



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
全国高职高专卫生部规划教材配套教材  
供 临 床 医 学 专 业 用

# 生理学 学习指导及习题集

主 编 白 波 高明灿  
副主编 苏莉芬 周晓隆



人民卫生出版社  
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
全国高职高专卫生部规划教材配套教材

供临床医学专业用

生理学  
学习指导及习题集

主 编 白 波 高明灿

副主编 苏莉芬 周晓隆

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 军	首都医科大学	苏莉芬	大庆医学高等专科学校
王道河	山东医学高等专科学校	杨靖辉	大同大学医学院
冉 兵	泸州医学院	武美娜	山西医科大学
白 波	济宁医学院	周晓隆	巢湖职业技术学院
刘文彦	济宁医学院	高明灿	商丘医学高等专科学校
刘焕珠	吉林医药学院	黄黎月	厦门医学高等专科学校

人 民 卫 生 出 版 社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

生理学学习指导及习题集/白波等主编. —北京: 人民卫生出版社, 2009. 9

ISBN 978-7-117-11628-2

I. 生… II. 白… III. 人体生理学—高等学校: 技术学校—教学参考资料 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 135076 号

门户网: <a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a>	出版物查询、网上书店
卫人网: <a href="http://www.hrhexam.com">www.hrhexam.com</a>	执业护士、执业医师、 卫生资格考试培训

## 生理学学习指导及习题集

主 编: 白 波 高明灿

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13

字 数: 316 千字

版 次: 2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-11628-2/R·11629

定 价: 21.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

# 前 言

本书是全国高职高专临床医学专业“十一五”国家级规划教材和卫生部规划教材《生理学》第6版的配套教材。生理学是医科类专业的重要基础课程，内容繁多，逻辑性强。为了帮助学生更好地学习和掌握生理学的基本理论、基本知识和基本技能，掌握重点，理解难点，提高学习效率，我们组织编写了《生理学学习指导及习题集》一书，供全国高职高专临床医学及相关医科类专业使用。

按照教育部“关于加强高职高专教育人才培养工作的意见”和卫生部教材办公室对整套教材的统一要求，本辅助教材注重理论联系实际，突出特色，注重应用。以《生理学》第6版为蓝本，努力贴近教学实践和学生实际需求。主要内容包括：①学习要求：从教学大纲的角度对学生提出基本要求和生理学教学必须达到的基本目标；②重点与难点：是编者根据多年教学实践对本课程的重点、难点的归纳和总结，也是各级各类考试常常涉及的内容，内容编写力求提纲挈领、言简意赅，深入浅出；③复习题：包括名词解释、填空题、选择题和问答题等不同类型的题目；④参考答案：供使用者自我测评时参阅。本辅导教材按照《生理学》第6版的基本内容和章节顺序编写，相信读者在学习生理学课程的同时，通过对本书的学习和阅读，能够起到巩固课堂知识，提高素质能力的作用，尤其是对于增强应对各级各类考试的能力，会有较大的帮助。

本辅助教材的编者来自全国十多个省市高等医学院校教学第一线的骨干教师，编写过程中结合多年的教学工作经验，参阅了大量国内外有关资料，力求针对性好，实用性强。限于作者水平和认识上的差距，加之编写时间仓促，难免有错漏和不妥之处，恳请读者在使用过程中提出批评指正，以便于今后修订和改正。

白 波

2009年7月7日

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
学习要求 .....	1
重点与难点 .....	1
复习题 .....	3
参考答案 .....	6
<b>第二章 细胞的基本功能</b> .....	8
学习要求 .....	8
重点与难点 .....	8
复习题 .....	11
参考答案 .....	21
<b>第三章 血液</b> .....	26
学习要求 .....	26
重点与难点 .....	26
复习题 .....	29
参考答案 .....	37
<b>第四章 血液循环</b> .....	40
学习要求 .....	40
重点与难点 .....	40
复习题 .....	44
参考答案 .....	60
<b>第五章 呼吸</b> .....	69
学习要求 .....	69
重点与难点 .....	69
复习题 .....	72
参考答案 .....	81
<b>第六章 消化与吸收</b> .....	85
学习要求 .....	85
重点与难点 .....	85
复习题 .....	88



参考答案 .....	98
<b>第七章 能量代谢和体温 .....</b>	<b>102</b>
学习要求 .....	102
重点与难点 .....	102
复习题 .....	104
参考答案 .....	110
<b>第八章 肾的排泄功能 .....</b>	<b>113</b>
学习要求 .....	113
重点与难点 .....	113
复习题 .....	117
参考答案 .....	127
<b>第九章 感觉器官的功能 .....</b>	<b>132</b>
学习要求 .....	132
重点与难点 .....	132
复习题 .....	135
参考答案 .....	141
<b>第十章 神经系统的功能 .....</b>	<b>145</b>
学习要求 .....	145
重点与难点 .....	145
复习题 .....	150
参考答案 .....	166
<b>第十一章 内分泌 .....</b>	<b>172</b>
学习要求 .....	172
重点与难点 .....	172
复习题 .....	175
参考答案 .....	184
<b>第十二章 生殖 .....</b>	<b>188</b>
学习要求 .....	188
重点与难点 .....	188
复习题 .....	190
参考答案 .....	196



# 第一章 绪 论

## 【学习要求】

掌握：内环境、稳态的概念；神经调节、体液调节和自身调节的概念及特点。

熟悉：生命活动的基本特征；负反馈和正反馈的概念及意义。

了解：生理学的研究对象及任务，生理学研究的三个水平；非自动控制系统和前馈控制系统。

## 【重点与难点】

生理学是研究机体的功能活动及其活动规律的科学，属于实验科学的范畴；研究对象是活的生命个体（人体）以及组成人体的各个系统、组织器官和细胞。

## 第一节 生命的基本特征

### 一、新陈代谢

机体不断进行自我更新，破坏和清除已经衰老的结构，重新构筑新结构的吐故纳新的生物过程，称为新陈代谢。它包括物质代谢和能量代谢两个过程，是一切生物体最基本的生命特征。

### 二、兴奋性

兴奋性是指机体感受刺激并产生反应的能力。在近代生理学中，将组织或细胞受到刺激产生动作电位的能力称为该组织或细胞的兴奋性。而兴奋就是指产生了动作电位。

刺激引起反应需要三个条件：刺激强度、刺激作用的时间和刺激强度对时间的变化率。把刺激作用的时间和强度对时间变化率固定，刚能引起组织细胞产生反应的最小刺激强度称为阈强度（阈值），相当于阈强度的刺激称为阈刺激，大于阈强度的刺激称为阈上刺激，小于阈强度的刺激称为阈下刺激。

兴奋性 $\propto 1/\text{阈值}$ 。神经、肌肉和腺体组织的兴奋性较高，习惯上将这些组织称为可兴奋组织。

### 三、生殖

生殖是维持物种绵延和种系繁殖的重要生命活动。

#### 四、适应性

2 机体根据内外环境变化不断调整机体各部分的功能活动和相互关系的功能特征，称为适应性。

### 第二节 机体与环境

人体所处的不断变化着的外界环境称为外环境。体内绝大多数细胞是不与外环境直接接触的，机体内部细胞直接生存的环境是细胞外液，生理学中将细胞外液称为机体的内环境。内环境理化性质相对稳定的状态称为稳态。

人体的生命活动是在内环境稳态不断被破坏和不断恢复过程中得以进行，并保持其动态平衡。稳态不仅指内环境理化特性的动态平衡，也泛指从细胞到整个人体各个层次功能状态的相对稳定。

### 第三节 人体功能的调节

#### 一、人体生理功能的调节方式

##### (一) 神经调节

神经调节是以神经系统的活动为主导作用的一种调节方式。基本方式是反射。反射是在中枢神经系统的参与下，机体对刺激产生的规律性应答反应；其结构基础是反射弧。

特点：作用迅速、短暂、范围精确、灵敏性高。

##### (二) 体液调节

通过体液中某些化学物质的作用对人体细胞、组织器官的功能活动进行调节的过程称为体液调节。

特点：作用缓慢、持久、广泛、调节精度较差。

##### (三) 自身调节

自身调节是指细胞和组织器官不依赖于神经和体液因素的一种调节方式。

特点：局限性较大，灵敏性和稳定性较差。

#### 二、人体功能调节的控制系统

利用控制论理论来研究、分析人体功能的调节，可以将人体内的控制系统分为非自动控制系统、自动控制系统和前馈控制系统。

在控制系统中，由受控部分发出的能影响控制部分的信息称为反馈信息。受控部分的活动反过来影响控制部分的活动称为反馈。受控部分的反馈信息能够降低控制部分活动的称为负反馈。负反馈在维持机体生理功能活动的相对稳定中起着重要作用。受控部分的反馈信息能够加强控制部分活动的，称为正反馈。正反馈能使机体某些生理活动不断加强，直至完成。在正常人体内，绝大多数控制系统都是负反馈调节，只有少数是正反馈调节。





## 【复习题】

### 一、名词解释

- |        |          |
|--------|----------|
| 1. 生理学 | 6. 反射    |
| 2. 兴奋性 | 7. 反馈    |
| 3. 阈值  | 8. 负反馈   |
| 4. 内环境 | 9. 正反馈   |
| 5. 稳态  | 10. 体液调节 |

### 二、填空题

1. 人类生命活动的基本特征包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
2. 人体生理学的研究水平包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
3. 机体对刺激的反应有两种表现形式，即\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
4. 生理学习上将\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_称为可兴奋组织。
5. 机体的内环境是指\_\_\_\_\_，维持\_\_\_\_\_相对恒定的状态，称为稳态。
6. 机体对各种生理功能活动的主要调节方式是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，其中\_\_\_\_\_起主导作用。
7. 神经调节的基本方式是\_\_\_\_\_，其结构基础称为\_\_\_\_\_。
8. 反射弧的基本成分包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

### 三、选择题

#### (一) A 型题 (单选题)

1. 阈值指的是
  - A. 用最小刺激强度，刚能引起组织兴奋的最短作用时间
  - B. 刺激时间不限，能引起组织兴奋的最适刺激强度
  - C. 刺激时间不限，能引起组织最大兴奋的最小刺激强度
  - D. 保持一定的刺激强度不变，能引起组织兴奋的最适作用时间
  - E. 刺激时间和强度-时间变化率固定，引起组织发生兴奋的最小刺激强度
2. 关于兴奋性的描述，错误的是
  - A. 兴奋性是指机体感受刺激并产生反应的能力
  - B. 神经组织、肌肉组织和腺体组织称为可兴奋组织
  - C. 阈值的大小和组织兴奋性的高低呈反变关系
  - D. 引起组织兴奋的阈值愈大其兴奋性愈高
  - E. 组织和细胞由相对静止状态转化为活动状态称为兴奋
3. 关于内环境稳态的叙述，错误的是
  - A. 内环境的理化性质保持绝对平衡的状态
  - B. 揭示生命活动的一个最重要的规律
  - C. 内环境理化性质维持相对恒定的状态



- D. 由机体内部各种调节机制维持的动态平衡过程  
E. 机体一切调节活动最终的生物学意义在于维持内环境的相对稳定
4. 神经调节的基本方式是
- A. 适应                                      B. 反应                                      C. 反射  
D. 正反馈调节                              E. 负反馈调节
5. 神经调节的特点是
- A. 调节幅度小                                      B. 反应速度慢  
C. 作用广泛和持久                              D. 调节的敏感性差  
E. 作用迅速、准确和短暂
6. 在下列各种情况中,属于自身调节的是
- A. 血糖水平维持相对恒定  
B. 血液 pH 维持相对恒定  
C. 体温维持相对恒定  
D. 全身血压维持相对恒定  
E. 当动脉血压在一定范围内变化时,肾血流量维持相对恒定
7. 在自动控制系统中,反馈信息是指
- A. 控制部分发出的信息                                      B. 受控变量的改变情况  
C. 外界干扰的情况                                      D. 调定点的改变情况  
E. 中枢的紧张性
8. 下列生理过程中,属于负反馈调节的是
- A. 排尿反射                                      B. 排便反射                                      C. 血液凝固  
D. 分娩过程                                      E. 减压反射
9. 下列关于负反馈调节的叙述,错误的是
- A. 是一个闭环系统  
B. 与神经调节和体液调节无关  
C. 反馈信息与控制信息的作用性质相反  
D. 反馈信号能减弱控制部分的活动  
E. 是维持内环境稳态的重要调节形式
10. 在维持机体稳态的自动调节过程中起基础作用的是
- A. 神经调节                                      B. 体液调节                                      C. 自身调节  
D. 正反馈调节                                      E. 负反馈调节

**(二) B 型题**

(1~5 题共用备选答案)

- A. 感受器                                      B. 传入神经                                      C. 中枢  
D. 传出神经                                      E. 效应器
1. 皮肤黏膜的游离神经末梢属于  
2. 减压神经在动脉压力感受性反射中属于  
3. 骨骼肌、平滑肌、心肌属于  
4. 心迷走神经和心交感神经属于



5. 脊髓前角运动神经元的轴突构成的纤维属于

(6~9 题共用备选答案)

- A. 神经调节                      B. 体液调节                      C. 神经-体液调节  
D. 自身调节                      E. 反馈控制

6. 脚踩铁钉后, 同侧下肢屈曲, 属于

7. 甲状旁腺分泌甲状旁腺激素来调节血浆中钙离子浓度, 属于

8. 动脉血压在一定范围内变动时, 肾血流量保持相对恒定, 属于

9. 下丘脑的某些神经元可合成激素并调节机体的特定生理功能, 属于

(三) X 型题 (多选题)

1. 下列关于稳态的描述, 哪些是正确的

- A. 内环境理化性质维持相对恒定的状态, 称为稳态  
B. 稳态是机体的各种调节机制维持的一种动态平衡状态  
C. 负反馈调节是维持内环境稳态的重要途径  
D. 稳态是维持细胞正常功能的必要条件  
E. 维持细胞外液的理化性质固定不变

2. 关于反射的描述, 正确的是

- A. 结构基础为反射弧  
B. 是神经系统活动的基本过程  
C. 没有大脑则不能发生反射  
D. 没有脊髓则不能发生反射  
E. 在中枢神经系统的参与下发生的适应性反应

3. 下列哪些属于细胞、分子水平的研究

- A. 化学突触传递的原理                      B. 骨骼肌收缩的原理  
C. 心脏的泵血过程                      D. 运动时呼吸运动的变化  
E. 血液在心血管中的流动规律

4. 体液调节的特点是

- A. 迅速                      B. 广泛                      C. 缓慢  
D. 持久                      E. 短暂

5. 自身调节的特点是

- A. 调节幅度较小  
B. 调节范围局限  
C. 调节不够灵敏  
D. 作用迅速、准确和短暂  
E. 调节的效果是保持生理功能的稳定

6. 前馈控制中, 下列哪些描述是正确的

- A. 前馈信号对控制部分的直接作用称为前馈  
B. 前馈可避免负反馈调节中出现的滞后  
C. 前馈可避免负反馈调节中出现的波动  
D. 有较好的预见性和适应性



- E. 不会出现失误
7. 下列哪些是正反馈调节的特点
- A. 破坏原先的平衡状态
  - B. 能使整个系统处于再生状态
  - C. 是一个开环系统
  - D. 在病理情况下, 出现较多
  - E. 一旦发动起来就逐步加强, 最后到达极端, 或结束这一过程
8. 下列哪些是负反馈调节的特点
- A. 反应可逆
  - B. 有波动性
  - C. 有预见性
  - D. 有滞后现象
  - E. 维持机体的稳态

#### 四、简答题

1. 生理学的研究可分为哪几个水平?
2. 什么是内环境的稳态? 保持内环境相对稳定有何生理意义?
3. 机体对生理功能活动的调节方式主要有哪些? 各有何特点?

#### 五、论述题

1. 试述人体功能活动的自动控制原理。

#### 【参考答案】

#### 一、名词解释

1. 生理学: 是研究机体的功能活动及其活动规律的科学。
2. 兴奋性: 组织或细胞受到刺激产生动作电位的能力称为该组织或细胞的兴奋性。
3. 阈值: 将刺激作用的时间和刺激强度对时间变化率固定, 把刚能引起组织细胞产生反应的最小刺激强度称为阈强度, 简称阈值。
4. 内环境: 细胞外液是机体内部细胞直接生存的环境, 称为机体的内环境。
5. 稳态: 内环境理化性质相对稳定的状态称为稳态。
6. 反射: 在中枢神经系统参与下, 机体对刺激产生的规律性应答反应叫做反射。
7. 反馈: 在控制系统中, 受控部分的活动反过来影响控制部分活动的过程称为反馈。
8. 负反馈: 受控部分发出的反馈信息对控制部分的活动产生抑制作用, 使控制部分的活动减弱, 称为负反馈。
9. 正反馈: 是指受控部分发出的反馈信息加强控制部分的活动, 即反馈作用和原来的效应一致, 起到加强或促进作用。
10. 体液调节: 通过体液中某些化学物质的作用对人体细胞、组织器官的功能活动进行调节的过程称为体液调节。

#### 二、填空题

1. 新陈代谢 兴奋性 生殖 适应性



2. 细胞和分子水平 器官和系统水平 整体水平
3. 兴奋 抑制
4. 神经组织 肌肉组织 腺体组织
5. 细胞外液 内环境的理化性质
6. 神经调节 体液调节 自身调节 神经调节
7. 反射 反射弧
8. 感受器 传入神经 神经中枢 传出神经 效应器

### 三、选择题

#### (一) A型题 (单选题)

1. E    2. D    3. A    4. C    5. E    6. E    7. B    8. E    9. B
10. E

#### (二) B型题

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

#### (三) X型题 (多选题)

1. ABCD    2. ABE    3. AB    4. BCD    5. ABCE
6. ABCD    7. ABDE    8. ABDE

### 四、简答题

1. 生理学的研究可分为三个水平：即器官和系统水平的研究、细胞和分子水平的研究以及整体水平的研究。以上三个水平的研究是互相联系、互相补充的，对于阐明生物体功能活动的规律都是不可缺少的。

2. 内环境理化性质相对稳定的状态称为内环境的稳态。“稳态”并非固定不变，而是一种动态平衡。稳态的维持需要全身各系统和器官的共同参与和相互协调，可以认为机体的一切调节活动最终的生物学意义在于维持稳态。稳态被破坏，必然影响细胞的正常功能活动，引起疾病，甚至危及生命。因此，稳态是维持机体正常生命活动的必要条件。

3. 机体对生理功能活动的调节主要有神经调节、体液调节和自身调节三种方式。神经调节的特点是作用迅速、短暂、范围精确、灵敏性高；体液调节的特点是作用缓慢、持久、广泛、调节精度较差；自身调节的特点是局限性较大、灵敏性和稳定性较差。

### 五、论述题

1. 根据控制论的原理，人体的机能调节系统可以看作是“自动控制系统”，由控制部分和受控部分组成。其中由控制部分对受控部分发出活动的信号，而受控部分则发出反馈信号返回到控制部分，使控制部分的活动发生相应的变化，从而对受控部分的活动进行调节。人体各种机能调节系统中的神经、体液和自身调节部分，可以看作是控制部分；而各种效应器、靶器官、靶组织及靶细胞，则是受控部分，其所产生的效应可称为输出变量。来自于受控部分的反映输出变量变化情况的信息称为反馈信息，它在纠正和调整控制部分对受控部分的信息中起着重要作用，从而达到对人体功能活动的自动控制。

(白 波)



## 第三章 细胞的基本功能

### 【学习要求】

**掌握：**单纯扩散、易化扩散、主动转运、入胞、出胞的概念和特点；静息电位、动作电位和阈电位的概念，静息电位、动作电位的产生机制；神经-骨骼肌接头处兴奋传递过程和骨骼肌兴奋-收缩耦联过程。

**熟悉：**动作电位的传导与局部电流；神经-骨骼肌接头处的结构和兴奋传递的特点；影响骨骼肌收缩的主要因素；单收缩与强直收缩，等长收缩与等张收缩。

**了解：**G 蛋白耦联受体、离子通道受体、酶耦联受体介导的信号转导过程和特点；肌管系统、肌原纤维和肌小节；骨骼肌细胞的收缩机制。

### 【重点与难点】

## 第一节 细胞的跨膜物质转运功能

### 一、单纯扩散

脂溶性小分子物质从高浓度一侧向低浓度一侧跨细胞膜转运的过程称为单纯扩散。它是一种简单的物理现象。特点：顺分压差或浓度差转运，不需要膜蛋白参与，也不需要细胞代谢供能。

### 二、易化扩散

非脂溶性或脂溶性很小的物质，在膜蛋白帮助下顺浓度差进行的跨膜转运称为易化扩散。特点：顺浓度差转运，需要膜蛋白参与，不需要细胞代谢供能。

#### （一）经载体的易化扩散

经载体的易化扩散是指一些小分子亲水性物质经载体蛋白的介导，顺浓度梯度的跨膜转运。特点：特异性，饱和现象，竞争性抑制。

#### （二）经通道的易化扩散

经通道的易化扩散是指各种带电离子经通道蛋白的介导，顺浓度梯度或电位梯度的跨膜转运。特点：转运速度快，离子选择性，门控特性。

单纯扩散和易化扩散属于被动转运。被动转运是一种顺浓度梯度和（或）电位梯度进行，不需要直接消耗能量的跨膜转运。

### 三、主动转运

某些物质在膜蛋白的帮助下由细胞代谢提供能量而实现的逆电-化学梯度进行的跨膜转运称为主动转运。

#### (一) 原发性主动转运

原发性主动转运是指细胞直接利用代谢产生的能量将物质逆浓度梯度或逆电位梯度转运的过程。例如钠泵( $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ 依赖式ATP酶)具有ATP酶的活性,细胞内 $\text{Na}^+$ 浓度升高或细胞外 $\text{K}^+$ 浓度升高时被激活,可将3个 $\text{Na}^+$ 运到细胞外,同时将2个 $\text{K}^+$ 运入细胞内;其直接作用是维持细胞外高 $\text{Na}^+$ ,细胞内高 $\text{K}^+$ 的状态。

#### (二) 继发性主动转运

继发性主动转运是指间接利用ATP能量的主动转运过程,也称为联合转运。包括同向转运和逆向转运。例如葡萄糖在小肠黏膜上皮的吸收。

### 四、出胞和入胞

入胞是指细胞外大分子或团块状物质进入细胞的过程,包括吞噬和吞饮;出胞是指细胞内大分子物质或物质颗粒被排出细胞的过程。特点:细胞膜有形态变化,需耗能。

## 第二节 细胞的信号转导功能

### 一、G蛋白耦联受体介导的信号转导

信号分子+G蛋白耦联受体→激活细胞膜上的G蛋白→激活膜上的G蛋白效应器(酶或离子通道)→效应器酶催化产生第二信使→激活相应的蛋白激酶→生理效应。

### 二、离子通道受体介导的信号转导

信号分子+离子通道受体→通道开放或关闭→生理效应。

### 三、酶耦联受体介导的信号转导

酶耦联受体是一种跨膜蛋白,既有与信号分子结合的位点,也有酶活性或激活膜内侧相连的酶。信号分子+酶耦联受体→酶的催化作用→生理效应。

## 第三节 细胞的生物电现象

### 一、静息电位

静息电位是指静息时,细胞膜两侧存在的电位差。极化是指静息电位存在时细胞膜所处的“外正内负”的稳定状态。超极化是指静息电位的增大,即细胞内负值的增大。去极化是指静息电位的减小,即细胞内负值的减小。复极化是指细胞膜去极化后再向静息电位方向的恢复。

细胞处于静息状态时，膜两侧  $\text{Na}^+$  和  $\text{K}^+$  分布不均，细胞膜对  $\text{K}^+$  通透性较大， $\text{K}^+$  顺浓度梯度外流，但膜内的有机负离子不能随之通过细胞膜，使膜两侧出现外正内负的电位差，该电位差阻止  $\text{K}^+$  继续外流。当电位差阻止  $\text{K}^+$  外流的力量与浓度差促使  $\text{K}^+$  外流的力量达到平衡时， $\text{K}^+$  的跨膜净移动等于零，此时细胞膜两侧的电位差就相对稳定下来。静息电位的数值接近  $\text{K}^+$  平衡电位，主要是  $\text{K}^+$  外流形成的，但也有少量的  $\text{Na}^+$  内流和钠-钾泵的生电作用参与。

## 二、动作电位

细胞受到一个有效刺激时膜电位在静息电位基础上发生的迅速、可逆、可向远距离扩布的电位波动，是细胞产生兴奋的标志。特点：全或无式，不衰减性传导，连续刺激不融合。

动作电位的产生机制：①升支：细胞受到一个有效刺激→膜上大量电压门控  $\text{Na}^+$  通道开放→ $\text{Na}^+$  内流→去极化和反极化（ $\text{Na}^+$  平衡电位）。②降支：电压门控  $\text{Na}^+$  通道失活，使细胞膜对  $\text{Na}^+$  通透性迅速减小；同时电压门控  $\text{K}^+$  通道开放，使细胞膜对  $\text{K}^+$  通透性增大， $\text{K}^+$  外流形成复极化。

阈电位是指能触发动作电位的膜电位临界值。

局部兴奋是指细胞受到阈下刺激时产生的较小的、只限于膜局部的去极化。局部兴奋的特点为：①幅度大小呈“等级”性；②传导呈衰减式；③反应可以发生总和。

组织兴奋性的周期性变化包括：绝对不应期、相对不应期、超常期、低常期。

动作电位在同一细胞上的传播称为传导，原理为局部电流学说。无髓纤维依次传导，速度慢；有髓纤维跳跃式传导，速度快。特点：双向性、不衰减性。

## 第四节 肌细胞的收缩功能

### 一、神经-骨骼肌接头处的兴奋传递

运动神经兴奋→接头前膜去极化→电压门控  $\text{Ca}^{2+}$  通道开放→ $\text{Ca}^{2+}$  内流→突触小泡前移，与前膜融合→小泡破裂释放 ACh（量子释放）→与终板膜上的 N 型乙酰胆碱受体（NACHR）结合→通道开放→ $\text{Na}^+$  内流（为主）和  $\text{K}^+$  外流→终板电位→达到阈电位→爆发动作电位。

特点：单向性传递，时间延搁，易受内环境变化的影响。

### 二、骨骼肌的兴奋-收缩耦联

将骨骼肌细胞的电兴奋和机械收缩联系起来的中介过程。

肌膜动作电位→三联管→终池释放  $\text{Ca}^{2+}$ →肌肉收缩→肌浆网膜钙泵激活→ $\text{Ca}^{2+}$  回收至肌浆网→胞浆  $\text{Ca}^{2+}$  浓度降低→肌肉舒张。

### 三、骨骼肌的收缩机制

肌浆中  $\text{Ca}^{2+}$  升高→肌钙蛋白与  $\text{Ca}^{2+}$  结合并发生构象变化→原肌球蛋白“位阻效应”





解除→横桥与肌动蛋白结合→横桥的势能释放→摆动→细肌丝不断滑入粗肌丝→肌小节缩短，肌肉收缩；肌浆内  $\text{Ca}^{2+}$  浓度降低→ $\text{Ca}^{2+}$  与肌钙蛋白分离→原肌球蛋白的构象和“位阻效应”恢复→横桥周期停止→肌肉舒张。

横桥周期：粗肌丝上的横桥与细肌丝上的肌动蛋白结合、摆动、复位、再结合，如此反复的过程。

#### 四、骨骼肌收缩效能及其影响因素

##### (一) 骨骼肌的收缩效能

等长收缩：长度不变，张力增加；等张收缩：张力不变，长度缩短。

##### (二) 影响因素

前负荷：肌肉收缩前所承受的负荷；后负荷：肌肉开始收缩后所遇到的负荷；肌肉收缩能力：与前、后负荷无关的肌肉内在的收缩特性。

运动单位总和：中枢神经系统通过改变参与运动的运动单位数量来改变肌肉收缩强度的一种调节方式；频率效应总和：中枢神经系统通过改变运动神经元发放冲动的频率来改变肌肉收缩的形式和张力的一种调节方式，包括单收缩、不完全强直收缩和完全性强直收缩。

#### 【复习题】

##### 一、名词解释

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1. 单纯扩散     | 14. 动作电位    |
| 2. 易化扩散     | 15. 阈电位     |
| 3. 经载体的易化扩散 | 16. 局部兴奋    |
| 4. 经通道的易化扩散 | 17. 绝对不应期   |
| 5. 被动转运     | 18. 终板电位    |
| 6. 主动转运     | 19. 横桥周期    |
| 7. 继发性主动转运  | 20. 兴奋-收缩耦联 |
| 8. G 蛋白耦联受体 | 21. 前负荷     |
| 9. 静息电位     | 22. 初长度     |
| 10. 极化      | 23. 后负荷     |
| 11. 去极化     | 24. 等长收缩    |
| 12. 超极化     | 25. 强直收缩    |
| 13. 复极化     |             |

##### 二、填空题

1. 细胞膜转运物质的基本形式主要有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
2. 物质转运时经载体易化扩散的特点有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
3. 根据引起通道开或闭的原因不同，可将通道分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_门控通道。