

医学本科生、研究生考试丛书



主编◎梁 强 汤 浩

生 理 学

复习指南和题集

SHENGLIXUE

FUXI ZHINAN HE TIJI

— 依 据 —

普通高等教育“十五”国家级规划教材

国家卫生部规划教材

医学院校协编教材

— 编 写 —



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

• 医学本科生、研究生考试丛书 •

生 理 学

——复习指南和题集

SHENGLIXUE——FUXI ZHINAN HE TIJI

主 编 梁 强 汤 浩

副主编 曹 宇

编 者 (以姓氏笔画为序)

王振华 汤 浩 李 亘松 杨 宇

赵 祯 赵书芬 赵红艳 倪月秋

曹 宇 崔 城 梁 强 薛一雪



人民军医出版社

People's Military Medical Press

北 京

图书在版编目(CIP)数据

生理学——复习指南和题集/梁 强,汤 浩主编. —北京:人民军医出版社,2005. 1
(医学本科生、研究生考试丛书)

ISBN 7-80194-523-9

I. 生… II. ①梁… ②汤… III. 人体生理学—医学院校—教学参考资料 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 109429 号

策划编辑:王 峰	加工编辑:周文英	责任审读:余满松
版式设计:周小娟	封面设计:吴朝洪	责任监印:陈琪福
出 版 人:齐学进		

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市复兴路 22 号甲 3 号 邮编:100842

电话:(010)66882586(发行部)、51927290(总编室)

传真:(010)68222916(发行部)、66882583(办公室)

网址:www. pmmp. com. cn

印刷:潮河印业有限公司 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:18 字数:434 千字

版次:2005 年 1 月第 1 版 印次:2005 年 1 月第 1 次印刷

印数:0001~6000

定价:26.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

电话:(010)66882585、51927252

内 容 提 要

本书为医学本科生、研究生考试丛书之一。根据全国“十五”规划教材《生理学》最新版的内容编写而成,全书分为12章,每章由基本要求、精点纲要、习题、参考答案等部分组成。习题部分包括选择题(A型、X型题)、填空题、名词解释、简答题、问答题。全书层次清晰,结构严谨,重点突出,且内容全面系统。对于学生重点掌握生理学基本理论知识及应试技能,具有很好的指导作用。适于医学研究生、本科生、成教学生及专科学生复习参考。

责任编辑 王 峰 周文英

前 言

生理学作为医学最重要的基础课之一,除课程结业考试外,不同层次的医学考试(国家医师资格考试、研究生入学考试、成人自学考试等)都是必考学科。生理学科进展快,新内容、新理论日益庞大。如何帮助考生更扎实、快捷、高效地复习好生理学,迅速提高应试能力是我们编写本书的目的。

本书以《生理学》最新版国家规划教材(第六版)为依据,兼顾各层次教材,并研究了大量题集、试卷。尽可能做到内容丰富,科学合理,重点突出与考试密切相关的内容及考试中出现率高的试题。根据不同层次考试的要求,设置了不同难度(易、中、难)的试题。按标准化考试设置题型,选择题为A型和X型,均为5个备选答案,并设置填空题、名词解释、简答题和问答题,总题量超过1800题。为适合七年制、英文医学班使用,每章备有部分英文试题(英文题由赵书芬编撰)。

各章由基本要求、精点纲要、习题、参考答案等部分组成,还备有适合不同层次(中专、专科、本科、七年制、研究生)的10套模拟试卷。其难度、深度逐级加大,避免重复题,可供考试和自测直接选用。为了有利于考生复习和应试,在试题答案中对答案内容加以精练和条理化,便于学生理解和记忆。因此,本书实为各层次学生学习生理学和应试的必备参考书。

特别感谢刘丽波、马兰兰、张然、安冬艳在本书编写过程中给予的大力协助。虽然我们严格以教学大纲和考试大纲为依据,按考试学的要求编撰,但由于全国各院校教学特点不同,加之我们水平有限,疏漏和不妥之处,恳请生理学同仁及读者指正。

编 者

2004年10月

目 录

第1章 绪论	(1)
第一节 基本要求	(1)
第二节 精点纲要	(1)
一、生理学的研究对象和任务	(1)
二、机体的内环境与稳态	(1)
三、机体生理功能的调节	(1)
四、体内的控制系统	(1)
第三节 习题	(2)
第四节 参考答案	(3)
第2章 细胞的基本功能	(5)
第一节 基本要求	(5)
第二节 精点纲要	(5)
一、细胞膜的结构	(5)
二、物质的跨膜转运	(5)
三、细胞的跨膜信号转导	(6)
四、细胞的生物电现象	(7)
五、肌细胞的收缩	(8)
第三节 习题	(10)
第四节 参考答案	(17)
第3章 血液	(23)
第一节 基本要求	(23)
第二节 精点纲要	(23)
一、血液的组成和理化特性	(23)
二、血细胞生理	(24)
三、生理性止血	(26)
四、血型和输血原则	(27)
第三节 习题	(29)
第四节 参考答案	(33)
第4章 血液循环	(37)
第一节 基本要求	(37)
第二节 精点纲要	(37)
一、心脏的生物电现象和生理特性	(37)

二、心脏的泵血功能	(40)
三、血管生理	(42)
四、心血管活动的调节	(45)
五、器官循环	(48)
第三节 习题	(48)
第四节 参考答案	(62)
第5章 呼吸	(73)
第一节 基本要求	(73)
第二节 精点纲要	(73)
一、肺通气	(73)
二、肺换气和组织换气	(75)
三、气体在血液中的运输	(76)
四、呼吸运动的调节	(78)
第三节 习题	(80)
第四节 参考答案	(86)
第6章 消化与吸收	(90)
第一节 基本要求	(90)
第二节 精点纲要	(90)
一、概述	(90)
二、口腔内消化	(91)
三、胃内消化	(91)
四、小肠内消化	(93)
五、大肠内消化	(95)
六、吸收	(96)
第三节 习题	(97)
第四节 参考答案	(101)
第7章 能量代谢与体温	(106)
第一节 基本要求	(106)
第二节 精点纲要	(106)
一、能量代谢	(106)
二、体温及其调节	(108)
第三节 习题	(111)
第四节 参考答案	(114)
第8章 尿的生成和排出	(117)
第一节 基本要求	(117)
第二节 精点纲要	(117)
一、肾的功能解剖和肾血流量	(117)
二、肾小球的滤过功能	(119)
三、肾小管与集合管的转运功能	(120)

四、尿液的浓缩和稀释	(122)
五、肾尿生成的调节	(123)
六、清除率	(124)
七、尿的排放	(125)
第三节 习题	(125)
第四节 参考答案	(131)
第9章 感觉器官的功能	(137)
第一节 基本要求	(137)
第二节 精点纲要	(137)
一、感受器及其一般生理特性	(137)
二、眼的视觉功能	(138)
三、耳的听觉功能	(140)
四、前庭器官的平衡感觉功能	(142)
第三节 习题	(143)
第四节 参考答案	(146)
第10章 神经系统	(150)
第一部分	
第一节 基本要求	(150)
第二节 精点纲要	(150)
一、神经元与神经胶质细胞的功能	(150)
二、神经元的信息传递	(151)
第三节 习题	(156)
第四节 参考答案	(159)
第二部分	
第一节 基本要求	(162)
第二节 精点纲要	(163)
一、神经系统的感觉分析功能	(163)
二、神经系统对姿势和运动的调节	(163)
三、神经系统对内脏活动、本能行为和情绪的调节	(165)
四、觉醒、睡眠与脑的电活动	(167)
五、脑的高级功能	(168)
第三节 习题	(170)
第四节 参考答案	(177)
第11章 内分泌	(183)
第一节 基本要求	(183)
第二节 精点纲要	(183)
一、概述	(183)
二、下丘脑与垂体的内分泌	(185)
三、甲状腺的内分泌	(187)



四、甲状旁腺的内分泌与调节钙、磷代谢的激素·····	(189)
五、肾上腺的内分泌·····	(190)
六、胰岛的内分泌·····	(191)
第三节 习题·····	(192)
第四节 参考答案·····	(199)
第12章 生殖 ·····	(205)
第一节 基本要求·····	(205)
第二节 精点纲要·····	(205)
一、睾丸的功能与调节·····	(205)
二、卵巢的功能与调节·····	(205)
三、妊娠·····	(206)
第三节 习题·····	(206)
第四节 参考答案·····	(207)
模拟试卷1·····	(209)
模拟试卷2·····	(215)
模拟试卷3·····	(222)
模拟试卷4·····	(229)
模拟试卷5·····	(236)
模拟试卷6·····	(243)
模拟试卷7·····	(250)
模拟试卷8·····	(257)
模拟试卷9·····	(264)
模拟试卷10·····	(271)

第1章 绪 论

第一节 基 本 要 求

了解人体生理学的任务、研究内容和研究方法、水平。掌握机体的内环境、稳态、生

理功能调节方式以及体内的控制系统,反馈(正、负反馈)的概念。

第二节 精 点 纲 要

一、生理学的研究对象和任务

1. 生理学是研究生物机体的各种生命现象和机制的科学。

2. 生理学的研究水平包括:①细胞和分子水平;②器官和系统水平;③整体水平。

二、机体的内环境与稳态

细胞外液(血浆、组织液、淋巴液、脑脊液等)是细胞生存的直接环境,称为机体的内环境。内环境的各种物理、化学性质保持相对稳定的状态称为内环境稳态。内环境稳态是细胞进行正常生命活动的必要条件。内环境稳态的维持是各种生理功能调节的结果。

三、机体生理功能的调节

1. 神经调节 通过神经系统的活动,对机体各组织、器官和系统的生理功能发挥调节作用。神经调节的基本方式是反射。反射活动的结构基础是反射弧。

2. 体液调节 体液内某些特殊的化学物质(激素等)经体液途径,对机体器官和组

织的功能活动进行调节。包括全身性体液调节和局部性体液调节。

3. 自身调节 细胞、组织和器官不依赖于神经或体液调节而产生的对环境变化的适应性反应。

四、体内的控制系统

1. 反馈控制系统 是指控制部分和受控部分之间形成的闭环联系。反馈调节是由受控部分发出反馈信息对控制部分的活动加以纠正和调整的过程。根据反馈信息的作用效果分为负反馈和正反馈。

(1)负反馈:经过反馈调节,受控部分的活动向和它原先活动相反的方向发生改变。体内许多负反馈调节机制中都设置了一个“调定点”。在某些条件下,当调定点发生改变时机体调节的过程称为重调定。负反馈控制系统的作用是使系统的活动保持稳定。

(2)正反馈:经过反馈调节,使受控部分继续加强向原来方向的活动。正反馈是不可逆的、不断增强的过程,直到发挥最大效应,完成生理功能为止。

2. 前馈控制系统 前馈控制系统是指控制部分支配受控部分进行活动的同时又通过另一快捷途径向受控部分发出前馈信号,

使受控部分活动时,能及时地受到前馈信号的控制,使活动更加准确。

第三节 习 题

一、选择题

A 型题

1. 神经调节的基本方式是:

- A. 正反馈
- B. 负反馈
- C. 前馈
- D. 反射
- E. 神经-体液调节

2. 机体内环境的稳态是指:

- A. 体液量保持不变
- B. 血液容量保持不变
- C. 细胞内液理化性质相对恒定
- D. 使细胞内液和细胞外液化学成分相同
- E. 细胞外液理化性质相对恒定

3. 维持机体稳态的重要调节过程是:

- A. 正反馈调节
- B. 负反馈调节
- C. 神经调节
- D. 体液调节
- E. 自身调节

4. 看到食物时引起唾液分泌属于:

- A. 正反馈调节
- B. 负反馈调节
- C. 前馈调节
- D. 自身调节
- E. 体液调节

5. 下列有关前馈的描述错误的是:

- A. 前馈可减少负反馈调节中出现的波动
- B. 受控部分及时地受到前馈信号的调控可以使活动更加准确

C. 运动员到达运动场后呼吸运动的加快属前馈调节

D. 前馈控制是反馈控制的形式之一

E. 前馈信号是通过快捷途径由控制部分向受控部分发出

6. 下列生理过程属于负反馈调节的是:

- A. 神经细胞产生动作电位时 Na^+ 通道的开放
- B. 分娩过程
- C. 保持相对恒定的体温
- D. 血液凝固
- E. 排尿反射

7. 胃肠道内的液体属于:

- A. 机体的内环境
- B. 机体的外环境
- C. 既是机体的外环境,也是机体的内环境
- D. 既不是机体的外环境,也不是机体的内环境
- E. 细胞内液

8. 下列叙述错误的是:

- A. 激素通过血液或组织液携带到相应的靶细胞
- B. 催乳素是通过神经分泌的方式释放入血
- C. 血管升压素是通过神经分泌的方式释放入血
- D. CO_2 等代谢产物也具有一定的调节作用
- E. 旁分泌为局部性体液调节的方式之一

9. 下列关于自身调节的叙述错误的是:

- A. 是组织细胞本身的生理特性

- B. 只有在整体条件下才能表现
- C. Frank-Starling 定律指心肌收缩力的自身调节
- D. 动脉血压在一定范围内变化时,肾血管通过自身调节作用,使肾血流量保持相对稳定
- E. 不依赖于外来神经的作用

X 型题

1. 生理学的研究包括:
 - A. 各个系统的器官和细胞的正常活动过程
 - B. 疾病情况下组织细胞或器官的功能变化
 - C. 各种因素对功能活动的影响
 - D. 组织细胞在各种情况下组成和结构的改变
 - E. 功能活动的内在机制
2. 下列哪些属于机体的内环境?
 - A. 血浆
 - B. 淋巴液
 - C. 细胞内液
 - D. 组织液
 - E. 小肠内液体
3. 下列哪些属于正反馈调节的特点?
 - A. 通过快捷途径调控受控部分,使活动更加准确
 - B. 使生理过程一旦发动起来就逐步加强,直至完成
 - C. 所控制的过程是不可逆的

- D. 分娩过程是正反馈控制
- E. 维持机体的稳态

二、名词解释

1. 稳态
2. 自身调节
3. 负反馈
4. negative feedback

三、填空题

1. 人体生理学是研究①_____的科学,可从②_____,③_____,④_____多个水平研究生命过程。
2. 人体内液体按分布可分为①_____和②_____,其中③_____是机体的内环境。
3. Regulation of physiological function in living body include ①_____,②_____ and③_____。

四、简答题

1. 何谓内环境稳态?内环境稳态有何生理意义?
2. 简述人体功能活动的调节方式及其特点。

五、问答题

用自动控制原理说明人体功能活动的调节。

第四节 参 考 答 案**一、选择题****A 型题**

- | | | |
|------|------|------|
| 1. D | 2. E | 3. B |
| 4. C | 5. D | 6. C |
| 7. B | 8. B | 9. B |

X 型题

- | | | |
|--------|--------|--------|
| 1. ACE | 2. ABD | 3. BCD |
|--------|--------|--------|

二、名词解释

1. 稳态:指机体细胞所处环境的各项物理、化学因素保持相对稳定的状态称为稳态。

2. 自身调节:许多组织、细胞自身也能对周围环境变化发生适应性反应,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,称为自身调节。

3. 负反馈:在自动控制系统中,反馈信息与控制信息作用相反的反馈,起减弱和抑制控制信息的作用,称为负反馈。负反馈对维持机体内环境稳态具有重要意义。

4. negative feedback; feedback message decrease the activity of the control system to the controlled system for maintaining homeostasis process.

三、填空题

- ①人体生命活动规律 ②整体 ③器官和系统 ④细胞
- ①细胞内液 ②细胞外液 ③细胞外液
- ① nervous regulation ② humoral regulation ③ autoregulation

四、简答题

1. 何谓内环境稳态?内环境稳态有何生理意义?

内环境稳态包括两方面含义:①细胞外液的理化性质保持相对恒定,不随外环境变动而变化;②这种状态并不是恒定不变的,而是保持一个动态平衡。内环境稳态的生理意义在于它是细胞维持正常生理功能的必要条件。

2. 简述人体功能活动的调节方式及其特点。

人体功能活动的调节方式有3种。①神经调节:是指神经系统通过神经反射对机体各组织、器官、系统的功能进行调节。其基本方式是反射。神经调节的特点:反应速度快、效应短暂、作用部位局限、作用效果精确。②体液调节:是指激素和代谢产物等化学物质经过血液循环对机体各组织、器官、系统的功能进行调节。体液调节的特点:反应速度慢、作用广泛而持久、但作用不够精确。③自身调节:是指细胞、组织、器官不依赖于神经或体液因素调节而对内环境变化产生的适应性反应。自身调节的特点:调节范围小、调节幅度小、不十分灵敏。

五、问答题

用自动控制原理说明人体机能活动的调节。

自动控制系统是控制部分与受控部分之间形成一个闭环联系,即控制部分与受控部分之间存在着双向的信息联系。控制部分发出控制指令到达受控部分,而受控部分也不断有反馈信息传送到控制部分,从而不断地纠正和调整控制部分对受控部分的影响,以达到精确调控的目的。可见,人体的机能活动调节系统可看作是一个自动控制系统,神经、体液和自身调节部分可以看作是控制部分,而各种效应器可看作是受控部分,受控部分产生的效应通过回路反传到控制系统进行处理。这种由受控部分返回的信息作用于控制部分,调整其发出指令的现象就是反馈。

(曹 宇)

第2章 细胞的基本功能

第一节 基本要求

掌握细胞膜跨膜物质转运功能的原理、方式、特点。了解细胞的跨膜信号转导功能及细胞间信息传递方式及原理。掌握生物电现象,静息电位和动作电位产生机制。掌握动作电位的引起和它在同一细胞的传导原

理。掌握神经-肌接头的兴奋传递,兴奋-收缩耦联,横纹肌细胞收缩的分子机制,肌肉收缩的滑行学说。熟悉影响横纹肌收缩效能的因素。了解平滑肌活动的特点。

第二节 精点纲要

一、细胞膜的结构

以液态的脂质双分子层为基架,其间镶嵌着蛋白质。

二、物质的跨膜转运

(一)单纯扩散

单纯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。即脂溶性物质(如 O_2 和 CO_2) 由高浓度一侧向低浓度一侧扩散。

(二)膜蛋白介导的跨膜转运

1. 易化扩散 不溶于脂质的物质,需要由细胞膜上的某些特殊蛋白质(载体和通道)的介导来完成其跨膜转运,称为易化扩散。与单纯扩散相同,物质顺浓度梯度或电位梯度转运,不消耗能量,属于被动转运。

(1)经载体易化扩散:载体是一些膜蛋白,体内葡萄糖、氨基酸、核苷酸等营养物质

的跨膜转运大多数是通过载体易化扩散形式。

特征:①顺浓度梯度转运;②饱和现象,由于载体和载体的结合位点数目都是有限的;③具有特异性;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。

(2)经通道易化扩散: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。溶液中的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 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跨膜扩散。

特征:①选择性。即每种通道都对一种或几种离子有较高的通透能力,其他离子则不易或不能通过;②门控特性。通道的功能状态有激活(开放)、静息(关闭,刺激时可进入激活状态)和失活(关闭,但通道不能被激活)。根据调控因素,离子通道可分为电压、化学、机械门控通道等。

2. 主动转运 主动转运是消耗能量的、

逆浓度梯度或电位梯度的跨膜转运,分原发性主动转运和继发性主动转运。

(1)原发性主动转运:是指细胞耗能将物质逆浓度梯度或电位梯度进行跨膜转运的过程。介导这一过程的膜蛋白称为离子泵。离子泵具有水解 ATP 的能力。

细胞膜上的钠-钾泵(钠泵),为 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶,每分解 1 分子 ATP 可将 3 个 Na^+ 移出胞外,同时将 2 个 K^+ 移入胞内,维持细胞内 K^+ 的浓度为细胞外液中的 30 倍左右,而细胞外液中 Na^+ 的浓度为胞质中的 10 倍左右。钠泵活动的生理意义:①造成的细胞内高 K^+ 浓度,是胞质内许多代谢反应所必需的;②保持细胞内低 Na^+ 浓度,对维持胞质渗透压和细胞容积的相对稳定具有重要意义;③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;④通过 $\text{Na}^+ - \text{H}^+$ 交换机制,对维持细胞内 pH 的稳定具有重要的意义;⑤ $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 交换在维持细胞内 Ca^{2+} 浓度的稳定中起重要的作用;⑥钠泵活动是生电性的,可增加膜内电位的负值,对静息电位有一定的影响;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的动力,如葡萄糖、氨基酸等的主动转运。

(2)继发性主动转运:依赖另一种物质的浓度差所造成的势能储备来实现的主动转运。如利用钠泵活动建立的细胞膜两侧 Na^+ 浓度势能进行 $\text{Na}^+ - \text{H}^+$ 交换、 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 交换及 Na^+ -葡萄糖(或氨基酸)同向转运等。

(三)出胞和入胞

(1)出胞:是指一些大分子、团块物质由细胞排出的过程。例如:内分泌细胞分泌激素、神经末梢释放神经递质等。

(2)入胞:是指细胞外某些大分子、团块物质进入细胞的过程。如蛋白质、脂肪颗粒、侵入体内的细菌和异物等。出胞和入胞过程都要消耗能量。

三、细胞的跨膜信号转导

根据细胞膜上感受信号的物质性质,跨膜信号转导的路径可分为 G 蛋白耦联受体介导的信号转导、离子通道介导的信号转导和酶耦联受体介导的信号转导三类。

(一)G 蛋白耦联受体介导的信号转导

即通过膜受体、G 蛋白、G 蛋白效应器和第二信使等一系列存在于细胞膜和胞质中的信号分子的活动实现的。参与 G 蛋白耦联受体跨膜信号转导的信号分子包括:

1. G 蛋白耦联受体 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(鸟苷酸结合蛋白) G 蛋白进一步激活膜的效应器蛋白,把信号向细胞内转导。在信号转导的级联反应中起着分子开关的作用。

3. G 蛋白效应器 主要是指催化生成第二信使的酶。主要有腺苷酸环化酶(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)。此外,某些离子通道也可以接受 G 蛋白的调控。

4. 第二信使 是指激素、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。例如:环-磷酸腺苷(cAMP),三磷酸肌醇(IP_3),二酰甘油(DG),环-磷酸鸟苷(cGMP)和 Ca^{2+} 等。

G 蛋白耦联受体信号转导主要有两条途径:①受体-G 蛋白-AC 途径;②受体-G 蛋白-PLC 途径。此外,G 蛋白耦联受体还可以通过激活磷脂酶 A_2 或 cGMP 磷酸二酯酶,以及直接调节离子通道等途径实现跨膜信号转导。

(二)离子通道受体介导的信号转导

受体蛋白本身就是离子通道,通道的开闭不仅涉及离子本身的跨膜转运,而且可实现信号的跨膜转导,因而称为离子通道受体

介导的信号转导。

(三) 酶耦联受体介导的信号转导

是指受体分子的胞质侧自身具有酶的活性,或者不需要G蛋白参与即可直接结合并激活胞质中的酶。其中较重要的有酪氨酸激酶受体和鸟苷酸环化酶受体两类。

四、细胞的生物电现象

(一) 静息电位及其产生机制

1. 静息电位 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。静息状态下的细胞膜电位外正内负的状态称为极化;静息电位增大称为超极化;静息电位减小称为去极化;去极化至零电位后膜电位进一步变为正值,则称为反极化;膜电位高于零电位的部分称为超射;细胞膜去极化后再向静息电位方向恢复的过程称为复极化。

2. 静息电位产生的机制

①细胞内高浓度 K^+ ;②静息时细胞膜只对 K^+ 有通透性,则 K^+ 受到浓度差的驱动力向膜外扩散;③扩散后形成的外正内负的跨膜电位差成为对抗浓度差的作用力,当达到平衡状态时, K^+ 不再有跨膜的净移动,此时的跨膜电位称为 K^+ 平衡电位(E_K)。膜内外 K^+ 浓度的差值可影响静息电位水平。

(二) 动作电位及其产生机制

1. 动作电位 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、能在同一细胞不衰减传播的电位波动,这种膜电位的波动称为动作电位。由动作电位的升支和降支共同形成尖峰状的电位变化,称为锋电位。在锋电位后出现膜电位的低幅、缓慢的波动,称为后电位,包括负后电位和正后电位。

动作电位的特征:①“全或无”性质。动作电位一经出现,其幅度不因刺激的强度而改变。②可传播性。动作电位产生后,迅速

向周围传播,直至整个细胞的细胞膜都依次产生动作电位。③动作电位在同一细胞上的传播是不衰减的,其幅度和波形始终保持不变。

2. 动作电位的产生机制 Na^+ 电导或 Na^+ 通道的开放是电压依赖性的,当刺激强度能使膜去极化达到某一临界膜电位时,细胞膜 Na^+ 通道突然大量开放, Na^+ 内流使膜电位接近于 Na^+ 平衡电位。能够诱发动作电位产生的临界膜电位值称为阈电位。动作电位的产生过程及机制:①阈刺激或阈上刺激使膜的 Na^+ 通道开放, Na^+ 顺浓度及电位梯度内流,膜去极化达阈电位水平,进而使大量 Na^+ 通道开放,形成 Na^+ 通道的激活对膜去极化的正反馈,形成动作电位的上升支。②膜电位达到 Na^+ 的平衡电位, Na^+ 通道失活,而 K^+ 通道开放, K^+ 外流,引起复极化,形成动作电位的下降支。③钠泵将进入膜内的 Na^+ 泵出膜外,同时将膜外多余的 K^+ 泵入膜内,恢复兴奋前状态。

常用的 Na^+ 通道特异性阻断剂是河豚毒(TTX), K^+ 通道特异性阻断剂是四乙胺(TEA)。

弱的刺激引发的去极化电紧张电位,形成局部反应。与动作电位相比较,局部反应的特征是:①不表现“全或无”的特征,反应幅度随刺激强度的增加而增大。②在局部形成电紧张传播,不能进行远距离的不衰减传播。③可以叠加总和包括空间总和与时间总和。

3. 动作电位的传导 动作电位可以沿着细胞膜不衰减地传导至整个细胞。在无髓鞘神经纤维,在动作电位的发生部位和邻接的静息部位之间产生局部电流,动作电位通过局部电流沿着细胞膜传导。

在有髓鞘神经纤维局部电流发生在产生动作电位的郎飞结与静息的郎飞结之间。动作电位的这种传导方式称为跳跃式传导。有髓鞘神经的跳跃式传导提高了动作电位传导

速度,而且还减少了能量消耗。

(三)组织的兴奋和兴奋性

1. 兴奋和可兴奋细胞 细胞对刺激发生反应的过程,称为兴奋,兴奋也就是动作电位的产生过程。凡在受刺激后能产生动作电位的细胞,称为可兴奋细胞。神经细胞、肌细胞和腺细胞属于可兴奋细胞。

2. 组织的兴奋性 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。如果细胞对很弱的刺激就能发生反应,产生动作电位,就表示该细胞具有较高的兴奋性;如果需要较强的刺激才能引起兴奋,则表明细胞的兴奋性较低。

刺激是指细胞所处环境因素的变化。任何能量形式的刺激要能使细胞发生兴奋,就必须达到一定的刺激量。刺激量包括:刺激的强度、刺激的持续时间和刺激强度对时间的变化率。刺激的持续时间固定,能使组织发生兴奋的最小刺激强度,称为阈强度。相当于阈强度的刺激称为阈刺激。该刺激强度数值称为阈值,阈值是衡量细胞兴奋性常用的指标。

(四)细胞兴奋后兴奋性的变化

在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,这段时间称为绝对不应期。此时细胞的兴奋性为零,阈强度无限大。在绝对不应期之后,细胞的兴奋性逐渐恢复,在一定时间内,接受大于原来的阈强度的刺激后可发生兴奋,这段时期称为相对不应期。相对不应期过后,有的细胞还会出现兴奋性轻度的高于正常水平或低于正常水平,分别称为超常期和低常期。

绝对不应期大约相当于锋电位发生的时间,所以锋电位不会发生叠加,产生锋电位的最高频率受绝对不应期的限制。相对不应期和超常期大约相当于负后电位出现的时期;低常期相当于正后电位出现的时期。

五、肌细胞的收缩

(一)横纹肌

1. 骨骼肌神经-肌接头处兴奋的传递

骨骼肌的神经-肌接头是由运动神经末梢和与它接触的骨骼肌细胞膜形成的。在接近肌细胞处的轴突末梢称为接头前膜,与其相对的肌膜,称为终板膜,二者之间为接头间隙。轴突末梢中含有许多突触小泡,小泡内含有大量的乙酰胆碱(ACh)。在终板膜上有 N_2 型 ACh 受体阳离子通道,在终板膜的表面分布有乙酰胆碱酯酶。

当神经纤维传来的动作电位使接头前膜去极化,膜上电压门控 Ca^{2+} 通道开放, Ca^{2+} 内流,细胞内 Ca^{2+} 启动突触小泡的出胞, ACh 以量子释放的形式排放到接头间隙内扩散至终板膜,与 ACh 受体阳离子通道结合并使通道开放,促使 Na^+ 内流,使终板膜发生去极化,这一去极化的电位变化称为终板电位(EPP)。局部反应总和达到阈电位时,使肌膜钠通道开放,产生动作电位,并传播至整个肌细胞膜,引发肌肉收缩。释放的 ACh 被终板膜表面的胆碱酯酶迅速分解为胆碱和乙酸。

在静息状态下,有自发释放的少量 ACh 引起终板膜电位的微小变化,这种终板膜电位变化称为微终板电位(MEPP)。

2. 横纹肌的收缩机制 横纹肌细胞含有大量的肌原纤维和高度发达的肌管系统。

横纹肌的肌原纤维是由粗、细两组蛋白丝构成,肌肉的缩短和伸长均通过粗、细肌丝在肌节内的相互滑动而发生,此过程肌丝本身的长度不变(肌丝滑行理论)。

(1)肌丝的分子组成:粗肌丝主要由肌球蛋白(肌凝蛋白)分子构成。杆状部分形成粗肌丝的主干,球形的头部形成横桥。细肌丝由 3 种蛋白构成,即肌动蛋白(肌纤蛋白)、原肌球蛋白(原肌凝蛋白)和肌钙蛋白。肌动蛋白构成细肌丝的主干。原肌球蛋白能阻止肌