

医学专业专科课程考试辅导丛书

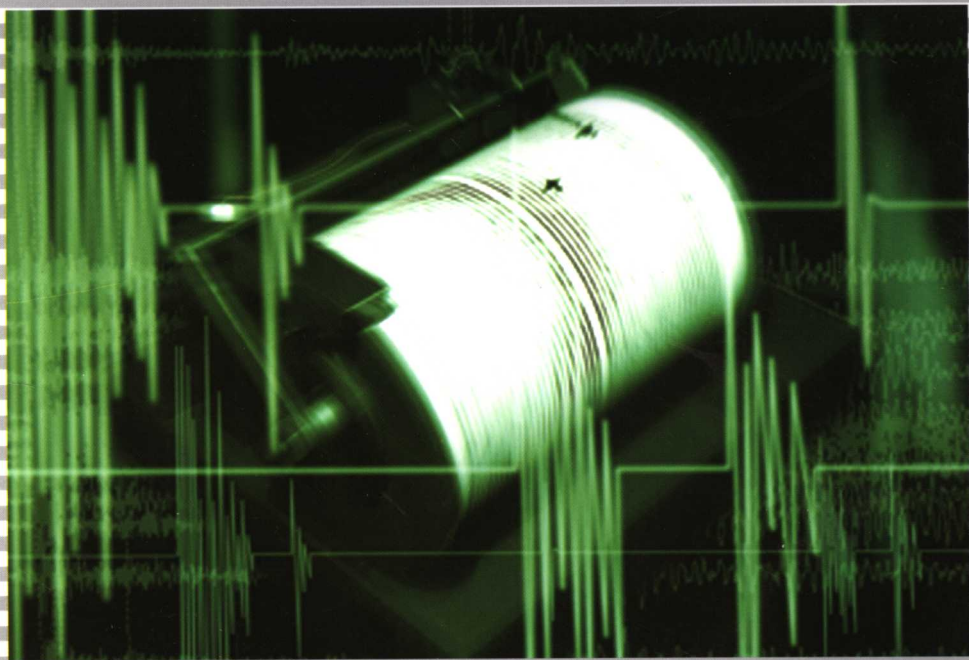
生理学

SHENGLIXUE YINGSHI XIANGDAO

应试向导

(医学专科版)

主编 程秀臻



同济大学出版社

SHENGLIXUE

医学专业专科课程考试辅导丛书

生理学应试向导

(医学专科版)

主 编 程秀臻



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

生理学应试向导(医学专科版)/程秀臻主编. —上海:
同济大学出版社, 2006. 9
(医学专业专科课程考试辅导丛书)
ISBN 7-5608-3328-4

I. 生… II. 程… 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(2006)第 095294 号

医学专业专科课程考试辅导丛书

生理学应试向导(医学专科版)

程秀臻 主编

责任编辑 沈志宏 责任校对 谢惠云 封面设计 李志云

出 版
发 行

同济大学出版社

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021—65985622)

经 销

全国各地新华书店

印 刷

同济大学印刷厂

开 本

787mm×960mm 1/16

印 张

11.75

字 数

235 千

印 数

1—4100

版 次

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

书 号

ISBN 7-5608-3328-4/R·152

定 价

18.00 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换

编委会成员名单

主 编 程秀臻

副 主 编 王益光

编 委 刘儒林 唐可欣 王凤斌 谭春艳

鲁 洪 孙嘉斌 王亚南

前 言

生理学是一门研究完整人体及各系统、器官、细胞正常生命现象及活动规律的科学,是一门重要的医学桥梁课,医学院校学生的必修课。生理学的任务是研究整体及各系统的生命现象及活动规律,如人体各系统功能的产生原理、发生条件及机体内外部环境变化对它们的影响等。只有掌握了正常的生理功能才能正确地应用于临床各种疾病的鉴别和诊断。

为帮助学生更好地理解和巩固本学科的基本理论、基本知识和基本技能,培养学生分析和解决问题的能力,特编写《生理学应试向导》。本书按照人民卫生出版社出版的卫生部规划全国医学高等专科学校教材《生理学》(第五版)为蓝本进行编写,着重于落实教学大纲所要求的重点掌握内容,结合教学和临床实践过程中所发现的难点疑点,突出思想性、科学性、启发性、先进性和适用性的特点,更好地适应新世纪培养全科医生的需要。

在编写过程中注重精选内容,既强调基本基础,又有一定的难度和深度,同时又体现了学科的进展。本书按照第五版教材的章节顺序编写,每章内容包括“重点提示”、“教材精要”、“测试题”和“参考答案”四部分。测试题包括名词解释、填空题、选择题和问答题,其中选择题包括A型题、B型题和X型题。本书的特点是题型齐全,涵盖面较广,适合高等医学院校专科学生,也可供本科学生及参加各类医学考试的医生参考。

由于我们认识水平有限,本书必然还存在一些不足之处,恳切希望广大读者予以批评指正,谢谢!

主编

2006年6月

答题说明

本书各章内容均有测试题及参考答案,以供学习后的自我测试。

测试题共分为四个部分,即名词解释、填空题、选择题和问答题。其中选择题包括A型题、B型题和X型题三种类型。

A型题又称最佳选择题。先提出问题,随后列出五个备选答案,即A、B、C、D、E。按题干要求在备选答案中选出一个最佳答案。

B型题又称配伍题。试题先列出A、B、C、D、E五个备选答案,随后列出若干道试题。应试者从备选答案中给每道试题选配一个最佳答案。每项备选答案可选用一次或一次以上,也可不被选用。

X型题亦称多选题。先列出一个题干,随后列出A、B、C、D、E五个备选答案。按试题要求从备选答案中选出2~5个正确答案。

目 录

前言

答题说明

第一章 绪论	(1)
第二章 细胞的基本功能	(7)
第三章 血液	(26)
第四章 血液循环	(35)
第五章 呼吸	(58)
第六章 消化与吸收	(73)
第七章 能量代谢与体温	(89)
第八章 尿的生成与排出	(101)
第九章 感觉器官的功能	(117)
第十章 神经系统的功能	(130)
第十一章 内分泌系统	(154)
第十二章 生殖	(165)

第一章 绪 论

[重点提示]

掌握兴奋性、刺激、反应、阈值、内环境、稳态的定义,组织兴奋时兴奋性的变化过程和人体功能的调节方式及反馈控制系统。熟悉非自动控制系统和前馈控制系统。

[教材精要]

生理学(physiology)是生物科学的分支,是研究机体功能(function)的科学,其基本内容是人体正常状态下整体及其各部分的功能,包括生命活动的现象、过程、规律、机制以及影响因素。

第一节 兴奋性

生理学的主要内容可从新陈代谢(metabolism)和兴奋性(excitability)两方面来概括。新陈代谢是指机体与环境之间进行物质交换和能量交换的过程,生命活动的维持首先依赖于新陈代谢的正常进行。兴奋性是机体感受刺激发生反应的能力或特性,它是在新陈代谢基础上产生的,也属于机体生命活动的基本特征。

一、刺激与反应

1. 兴奋性(excitability) 活的组织或细胞接受刺激产生反应的能力或特性。

2. 刺激(stimulation) ① 定义,凡是引起组织发生反应的所有理化因素统称为刺激。② 种类,包括物理性刺激、化学性刺激、生物性刺激和社会心理性刺激。

③ 刺激引起反应的条件,刺激强度、刺激时间、强度—时间变化率。

3. 反应(reaction) ① 定义,刺激引起的机体功能活动的改变。② 分类:兴奋(excitation),机体接受刺激后由相对静止转为活动或活动状态的加强;抑制(inhibition),机体由活动转为相对静止或活动状态的减弱。兴奋和抑制是人体功能状态的两种基本形式,二者互为前提,对立统一,可随条件改变互相转化。

二、衡量兴奋性的指标——阈值

刚能引起组织产生反应的最小刺激强度称为该组织的阈强度,简称阈值(threshold)。刚能引起组织产生反应的最小刺激,称为阈刺激(threshold stimulus)。

兴奋性 $\propto$ 1/阈值

三、组织兴奋时兴奋性的变化

组织在一次刺激产生兴奋过程中,兴奋性有周期性的变化。包括:

(1) 绝对不应期(absolute refractory period, ARP) 组织兴奋后兴奋性暂时消失,对任何强大的刺激均不起反应的时期称为绝对不应期。

(2) 相对不应期(relative refractory period, RRP) 绝对不应期后组织兴奋性逐渐恢复,用阈上刺激才能引起组织发生反应的时期称为相对不应期。

(3) 超常期(supranormal period, SNP) 相对不应期后组织兴奋性高于正常水平,对阈下刺激即能发生反应的时期称为超常期。

(4) 低常期(subnormal period) 超常期后组织兴奋性又稍低于正常水平,对阈上刺激才发生反应的时期称为低常期。

不同组织各期占据的时间不同。例如,哺乳动物粗大神经纤维的绝对不应期约为 0.3ms,相对不应期约为 3.0ms,超长期约为 12.0ms,低常期约为 70.0ms,全过程约为 85.3ms。

第二节 人体与环境

一、人体与外环境

人生活在自然界中,所以把自然界称为人体的外环境。人与外环境之间存在两方面的关系。一方面是外环境的变化对人的作用;另一方面是人的活动对外环境的影响。

对人类来说,外环境包括自然环境和社会环境,它们对人体的各种功能活动都具有重要意义。

二、内环境与稳态

(1) 内环境(internal environment) 人体的绝大部分细胞不与外环境直接接触,细胞直接接触的环境是细胞外液,细胞外液就是机体中细胞所处的内环境。

(2) 稳态(homeostasis) 内环境的各项物理、化学因素是保持相对稳定的,称为内环境的稳态。

在高等动物中,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条件。如内环境发生改变,将使机体功能受到影响,产生疾病。

第三节 人体功能的调节

一、人体功能的调节方式

机体对各种功能活动调节的方式主要有三种:

(1) 神经调节(neuroregulation) 通过神经系统的活动对人体功能进行的调节,是人体最主要的调节方式。神经调节的基本方式是反射(reflex)。完成反射的结构基础是反射弧(reflex arc)。基本特点:作用迅速、局限、准确、维持时间短。

(2) 体液调节(humoral regulation) 通过体液中化学物质的作用对人体功能进行的调节。如激素调节、旁分泌调节、神经分泌调节。基本特点:作用缓慢、广泛、持久。

(3) 自身调节(autoregulation) 组织细胞不依靠神经和体液调节,而由自身对刺激产生反应的过程。

二、人体功能调节的自动控制系统

人体的控制系统由控制部分和受控部分组成。

1. 自动控制系统 又称为反馈控制系统(feedback control system),是一个闭环系统,即系统内受控部分的活动通过反馈信息影响控制部分的活动。包括:①负反馈(negative feedback)控制系统,在正常人体内,大多数情况下反馈信号能减低控制部分的活动,即负反馈;②正反馈(positive feedback)控制系统,在正常人体内,少数情况下反馈信号能加强控制部分的活动,即正反馈。

2. 非自动控制系统 是一个开环系统,即系统内受控部分的活动不会影响控制部分的活动,控制方式是单向的。在人体正常生理活动的调节中,这种方式极少见。

3. 前馈(feed forward) 控制系统是指在控制部分向受控部分发出指令的同时,又通过另一快捷的通路向受控部分发出指令,使受控部分的活动更加准确和适度。前馈控制与反馈相比更为迅速。

测试题

一、名词解释

1. 新陈代谢(metabolism)
2. 兴奋性(excitability)

3. 刺激(stimulation)
4. 反应(reaction)

5. 兴奋(excitation)
6. 抑制(inhibition)
7. 阈值(threshold)
8. 阈刺激(threshold stimulus)
9. 绝对不应期(absolute refractory period, ARP)
10. 相对不应期(relative refractory period, RRP)
11. 超常期(supranormal period, SNP)
12. 低常期(subnormal period)
13. 内环境(internal environment)
14. 稳态(homeostasis)
15. 神经调节(neuroregulation)
16. 体液调节(humoral regulation)
17. 自身调节autoregulation)
18. 负反馈(negative feedback)
19. 前馈(feed forward)

二、填空题

1. 生理学是研究_____的科学。人体生理学的基本内容是_____,包括_____。
2. 新陈代谢是指生物体与环境之间不断进行_____和_____的过程。
3. 机体活动的调节方式有_____, _____和_____,其中最主要的调节方式是_____。
4. 刺激引起的机体功能活动的改变称为_____。
5. 组织在一次刺激产生兴奋过程中,兴奋性的周期性变化包括_____, _____, _____和_____。
6. 正反馈是指反馈信息对_____起_____,负反馈是指反馈信息对_____起_____。
7. 神经调节的基本方式是_____,其结构基础是_____。
8. 反射活动包括_____和_____,两大类。
9. 自身调节的特点是:调节幅度_____,灵敏度_____,范围比较_____。
10. 细胞外液是机体细胞所处的_____,

它的各项理化性质是保持相对_____,称为_____。

11. 根据反馈的概念,人体血压降低可反射性地使血压回升,这种调节属_____反馈,排尿反射属_____反馈。

12. 反馈调节控制有_____和_____两种类型。

三、选择题

A 型题

1. 正常人体内环境的理化特性经常保持何种状态()

- A. 固定不变 B. 相对稳定
C. 随机多变 D. 绝对平衡
E. 在一定时间内绝对不变

2. 能引起生物机体发生反应的各种理化因素,统称为()

- A. 反射 B. 兴奋 C. 刺激
D. 反应 E. 兴奋性

3. 维持机体稳态的重要途径是()

- 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. 下列各项调节中属于负反馈调节的是()

- A. 血液凝固 B. 降压反射
C. 排尿反射 D. 分娩过程
E. 快钠通道的开放

5. 在人体生理功能的调控过程中,控制部分的功能活动随受控部分发出的信息加强而减弱,这样调控的过程称之为()

- A. 自身调节 B. 反射调节
C. 正反馈调节 D. 负反馈调节
E. 神经分泌调节

6. 细胞生活的内环境是指()

- A. 体液 B. 细胞内液
C. 细胞外液 D. 组织液
E. 血液

7. 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

8. 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、精确、短暂

9. 神经调节和体液调节相比,下列各项中错误的是()

- A. 神经调节发生快
B. 神经调节作用时间短
C. 神经调节的范围比较小
D. 神经调节的基本方式是反应
E. 神经调节起主导作用

10. 下列有关反射的描述,错误的是()

- A. 完成反射所必需的结构基础是反射弧
B. 反射是实现神经调节的基本方式
C. 同一刺激所引起的反射效应应当完全相同
D. 在反射进行过程中可以有体液因素参与
E. 反射包括条件反射和非条件反射

B型题

(11~15题)

- A. 感受器 B. 传入神经
C. 中枢 D. 传出神经
E. 效应器

11. 皮肤黏膜的游离神经末梢属于()

12. 迷走神经内的副交感纤维属于()

13. 窦神经在减压反射中属于()

14. 骨骼肌、平滑肌和腺体属于()

15. 躯体运动神经属于()

(16~20题)

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

16. 食物进入口腔后,引起唾液腺、胃腺和胰腺分泌,属于()

17. 甲状旁腺分泌甲状旁腺激素调节血浆中钙离子浓度,属于()

18. 平均动脉压在一定范围内升降时,脑血管可相应地收缩或舒张以保持脑血流量相对恒定,属于()

19. 正常的分娩过程,属于()

20. 血液凝固的过程,属于()

X型题

21. 神经调节的特点有()

- A. 持久 B. 作用广泛 C. 迅速
D. 定位准 E. 短暂性

22. 体液调节的特点有()

- A. 持久 B. 作用广泛 C. 定位准
D. 迅速 E. 效应缓慢

23. 关于非条件反射的概念下列叙述哪些是正确的()

- A. 先天固有的 B. 是一种高级神经活动
C. 数量有限 D. 有固定的反射弧
E. 生理情况下可以消退

24. 关于条件反射的概念,下列叙述哪些是正确的()

- A. 是后天获得的
B. 是一种高级的神经活动
C. 无固定的反射弧 D. 可以消退
E. 数量无限

25. 下列生理过程属于正反馈的是()

- A. 排尿 B. 血压维持相对恒定
C. 分娩 D. 凝血过程
E. 骨骼肌的收缩

26. 下列有关反射的论述,正确的是()

- A. 反射弧是固定的,同一刺激引起的反射效应相同
B. 刺激传出神经所产生的反应也是反射
C. 反射必须有中枢神经系统的参与
D. 反射的传出途径可以通过体液环节
E. 以上都对

27. 下述情况中,属于自身调节的是()

- A. 一定范围内,心肌收缩力与其纤维初长度成正比
B. 平均动脉压在一定范围内变动时,脑血流量保持相对恒定
C. 动脉血压在一定范围内变动时,肾血流量保持相对恒定
D. 动脉血压突然升高时,反射地引起血压回降
E. 以上都不对

28. 下列哪些部分是反射弧中含有的成分()

- A. 感受器 B. 效应器 C. 突触
D. 传入神经 E. 传出神经

29. 下列关于稳态的描述,正确的是()

- A. 维持内环境理化性质相对稳定的状态,

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. 稳态的调定点是固定不变的
- E. 稳态是维持细胞正常功能的必要条件

[参考答案]

一、名词解释

1. 新陈代谢是指机体与环境之间进行物质交换和能量交换的过程,生命活动的维持首先依赖于新陈代谢的正常进行。

2. 活的组织或细胞接受刺激产生反应的能力或特性称为兴奋性。

3. 凡是引起组织发生反应的所有理化因素统称为刺激。

4. 刺激引起的机体功能活动的改变称为反应。

5. 机体接受刺激后由相对静止转为活动或活动状态的加强称为兴奋。

6. 机体由活动转为相对静止或活动状态的减弱称为抑制。

7. 刚能引起组织产生反应的最小刺激强度称为该组织的阈强度,简称阈值。

8. 刚能引起组织产生反应的最小刺激,称为阈刺激。

9. 组织兴奋后兴奋性暂时消失,对任何强大的刺激均不起反应的时期称为绝对不应期。

10. 绝对不应期后组织兴奋性逐渐恢复,用阈上刺激才能引起组织发生反应的时期称为相对不应期。

11. 相对不应期后组织兴奋性高于正常水平,对阈下刺激即能发生反应的时期称为超常期。

12. 超常期后组织兴奋性又稍低于正常水平,对阈上刺激才发生反应的时期称为低常期。

13. 人体的绝大部分细胞不与外环境直接接触,细胞直接接触的环境是细胞外液,细胞外液就是机体中细胞所处的内环境。

14. 内环境的各项物理、化学因素是保持相对稳定的,称为内环境的稳态。

15. 神经调节是通过神经系统的活动对人体功能进行的调节,是人体最主要的调节方式。

16. 通过体液中化学物质的作用对人体功能进行的调节称为体液调节。

17. 组织细胞不依靠神经和体液调节,而由自身对刺激产生反应的过程称为自身调节。

18. 在正常人体内,大多数情况下反馈信号能减低控制部分的活动,即负反馈。

19. 前馈是指在控制部分向受控部分发出指令的同时,又通过另一快捷的通路向受控部分发出指令,使受控部分的活动更加准确和适度。

二、填空题

1. 机体功能 正常状态下人体及其各部分的功能 生命活动的现象、过程、规律、机制以及影响因素 2. 物质交换 能量交换 3. 神经调节 体液调节 自身调节 神经调节 4. 反应 5. 绝对不应期 相对不应期 超常期 低常期 6. 控制信息 加强作用 控制信息 减弱作用 7. 反射 反射弧 8. 非条件反射 条件反射 9. 小 低 局限 10. 环境 稳定 内环境 11. 负 正 12. 正反馈 负反馈

三、选择题

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

B型题 11. A 12. D 13. B 14. E 15. D 16. A 17. B 18. C 19. E 20. E

X型题 21. CDE 22. ABE 23. ACD 24. ABCDE 25. ACD 26. CD

27. ABC 28. ABCE 29. ABCE

四、问答题

1. 答:人体生理功能活动的主要调节方式有:①神经调节;其基本方式为反射。反射可分为非条件反射和条

四、问答题

1. 人体生理功能活动的主要调节方式有哪些?各有何特征?其相互关系如何?

2. 何谓内环境和稳态,有何重要生理意义?

3. 简述人体功能活动的自动控制原理。

件反射两大类。在人体生理功能活动的调节过程中,神经调节起主导作用。②体液调节:人体体液中某些化学成分,如激素和代谢产物等,可随血液循环或体液运输到相应的靶器官和靶细胞,对其功能活动进行调节,这便是体液调节。有时体液调节受神经系统控制,故可称之为神经-体液调节。③自身调节:生物机体的器官或组织对内、外环境的变化可不依赖神经和体液的调节而产生适应性反应,称为自身调节。自身调节是生理功能调节的最基本调控方式,在神经调节的主导作用下和体液调节的密切配合下,共同为实现机体生理功能活动的调控发挥各自应有的作用。

一般情况下,神经调节的作用快速而且比较精确;体液调节的作用较为缓慢,但能持久而广泛一些;自身调节的作用则比较局限,但可在神经调节和体液调节尚未参与或并不参与时发挥其调控作用。由此可见,神经调节、体液调节和自身调节三者是人体生理功能活动调控过程中相辅相成、不可缺少的三个环节。

2. 答:人体细胞大都不与外界环境直接接触,而是浸浴在细胞外液(血液、淋巴、组织液)之中。因此,细胞外液成为细胞生存的体内环境,称为机体的内环境。细胞的正常代谢活动需要内环境理化因素的相对恒定,使其经常处于相对稳定状态,这种状态称为稳态。

机体的内环境及其稳态在保证生命活动的顺利进行过程中,具有重要的生理意义。内环境所起的重要作用是为机体细胞的生命活动提供必要的各种理化条件,使细胞的各种酶促反应和生理功能得以正常进行;同时,它又为细胞的新陈代谢提供各种必要的营养物质,并接受来自于细胞的代谢产物,通过体液循环将其运走,以保证细胞新陈代谢的顺利进行。细胞的正常代谢活动需要内环境理化性质的相对恒定,使其经常处于相对稳定状态,亦即稳态。为此,机体通过各种调节机制,使体内的各种系统和器官的功能活动相互协调,以达到机体内环境理化性质的相对稳态。稳态是一个复杂的动态平衡过程:一方面是来自外界的干扰以及自身代谢过程本身使内环境偏离稳态,而另一方面机体又通过各种调节机制使其不断地恢复平衡。总之,整个机体的生命活动始终处于一种稳态不断受到扰动,自身又不断予以纠正的动态平衡中。机体内环境及其稳态一旦受到严重破坏,势必发生病理状态,甚至于危及生命。医生为病人治疗疾病,其中的基本点是促使病人机体内环境回到稳态。

3. 答:按照控制论的原理,人体的功能活动调节系统可以看作是一“自动控制系统”。它是一个闭合回路,亦即在控制部分与受控部分之间存在着双向的信息联系。控制部分发出控制信息到达受控部分,而受控部分也不断地有反馈信息回输到控制部分,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。人体的各种功能调节系统中的神经、体液和自身调节部分(如反射中枢、内分泌腺等部分),可以看作是控制部分;而各种效应器、靶器官和靶细胞,则可看作是受控部分,其所产生的效应变量可称为输出变量。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发出控制信息的影响中起重要作用,从而达到了人体功能活动的自动控制目的。

(程秀臻)

第二章 细胞的基本功能

[重点提示]

掌握物质转运功能;细胞的静息电位和动作电位产生的机制;神经-骨骼肌接头的兴奋传递过程;骨骼肌的兴奋-收缩耦联及收缩原理。

熟悉细胞膜的基本结构;细胞的信号转导功能;骨骼肌收缩形式及主要影响因素。

[教材精要]

细胞是人体的基本结构和功能单位。人体的生理活动是在细胞功能的基础上进行的。

第一节 细胞的跨膜物质转运功能

细胞膜(cell membrane)是细胞的屏障,它把细胞内外的物质分隔开,使细胞成为一个相对独立的单位。

膜的化学组成和分子结构:

(1) 化学组成 由脂质、蛋白质和糖类组成,以蛋白质和脂类为主,糖类占少量。这几种物质分子在膜中以怎样的形式排列和存在,是决定膜的基本生物学特性的关键因素。

(2) 分子结构 流体镶嵌模型(液态镶嵌模型)(fluid mosaic model)基本内容是: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、因而也具有不同生理功能的蛋白质。

一、单纯扩散(simple diffusion)

(1) 定义 单纯扩散是指脂溶性小分子物质从高浓度一侧向低浓度一侧(顺浓度差)跨细胞膜转运的过程。比较肯定的是氧、二氧化碳。

(2) 特点 物质顺浓度差转运,不需要细胞代谢提供能力,没有膜蛋白的参与。

(3) 扩散通量 物质每秒钟内通过每平方厘米假想平面的摩尔数或毫摩尔数。

(4) 通量的主要影响因素 ① 浓度;② 通透性。

二、易化扩散(facilitated diffusion)

(1) 定义 非脂溶性或脂溶性很小的物质,在膜蛋白帮助下,顺浓度差的跨膜转运,称为易化扩散。

(2) 特点 ① 顺浓度梯度;② 具有选择性;③ 由于膜蛋白主要受膜外因素的调控,因而与它有关的物质的扩散通量或其通透性不是固定不变的。

(3) 分类 根据参与的膜蛋白不同,将易化扩散分为两种:通道转运(channel transport)和载体转运(carrier transport)。① 通道转运,以通道蛋白为中介的易化扩散,如 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 等离子的扩散,通道蛋白有化学门控通道蛋白(chemically-gated ion channel);电压门控通道蛋白(voltage-gated ion channel);机械门控通道蛋白(mechanically-gated ion channel);② 载体转运,以载体蛋白为中介的易化扩散,如葡萄糖的转运。其特点为特异性、饱和现象、竞争性抑制。

三、主动转运(active transport)

物质逆浓度差、逆电位差,在生物泵的帮助下需要细胞代谢供能的转运方式称为主动转运。主动转运分为两种:原发性主动转运和继发性主动转运,一般所说的主动转运是指原发性主动转运。

1. 原发性主动转运(primary active transport)

(1) 定义 细胞直接利用代谢产生的能量将物质(通常是带电离子)逆浓度梯度或逆电位差转运的过程,称为原发性主动转运。

(2) 生物泵 是一种膜蛋白,它能把物质从低浓度一侧“泵”到高浓度一侧,就像水泵把水从低处泵到高处一样,必需提供能量。以钠-钾泵为例。

(3) 钠-钾泵 简称为钠泵(sodium pump):① 定义,逆浓度梯度,消耗能量将细胞一次兴奋过程中膜内的 Na^+ 泵出膜外、膜外 K^+ 泵入膜内恢复静息状态时膜内外的离子浓度为下一次兴奋打好基础;② 化学本质: $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 依赖式 ATP 酶;③ 钠泵活动的生理意义,保持 Na^+ 、 K^+ 在细胞膜内外的浓度差,形成势能贮备(细胞内 K^+ 顺浓度差向细胞外扩散的趋势,细胞外的 Na^+ 有顺浓度差向细胞内扩散的趋势)是产生生物电的基础。

2. 继发性主动转运(secondary active transport) 某些物质的主动转运所需的能量不是直接来自 ATP 的分解,而是来自钠泵活动形成的势能储备(膜外高 Na^+ 势能)。如肾小管上皮细胞对葡萄糖的主动转运。

四、入胞和出胞

细胞对于一些大分子物质或固态、液态的物质团块,是通过膜本身更复杂的吞吐活动进行的,这些过程需要细胞提供能量。

(1) 入胞(endocytosis) 是细胞外大分子或团块状物质进入细胞的过程。如,血浆中的蛋白质、细菌、异物等进入细胞。如果进入细胞的物质是固态称为吞噬(phagocytosis),如果进入细胞的物质是液态则为吞饮(pinocytosis)。

(2) 出胞(exocytosis) 是指大分子物质排出细胞的过程,主要见于细胞的分泌活动,如递质释放的出胞过程。

第二节 细胞的信号转导功能

人体要实现自身复杂的功能,又要适应环境的各种变化,细胞之间必须有完善的信息联系,即具有信号转导(signal transduction)功能。

受体(receptor)是指能与信号分子作特异结合而发挥信号转导作用的蛋白质。

一、离子通道耦联受体介导的信号转导(略)

二、G-蛋白耦联受体介导的信号转导

(1) 参与 G 蛋白耦联受体跨膜信号转导的信号分子 G 蛋白耦联受体(G protein-linked receptor);G 蛋白(G protein);G 蛋白效应器(G protein effector);第二信使(second messenger)。

(2) G 蛋白耦联受体信号转导的主要途径 受体-G 蛋白-AC 途径;受体-G 蛋白-PLC 途径。

三、酶耦联受体介导的信号转导(略)

四、细胞内受体介导的信号转导(略)

第三节 细胞的生物电现象

活的细胞或组织无论处于静息状态还是活动状态都存在电现象,这种电现象称为生物电(bioelectricity)。由于生物电发生在细胞膜的两侧,故称为跨膜电位(transmembrane potential),简称膜电位(membrane potential),它包括静息电位和动作电位两种。

一、静息电位(resting potential, RP)

1. 概念 ① 定义,是指细胞处于静息状态时,细胞膜两侧存在的电位差;大多数细胞的静息电位都在 $-50\text{mV} \sim -100\text{mV}$ 之间;② 极化(polarization),细胞在静息状态下所保持的膜外带正电、膜内带负电的状态;③ 去极化(depolarization),以静息电位为准,膜内电位负值向减小方向变化的过

程;④超极化(hyperpolarization),以静息电位为准,膜内电位负值向增大方向变化的过程。

2. 静息电位产生的机制 K^+ 平衡电位:如果细胞膜不允许任何带电离子跨膜移动,则膜两侧是电中性的。而在静息状态下膜两侧存在电位差,说明静息时有带电离子跨膜移动,实际上任何生物电的产生都是带电离子跨膜移动的结果。细胞内 K^+ 浓度高于细胞外,静息时膜上的 K^+ 通道开放, K^+ 顺浓差外流,膜内带负电荷的蛋白质大分子与 K^+ 隔膜相吸,造成膜内正外负的状态。随着 K^+ 的进一步外流,促使 K^+ 外流的动力即 K^+ 的浓差在减小,而由外流的 K^+ 形成的外正内负的电位差所构成的阻力则增大。当促使 K^+ 外流的动力与阻碍 K^+ 外流的阻力相等,即 K^+ 的电化学势能为零时,膜内外不再有 K^+ 的净移动。在这个过程中每平方厘米细胞膜上移出 $10 \sim 12 \text{ mol}$ 的 K^+ ,此时膜两侧的电位差就是 RP。证明 RP 是 K^+ 外流所形成的依据有:①与经 Nernst 公式计算的 K^+ 的平衡电位近似, $E_k = 59.5 \log [K^+]_o / [K^+]_i$ (mV);②改变细胞外液中的 K^+ 浓度,RP 随之改变,如增加骨骼肌细胞外液中的 K^+ 浓度,骨骼肌的 RP 减小;③用 K^+ 通道的特异性阻断剂四乙铵后 RP 变小。

二、动作电位(action potential, AP)

1. 动作电位的概念 ① 定义,是指细胞受刺激时在静息电位基础上产生的可传布的电位变化;是细胞处于兴奋状态的标志;② 超射(overshoot),在膜内外电位差消失以后,进而膜内电位继续升高,由 0 mV 升高到 $+30 \text{ mV}$,为超射;③ 复极化(repolarization),膜内电位负值向增加方向变化的过程;④ 锋电位(spike potential),动作电位的上升支和下降支形成尖峰样波形,故称为锋电位,是动作电位的标志;⑤ 后电位(after-potential),负后电位(negative after-potential)又称后去极化;正后电位(positive after-potential)又称后超极化;⑥ 动作电位的特点:“全或无”现象,不衰减性传导,脉冲式(有不应期 AP 不能重合)。

以骨骼肌细胞为例来说明。其动作电位分为上升支和下降支,上升支指膜内电位从 RP 的 -90 mV 到 $+30 \text{ mV}$,其中从 -90 mV 上升到 0 mV ,属于典型的去极化;从 0 mV 到 $+30 \text{ mV}$ 即膜电位变成了内正外负,称为反极化。动作电位在零以上的电位值则称为超射(overshoot)。下降支指膜内电位从 $+30 \text{ mV}$ 逐渐下降至 RP 水平。这种去极化完毕后膜内朝着正电荷减少方向发展,逐渐恢复 RP 的过程,称为复极化(repolarization)。在复极的过程中膜电位可大于 RP,出现超极化。动作电位包括其脉冲样的主要部分即锋电位和稍后的后电位(去极化后电位和超极化后电位)。这样动作电位的全过程为:极化—去极化—反极化—复极化—超极化—恢复。

2. 动作电位的产生机制 Na^+ 的平衡电位:

(1) 上升支 当细胞受到阈刺激或阈上刺激时,膜上的 Na^+ 通道被激活,由于细胞外液中的 Na^+ 浓度高于膜内, Na^+ 内流时膜内正电荷增加。当膜电位变到某一数值时能引起 Na^+ 的再生性内流,这种能使 Na^+ 通道大量开放的临界膜电位称为阈电位(threshold membrane potential)。随着 Na^+ 的大量内流,膜迅速去极化。由于膜外 Na^+ 较高的浓度势能, Na^+ 在膜内负电位减少到零时仍可继续内流,直到内流 Na^+ 形成的电位差足以对抗 Na^+ 由于膜外高浓度而形成的内流趋势时, Na^+ 通道关闭, Na^+ 内流停止。此时存在的电位差即为 Na^+ 的平衡电位,其值等于超射值。

证实上述机制的依据有:①该超射值与经 Nernst 公式计算所得 Na^+ 的平衡电位数相近;②改变细胞外液中 Na^+ 浓度,动作电位的幅度随之改变,如增加细胞外液的 Na^+ ,动作电位增大。反之亦然;③采用 Na^+ 通道的特异性阻断剂河豚毒(tetrodotoxin, TTX)、普鲁卡因(procaine)及利多卡因(lidocaine)后动作电位不再产生;④用膜片钳可观察到动作电位与 Na^+ 通道开放的高度相关。因此,动作电位的幅度等于静息电位的绝对值加上超射值,与 K^+ 和 Na^+ 的平衡电位有关。

(2) 下降支 当去极化完毕后, Na^+ 通道关闭,此时 K^+ 通道开放, K^+ 顺浓度差外流,直至回到静息电位水平。在复极的晚期,由于钠-钾泵的运转可导致超极化的正后电位。

3. 动作电位的产生条件与阈电位 阈电位(threshold potential, TP)能触发动作电位的膜电位临界值为阈电位。局部电位:产生于膜的局部、较小的去极化反应称为局部反应(local response),产生的电位称为局部电位。局部电位的特点:①电位幅度小且呈衰减性传导;②不是“全或无”式的;③有总和效应。

4. 动作电位的传导与局部电流 传导(conduction)指动作电位在同一细胞上的传播。动作电位传导的原理可用局部电流学说来解释。兴奋在同一细胞上的传导机制:①局部电流(无髓神经纤维兴奋传导);②跳跃式传导(有髓神经纤维兴奋传导)。

第四节 肌细胞的收缩功能

人体的肌肉分为骨骼肌、心肌、平滑肌三种,它们的基本功能是收缩。

一、神经-骨骼肌接头处的兴奋传递

1. 神经-骨骼肌接头处的结构 神经肌肉接头处是由接头前膜、接头后膜和它们之间的接头间隙三部分组成。

2. 神经-骨骼肌接头处兴奋的传递过程

(1) 定义 ①终板电位,在终板膜(神经肌肉接头后膜)上,由于 Na^+ 少量内流形成的电位;②终板电位与动作电位的区别,终板电位的特点同局部电位不同于 AP;③微终板电位,在接头前膜个别递质囊胞自发释放,终板膜上引起的微小电变化;④递质,在神经轴突末梢释放、在细胞间传递信息的化学物质称为递质。

(2) 兴奋的传递过程 Ap 到达神经末梢→钙离子进入细胞内(降低轴浆黏度;清除前膜负电荷)→ACh 递质分子释放(出胞作用;量子释放)→进入接头间隙的 ACh 分子迅速和接头后膜上的特异性受体结合→化学门控通道(配体门控通道,促离子型受体)开放→钠离子内流→接头后膜(终板膜)产生终板电位(特点同局部电位)→在普通肌细胞膜上爆发 Ap。

3. 神经-骨骼肌接头处兴奋传递的特点 神经肌肉接头处兴奋传递与神经纤维上的兴奋传导不同,后者是在一个细胞上的电传导,而前者则是在两种细胞间的化学传递。这种化学传递的过程概括为电—化学—电的传递,即神经轴突末梢的动作电位引发化学物质乙酰胆碱的释放,进而触发骨骼肌细胞产生动作电位。其特点是:①单向性传递;②时间延搁(每个神经肌接头延搁时间 0.5~1.0ms);③易受环境变化的影响。

二、骨骼肌的兴奋-收缩耦联

1. 肌管系统 指包绕在每一条肌原纤维周围的膜性囊管状结构。①横管系统(T管),肌细胞膜在 Z 线附近垂直插入到肌细胞深部,走行方向和肌原纤维相垂直。②纵管系统(L管),肌质网走行方向与肌小节平行,肌质网末端膨大称为终末池。③三联管结构,每一横管和来自两侧肌小节的纵管终末池构成三联管结构。

2. 骨骼肌兴奋-收缩耦联的过程 定义:在以膜的电变化为特征的兴奋过程和以肌纤维机械变化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,这一过程称为兴奋-收缩耦联。三个主要步骤:①电兴奋通过横管系统传向肌细胞的深处;②三联管结构处的信息传递;③肌浆网(即纵管系统)中的 Ca^{2+} 释放入胞质以及 Ca^{2+} 由胞质向肌质网的再聚积。

三、骨骼肌的收缩原理

1. 肌原纤维和肌小节

(1) 定义 ①肌原纤维,每个肌细胞或肌纤维都包含大量直径为 1~2 μm 的纤维状结构,称为肌原纤维。②明带和暗带,每条肌原纤维的全长都呈现规则的明暗交替,分别称为明带和暗带。③