

国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材配套教材
全国高等学校配套教材

供康复治疗学专业用

康复生理学

学习指导及习题集

主 编 许寿生
副主编 王瑞元 朱进霞

第2版

 人民卫生出版社

国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材配套教材
全国高等学校配套教材

供康复治疗学专业用

康复生理学 学习指导及习题集

主 编 许寿生

副主编 王瑞元 朱进霞

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 艳 (北京体育大学)

王瑞元 (北京体育大学)

毛杉杉 (北京体育大学)

邢国刚 (北京大学)

朱 荣 (温州医科大学)

朱进霞 (首都医科大学)

许寿生 (北京体育大学)

孙君志 (成都体育学院)

李利生 (首都医科大学)

李鹏云 (西南医科大学)

罗怀青 (长沙医学院)

周京军 (空军军医大学)

倪月秋 (沈阳医学院)

焦海霞 (福建医科大学)

第2版



人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

康复生理学学习指导及习题集 / 许寿生主编.—2
版.—北京:人民卫生出版社,2018

全国高等学校康复治疗专业第三轮规划教材配套教材
ISBN 978-7-117-27404-3

I. ①康… II. ①许… III. ①康复医学—人体生理学
—高等学校—教学参考资料 IV. ①R49②R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 210850 号

人卫智网 www.ipmph.com 医学教育、学术、考试、健康,
购书智慧智能综合服务平台
人卫官网 www.pmph.com 人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

康复生理学学习指导及习题集

第 2 版

主 编:许寿生

出版发行:人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址:北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编:100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线:010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷:三河市博文印刷有限公司

经 销:新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:14

字 数:358 千字

版 次:2013 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 2 版

2018 年 3 月第 2 版第 1 次印刷(总第 2 次印刷)

标准书号:ISBN 978-7-117-27404-3

定 价:38.00 元

打击盗版举报电话:010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

前言

为了更好地满足我国康复治疗学专业人才培养需求,全国高等学校康复治疗学专业第三届教材评审委员会和人民卫生出版社于2017年2月启动了“十三五”规划教材《康复生理学》(第3版)的修订工作,同时修订和推出配套教材《康复生理学学习指导及习题集》(第2版),以便读者提高学习效率。

《康复生理学学习指导及习题集》(第2版)紧密围绕主干教材《康复生理学》(第3版)的内容,每章包括学习目标、重点和难点、习题、参考答案四个部分。本书的编者都是教学经验丰富的一线教师,谙熟教学内容和重点,在编写过程中参考了大量生理学经典教学材料和近年考研辅导材料,设计和精选了名词解释、选择题、问答题共1700余道,希望读者通过操练加深对生命活动过程及其机制的理解,加强学习兴趣的培养和学习效果的巩固,帮助读者慎思之、明辨之,夯实“三基”。同时,通过学习指导及习题进一步彰显本教材对康复治疗学专业人才培养的“特定性”:生理状态是生命体正常的、健康的、动态的自在状态;病理状态下的机体在治疗手段干预下恢复到生理的状态就是恢复到健康;康复措施促进患者身体功能的恢复实质就是实现这种趋向或者达到生理状态的回归。

所有编者对本书都倾注了大量的心血,融入了宝贵的教学心得,共同修订了一本既有助于记忆又有助于理解和深入思考的《康复生理学》学习参考书。在此完稿之际,我们向每位编者及其所在院校表示衷心的感谢;尤其要感谢王瑞元教授、朱进霞教授等专家长期以来为《康复生理学学习指导及习题集》倾注了大量心血。

本书在编写过程中虽经反复修订,但限于编者水平,难免还存在许多不足之处,恳请学界同仁和广大读者批评指正。

许寿生

2018年3月

目录

第一章	康复生理学绪论	1
第二章	细胞的基本功能	10
第三章	骨骼肌的功能	23
第四章	骨骼的功能	43
第五章	血液	52
第六章	血液循环	65
第七章	呼吸	93
第八章	消化和吸收	106
第九章	能量代谢与体温调节	127
第十章	尿的生成和排出	139
第十一章	感觉器官的功能	150
第十二章	神经系统的功能	163
第十三章	内分泌	187
第十四章	生殖系统	201
第十五章	运动促进健康的生理学基础	211

主 编

副 编

主 审

参 审

参 校

参 校

参 校

参 校

参 校

参 校

第一章

康复生理学绪论

【学习目标】

1. 掌握 生理学的概念;机体内环境和稳态的概念;人体功能活动的主要调节方式。
2. 熟悉 人体功能自动调控中反馈调节机制的重要意义。
3. 了解 生理学研究的內容和研究方法。

【重点和难点内容】

一、生理学的研究对象和任务

1. 生理学的研究对象 生理学是生物科学的一个分支,是以生物机体的生命活动现象和机体各个组成部分的功能及其机制为研究对象的一门科学。

2. 生理学的研究任务 人体生理学的任务是研究正常状态下机体内各细胞、器官、系统的功能及功能调节,以及作为整体,各部分之间的相互协调,并与外界环境相适应过程的规律和机制。例如呼吸系统生理学是研究呼吸运动的正常过程与血液循环、机体代谢等过程的相互作用,以及内外环境中氧、二氧化碳变化时呼吸运动的适应性调节机制等。

二、生理学的研究方法和水平

1. 生理学的研究方法 生理学是一门实验性科学,人同动物特别是哺乳动物,有许多结构和功能具有相似之处。因此,可用动物实验的研究结果间接地探讨人体的生理功能变化及其机制。

2. 生理学研究水平 人体最基本的结构和功能单位是细胞,许多功能相近的细胞构成组织、器官,由功能上密切联系的一些器官构成系统,各个器官系统相互联系、相互影响构成了人体复杂的整体。因此,生理学研究从下列层次进行:

(1) 细胞和分子水平:研究构成某器官各种细胞的生理特性和构成细胞的各个分子,特别是生物大分子的物理学和化学特性。针对细胞和生物大分子的功能进行研究所获得的知识称为细胞生理学。

(2) 器官和系统水平:研究各器官和系统的功能,及其在机体整个生命活动中所起的作用。例如心脏如何射血、肾脏如何产生尿液、消化系统如何从食物中获取营养物质。

(3) 整体水平:以完整的机体为研究对象,即研究人体整体情况下,各器官、系统间的相互联系、相互作用和相互协调,以及整个机体在变化的环境中是如何维持正常的生命活动。

以上三个水平的研究不可分割,互相联系和补充。

三、生命的基本特征

(一) 新陈代谢

生物体与外界环境进行物质和能量交换的过程,是生物体自我更新的最基本的生命活动。新陈代谢是生命活动最基本的特征,包括同化作用和异化作用两个过程。生物体的基本结构单位——细胞,只有通过新陈代谢才能不断地获得更新。新陈代谢一旦停止,生命便结束。

(二) 兴奋性

生物体内可兴奋组织具有感受刺激、产生兴奋的特性,称为兴奋性,是生物体生存的必要条件。可兴奋组织有两种基本的生理活动过程——兴奋活动和抑制活动,两者既对抗又协调,并可相互转化。因此,兴奋和抑制二者是对立统一的生理活动过程。

(三) 应激性

机体或一切活体组织对周围环境变化具有发生反应的能力或特性。

(四) 适应性

生物体长期生存在某一特定的生活环境中,在客观环境的影响下可以逐渐形成一种与环境相适应的、适合自身生存的反应模式,这种适应环境变化的能力,称之为适应性。

(五) 生殖

高等动物生殖主要是通过两性的交配实现的,是生命的基本活动。通过生殖,生命过程才得以延续。

四、人体生理功能的调节

正常情况下,机体内环境保持相对稳定是由于各组织器官的功能,能随内、外环境的变化做相应而及时的调节。当内、外环境发生改变时,机体各种功能活动发生相应变化,以维持内环境稳态的过程叫生理功能的调节,包括神经调节、体液调节、自身调节等方式。

(一) 内环境与稳态

细胞外液是机体中细胞所处的内环境,内环境的各项物理、化学因素是保持相对稳定的即内环境的稳态,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。内环境的稳态是一种动态的稳定状态,细胞时刻不停地与内环境进行物质交换。目前,稳态的概念扩展到其他生命现象,泛指通过机体自身的调节机制使某个生理过程保持相对恒定的状态,如体温的相对稳定。

(二) 神经调节

直接由神经系统参与对机体生理功能进行调节的方式,称为神经调节。此调节的基本方式是反射,反射活动的结构基础是反射弧。这种调节具有反应快、作用部位精确、作用持续时间短的特点。

(三) 体液调节

由机体内分泌腺和内分泌细胞分泌的某些特殊化学物质,经体液运输到全身组织细胞,发挥其生理活动调节作用,这种调节方式称为体液调节。这些由内分泌细胞分泌、携带一定的生物学信息、能对组织细胞功能进行调节的化学物质称为激素。体液调节具有作用缓慢、广泛、持久的特点。

(四) 自身调节

机体许多组织细胞在不依赖于神经、体液因素作用下,自身对周围环境的变化发生的适应性反应,称为自身调节。此调节只在受刺激的局部发生作用,其调节幅度小,灵敏度低。

五、人体生理功能调节的生物学控制

人体生理功能的各种调节形式可以用工程技术领域的自动控制理论加以解释。根据控制部分、受控部分的相互关系,控制系统分为非自动控制系统、反馈控制系统和前馈控制系统。

非自动控制系统的特点是在控制部分和受控部分之间只存在单向联系,即只有控制部分向受控部分发出控制信息,是一个开环系统。

反馈控制系统的特点是一个闭环系统,即在控制部分和非控制部分之间存在着双向信息联系,即控制部分发出控制信号支配受控部分的活动,同时受控部分的功能状态经监测装置检测后发出反馈信号改变控制部分的活动。受控部分发出反馈信号影响控制部分活动的过程称为反馈。如果反馈信号作用的结果是减弱控制部分的活动则为负反馈,其意义在于使机体的某项生理功能保持稳定;如果作用的结果是增强控制部分的活动则为正反馈,其意义在于使机体的某项生理功能在同一方向上不断加强,以使这一功能得以迅速完成。

前馈控制系统是指在干扰信号作用于受控部分引起其功能改变之前,监测装置提前检测到干扰信号并发出信号作用于控制部分,及时调整控制部分发出的信号以对抗干扰信号对受控部分的影响,从而保持受控部分功能状态的稳定。

【习题】

一、名词解释

1. 兴奋性
2. 刺激
3. 负反馈
4. 内环境稳态
5. 神经-体液调节

二、选择题

【A型题】

1. 机体内环境稳态是指
 - A. 细胞外液理化因素保持不变
 - B. 细胞内液理化因素不变
 - C. 细胞外液理化性质在一定范围内波动
 - D. 细胞内液理化性质在一定范围内波动
 - E. 内环境的绝对稳定
2. 电刺激坐骨神经——腓肠肌标本引起收缩的现象属于
 - A. 反射
 - B. 反馈
 - C. 反应
 - D. 兴奋性
 - E. 应激性

3. 在自动控制系统中,从受控部分到达控制部分的信息称为
A. 干扰信息 B. 偏差信息 C. 反馈信息
D. 控制信息 E. 前馈信息
4. 下列生理过程中,属于负反馈调节的是
A. 血液凝固 B. 排尿反射 C. 减压反射
D. 分娩过程 E. 激素的分泌
5. 可兴奋细胞兴奋时的共同特征为
A. 反射活动 B. 动作电位 C. 神经传导
D. 机械收缩 E. 分泌
6. 神经调节的基本方式是
A. 反应 B. 反馈 C. 反射
D. 适应 E. 兴奋
7. 感受器细胞能将刺激转变为
A. 化学信号 B. 机械信号 C. 物理信号
D. 反馈信号 E. 电信号
8. 条件反射的特点是
A. 数量一定 B. 种属固有 C. 可塑性大
D. 永久存在 E. 反射弧固定
9. 测量蛙坐骨神经干动作电位属于的研究层次是
A. 细胞水平 B. 分子水平 C. 整体水平
D. 器官水平 E. 亚细胞水平
10. 维持某种功能状态稳定有赖于
A. 负反馈 B. 自身调节 C. 条件反射
D. 正反馈 E. 非条件反射
11. 机体受刺激后某种功能活动抑制,是由于
A. 疲劳 B. 刺激量不足 C. 受到损伤
D. 处于无反应状态 E. 特殊的反应类型
12. 最能反映内环境状况的体液是
A. 细胞内液 B. 淋巴液 C. 脑脊液
D. 血浆 E. 尿液
13. 正反馈调节的意义在于
A. 改善受控部分接受控制信息的反应状态
B. 保持功能活动的稳态
C. 使控制部分受到抑制
D. 使功能活动按固有程序迅速达到特定水平
E. 增强受控部分对控制信息的敏感性
14. 下列属于细胞分子水平研究的是
A. 突触传递的原理 B. 缺氧时肺通气量的变化
C. 肾糖阈测定 D. 肺顺应性测量
E. 心房肽的利钠效应

15. 内环境稳定的意义在于
- A. 为细胞提供适宜的生存环境 B. 保证足够的能量储备
- C. 使营养物质不至过度消耗 D. 与环境变化保持一致
- E. 将内部功能活动固定在一个水平
16. 关于刺激的定义,下列正确的是
- A. 外部环境的变化 B. 内部环境的变化
- C. 环境的一切变化 D. 能被生物体感受的环境变化
- E. 能引起机体兴奋的环境变化
17. 保持生物体独立生活条件的结构是
- A. 细胞膜 B. 染色体 C. 蛋白酶
- D. 线粒体 E. 以上都不是
18. 生命最基本的表现是
- A. 做功 B. 运动 C. 体积或重量增加
- D. 新陈代谢 E. 氧化反应
19. 新陈代谢的基础是
- A. 物质分解 B. 太阳辐射
- C. 营养物质 D. 生物与环境间的物质和能量交换
- E. 氧气
20. 机体将由环境中摄取的物质转化为自身结构成分并贮备能量的过程,称为
- A. 整合作用 B. 分解代谢 C. 同化作用
- D. 异化作用 E. 分化作用
21. 机体将自身结构成分或贮能物质分解利用的过程,称为
- A. 合成代谢 B. 分解代谢 C. 同化作用
- D. 异化作用 E. 分化作用
22. 机体对环境变化作出反应的基础是
- A. 能量供应 B. 运动器官 C. 兴奋性
- D. 神经系统 E. 感觉器官
23. 兴奋性是指机体的
- A. 对刺激产生反应 B. 做功 C. 动作灵敏
- D. 能量代谢率高 E. 运动
24. 种属延续的机制是
- A. 进食 B. 排出废物 C. 保持稳态
- D. 适应环境 E. 自我复制
25. 保持内环境稳态主要靠
- A. 与外环境隔绝 B. 保存代谢绝对平稳
- C. 限制能量供应 D. 各系统器官协调活动
- E. 以上都不是
26. 内环境是指
- A. 机体的生活环境 B. 细胞生活的体液环境
- C. 细胞内液 D. 胃肠道内

- E. 机体深部
27. 生物节律是指
- A. 机体发育、生长、衰老、死亡的过程
- B. 机体生长速度
- C. 呼吸节律
- D. 心跳节律
- E. 功能活动按时间顺序重复变化的节律
28. 关于稳态调定点的叙述,下列正确的是
- A. 稳态不存在调定点
- B. 稳态的调定点呈节律性波动
- C. 稳态的调定点是恒定的
- D. 稳态就是使调定点固定
- E. 以上都不是
29. 生物节律最重要的生理意义是
- A. 对环境变化的前瞻性适应
- B. 使功能活动交替进行
- C. 减少能量消耗
- D. 消除疲劳
- E. 获取更多能量
30. 条件反射建立的基础是
- A. 固定的反射弧
- B. 刺激
- C. 非条件反射
- D. 无关信号
- E. 食物
31. 条件反射区别于非条件反射的关键是
- A. 刺激的种类不同
- B. 刺激的量不同
- C. 没有反射弧
- D. 有大脑皮层参与
- E. 对相同刺激的传出效应不同
32. 胰岛细胞分泌生长抑素调节其邻近细胞功能,属于
- A. 自分泌
- B. 旁分泌
- C. 远距分泌
- D. 腔分泌
- E. 神经分泌
33. 脑血管口径随动脉血压变化而产生适应性改变以保持颅内血量的相对恒定,属于
- A. 自身调节
- B. 神经调节
- C. 体液调节
- D. 正反馈
- E. 负反馈
34. 干扰信号直接作用于控制部分,称为
- A. 负反馈
- B. 前馈
- C. 正反馈
- D. 自身调节
- E. 以上都不是
35. 负反馈调节中对信号偏差过于敏感可导致
- A. 稳定度高
- B. 波动大
- C. 精确
- D. 滞后
- E. 调定点偏移
36. 运动员比赛前心跳呼吸加快,可能的机制是
- A. 肌肉缺氧
- B. 非条件反射
- C. 自然条件反射
- D. 正反馈
- E. 负反馈

【B型题】

(37~41题共用备选答案)

- 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
37. 维持机体内环境稳态的重要调节过程是
38. 食物进入口腔后引起唾液分泌,这一过程主要属于
39. 全身动脉血压在一定范围内波动时,肾血流量仍能保持相对稳定,这属于
40. 排尿及排便过程属于
41. 胰岛 B 细胞通过分泌胰岛素来降低血糖,这一过程属于
- (42~45 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
42. 视网膜的视锥细胞属于
43. 减压反射中的窦神经属于
44. 骨骼肌、平滑肌和腺体属于
45. 支配心脏的交感神经和迷走神经属于

三、问答题

1. 什么是神经调节、体液调节、自身调节?各有何特点?
2. 机体内环境稳态是怎样维持的?有何生理意义?
3. 神经调节是怎样进行的?
4. 体液调节是怎样进行的?
5. 人体生理学从哪些水平对人体进行研究?举例说明各水平研究的内容和意义。

【参考答案】

一、名词解释

1. 兴奋性:活组织或细胞接受刺激后产生兴奋的能力称为兴奋性。
2. 刺激:能引起可兴奋组织产生兴奋的各种环境变化称为刺激。
3. 负反馈:在自动控制系统中,如反馈信息与控制信息的作用相反,对控制部分的活动起制约或纠正作用,称为负反馈。
4. 内环境稳态:机体细胞外液的化学成分、理化性质处于相对的平衡状态,现泛指通过机体自身的调节机制使某个生理过程保持相对恒定的状态。
5. 神经-体液调节:有些内分泌腺本身直接或间接地受到神经系统的调节,这种情况下,体液调节是神经调节的一个传出环节,是反射传出道路的延伸,这种调节方式称为神经-体液调节。

二、选择题

- 【A 型题】
1. C
 2. C
 3. C
 4. C
 5. B
 6. C
 7. E
 8. C
 9. D
 10. A
 11. E
 12. D
 13. D
 14. A
 15. A
 16. C
 17. A
 18. D
 19. D
 20. C
 21. D
 22. C
 23. A
 24. E
 25. D
 26. B
 27. E
 28. B
 29. A
 30. C

31. D 32. B 33. A 34. B 35. B 36. C

【B型题】

37. D 38. A 39. C 40. E 41. B 42. A 43. B 44. E 45. D

三、问答题

1. 什么是神经调节、体液调节、自身调节？各有何特点？

答：通过神经系统的反射活动对机体各系统进行调节，称为神经调节。神经调节的特点是：潜伏期较短，反应迅速、灵敏而且准确。

内分泌细胞分泌的激素和其他组织细胞产生的化学物质，通过体液运输调节组织细胞的活动，称为体液调节。体液调节的特点是：潜伏期较长，反应缓慢，作用时间较长，范围较为广泛。

自身调节是指内、外环境变化时，组织、细胞不依赖于神经和体液调节而产生的适应性反应。其特点是：调节的幅度较小，但准确稳定。

2. 机体内环境稳态是怎样维持的？有何生理意义？

答：外环境的变化和机体细胞的新陈代谢都影响内环境的稳定。正常机体通过神经调节、体液调节和自身调节，使机体各器官系统进行相互协调的活动，及时提供细胞代谢所需的营养物质，清除体内多余的代谢产物等，从而维持内环境理化性质的相对稳定。

内环境稳态是维持机体正常生命活动的基本条件。如果内环境理化性质的改变超过了一定的范围，就可使组织细胞的一切生理活动发生障碍，产生疾病，甚至危及生命。所以，内环境的相对稳定对于维持机体正常的生命活动有着重要意义。

3. 神经调节是怎样进行的？

答：神经调节的基本方式是反射。反射是在中枢神经系统的参与下机体对内外环境刺激的规律性应答反应。反射的结构基础是反射弧，包括感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器等五个环节。当感受器受到刺激后，刺激的信息转变为神经冲动，经传入神经传到中枢，经中枢分析处理后，发出传出冲动，经传出神经传至效应器，使其产生一定的适应性反应。反射弧是一种开放回路，而实际上效应器上或其邻近部分的感受器，能将效应器活动情况的信息随时反馈给中枢，使中枢能适时调整其传出冲动，使各效应器的活动能够更精确、更协调。所以说神经调节是通过一种闭合回路来调节生命活动的。

4. 体液调节是怎样进行的？

答：体液调节主要通过内分泌细胞分泌的激素，经血液或淋巴循环到全身各处，作用于相应的靶细胞、靶组织或靶器官，以调节它们的活动。靶细胞、靶组织或靶器官的效应又可通过不同的途径反馈调节激素的分泌，所以激素的调节也是一种闭合回路。大多数内分泌腺或内分泌细胞直接或间接地受中枢神经系统的控制，形成神经-体液调节。有一些内分泌细胞产生的激素仅作用于其邻近的效应细胞，称为旁分泌。此外，组织细胞产生的一些代谢产物，可影响附近组织细胞的活动，称为局部体液调节。这些都属于体液调节的范畴。

5. 人体生理学从哪些水平对人体进行研究？举例说明各水平研究的内容和意义。

答：人体生理学主要从整体水平、器官系统水平、细胞分子水平进行人体功能的研究。细胞和分子水平的研究是关于生命现象最基本的物理化学机制的研究。主要研究细胞内各亚微结构的功能和各种生物分子的特殊理化反应及生理作用。如细胞膜对物质的转运功能，生物电产生的机制等，这类研究可以阐明生理活动最基本的物质基础。

器官和系统水平主要研究各器官、系统活动的规律,如活动中需要哪些条件,受哪些因素的影响等。如肺的呼吸功能产生的机制,影响血液循环的因素等。

整体水平的研究,主要研究体内各器官、系统功能活动之间的关系和相互影响,机体与环境之间的相互关系和相互影响。如剧烈运动时,心率、血压、呼吸和体温等有何变化,他们之间有何关系。通过该水平研究,可以阐明机体各种生物功能之间的相互关系和整体协调的过程,从而掌握整体生命活动的基本规律。

(王瑞元 许寿生)

运动生理学的基本原理

运动生理学是研究人体在运动过程中生理机能变化的科学。其研究内容包括:运动时人体各器官系统的机能变化、运动对机体的影响、运动与疾病的关系、运动对健康的作用等。运动生理学的基本原理是:运动时人体各器官系统的机能发生变化,以适应运动的需要。运动对机体产生积极的影响,提高机体的机能水平。运动与疾病密切相关,适当的运动可以预防疾病,促进疾病的康复。运动对健康有积极的作用,可以增强体质,提高生活质量。

运动生理学的基本原理包括以下几个方面:

- 运动时人体各器官系统的机能发生变化。运动时,心率、血压、呼吸、体温等生理指标都会发生变化。例如,运动时心率会加快,血压会升高,呼吸频率会增加,体温会升高。这些变化是人体为了适应运动的需要而产生的生理反应。
- 运动对机体产生积极的影响。适当的运动可以提高机体的机能水平,增强心肺功能,提高肌肉力量,改善睡眠质量,减轻压力,提高免疫力。长期运动还可以预防慢性疾病,如心脏病、糖尿病、高血压等。
- 运动与疾病密切相关。适当的运动可以降低患慢性疾病的风险。例如,运动可以降低患心脏病、糖尿病、高血压、肥胖症、抑郁症等疾病的风险。对于已经患有慢性疾病的人,适当的运动可以帮助他们控制病情,提高生活质量。
- 运动对健康有积极的作用。运动可以增强体质,提高生活质量。经常运动的人通常比不运动的人更健康,寿命更长。运动还可以帮助人们减轻压力,改善情绪,提高自信心。

总之,运动生理学的基本原理是:运动时人体各器官系统的机能发生变化,以适应运动的需要。运动对机体产生积极的影响,提高机体的机能水平。运动与疾病密切相关,适当的运动可以预防疾病,促进疾病的康复。运动对健康有积极的作用,可以增强体质,提高生活质量。

第二章

细胞的基本功能

【学习目标】

1. 掌握 细胞膜的结构组成,细胞膜物质转运的方式和机制。
2. 熟悉 兴奋性,静息电位、动作电位产生的机制及意义。
3. 了解 细胞膜跨膜信号传递的方式和机制。

【重点和难点内容】

一、细胞膜的基本结构和功能

(一) 膜的化学组成和分子结构

膜的结构可用液态镶嵌模型描述,基本内容是:膜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和不同生理功能的蛋白质,后者主要以 α -螺旋或球形蛋白质的形式存在。膜蛋白质与膜脂质主要以两种形式相结合,附在膜表面的称为表面蛋白质;贯穿整个脂质双分子层,两端露出膜两侧的称为结合蛋白质。

(二) 细胞膜的功能

1. 跨膜物质转运功能 几种常见的跨膜物质转运形式如下。

(1) 单纯扩散:细胞内、外液中的脂溶性物质可顺着浓度梯度按扩散原理做跨膜运动或转运,这种现象称为单纯扩散。靠单纯扩散方式进出细胞膜的物质主要是 O_2 和 CO_2 等气体分子。

(2) 易化扩散:在膜结构中一些特殊蛋白质分子的“帮助”下,非脂溶性物质由膜的高浓度一侧向膜的低浓度一侧跨膜转运的过程。易化扩散的特点是:①物质分子或离子移动的动力仍来自物质自身的热运动,因而只能由高浓度侧移向低浓度侧;②对物质分子或离子移动起易化作用的蛋白质分子本身有结构特异性,因而一种蛋白质分子只能帮助一种(或少数几种)物质分子或离子通过,即具有选择性;③这些蛋白质分子镶嵌在膜脂质中,它们的结构和功能受到膜两侧环境因素改变的调控。

与某些离子的易化扩散有关的一类膜蛋白质分子,称为离子通道,简称通道。现有 Na^+ 通道、 K^+ 通道、 Ca^{2+} 通道和 Cl^- 通道等。有些通道只有在它所在膜两侧(主要是外侧)出现某种化学信号时才开放,称为化学门控通道;有些通道则由所在膜两侧电位差的改变决定其开闭,称为电压门控通道。通道的选择性决定何种离子可以通过,离子的移动方向和通量则决定于该离子在膜两侧的浓度差和所受的电场力。

参与葡萄糖和某些氨基酸等物质的易化扩散有关的蛋白质,不具有离子通道样的结构,通常称为载体。由载体完成的易化扩散速度较慢,但选择性较为严格。载体转运的特点有:①载体蛋白质有较高的特异性;②饱和现象,这一特点由膜上的载体数目所决定;③竞争性抑制,当载体对结构类似的两种物质都有转运能力时,一种物质浓度升高将占用较多数量的载体,与此同时,载体对另一物质的转运能力将减弱,这种现象称为竞争性抑制。

(3)渗透:溶液中的水分子通过胞膜从溶质浓度较低的一侧向溶质浓度较高一侧的扩散方式。

(4)主动转运:细胞通过本身的某种耗能过程在细胞膜特定蛋白质的协助下,将某种物质的分子或离子由膜的低浓度一侧移向高浓度一侧的过程。在细胞膜的主动转运中研究得最充分的是钠-钾泵,简称钠泵。钠泵是镶嵌在膜的脂质双分子层中的一种特殊蛋白质分子,具有ATP酶的活性,可以分解ATP,使之释放能量,并利用此能量进行 Na^+ 和 K^+ 的跨膜转运。因此,钠泵也称为 Na^+ - K^+ 依赖式ATP酶的蛋白质。钠泵活动时,泵出 Na^+ 和泵入 K^+ 这两个过程是同时进行的。在一般生理情况下,每分解一个ATP分子,可以使3个 Na^+ 移出膜外,同时有2个 K^+ 移入膜内。钠泵活动保持 Na^+ 、 K^+ 在细胞内外的不平衡分布的生理意义在于它能够建立起一种势能贮备,供细胞的其他耗能过程来利用。例如只有在钠泵造成的细胞内高 K^+ 的情况下, K^+ 通道开放时才会有 K^+ 外流;只有在细胞外高 Na^+ 的情况下, Na^+ 通道开放时才会有 Na^+ 的内流,这是细胞产生电信号的基础,也是一些其他物质分子跨膜转运的能量来源。人体除钠泵外,还有钙泵、 H^+ - K^+ 泵等。

(5)继发性主动转运:一些物质的逆浓度差跨膜转运需要钠泵活动形成的势能贮备才能完成,这种主动转运称为继发性主动转运,或简称为联合转运。如,肠道和肾小管上皮细胞对葡萄糖、氨基酸等营养物质的吸收。这些主动转运所需的能量不是直接来源于ATP的分解,而是来自钠泵造成的膜外 Na^+ 的高势能。参与这种转运的膜蛋白称为转运体蛋白或转运体。如被转运的物质分子与 Na^+ 扩散的方向相同,称为同向转运体;如两者方向相反,称为逆向转运体。

(6)入胞与出胞式物质转运:细胞对一些大分子物质或固态、液态的物质团块,可以通过膜的更为复杂的结构和功能改变使之进出细胞,分别称为入胞和出胞。入胞是指细胞外某些物质团块(如侵入体内的细菌、病毒等)进入细胞的过程。有一些特殊物质进入细胞是通过被转运物质与膜表面的特殊受体蛋白质相互作用而引起的,称为受体介导式入胞。出胞和入胞相反,出胞主要见于细胞的分泌活动,如内分泌腺细胞分泌激素,外分泌腺细胞分泌酶原颗粒和黏液,以及神经细胞轴突末梢释放神经递质。

2. 跨膜信号转导功能 不同形式的外界信号作用于细胞膜表面,引起膜结构中一种或数种相关蛋白质分子变构,将外界环境变化的信息以新的信号形式传递到膜内,再引发靶细胞相应的功能变化,这一过程称为跨膜信号转导或跨膜信号传递。跨膜信号转导虽然涉及多种刺激信号在多种细胞引发的多种功能改变,但转导过程都是通过少数几种类似的途径或方式实现的,所涉及的几类膜蛋白质具有很大的结构同源性,是由相近的基因家族编码的。跨膜信号转导的主要方式如下。

(1)通过具有特殊感受结构的离子通道完成的跨膜信号转导。

1)化学门控通道:在神经-骨骼肌接头的运动终板膜上存在着N型ACh受体。在受体的5个亚单位中,两个 α -亚单位存在两分子ACh相结合部位,这种结合可引起通道开放,使终板膜外高浓度的 Na^+ 内流,同时少量膜内高浓度的 K^+ 外流,结果使终板膜两侧的电位发生波动,出

现终板电位。终板电位的出现标志着 ACh 这个化学信号在肌细胞膜跨膜信号转导的完成。由于这种通道性结构只有在其中部分亚单位同配体结合时才开放,因而属于化学门控通道或配体门控通道。

化学门控通道主要分布于肌细胞终板膜、神经细胞的突触后膜以及某些嗅、味觉感受细胞的膜中,使所在膜产生终板电位、突触后电位以及感受器电位等局部电反应。化学门控通道具有受体功能,在这里,受体不是一个独立的蛋白质分子,起着受体作用的只是通道蛋白质分子结构的一部分,为了说明化学门控通道也具有受体功能,也称它们为通道型受体;又由于它们激活时直接引起跨膜离子流动,也称促离子型受体。

(2) 电压门控通道:主要分布在神经轴突和骨骼肌、心肌细胞的一般质膜中,具有同化学门控通道类似的分子结构,但控制这类通道开放与关闭的因素是通道所在膜两侧的跨膜电位的变化。在这类通道的分子结构中,存在着对跨膜电位改变敏感的结构域和亚单位,后者诱发整个通道分子功能状态的改变,进而改变相应离子的易化扩散,使之产生可传导的动作电位和出现自律性兴奋的能力。

(3) 机械门控通道:许多细胞表面膜还存在能感受机械性刺激并引起细胞功能改变的通道样结构。此通道具有速度快、对外界刺激反应的位点局限,在体内数量较少的特点。

(2) 由膜的特异性受体、G 蛋白和效应分子组成的跨膜信号转导系统:激素类物质作用于相应的靶细胞时,先与膜表面的特异性受体相结合,然后通过一种称为 G_s 的 G 蛋白(兴奋性 G 蛋白)的中介,激活作为效应器酶的腺苷酸环化酶,使胞浆中的 ATP 分解,引起膜内侧胞浆中 cAMP 含量的增加(有时是减少),实现激素对细胞内功能的调节。外来化学信号激素看作第一信使,cAMP 称作第二信使。这种形式的跨膜信号转导具有效应出现较慢、反应较灵敏、作用较广泛的特点。

目前发现有相当数量的外界刺激信号作用于膜受体后,可以通过一种称为 G_o 的 G 蛋白,再激活一种称为磷脂酶 C 的膜效应器酶,以膜结构中称为磷脂酰肌醇的磷脂分子为间接底物,生成两种分别称为三磷酸肌醇(IP_3)和甘油二酯的第二信使物质,影响细胞内过程,完成跨膜信号转导。

(3) 由酪氨酸激酶受体完成的跨膜信号转导:一些肽类激素如胰岛素和细胞因子作用于相应的靶细胞时,通过细胞膜中一类称作酪氨酸激酶受体来完成跨膜信号转导。这类受体只有一跨膜 α -螺旋和一个较短的膜内肽段。当膜外的肽段同相应的化学信号结合时,可直接激活膜内侧肽段的蛋白激酶。此蛋白激酶的活性不仅引发此肽段中酪氨酸残基的磷酸化,而且促进其他蛋白质底物中的酪氨酸残基磷酸化,由此再引发各种细胞内功能的改变,实现细胞外信号对细胞功能的调节。

二、细胞的兴奋性和生物电现象

(一) 神经和骨骼肌细胞的生物电现象

兴奋是指组织或细胞受到刺激后产生动作电位的过程。兴奋性则指细胞在受刺激时产生动作电位的能力。

1. 跨膜静息电位及其产生机制 细胞水平的生物电现象主要有两种表现形式,就是细胞在安静时保持的静息电位和受到刺激时产生的动作电位。

静息电位(resting potential, RP)是指细胞未受刺激时存在于细胞膜内外两侧的电位差。通常把静息电位存在时膜两侧所保持的内负外正状态称为膜的极化;当静息时膜内外电位差