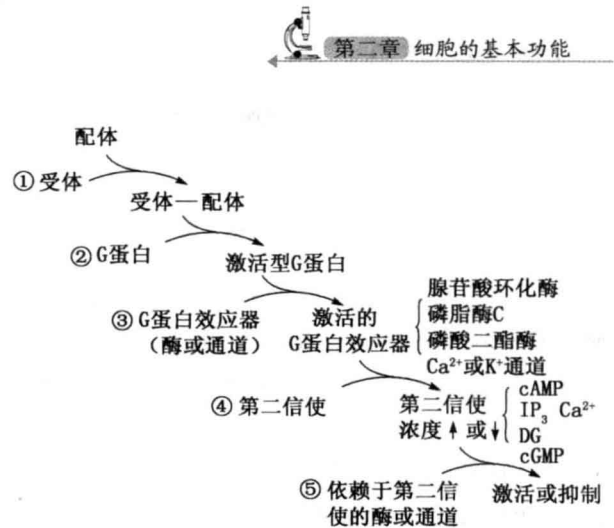


图2-1 构成G蛋白耦联受体跨膜信号转导的主要信号蛋白作用及其关系

腺苷酸环化酶→cAMP→cAMP依赖的蛋白激酶A→激活靶酶和开启基因表达。

(2)磷脂酰肌醇信号通路:胞外信号分子与细胞表面G蛋白耦联受体结合,激活脂膜上的磷脂酶C(PLC),使脂膜上4,5-二磷酸磷脂酰肌醇(PIP_2)水解成三磷酸肌醇(IP_3)和二酰甘油(DG)两个第二信使,影响细胞内过程,完成跨膜信号转导。DG可以激活蛋白激酶C,使功能蛋白磷酸化,诱发细胞功能活动的改变。 IP_3 通过使内质网释放 Ca^{2+} ,后者再与钙调蛋白结合,使细胞内一些酶的活性发生改变,进而改变细胞的功能。

记忆要点:激素→G蛋白耦联受体→G蛋白→磷脂酶C→ IP_3 和DG→启动 $\text{IP}_3/\text{Ca}^{2+}$ 和DG/PKC途径→激活靶酶和开启基因表达。

3. 由酶耦联受体介导的信号跨膜转导 酶耦联受体都是跨膜蛋白,胞外配基与受体结合即激活受体胞内段的酶活性。除受体酪氨酸激酶外,还包括受体丝氨酸/苏氨酸激酶、受体酪氨酸磷酸酯酶、受体鸟苷酸环化酶和酪氨酸蛋白激酶耦联受体等几种类型。受体酪氨酸激酶只有一个跨膜 α 螺旋,当位于膜外侧的较长的肽链部分同特定的化学信号结合后,可以直接引起受体肽链的膜内段激活,使之具有磷酸激酶活性,通过使自身肽链和膜内蛋白质底物中的酪氨酸残基发生磷酸化,而产生细胞内效应。