

全国高等医学院校规划教材
配套学习辅导系列

(供医疗、护理及相关医学专业本科、高职高专及成人教育等层次用)

生理学精要与习题

主 编 许继德 李建华 胡景鑫

副主编 董 颀 李 何 刘筱蔼

涂永生 颜建云

编 委 (以姓氏笔画为序)

卢佳怡 白洪波 刘国辉

刘筱蔼 许继德 李 何

李建华 胡景鑫 涂永生

彭妙茹 董 颀 颜建云

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是与最新版规划教材紧密配套的医学院校专业基础课——生理学辅导教材。全书共 12 章。每章有生理学精要与生理学习题两部分内容。精要是授课教师于课堂上讲授的内容,对学生课后学习和学生解答生理学习题具有指导意义。生理学习题有 A 型题、B 型题、X 型题、名词解释、简答题和论述题,每题均有参考答案。

本书可作为本(专)科生(包括成人教育学生)期末考试、硕士研究生入学、各种国家级和省级的生理学考试的考生学习和应考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生理学精要与习题 / 许继德, 李建华, 胡景鑫主编. 北京: 科学出版社, 2007. 4

(全国高等医学院校规划教材配套学习辅导系列)

ISBN 978-7-03-018814-4

I. 生… II. ①许… ②李… ③胡… 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(2007)第 046882 号

责任编辑: 裴中惠 / 责任校对: 邹慧卿

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 4 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

2007 年 4 月第一次印刷 印张: 16 1/2

印数: 1—5 000 字数: 389 000

定价: 24.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换(新欣))

前 言

本书是高等医科院校专业基础课——生理学辅导教材。本书主要以最新版规划教材为蓝本编写。

全书共 12 章,每章内容分为两部分:第一部分为生理学精要。精要内容是授课教师依据教学大纲,于课堂上讲授的内容。在医学院校,因生理学教材内容繁多,课时有限,教师不可能将教材内容全部讲授,只能在基本知识的基础上,突出重点,讲清难点。精要内容是生理学精华所在。精要对学生课后学习及学生解答生理学习题均具有指导意义。第二部分为生理学习题,与生理学精要对应。包括目前为各医学院校、各政府部门生理学考试所采用的常用类型的试题,其中有 A 型题、B 型题、X 型题、名词解释、简答题和论述题,每题均有参考答案。

本书可作为本(专)科生(包括成人教育学生)期末考试、硕士研究生入学、各种国家级和省级组织的生理学考试的考生学习和应考用书。

诚恳地希望读者对本书不妥之处给予批评指正。

编 者

2006 年 12 月 10 日于广州

目 录

第一章	绪论	(1)
第二章	细胞的基本功能	(7)
第三章	血液	(30)
第四章	血液循环	(45)
第五章	呼吸	(83)
第六章	消化与吸收	(103)
第七章	能量代谢与体温	(124)
第八章	尿的生成和排出	(136)
第九章	感觉器官的功能	(162)
第十章	神经系统的功能	(178)
第十一章	内分泌	(224)
第十二章	生殖	(248)

第一章 绪 论

学习要求

1. 掌握 内环境和稳态的定义;神经调节、体液调节和自身调节的概念;反馈控制系统(负反馈控制系统、正反馈控制系统)。
2. 熟悉 生理学定义和生理学的任务;生理学与医学的关系;非自动控制系统;前馈控制系统。
3. 了解 生理学研究的三个水平。

第一节 生理学的研究对象和任务

一、生理学的任务

生理学(physiology)

概念:研究生物机体功能活动(生命活动)规律的一门科学。

任务:研究功能和功能活动发生的机制、产生条件和内外环境对其影响。

生理学是医学的一门重要的基础课程。

二、生理学研究的三个水平

(一) 细胞和分子水平

以细胞和构成细胞的分子为研究对象,如研究细胞的跨膜信号转导、细胞生物电活动以及肌细胞收缩机制等。

(二) 器官和系统水平

研究各器官和系统功能活动的过程、机制以及各种因素对它们的影响。

(三) 整体水平

以完整的机体为研究对象,研究不同生理条件下,机体各系统之间的协调活动以及机体与外环境相适应的规律和机制。

第二节 机体的内环境与稳态

体内的液体称体液,在成人约占体重的60%。其中约占体重40%的液体分布在细胞内,称为细胞内液;约占体重20%的液体分布在细胞外(其中血浆占5%,组织液占15%),称为细胞外液。人体的绝大多数细胞浸浴在细胞外液之中,细胞外液是细胞直接接触的环境。

内环境(internal environment):细胞直接生活的液体环境,即细胞外液。

稳态(homeostasis):内环境理化性质保持相对稳定的状态。

内环境的稳态是指在正常生理情况下内环境的理化因素,如渗透压、酸碱度、各种化学成分和温度等经常保持相对稳定。内环境的理化因素不是静止不变的,由于细胞新陈代谢不断地与内环境进行物质交换,如不断地从内环境中摄取 O_2 和营养物质,不断地排出代谢产物,因此也就不断地扰乱或破坏内环境稳态。此外,外环境因素的改变也可影响内环境的稳态。内环境理化性质如何保持相对稳定?实际上,体内各组织和器官不断地从不同方面来维持内环境稳态。如:通过呼吸活动补充 O_2 和排出 CO_2 ;通过消化器官消化吸收补充营养物质;通过泌尿器官生成和排出尿和代谢产物等。

内环境的稳态是细胞维持正常生理功能的必要条件,也是机体维持正常生命活动的必要条件。

第三节 机体生理功能的调节

一、神经调节

通过神经系统进行的调节方式称为神经调节(nervous regulation)。神经调节的基本方式是反射。反射是指在中枢神经系统参与下,机体对刺激产生的规律性反应。如角膜反射、膝跳反射、屈肌反射等。完成反射的结构基础是反射弧。

二、体液调节

体液调节(humoral regulation)是指体内产生的一些特殊化学物质通过体液途径对某些细胞或组织器官的活动进行的调节过程。如胰岛素维持血糖浓度稳定的作用。体液调节作用的方式有远距分泌、旁分泌、自分泌和神经分泌。

三、自身调节

自身调节(autoregulation)是指细胞或组织器官不依赖神经和体液而自身对刺激产生适应性反应。如肾血流量的自身调节。

第四节 体内的控制系统

一、非自动控制系统

在人体生理功能的调节中,非自动控制系统的控制极少见。

二、反馈控制系统

负反馈(negative feedback):反馈信息与控制信息作用方向相反,起减弱或矫正控制部分活动的反馈。负反馈普遍存在于机体各种功能调节过程中,是维持机体内环境稳态的重要控制机制。如颈动脉窦和主动脉弓压力感受性反射(减压反射)。

正反馈(positive feedback):反馈信息与控制信息作用方向相同,起加强或促进控制部

分活动的反馈。其意义是使某些生理过程得到加强。如排尿反射、血液凝固和分娩。

三、前馈控制系统

概念:通过预先监测,在输出变量尚未改变之前,改变控制系统的活动,保持输出变量稳定。其意义是使机体反应具有预见性和超前性,能够提前做出适应性反应。如运动前呼吸和心率加快。

(许继德)

习 题

一、选择题

A 型题

1. 生理学是
 - A. 动物学的分支
 - B. 植物学的分支
 - C. 生物学的分支
 - D. 病理学的分支
 - E. 解剖学的分支
2. 人体生理学是研究
 - A. 人体物理变化的规律
 - B. 人体化学变化的规律
 - C. 正常人体功能活动的规律
 - D. 异常人体功能活动的规律
 - E. 人体与环境之间的关系
3. 内环境的稳态指
 - A. 维持细胞外液理化性质保持不变
 - B. 维持细胞内液理化性质保持不变
 - C. 维持细胞内液化学成分相对恒定
 - D. 维持细胞内液理化性质相对恒定
 - E. 维持细胞外液理化性质相对恒定
4. 机体中细胞生活的内环境指
 - A. 细胞外液
 - B. 细胞内液
 - C. 脑脊液
 - D. 组织液
 - E. 血浆
5. 维持内环境稳态的重要调节方式是
 - A. 体液调节
 - B. 自身调节
 - C. 正反馈调节
 - D. 负反馈调节
 - E. 前馈控制
6. 神经调节的基本方式是
 - A. 反射
 - B. 非条件反射
 - C. 条件反射
 - D. 反馈
 - E. 前馈
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. 接受刺激与产生反应
8. 在寒冷环境中,甲状腺激素分泌增多是由于
 - A. 神经调节
 - B. 体液调节
 - C. 自身调节
 - D. 旁分泌调节
 - E. 神经-体液调节
9. 胰岛 B 细胞分泌的胰岛素具有降低血糖作用,主要是通过
 - A. 神经调节
 - B. 体液调节
 - C. 正反馈
 - D. 前馈
 - E. 自身调节
10. 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. 当平均动脉压在一定范围内变化时,肾血流量维持相对恒定
11. 心肌的初长度对收缩力量的调节作用属于
A. 局部神经调节 B. 体液中 ATP 的作用 C. 等长自身调节
D. 异长自身调节 E. 正反馈调节
12. 下列生理过程中,属于负反馈调节的是
A. 排尿反射 B. 分娩过程 C. 血液凝固
D. 减压反射 E. 动作电位去极化期的 Na^+ 内流
13. 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
14. 下列反射中存在正反馈调节的是
A. 腱反射 B. 肺牵张反射 C. 减压反射 D. 排尿反射 E. 屈肌反射
15. 下列生理过程中,属于正反馈调节的是
A. 体温调节 B. 排尿反射 C. 肺牵张反射
D. 血糖浓度的调节 E. 减压反射
16. 正反馈调节的作用是使
A. 人体血压稳定
B. 人体体液理化特性相对稳定
C. 人体活动按某一固定程序进行,达到某一特定目标
D. 体内激素水平不致过高
E. 体温保持相对稳定
17. 通过条件反射方式发动体温调节的是
A. 稳态 B. 正反馈 C. 负反馈 D. 前馈 E. 神经调节

B 型题

- A. 传出神经 B. 效应器 C. 感受器 D. 反射中枢 E. 传入神经
1. 心迷走神经和心交感神经属于
2. 平滑肌和心肌属于
3. 皮肤黏膜的游离神经末梢属于
4. 肌梭属于
5. 躯体运动神经属于
6. 窦神经和主动脉神经在减压反射中属于
A. 正反馈 B. 负反馈 C. 前馈 D. 非自动控制 E. 自身调节
7. 分娩过程是
8. 血液凝固过程是
9. 食物进入口腔前的唾液分泌是

X 型题

- 下列关于稳态的描述,正确的是
 - 维持内环境理化性质相对恒定的状态,称为稳态
 - 稳态是机体的各种调节机制维持的一种动态平衡状态
 - 负反馈调节是维持内环境稳态的重要途径
 - 稳态是指内环境理化性质静止不变
 - 稳态是维持细胞正常功能的必要条件
- 反射弧的组成部分是
 - 感受器
 - 效应器
 - 传入神经
 - 传出神经
 - 反射中枢
- 下列情况中,不属于自身调节的是
 - 一定范围内心肌纤维初长度愈长,收缩强度愈大
 - 人过度通气后,呼吸暂停
 - 动脉血压升高时,肾血流量相对稳定
 - 血浆 pH 上升时,尿中 H^+ 排出减少
 - 人在寒冷气候中出现寒战
- 正反馈调节的特点是
 - 破坏原先的平衡状态
 - 能使整个系统处于再生状态
 - 体内的控制系统绝大多数都是正反馈控制系统
 - 在病理情况下出现较多
 - 是一个开环系统
- 下列生理过程属于正反馈的有
 - 排尿
 - 血压相对恒定的维持
 - 分娩过程
 - 凝血过程
 - 骨骼肌的收缩

二、名词解释

- 内环境(internal environment)
- 稳态(homeostasis)
- 负反馈(negative feedback)
- 正反馈(positive feedback)

三、简答题

- 内环境稳态有何生理意义?
- 负反馈调节有何生理意义?
- 前馈有何生理意义?

参 考 答 案**一、选择题****A 型题**

- C
- C
- E
- A
- D
- A
- C
- E
- B
- E
- D
- D
- B
- D
- B
- C
- D

B 型题

- A
- B
- C
- C
- A
- E
- A
- A
- C

X 型题

- ABCE
- ABCDE
- BDE
- ABD
- ACD

二、名词解释

1. 内环境:指细胞直接生活的环境,即细胞外液。
2. 稳态:内环境理化性质保持相对稳定的状态称为稳态。
3. 负反馈:反馈信息对控制部分产生抑制,使其活动减弱的反馈。
4. 正反馈:反馈信息使控制部分活动加强,起加强控制信息作用的反馈。

三、简答题

1. 内环境稳态对保证生命活动正常进行具有重要意义:提供机体细胞生命活动必要的各种理化条件,使细胞各种酶促反应和生理功能正常进行;为细胞新陈代谢提供各种营养物质,并通过循环系统运走细胞的代谢产物,保证了细胞新陈代谢的正常进行。

2. 负反馈调节在机体内普遍存在,是维持内环境稳态的重要调节方式。机体多数生理功能的调节是通过负反馈调节实现的。例如,体内多种激素正常水平的维持、人体正常血压相对稳定的调节等。负反馈调节的生理意义在于使某种生理功能保持相对稳定。

3. 前馈使控制部分输出变量在出现偏差前就得到了纠正,能及时调节受控部分的活动,使受控部分的活动更加准确、稳定、适时和适度。前馈能避免负反馈调节的被动性和反应的滞后及波动性,更好地参与稳态的维持。前馈控制系统可使机体的反应具有一定的超前性和预见性。

(许继德)

第二章 细胞的基本功能

学习要求

1. 掌握 物质的跨膜转运形式;G 蛋白偶联受体介导的信号转导;静息电位及其产生机制;动作电位及其产生机制;组织的兴奋和兴奋性;骨骼肌神经-肌肉接头处的兴奋传递;横纹肌的收缩机制;横纹肌的兴奋-收缩偶联;影响横纹肌收缩效能的因素。
2. 熟悉 跨膜信号转导概念的提出;离子通道受体介导的信号转导;酶偶联受体介导的信号转导。
3. 了解 细胞膜的结构概述;平滑肌。

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

细胞膜主要由脂质、蛋白质和糖类组成。

液态镶嵌模型(fluid mosaic model):细胞膜以液态脂质双分子层为基架,其中镶嵌着许多不同结构和功能的蛋白质。

二、物质的跨膜转运

(一) 单纯扩散

脂溶性物质由高浓度侧向低浓度侧的净移动,如体内的 O_2 和 CO_2 的转运。

(二) 膜蛋白介导的跨膜转运

不溶于脂或脂溶性甚小的物质在膜蛋白质“帮助”下,由高浓度侧向低浓度侧的转运。

1. 经载体易化扩散(facilitated diffusion via carrier) 载体介导的易化扩散;物质与载体蛋白的位点结合,引起后者变构将物质移向低浓度侧。如葡萄糖和氨基酸的转运等。

特点:①顺浓度梯度;②饱和现象;③结构特异性;④竞争性抑制。

2. 经通道易化扩散(facilitated diffusion via ion channel) 通道蛋白受化学因素、电和机械等刺激而导致通道开放,带电离子经通道顺电-化学梯度移动。通道有开放和关闭两种状态,并由“闸门”控制。离子通道有明显的离子选择性,每种通道只对一种或几种离子有较高的通透能力,对其他离子则不易或不能通过。根据离子选择性不同,通道可分为钠通道、钾通道和钙通道等。

3. 原发性主动转运 通过细胞本身耗能过程,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。

钠-钾泵(sodium-potassium pump)简称钠泵,也称 Na^+ , K^+ -ATP 酶。当膜内 Na^+ 浓度或膜外 K^+ 浓度升高时均可激活钠泵,钠泵每分解 1 分子 ATP 可将 3 个 Na^+ 移出胞外,同时将 2 个 K^+ 移入胞内。

细胞代谢能量的 1/3 以上用于维持钠泵活动。

钠泵活动的意义:①使细胞内高 K^+ , 利于细胞代谢活动;②建立 Na^+ 、 K^+ 浓度势能储备,而其是产生生物电的基础;③防止 Na^+ 和与 Na^+ 相伴随的水过多进入细胞,以维持细胞的正常渗透压和形态;④维持细胞内 pH 稳定;⑤ Na^+ 浓度势能是 Na^+ - Ca^{2+} 交换动力;⑥生电作用;⑦ Na^+ 浓度势能也可用于非离子物质的主动转运(继发性主动转运)。

4. 继发性主动转运 如葡萄糖在小肠黏膜的吸收。葡萄糖在小肠黏膜的吸收是通过位于肠黏膜上皮细胞的顶端膜区的 Na^+ -葡萄糖同向转运体(Na^+ -glucose symporter),利用 Na^+ 的浓度势能,将肠腔中的 Na^+ 和葡萄糖分子一起转运至上皮细胞内。

(三) 出胞和入胞

出胞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。

入胞是指大分子物质或物质团块(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。

第二节 细胞的跨膜信号转导

跨膜信号转导概念:细胞外的信号物质(激素、递质、细胞因子等)作用于细胞膜表面的受体或起受体样作用的蛋白质,将胞外信号分子所携带的信号传到细胞内的过程。

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 G 蛋白偶联受体也称促代谢型受体。包括肾上腺素能 α 和 β 受体、ACh 受体等近 1000 种。每种受体都是由一条 7 次穿膜的肽链构成,因此又称为 7 次跨膜受体。

2. G 蛋白 鸟苷酸结合蛋白,由 α 、 β 和 γ 三个亚单位组成。 α 亚单位同时具有结合 GTP 或 GDP 的能力和 GTP 酶活性。

3. G 蛋白效应器 G 蛋白效应器主要指催化生成(或分解)第二信使的酶。主要有腺苷酸环化酶(adenylyl cyclase, AC)、磷脂酶 C(phospholipase C, PLC)、磷脂酶 A_2 (phospholipase A_2 , PLA_2)、鸟苷酸环化酶(guanylyl cyclase, GC)和磷酸二酯酶(phosphodiesterase, PDE)。

4. 第二信使 指激素、递质和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,它们把细胞外信号分子携带的信息转入胞内。重要的第二信使有:环-磷酸腺苷(cyclic adenosine monophosphate, cAMP)、三磷酸肌醇(inositol triphosphate, IP_3)、二酰甘油(diacylglycerol, DG)、环-磷酸鸟苷(cyclic guanosine monophosphate, cGMP)和 Ca^{2+} 等。

(二) G 蛋白偶联受体介导的信号转导过程

胞外信号分子(第一信使)→G 蛋白偶联受体→活化的受体→与 α 亚单位结合并使之发生构象变化→ α 亚单位与 GDP 解离并与胞质中 GTP 结合→形成激活型 G 蛋白→ α 亚单位与 β - γ 亚单位分离并与活化受体解离→形成 α 亚单位 GTP 与 β - γ 亚单位两部分→G 蛋

白效应器→第二信使增加或减少→功能效应。

(三) G 蛋白偶联受体介导的信号转导的主要途径

1. 受体-G 蛋白-腺苷酸环化酶途径。
2. 受体-G 蛋白-磷脂酶 C 途径。

二、离子通道受体介导的信号转导

1. 化学门控通道(如 N_2 型 ACh 受体) 离子跨膜转运,并实现化学信号跨膜转导。例如:ACh→终板膜上 ACh 受体结合→受体构象变化和通道开放→ Na^+ 、 K^+ 经通道跨膜流动→产生终板电位→骨骼肌细胞动作电位→骨骼肌收缩。

2. 电压门控通道 动作电位发生→心肌细胞 T 管去极化激活 L 型 Ca^{2+} 通道→ Ca^{2+} 内流(作为第二信使)→进一步激活肌质网的钙释放通道→胞内 Ca^{2+} 浓度升高→心肌收缩。

3. 机械门控通道 对血管壁的牵张(血压升高)→激活平滑肌细胞的机械门控离子通道→ Ca^{2+} 内流→血管收缩。

三、酶偶联受体介导的信号转导

(一) 酪氨酸激酶受体

胰岛素、生长因子(表皮生长因子、神经生长因子和血小板源生长因子等)→酪氨酸激酶受体结合→分子构象改变→胞质侧酶活性部位活化或对胞质酪氨酸激酶的结合和活化→细胞核内基因转录过程改变。

(二) 鸟苷酸环化酶受体

心房钠尿肽→鸟苷酸环化酶受体→激活鸟苷酸环化酶→胞质内三磷酸鸟苷环化生成环-磷酸鸟苷→结合并激活依赖环-磷酸鸟苷的蛋白激酶 G→对底物蛋白磷酸化实现信号转导。

第三节 细胞的生物电现象

一、静息电位及其产生机制

(一) 细胞的静息电位

静息电位(resting potential, RP):指细胞在未受刺激时存在于细胞膜内外两侧的电位差,又称跨膜静息电位。

1. RP 数值: $-100 \sim -10mV$ 。

骨骼肌细胞: $-90mV$ 。

神经细胞: $-70mV$ 。

平滑肌细胞: $-55mV$ 。

红细胞: $-10mV$ 。

2. 概念

极化:静息电位存在时,膜电位外正内负的状态。

超极化:静息电位增大。

去极化(除极化):静息电位减小。

反极化:膜两侧电位发生倒转,膜外带负电,膜内带正电。

超射:膜电位高于零电位的部分。

复极化:膜去极化后再向静息电位方向恢复的过程。

(二) 静息电位产生的机制

1. 静息电位产生的条件 ①细胞内外 K^+ 的分布不均衡,细胞内 K^+ 浓度高于细胞外 K^+ 浓度;②安静状态下细胞膜主要对 K^+ 有通透性。

2. 静息电位产生的机制 安静状态下, K^+ 向细胞膜外扩散,膜内带负电荷的蛋白质因膜对其不通透而留在细胞内, K^+ 向细胞膜外扩散使膜内电位变负而膜外变正。这个外正内负的电场力将阻止 K^+ 继续向膜外扩散,当促使 K^+ 外流的驱动力(K^+ 浓度差)与阻止 K^+ 外流的阻力(K^+ 外流所形成的电场力)达到平衡时,膜对 K^+ 的净通量为零,于是 K^+ 不再向膜外扩散,此时膜两侧的电位差稳定于某一数值不变,此电位差称为 K^+ 平衡电位即静息电位。

影响静息电位水平的主要因素有:①膜内外 K^+ 浓度;②膜对 Na^+ 、 K^+ 的相对通透性;③ Na^+ - K^+ 泵活动水平。

二、动作电位及其产生机制

(一) 细胞的动作电位

1. 动作电位(action potential, AP) 细胞在受到一个阈刺激或阈上刺激时,膜电位在静息电位基础上发生的一过性波动。

2. 动作电位产生机制

去极相(上升支):刺激 $\rightarrow Na^+$ 通道开放(膜对 Na^+ 通透性 \uparrow) $\rightarrow Na^+$ 在电-化学驱动力作用下 $\rightarrow Na^+$ 内流 \rightarrow 膜去极化 \rightarrow 当内流的 Na^+ 在膜内形成的正电位足以阻止 Na^+ 的净移入时为止 $\rightarrow Na^+$ 平衡电位(超射)。

复极相(下降支): Na^+ 通道很快失活, Na^+ 通透性迅速 \downarrow , K^+ 通道激活和 K^+ 外流,膜内电位向负值恢复达到原先静息水平。

小结:神经动作电位的去极是 Na^+ 内流引起,复极是 K^+ 外流引起,锋电位是动作电位的主要成分。

3. 单一细胞动作电位的特点

(1) “全或无”性质:动作电位一旦产生,其幅度就达到一定的数值,不会因刺激的增强而随之增大。

(2) 不衰减性传导:动作电位一旦在细胞膜某部位产生,会立即向整个细胞膜传布,其幅度不会因传布距离的增加而减小。

4. 膜片钳技术

基本原理:微吸管接触胞膜和抽吸 \rightarrow 高阻封接(膜片与胞膜其他部位电学隔离) \rightarrow 记录经一个或少数几个通道的离子电流并进行通道功能的分析。

5. 动作电位的引起

阈电位(threshold potential, TP):能使 Na^+ 通道突然大量开放产生动作电位的临界膜电位数值。阈电位一般较静息电位小 $10 \sim 20\text{mV}$ (绝对值)。

局部反应(兴奋):指阈下刺激引起少量 Na^+ 通道开放所产生的、较小的局部去极化电位。

特征:非“全或无”式电位,随刺激强度加大而增大;电位幅度小呈衰减性传导(电紧张性扩布,影响邻近膜的兴奋性);可产生总和(时间和空间总和)而使膜去极达阈电位而兴奋。

(二) 动作电位的传导

通过局部电流传导,即兴奋部位与未兴奋部位形成的局部电流“刺激”未兴奋部位产生动作电位(兴奋)。

有髓神经纤维:跳跃式传导。

三、组织的兴奋和兴奋性

刺激:细胞所处环境因素的变化。

阈强度:引起组织兴奋所需的最小刺激强度。

阈刺激:具有阈强度的刺激。

兴奋:刺激引起组织细胞产生反应(AP)的过程。

兴奋性:组织细胞具有对刺激产生兴奋(AP)的能力。

可兴奋细胞:神经、肌肉和腺细胞。

第四节 肌细胞的收缩功能

一、横纹肌

(一) 骨骼肌神经-肌肉接头处兴奋的传递

传递过程:运动神经兴奋→末梢去极化和膜上电压门控 Ca^{2+} 通道开放→ Ca^{2+} 内流→末梢释放递质 ACh→ACh 与终板膜化学门控通道 α -亚基结合,引起通道开放→ Na^+ 内流与 K^+ 外流(Na^+ 内流大于 K^+ 外流)→终板膜去极化(终板电位)→肌膜动作电位和肌细胞收缩。

特点:易受环境影响(美洲箭毒、 α -银环蛇毒与 ACh 竞争受体而阻断传递;有机磷农药和新斯的明选择性抑制胆碱酯酶,使 ACh 在接头间隙内蓄积而中毒)。

ACh 的清除:由胆碱酯酶降解。

(二) 横纹肌的微细结构

1. 肌原纤维和肌节

肌原纤维:每一肌细胞有上千条肌原纤维,由粗、细肌丝组成。

肌节:两 Z 线之间的肌原纤维区域,它是肌肉收缩的基本单位,长度变动于 $1.5 \sim 3.5\mu\text{m}$,安静时为 $2.0 \sim 2.2\mu\text{m}$ 。

2. 肌管系统

横管(T管):起传递信息作用。

纵管(L管):即肌浆网,其上有钙池、钙通道和钙泵,起储存和释放 Ca^{2+} 作用。

三联管:是细胞膜动作电位与细胞内肌收缩过程偶联的关键部位。

(三) 骨骼肌细胞的兴奋-收缩偶联

兴奋-收缩偶联:指以电变化为特征的兴奋和以肌丝滑行为基础的收缩联系起来的中介过程。

偶联的步骤:电兴奋经横管膜传向细胞深处→三联管处信息传递→肌浆网对 Ca^{2+} 的释放和再积聚。

(四) 骨骼肌的收缩机制

细肌丝向粗肌丝之间滑行→肌节缩短→肌肉缩短。已从分子水平上得到阐明。

1. 粗肌丝 肌球蛋白(肌凝蛋白)组成,其上有横桥。

横桥特性:有 ATP 酶特性;能与肌动蛋白可逆结合产生扭动,继而解离、复位和再结合。

横桥周期:横桥与肌动蛋白结合、摆动、复位和再结合的过程。

2. 细肌丝 ①肌动蛋白:其上有与横桥结合的位点;②原肌凝蛋白:有阻碍横桥与肌动蛋白结合的作用;③肌钙蛋白:间断出现于原肌凝蛋白分子上。

3. 肌丝滑行的基本过程

收缩过程:肌浆 Ca^{2+} 浓度 \uparrow → Ca^{2+} 与肌钙蛋白结合 → 原肌凝蛋白变构暴露位点 → 横桥周期 → 肌丝滑行 → 肌节缩短。

舒张过程:肌浆 Ca^{2+} 浓度 \downarrow → 肌钙蛋白与 Ca^{2+} 解离 → 原肌凝蛋白复位 → 阻碍横桥与肌纤蛋白结合 → 细肌丝复位 → 肌节复位 → 肌肉舒张。

(五) 影响横纹肌收缩效能的因素

等长收缩(isometric contraction):肌肉收缩时长度保持不变而只有张力的增加。

等张收缩(isotonic contraction):肌肉收缩时长度缩短,但张力不再改变。

1. 前负荷 指肌肉收缩前就加在肌肉上的负荷,它使肌肉预先被拉长,又称初长。

长度-张力曲线是反映初长度与收缩张力的关系曲线,这种关系表明在一定范围内,肌肉产生的张力随初长度的加大而增大。当产生的张力达最大时的初长度为最适初长度,此时粗、细肌丝处于最理想的重叠,起作用的横桥数达最大。

2. 后负荷 指肌肉开始收缩后才遇到的负荷或阻力。

张力-速度曲线:表明在不同后负荷下进行等张收缩时,张力与速度呈反变关系。

后负荷过大(大于最大张力)时,只产生张力,无长度缩短(等长收缩);后负荷过小(理论上为零)时,缩短速度达最大但无功输出;后负荷在最大张力的 30% 时,输出功达最大。

3. 肌肉收缩能力对肌肉收缩的影响

肌肉收缩能力(contractility):指不依赖前、后负荷改变而仅由肌肉内部功能状态所决定的肌肉收缩效能。主要取决于兴奋-收缩偶联过程中胞质内 Ca^{2+} 的水平、横桥 ATP、酶活性和肌钙蛋白对 Ca^{2+} 的亲合力等。

4. 收缩的总和

(1) 单收缩(twitch):当骨骼肌受到一次短促刺激时,可发生一次动作电位,随后出现一次收缩和舒张,这种形式的收缩称为单收缩。

(2) 不完全强直收缩(incomplete tetanus):骨骼肌受到频率较高的连续刺激时,后一刺激总是落在前一刺激引起的肌肉收缩的舒张期,肌肉呈现锯齿状收缩波形,称为不完全强直收缩。

(3) 完全性强直收缩 (complete tetanus): 骨骼肌受到高频率的连续刺激时, 后一刺激总是落在前一刺激引起的肌肉收缩的收缩期, 肌肉将处于完全的收缩状态, 看不出舒张期痕迹, 称为完全强直收缩。

在生理条件下, 支配骨骼肌的传出神经总是发出连续的冲动, 所以骨骼肌的收缩都是强直收缩。

二、平滑肌

平滑肌 (smooth muscle) 是气道、消化道、血管和泌尿生殖器官的主要构成成分, 它收缩时产生张力和缩短, 为这些器官的运动提供动力或改变这些器官形态。

平滑肌的收缩机制与横纹肌不同: ①平滑肌收缩对细胞外 Ca^{2+} 依赖性大; ②平滑肌细胞中没有肌钙蛋白。

收缩机制: ①胞质内 Ca^{2+} 浓度升高时, Ca^{2+} 与钙调蛋白 (calmodulin, CaM) 结合生成钙与钙调蛋白复合物 ($4\text{Ca}^{2+} \cdot \text{CaM}$ 复合物); ② $4\text{Ca}^{2+} \cdot \text{CaM}$ 复合物与肌球蛋白轻链激酶结合并使之激活; ③活化的肌球蛋白轻链激酶使肌球蛋白轻链磷酸化; ④肌球蛋白轻链磷酸化引起肌球蛋白头部构象改变, 导致横桥与细肌丝肌动蛋白结合; ⑤进入与横纹肌相似的横桥周期并产生张力和缩短; ⑥胞质内 Ca^{2+} 浓度下降时, 肌球蛋白轻链激酶失活, 肌球蛋白轻链在磷酸酶作用下脱磷酸, 横桥与细肌丝肌动蛋白解离, 肌肉舒张。

(许继德)

习 题

一、选择题

A 型题

- 关于细胞膜结构和功能的叙述, 错误的是
 - 细胞膜是一个具有特殊结构和功能的半透性膜
 - 细胞膜的结构是以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
 - 细胞膜是细胞和它所处环境之间物质交换的必经场所
 - 细胞膜是接受细胞外的各种刺激、传递生物信息, 进而影响细胞功能活动的必由途径
 - 水溶性物质一般能自由通过细胞膜, 而脂溶性物质则不能
- 对单纯扩散速度无影响的因素是
 - 膜两侧的浓度差
 - 膜对该物质的通透性
 - 膜通道的激活
 - 物质相对分子质量的大小
 - 物质的脂溶性
- 人体内 O_2 和 CO_2 跨膜转运的方式是
 - 单纯扩散
 - 易化扩散
 - 主动转运
 - 出胞
 - 入胞
- 关于对易化扩散的叙述, 错误的是
 - 主动转运
 - 由高浓度一侧向低浓度一侧移动
 - 部分以“载体”为中介
 - 部分以“通道”为中介
 - 被动转运

5. 载体扩散的饱和现象是因为
A. 跨膜梯度降低 B. 疲劳 C. 能量匮乏
D. 载体数量决定的转运极限 E. 载体数减少
6. 产生生物电的跨膜离子移动属于
A. 单纯扩散 B. 主动转运 C. 通道介导的易化扩散
D. 载体介导的易化扩散 E. 入胞
7. Na^+ 的跨膜转运方式是
A. 单纯扩散 B. 易化扩散 C. 主动转运 D. 出胞和入胞 E. 易化扩散和主动转运
8. 肾小管液中的葡萄糖重吸收进入肾小管上皮细胞是通过
A. 单纯扩散 B. 易化扩散 C. 主动转运 D. 继发性主动转运 E. 入胞
9. 肠上皮细胞由肠腔吸收葡萄糖是通过
A. 主动转运 B. 继发性主动转运 C. 易化扩散
D. 单纯扩散 E. 入胞
10. 关于钠泵生理作用的描述,错误的是
A. 钠泵能逆着浓度差将进入细胞内的 Na^+ 移出胞外
B. 钠泵能顺着浓度差使细胞外的 K^+ 移入胞内
C. 由于从膜内移出 Na^+ , 可防止水分子进入细胞内
D. 钠泵的活动造成细胞内高 K^+ , 使许多反应得以进行
E. 钠泵的活动可造成膜两侧的离子势能储备
11. 在一般生理情况下, 每分解一个 ATP 分子, 钠泵能使
A. 二个 Na^+ 移出膜外, 同时有三个 K^+ 移入膜内
B. 三个 Na^+ 移出膜外, 同时有二个 K^+ 移入膜内
C. 二个 Na^+ 移入膜内, 同时有二个 K^+ 移出膜外
D. 三个 Na^+ 移入膜内, 同时有二个 K^+ 移出膜外
E. 二个 Na^+ 移入膜内, 同时有三个 K^+ 移出膜外
12. 细胞膜内外正常 Na^+ 和 K^+ 浓度差的形成和维持是由于
A. 膜在安静时对 K^+ 通透性大 B. 膜在安静时对 Na^+ 通透性大
C. Na^+ 、 K^+ 易化扩散的结果 D. 膜上 Na^+ - K^+ 泵的作用
E. 膜兴奋时对 Na^+ 通透性增加
13. G 蛋白是下列何物质的简称
A. 鸟苷酸结合蛋白 B. 腺苷酸结合蛋白 C. 三磷脂肌醇
D. 转录调节因子 E. 鸟苷酸环化酶蛋白
14. 不属于第二信使的物质是
A. cAMP B. 三磷肌醇 (IP_3) C. 二酰甘油 (DG) D. cGMP E. 肾上腺素
15. cAMP 作为第二信使, 它的主要作用是激活
A. 腺苷酸环化酶 B. G 蛋白 C. 蛋白激酶 A
D. 蛋白激酶 C E. 蛋白激酶 G
16. 在化学信号跨膜传递过程中, 可激活腺苷酸环化酶的是
A. DG B. cAMP C. IP_3 D. G 蛋白 E. Ca^{2+}

17. 膜结构中,促使二磷酸磷脂酰肌醇分解生成 IP_3 和二酰甘油(DG)的物质是
A. G 蛋白 B. 磷脂酶 C C. 蛋白激酶 C D. 腺苷酸环化酶 E. 鸟苷酸环化酶
18. 静息电位产生的基础是
A. 细胞内高 Na^+ 且细胞膜对 Na^+ 有较大通透性
B. 细胞外高 Na^+ 且细胞膜对 Na^+ 有较大通透性
C. 细胞外高 Ca^{2+} 且细胞膜对 Ca^{2+} 有较大通透性
D. 细胞外高 K^+ 且细胞膜对 K^+ 有较大通透性
E. 细胞内高 K^+ 且细胞膜对 K^+ 有较大通透性
19. 下列离子中,细胞膜在静息情况下对其通透性最大的是
A. Cl^- B. Na^+ C. K^+ D. Ca^{2+} E. Mg^{2+}
20. 安静时细胞膜内 K^+ 向膜外移动是由于
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
21. 当达到 K^+ 平衡电位时
A. 膜两侧 K^+ 浓度差为零 B. 膜外 K^+ 浓度大于膜内 C. 膜两侧电势差为零
D. 膜两侧的电化学势差为零 E. 膜外的电化学势差大于膜内
22. 在静息时,细胞膜外正内负的稳态状态称为
A. 极化 B. 去极化 C. 倒极化 D. 复极化 E. 超极化
23. 静息电位实测值略小于 K^+ 平衡电位理论值,是因为
A. 测量误差 B. 理论计算方法需修正 C. K^+ 外流不够
D. 静息时膜对 Na^+ 少量通透 E. 少量蛋白质外流
24. 关于神经纤维静息电位的形成机制,错误的是
A. 细胞外的 K^+ 浓度小于细胞内的 K^+ 浓度
B. 细胞膜对 Na^+ 的通透性低
C. 细胞膜主要对 K^+ 有通透性
D. 加大细胞外 K^+ 浓度,会使静息电位绝对值加大
E. 细胞内的 Na^+ 浓度低于细胞外 Na^+ 浓度
25. 降低细胞外液 K^+ 浓度,将使
A. 静息电位增高 B. 静息电位降低
C. 静息电位增高而锋电位降低 D. 静息电位降低而锋电位幅值加大
E. 静息电位不变,动作电位的超射值增大
26. 阈电位指
A. 细胞膜对 K^+ 通透性开始增大的临界膜电位
B. 细胞膜对 Na^+ 通透性开始增大的临界膜电位
C. 细胞膜对 K^+ 通透性突然增大的临界膜电位
D. 细胞膜对 Na^+ 通透性突然增大的临界膜电位
E. 细胞膜对 Na^+ 、 K^+ 通透性突然增大的临界膜电位
27. 神经细胞锋电位幅值取决于
A. 刺激的强度 B. 阈电位水平 C. 刺激的持续时间

- D. 静息电位绝对值与超射值之和
E. 刺激的强度-时间变化率
28. 动作电位的“全或无”特性是指同一细胞动作电位的幅度
A. 不受细胞外 K^+ 浓度的影响
B. 不受细胞外 Na^+ 浓度的影响
C. 与刺激强度和传导距离无关
D. 与静息电位无关
E. 与 Na^+ 通道的状态无关
29. 以下关于可兴奋细胞动作电位的描述,正确的是
A. 动作电位是细胞受刺激时出现的快速而不可逆的电位变化
B. 在动作电位的去极相,膜电位由内正外负变为内负外正
C. 动作电位的大小不随刺激强度和传导距离而改变
D. 动作电位的传导距离随刺激强度的大小而改变
E. 不同的细胞,动作电位的幅值都相同
30. 下列关于神经细胞兴奋传导的叙述,错误的是
A. 动作电位可沿细胞膜传导到整个细胞
B. 传导的方式是通过产生局部电流来刺激未兴奋部位,使之也出现动作电位
C. 动作电位的幅度随传导距离增加而衰减
D. 传导速度与神经纤维的直径有关
E. 传导速度与温度有关
31. 动作电位去极化期的 Na^+ 内流和复极化期的 K^+ 外流属于
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. 入胞作用或出胞作用
E. 主动转运
32. 人工减少细胞浸浴液中的 Na^+ 浓度,神经动作电位的幅度
A. 不变
B. 加大
C. 减小
D. 先加大,后减小
E. 先减少,后加大
33. 神经细胞锋电位上升支的离子机制是
A. Na^+ 外流复极化
B. Na^+ 内流去极化
C. K^+ 外流复极化
D. K^+ 内流去极化
E. Ca^{2+} 内流超极化
34. 细胞受刺激兴奋时,膜内电位负值减小,称作
A. 极化
B. 去极化
C. 复极化
D. 超极化
E. 反极化
35. 去极化过程中 Na^+ 通道“再生性”开放的结构基础是
A. 电压依从性 Na^+ 通道
B. “全或无”性通道
C. 化学依从性 Na^+ 通道
D. 受体活化 Na^+ 通道
E. 机械门控性 Na^+ 通道
36. 膜的去极化表现为
A. 细胞未受刺激时,膜两侧内负外正的状态
B. 膜电位绝对值加大
C. 膜电位绝对值减小
D. 膜电位绝对值先减少再增大
E. 膜电位绝对值先增大再减小
37. 在去极化过程中,膜片钳记录到的单个 Na^+ 通道
A. 逐渐地开放或关闭
B. 开放和关闭很快
C. 始终处于开放状态
D. 开放的持续时间一定
E. 开放程度与膜电位差相关
38. 在神经细胞动作电位的复极相中,通透性最大的离子是
A. K^+
B. Na^+
C. Ca^{2+}
D. Mg^{2+}
E. Cl^-

39. 神经细胞锋电位下降支的离子机制是
 A. Na^+ 外流复极化 B. K^+ 外流复极化 C. Ca^{2+} 外流复极化
 D. K^+ 内流去极化 E. Cl^- 内流复极化
40. 锋电位由顶点向静息电位水平方向变化的过程称为
 A. 极化 B. 去极化 C. 超极化 D. 复极化 E. 反极化
41. 当神经细胞的静息电位由 -90mV 变化为 -100mV 时称为
 A. 去极化 B. 超极化 C. 反极化 D. 复极化 E. 除极化
42. 常用的 K^+ 通道阻断剂是
 A. 河豚毒 B. 四乙基铵 C. 毒毛花苷(哇巴因)
 D. 维拉帕米(异搏定) E. 阿托品
43. Na^+ 通道的阻断剂是
 A. 阿托品 B. 河豚毒 C. 美洲箭毒
 D. 四乙基铵 E. 六烃季铵
44. 电紧张性扩布的特点是
 A. 跳跃传导 B. 通过局部电流传导
 C. 传导的距离远 D. 不随刺激强度的增加而增加
 E. 随着距离增加而迅速衰减
45. 下列对局部反应特征的叙述,错误的是
 A. 电位大小随刺激强度而改变 B. 可进行空间总和
 C. 可进行时间总和 D. 是全或无的
 E. 有电紧张性扩布
46. 有髓神经纤维的传导特点是
 A. 单向传导 B. 传导速度慢 C. 衰减性传导
 D. 跳跃式传导 E. 离子跨膜移动总数多
47. 下列有关兴奋在同一细胞上传导的叙述,错误的是
 A. 无髓纤维以局部电流的形式传导
 B. 有髓纤维比无髓纤维传导快
 C. 有髓纤维跳跃传导时离子跨膜移动总数多,耗能多
 D. 动作电位可沿细胞膜传导到整个细胞
 E. 动作电位的幅度不随传导距离的增加降低
48. 可兴奋组织对刺激发生兴奋反应的能力称为
 A. 反应性 B. 兴奋性 C. 兴奋 D. 反应 E. 反射
49. 刺激引起兴奋的基本条件是使跨膜电位达到
 A. 阈电位 B. 锋电位 C. 负后电位 D. 正后电位 E. 局部电位
50. 各种可兴奋组织产生兴奋的共同标志是
 A. 肌肉收缩 B. 腺体分泌 C. 神经冲动 D. 动作电位 E. 局部电位
51. 通常用作判断组织兴奋性高低的指标是
 A. 阈电位 B. 阈强度 C. 基强度

- D. 刺激强度对时间的变化率
E. 动作电位的幅度
52. 细胞在一次兴奋后,其兴奋性会出现周期性变化,其中兴奋性最低的时期是
A. 绝对不应期 B. 有效不应期 C. 相对不应期
D. 超常期 E. 低常期
53. 在神经纤维一次兴奋后的相对不应期时
A. 全部 Na^+ 通道失活 B. 较强的刺激也不能引起动作电位
C. 多数 K^+ 通道失活 D. 部分 Na^+ 通道失活
E. 膜电位处在去极化过程中
54. 组织细胞处于相对不应期,其兴奋性为
A. 零 B. 低于正常 C. 高于正常 D. 正常水平 E. 无限大
55. 神经纤维中相邻两个锋电位的时间间隔至少应大于
A. 相对不应期 B. 绝对不应期 C. 超常期
D. 低常期 E. 相对不应期和绝对不应期之和
56. 神经纤维在单位时间内所能产生和传导的动作电位的最大数取决于
A. 刺激的频率 B. 组织的兴奋性 C. 锋电位的幅度
D. 绝对不应期的长短 E. 神经纤维的传导速度
57. 连续刺激不能使动作电位波形叠加的原因是
A. 刺激强度不够 B. 刺激频率不够 C. 存在不应期
D. 细胞能量不足 E. 离子分布的恢复需要时间
58. 下列关于兴奋性的叙述,不正确的是
A. 机体对环境变化产生的反应能力,称为兴奋性
B. 兴奋性是生物体生存的必要条件,也是生命的基本表现之一
C. 可兴奋组织接受刺激后,具有产生兴奋的特性,称为兴奋性
D. 环境变化时,机体生化机能随之变化的能力
E. 兴奋性是机体在接受刺激后,产生动作电位的能力
59. 绝对不应期为 2ms 的蛙坐骨神经,每秒最多能传导的冲动次数是
A. 1000 B. 750 C. 500 D. 250 E. 50
60. 神经-肌肉接头处的化学递质是
A. 肾上腺素 B. 乙酰胆碱 C. 多巴胺
D. 5-羟色胺 E. 去甲肾上腺素
61. 运动终板膜上的胆碱能受体是
A. M 受体 B. N_2 受体 C. α 受体 D. β 受体 E. H_2 受体
62. 运动神经末梢释放乙酰胆碱属于
A. 单纯扩散 B. 主动转运 C. 出胞作用
D. 载体中介的易化扩散 E. 通道中介的易化扩散
63. 当动作电位传到运动神经末梢时,可引起接头前膜的
A. Na^+ 通道关闭 B. K^+ 通道关闭 C. Ca^{2+} 通道开放
D. K^+ 和 Na^+ 通道开放 E. Cl^- 通道开放

64. 终板膜位于
 A. 传出神经纤维末梢处 B. 运动神经纤维末梢处 C. 心肌细胞膜上
 D. 平滑肌细胞膜上 E. 骨骼肌细胞膜上
65. 兴奋通过神经-肌肉接头时,乙酰胆碱与受体结合,使终板膜
 A. 对 Na^+ 、 K^+ 通透性增加,发生超极化 B. 对 Na^+ 、 K^+ 通透性增加,发生去极化
 C. 仅对 K^+ 通透性增加,发生超极化 D. 仅对 Ca^{2+} 通透性增加,发生去极化
 E. 对乙酰胆碱通透性增加,发生去极化
66. 关于终板电位的论述,错误的是
 A. 具有全或无性质
 B. 其大小与神经末梢释放的乙酰胆碱量成正相关性
 C. 无不应期
 D. 可总和
 E. 可以电紧张形式向周围传播
67. 运动神经兴奋时,进入轴突末梢的量与囊泡释放的量呈正变关系的离子是
 A. Ca^{2+} B. Mg^{2+} C. Na^+ D. K^+ E. Cl^-
68. “量子式释放”的机制是
 A. 神经末梢释放光量子
 B. 递质释放量是单个囊泡内递质含量的整数倍
 C. 单个囊泡释放递质的量与 Ca^{2+} 浓度有关
 D. 囊泡的大小不均匀
 E. 囊泡所含递质量不均匀
69. 安静时运动神经末梢的囊泡
 A. 不释放乙酰胆碱 B. 有少数囊泡随机释放
 C. 有少数囊泡依次轮流释放 D. 每秒钟约有 10^7 个乙酰胆碱分子释放
 E. 每秒钟约有 200 ~ 300 个囊泡释放
70. 在神经-肌肉接头处兴奋传递中,清除乙酰胆碱的酶是
 A. ATP 酶 B. 胆碱酯酶 C. 单胺氧化酶
 D. 磷酸二酯酶 E. 腺苷酸环化酶
71. 筒箭毒能阻断神经肌肉接头处的兴奋传递,是由于其
 A. 增加乙酰胆碱的释放量 B. 增加胆碱酯酶的活性
 C. 减少乙酰胆碱的释放量 D. 占据终板膜上的乙酰胆碱受体
 E. 加速乙酰胆碱的重摄取
72. 有机磷农药中毒时,可使
 A. 乙酰胆碱释放量减少 B. 乙酰胆碱释放量增加
 C. 胆碱酯酶活性降低 D. 胆碱酯酶活性增强
 E. 骨骼肌终板处的乙酰胆碱受体功能障碍
73. 神经-肌接头传递的阻断剂是
 A. 阿托品 B. 胆碱酯酶 C. 美洲箭毒 D. 六烃季铵 E. 四乙基铵

74. 骨骼肌收缩和舒张的基本功能单位是
A. 肌原纤维 B. 细肌丝 C. 肌纤维 D. 粗肌丝 E. 肌小节
75. 与肌细胞的横管系统相通的是
A. 细胞内液 B. 细胞外液 C. 纵管系统 D. 终末池 E. 肌小节
76. 骨骼肌细胞中横管的功能是
A. Ca^{2+} 的储存库 B. Ca^{2+} 进出肌纤维的通道
C. 营养物质进出肌细胞的通道 D. 将电兴奋传向肌细胞内部
E. 使 Ca^{2+} 和肌钙蛋白结合
77. 肌细胞中的三联管结构指的是
A. 每个横管及其两侧的肌小节 B. 每个横管及其两侧的终末池网
C. 横管、纵管和肌质 D. 每个纵管及其两侧的横管
E. 每个纵管及其两侧的肌小节
78. 骨骼肌的肌质网终末池可储存
A. Na^+ B. K^+ C. H^+ D. Cl^- E. Ca^{2+}
79. 安静时阻碍肌动蛋白同横桥结合的物质是
A. 肌钙蛋白 B. 肌球蛋白 C. 肌动蛋白 D. 钙调蛋白 E. 原肌球蛋白
80. 骨骼肌中的收缩蛋白包括
A. 肌动蛋白 B. 肌球蛋白 C. 肌球蛋白和肌动蛋白
D. 肌球蛋白和原肌球蛋白 E. 肌球蛋白和肌钙蛋白
81. 骨骼肌中的调节蛋白是指
A. 肌钙蛋白 B. 肌球蛋白 C. 原肌球蛋白
D. 原肌球蛋白和肌球蛋白 E. 原肌球蛋白和肌钙蛋白
82. 骨骼肌中 Ca^{2+} 的结合位点是
A. 肌动蛋白 B. 原肌球蛋白 C. 肌球蛋白
D. 肌钙蛋白亚单位 E. 横桥
83. 肌肉被动拉长时
A. 明带增宽、H带缩短 B. 暗带增宽、H带增宽 C. 明带增宽、H带增宽
D. 暗带变窄、H带增宽 E. 明带不变、暗带增宽
84. 骨骼肌兴奋-收缩偶联的关键部位是
A. 肌膜 B. 肌质网 C. 横管系统 D. 纵管系统 E. 三联管结构
85. 在骨骼肌兴奋-收缩偶联过程中起关键作用的离子是
A. Na^+ B. K^+ C. Ca^{2+} D. Cl^- E. Mg^{2+}
86. 骨骼肌兴奋-收缩偶联过程的必要步骤是
A. 电兴奋经纵管传向肌细胞深部 B. 纵管膜产生动作电位
C. Ca^{2+} 与肌凝蛋白结合 D. 终末池 Ca^{2+} 通透性增高
E. Ca^{2+} 逆浓度差进入胞质
87. 骨骼肌兴奋-收缩偶联不包括
A. 电兴奋通过横管系统传向肌细胞的内部

- B. 三联管结构处的信息传递,导致终末池 Ca^{2+} 释放
- C. 肌浆中的 Ca^{2+} 与肌钙蛋白结合
- D. 横桥头部结合并分解 ATP 分子释放能量
- E. 当肌浆中的 Ca^{2+} 与肌钙蛋白结合后,可触发肌丝滑行
88. 关于对骨骼肌兴奋-收缩偶联的叙述,错误的是
- A. 电兴奋通过横管系统传向肌细胞深部
- B. 横管膜产生动作电位
- C. 终末池对 Ca^{2+} 通透性升高
- D. 胞质内 Ca^{2+} 浓度升高,触发肌丝滑行
- E. 终末池中 Ca^{2+} 逆浓度差进入肌浆
89. 关于骨骼肌收缩机制,错误的是
- A. 引起兴奋-收缩偶联的离子是 Ca^{2+}
- B. 细肌丝向粗肌丝滑行
- C. Ca^{2+} 与横桥结合
- D. 横桥与肌纤蛋白结合
- E. 肌小节缩短
90. 肌肉的初长度取决于
- A. 被动张力
- B. 前负荷
- C. 后负荷
- D. 前负荷和后负荷之和
- E. 前负荷和后负荷之差
91. 关于对前负荷的描述,错误的是
- A. 指肌肉收缩前已存在的负荷
- B. 使肌肉在收缩前就处于某种被拉长的状态
- C. 达到最适前负荷后,再增加负荷,肌肉收缩力不变
- D. 最适前负荷使肌肉能产生最大的张力
- E. 是影响骨骼肌收缩的主要因素
92. 关于对后负荷的描述,正确的是
- A. 在肌肉开始收缩前遇到的负荷
- B. 能增加肌肉的初长度
- C. 不阻碍收缩时肌肉的缩短
- D. 后负荷与肌肉缩短速度呈正比关系
- E. 适度后负荷做功最佳
93. 为了便于观察后负荷对肌肉收缩的影响,前负荷应
- A. 为零
- B. 小于后负荷
- C. 加到最大值
- D. 固定于一个数值不变
- E. 根据不同后负荷做相应的调整
94. 肌肉收缩时,如果后负荷越小,则
- A. 缩短的速度越小
- B. 缩短的程度越大
- C. 完成的机械功越大
- D. 收缩时达到的张力越大
- E. 开始出现收缩的时间越迟
95. 决定肌肉收缩能力的最重要因素是
- A. 前负荷
- B. 后负荷
- C. 横桥数目
- D. 肌小节的初长度
- E. 肌肉内部功能状态
96. 骨骼肌能否发生强直收缩决定于
- A. 刺激方式
- B. 刺激类型
- C. 刺激频率
- D. 刺激时间
- E. 刺激强度变化率

97. 后一个刺激落在前一个刺激引起收缩的舒张期内,所引起的复合收缩称为
A. 等长收缩 B. 等张收缩 C. 单收缩
D. 不完全强直收缩 E. 完全强直收缩
98. 短时间的一连串阈上刺激作用于肌肉,当相继两次刺激间的时距小于绝对不应期,后一刺激则出现
A. 一连串单收缩 B. 一次单收缩 C. 无收缩反应
D. 不完全强直收缩 E. 完全强直收缩
99. 在强直收缩中,肌肉的动作电位
A. 幅值变大 B. 幅值变小 C. 频率变低
D. 幅度时大时小 E. 不发生重叠或总和
100. 平滑肌中与 Ca^{2+} 结合并引起肌丝滑行的蛋白质是
A. 肌钙蛋白 B. 肌球蛋白 C. 肌动蛋白
D. 钙调蛋白 E. 原肌球蛋白

B 型题

- 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
1. 蛋白质进入细胞的方式是
2. Na^+ 由细胞内移到细胞外的方式是
3. 细胞膜去极化时 Na^+ 内流的方式是
4. 轴突末梢释放乙酰胆碱的方式是
5. 麻醉剂乙醚进入神经细胞的方式是
- A. 极化 B. 去极化 C. 复极 D. 超极化 E. 超射
6. 阈下刺激时,膜电位可出现
7. 静息时 K^+ 外流增多,膜电位出现
8. 产生动作电位时膜内电位由负变正,称为
9. 动作电位过程中, Na^+ 内流停止而 K^+ 外流增加为
10. 静息时细胞膜两侧存在内负外正的电位差,称为
- A. K^+ 内流 B. Cl^- 内流 C. Na^+ 内流 D. K^+ 外流 E. Ca^{2+} 内流
11. 静息电位的形成主要是由于
12. 内脏平滑肌兴奋主要是由于
13. 神经细胞动作电位上升支的离子机制是
14. 神经细胞动作电位下降支的离子机制是
- A. 肌球蛋白 B. 肌动蛋白 C. 肌钙蛋白 D. 钙调素 E. 原肌球蛋白
15. 横桥属于
16. 组成细肌丝双股螺旋主干的是
17. 肌丝滑行时,横桥必须与之结合的是

18. 横桥联结之前必须先移动位置的成分是
 19. 内脏平滑肌细胞中,作为 Ca^{2+} 结合配体的是

X 型题

- 对单纯扩散速度有影响的因素是
 - 膜通道的激活
 - 膜对该物质的通透性
 - 物质的脂溶性
 - 物质相对分子质量的大小
 - 膜两侧的浓度差
- 在下列跨膜物质转运形式中,属于被动过程的有
 - 单纯扩散
 - 通道介导的易化扩散
 - 载体介导的易化扩散
 - 出胞
 - 入胞
- 由载体介导的易化扩散的特点是
 - 有饱和性
 - 有结构特异性
 - 有电压依赖性
 - 有竞争性抑制
 - 与膜通道蛋白质有关
- 主动转运的特点是
 - 直接分解 ATP 为能量来源
 - 逆电-化学梯度进行
 - 有转运体蛋白的参与
 - 有泵蛋白的参与
 - 有载体蛋白的参与
- 关于钠泵的叙述,正确的是
 - 是 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 依赖式 ATP 酶的蛋白质
 - 逆着浓度差把细胞内的 Na^+ 移出膜外,同时把细胞外的 K^+ 移入膜内
 - 细胞膜内高 K^+ 是许多代谢反应进行的必要条件
 - 维持正常的渗透压
 - 建立的势能储备是可兴奋组织兴奋性的基础
- 属于第二信使的物质是
 - 甲状腺激素
 - 三磷肌醇(IP_3)
 - 二酰甘油(DG)
 - 磷脂酶 C
 - 肾上腺素
- 属于膜效应器酶的物质有
 - 腺苷酸环化酶
 - 磷脂酶 C
 - 三磷酸肌醇
 - 二酰甘油
 - G 蛋白
- 属于可兴奋细胞的是
 - 腺细胞
 - 肌细胞
 - 骨细胞
 - 血细胞
 - 神经细胞
- 关于神经纤维的静息电位,正确的是
 - 它是膜外为正、膜内为负的电位
 - 相当于钾离子的平衡电位
 - 在不同的细胞,大小是一样的
 - 它是个变化的电位
 - 相当于钠离子的平衡电位
- 关于神经纤维静息电位的形成机制,下述正确的是
 - 细胞外的 K^+ 浓度小于细胞内的 K^+ 浓度
 - Na^+ 通道处于关闭状态
 - K^+ 通道处于开放状态
 - 减小细胞外 K^+ 浓度,会使静息电位绝对值减小
 - 相当于钾离子的平衡电位

11. 属于局部电位的电信号是
 - A. 终板电位
 - B. 感受器电位
 - C. 兴奋性突触后电位
 - D. 抑制性突触后电位
 - E. 锋电位
12. 可出现总和现象的是
 - A. 静息电位
 - B. 锋电位
 - C. 动作电位
 - D. 终板电位
 - E. 局部电位
13. 有髓神经纤维的传导特点是
 - A. 耗能多
 - B. 传导速度快
 - C. 衰减性传导
 - D. 跳跃式传导
 - E. 离子跨膜移动总数多
14. 有关骨骼肌细胞微细结构的叙述,正确的是
 - A. 含大量肌原纤维和发达的肌管系统
 - B. 肌小节是肌肉进行收缩和舒张的最基本功能单位
 - C. 粗细肌丝在空间上呈规则的排列
 - D. 横管的作用是将肌细胞膜兴奋时出现的电变化传入细胞内部
 - E. 三联管结构是兴奋-收缩偶联的关键部位
15. 肌肉中能与 Ca^{2+} 结合并引起肌丝滑行的蛋白质是
 - A. 肌钙蛋白
 - B. 肌球蛋白
 - C. 肌动蛋白
 - D. 钙调蛋白
 - E. 原肌球蛋白
16. 横桥的特性是
 - A. 在一定条件下,可以和肌动蛋白分子呈可逆性结合
 - B. 在一定条件下,可以和原肌球蛋白分子呈可逆性结合
 - C. 具有 ATP 酶的作用,可以分解 ATP 而获得能量
 - D. 与肌浆中 Ca^{2+} 有很大的亲和力
 - E. 负责传递信息给原肌球蛋白
17. 对胆碱酯酶有选择性抑制作用的物质是
 - A. 新斯的明
 - B. 有机磷农药
 - C. 乙酰胆碱
 - D. 美洲箭毒
 - E. α -银环蛇毒
18. 关于对前负荷的描述,正确的是
 - A. 指肌肉收缩时遇到的负荷
 - B. 使肌肉在收缩前就处于某种被拉长的状态
 - C. 达到最适前负荷后,再增加负荷,肌肉收缩力不变
 - D. 最适前负荷使肌肉能产生最大的张力
 - E. 是影响骨骼肌收缩的主要因素
19. 关于对后负荷的描述,正确的是
 - A. 在肌肉开始收缩前遇到的负荷
 - B. 在观察后负荷对肌肉影响时,一般将前负荷固定在最适初长度
 - C. 不阻碍收缩时肌肉的缩短
 - D. 后负荷与肌肉缩短速度呈反比关系
 - E. 适度后负荷做功最佳
20. 当连续的阈上刺激的时距小于单收缩的时程时,可能出现
 - A. 无收缩反应
 - B. 一次单收缩
 - C. 一连串单收缩

- D. 不完全强直收缩 E. 完全强直收缩

二、名词解释

- | | |
|--|--|
| 1. 继发性主动转运(secondary active transport) | 2. 出胞(exocytosis) |
| 3. 静息电位(resting potential) | 4. 超极化(hyperpolarization) |
| 5. 动作电位(action potential) | 6. 局部兴奋(local excitation) |
| 7. “全或无”现象(all-or-none) | 8. 阈电位(threshold membrane potential) |
| 9. 阈强度(阈值)(threshold intensity) | 10. 兴奋-收缩偶联(excitation-contraction coupling) |
| 11. 终板电位(endplate potential) | 12. 初长度(initial length) |
| 13. 等长收缩(isometric contraction) | 14. 等张收缩(isotonic contraction) |

三、简答题

1. 简述细胞膜的物质转运方式。
2. 何谓钠泵? 钠泵的活动有何生理意义?
3. 主动转运与被动转运有何区别?
4. 何谓细胞静息电位? 产生的机制如何?
5. 何谓阈强度、阈电位? 它们的关系如何?
6. 什么是局部电位? 其特点是什么?
7. 试述兴奋在神经纤维上传导的机制。
8. 骨骼肌兴奋-收缩偶联的具体过程。
9. 终板电位的特点及终板电位的产生机制?

四、论述题

1. 试述 G 蛋白偶联受体介导的细胞信号转导系统。
2. 试述细胞动作电位的产生过程和机制。
3. 试述兴奋通过神经-骨骼肌接头的传递步骤? 哪些因素可影响其传递?
4. 什么是肌肉收缩的前负荷和后负荷? 其对肌肉收缩各有何影响?
5. 试述单收缩和复合收缩的概念、特点和意义?
6. 如何用肌丝滑行理论解释肌肉的收缩和舒张?

参考答案

一、选择题

A 型题

1. E 2. C 3. A 4. A 5. D 6. C 7. E 8. D 9. B 10. B 11. B 12. D 13. A 14. E
 15. C 16. D 17. B 18. E 19. C 20. B 21. D 22. A 23. D 24. D 25. A 26. D
 27. D 28. C 29. C 30. C 31. C 32. C 33. B 34. B 35. A 36. C 37. B 38. A
 39. B 40. D 41. B 42. B 43. B 44. E 45. D 46. D 47. C 48. B 49. A 50. D
 51. B 52. D 53. D 54. B 55. B 56. D 57. C 58. D 59. C 60. B 61. B 62. C
 63. C 64. E 65. B 66. A 67. A 68. B 69. B 70. B 71. D 72. C 73. C 74. E
 75. B 76. D 77. D 78. E 79. E 80. C 81. E 82. D 83. C 84. E 85. C 86. D

87. D 88. E 89. C 90. B 91. C 92. E 93. D 94. B 95. E 96. C 97. D 98. C
99. E 100. D

B 型题

1. E 2. C 3. B 4. D 5. A 6. B 7. D 8. E 9. C 10. A 11. D 12. E 13. C 14. D
15. A 16. B 17. B 18. E 19. D

X 型题

1. BCDE 2. ABC 3. ABD 4. ABD 5. ABCDE 6. BC 7. AB 8. ABE 9. AB
10. ABCE 11. ABCD 12. DE 13. BD 14. ABCDE 15. AD 16. AC 17. AB 18. BDE
19. BDE 20. ADE

二、名词解释

1. 继发性主动转运:依赖离子泵转运而储备的势能,从而完成其他物质的逆浓度的跨膜转运,称为继发性主动转运,或简称联合转运。

2. 出胞:某些大分子物质或物质团块以分泌囊泡的形式由细胞排出的过程,称为出胞。如内分泌细胞分泌激素、神经细胞分泌递质等。

3. 静息电位:指细胞未受到刺激时(安静状态)存在于细胞膜内外两侧的电位差。

4. 超极化:当静息时膜内外电位差的数值向膜内负值加大的方向变化时,称为膜的超极化。

5. 动作电位:指细胞受到一个阈或阈上刺激时,在膜的静息电位基础上发生的一次膜两侧电位的快速而可逆的倒转和复原。

6. 局部兴奋:当细胞受到阈下刺激时,在受刺激的局部出现一个较小的膜的去极化,由于距阈电位近,因而再接受刺激时容易产生兴奋,其兴奋性升高,称为局部兴奋。

7. “全或无”现象:阈下刺激不能引起动作电位;刺激强度达到阈值后,动作电位的幅度不再随刺激强度的增加而增高,也不随传导距离的延长而衰减,称为“全或无”现象。

8. 阈电位:在一段膜上能够诱发去极化和 Na^+ 通道开放之间出现再生性循环的膜内去极化的临界值,称为阈电位,这是用膜本身去极化的临界值来描述动作电位产生。

9. 阈强度(阈值):指能引起组织兴奋所必需的最小刺激强度,称为阈值。它能近似地反映组织兴奋性高低。阈值愈小,该组织兴奋性愈高;反之,阈值愈大,则兴奋性愈低。

10. 兴奋-收缩偶联:指在以膜的电变化为特征的兴奋过程和以肌丝的滑行为基础的收缩过程之间存在着某种中介性过程把二者联系起来,这一过程就叫做兴奋-收缩偶联。

11. 终板电位:在乙酰胆碱作用下,终板膜静息电位绝对值减小,这一去极化的电位变化,称为终板电位。

12. 初长度:前负荷使肌肉在收缩前就处于某种被拉长的状态,使其具有一定的长度,称为初长度。

13. 等长收缩:肌肉收缩时只有张力的增加而无长度的缩短,称为等长收缩。

14. 等张收缩:肌肉收缩时只有长度的缩短而张力保持不变,称为等张收缩。

三、简答题

1. ①单纯扩散:物质从高浓度侧向低浓度侧的净转移;②经载体易化扩散:分子在载体蛋白的帮助下跨膜扩散;③经通道易化扩散:带电离子借助于通道蛋白的介导,顺浓度梯度