

全国硕士研究生入学考试

2014 西医综合 应试宝典

北京大学医学部专家组◎编

- 考点精解：提供最核心的考试内容
- 历年真题：体验试题难度，透析命题思路
- 强化练习题：专家题库，全方位模拟练习

免费赠送 130 元
网上学习费用



北京大学医学出版社

全国硕士研究生入学考试

西医综合应试宝典

北京大学医学部专家组 编

北京大学医学出版社

XIYI ZONGHE YINGSHI BAODIAN

图书在版编目 (CIP) 数据

全国硕士研究生入学考试西医综合应试宝典/北京大学医学部专家组主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2013. 1

ISBN 978-7-5659-0521-6

I. ①全… II. ①北… III. ①现代医药学—硕士生—入学考试—自学参考资料 IV. ①R

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 007478 号

西医综合应试宝典

编 写: 北京大学医学部专家组

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 冯智勇 **责任校对:** 金彤文 **责任印制:** 苗 旺

开 本: 889mm×1194mm 1/16 **印张:** 51.25 **字数:** 1656 千字

版 次: 2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-0521-6

定 价: 128.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

全国硕士研究生入学考试“西医综合”科目涵盖生理学、生物化学、病理学、内科学和外科学 5 门学科，不但考试内容多，而且题目难度大。考生要在较短的时间内掌握考试大纲要求的知识，并取得优异成绩，除了勤奋，选择一本实用、高效的复习辅导书尤为重要。

本书由北京大学医学部的专家教授根据教育部考试中心颁布的最新西医综合考试大纲精心编写。每章首先列出**考试大纲**；接下来把考试大纲要求掌握的内容细分为具体的**考点**，并用精简的语言对该考点要求掌握的知识进行阐述，从而提供最核心的考试内容；考点后紧接着是针对该考点的**历年真题**，考生可以从历年真题中体会试题难度和命题规律。每章后附有**强化练习题和答案**，通过做题，进一步强化复习效果。

一本“宝典”，提供了高效的复习方法、最核心的考试内容，更是凝聚了众多专家教授多年的研究生考试辅导经验。

怀揣“宝典”，认真研读，你一定会成功！

编 者

目 录

第一部分 生理学

第一章 绪论	1	第七章 能量代谢和体温	71
第二章 细胞的基本功能	4	第八章 尿的生成和排出	77
第三章 血液	17	第九章 感觉器官	88
第四章 血液循环	26	第十章 神经系统	95
第五章 呼吸	45	第十一章 内分泌	114
第六章 消化和吸收	56	第十二章 生殖	127

第二部分 生物化学

第一章 生物大分子的结构和功能	133	第三章 基因信息的传递	183
第二章 物质代谢及其调节	150	第四章 生化专题	212

第三部分 病理学

第一章 细胞与组织损伤	231	第八章 呼吸系统疾病	284
第二章 修复、代偿与适应	237	第九章 消化系统疾病	293
第三章 局部血液及体液循环障碍	243	第十章 造血系统疾病	303
第四章 炎症	250	第十一章 泌尿系统疾病	309
第五章 肿瘤	257	第十二章 生殖系统疾病	317
第六章 免疫病理	267	第十三章 传染病及寄生虫病	325
第七章 心血管系统疾病	275	第十四章 其他	337

第四部分 内科学

第一章 诊断学	341	第五章 泌尿系统疾病	499
第二章 消化系统疾病和中毒	379	第六章 血液系统疾病	522
第三章 循环系统疾病	419	第七章 内分泌系统和代谢疾病	548
第四章 呼吸系统疾病	459	第八章 结缔组织病和风湿性疾病	577

第五部分 外科学

第一章 外科总论	587	第四章 泌尿、男生殖系统外科疾病	740
第二章 胸部外科疾病	640	第五章 骨科	764
第三章 普通外科	650		

第一部分 生理学

第一章 绪 论

考纲要求

1. 体液、细胞内液和细胞外液。机体的内环境和稳态。
2. 生理功能的神经调节、体液调节和自身调节。
3. 体内的反馈控制系统。

考点精解及历年真题

一、体液、细胞内液和细胞外液。机体的内环境和稳态

☞ 考点 1: 体液、细胞内液和细胞外液 ★

机体内的液体称为体液，在成年人约占身体重量的 60%。按其分布分为两类：

1. 细胞内液 分布在细胞内，占体液的 2/3 (占体重的 40%)。
2. 细胞外液 分布在细胞外，占体液的 1/3 (占体重的 20%)。其中约 1/4 (占体重的 5%) 分布在心血管系统内，即血浆；其余 3/4 (占体重的 15%) 分布于细胞间隙中，称为组织间液，或组织液。

☞ 考点 2: 机体的内环境和稳态 ★★★

1. 内环境 人体内绝大多数细胞不能直接与外界环境接触，直接接触的环境是细胞外液，因此把细胞外液称为机体的内环境，以区别于整个机体所生存的外部环境。

2. 稳态及其意义 内环境的各项理化性质，如温度、pH、渗透压和各种液体成分等的相对恒定状态，称为内环境的稳态。

内环境的稳态不是说内环境的理化因素是静止不

变的，而是可在一定范围内变动但又保持相对稳定的状态。因为细胞不断进行代谢，就不断与内环境进行物质交换，也就不断地扰乱或破坏内环境的稳态，外界环境的改变也会影响内环境的稳态。但体内各器官、组织的功能（血液循环、呼吸、消化与吸收以及肾等）又从多方面参与维持内环境的稳态。

维持内环境稳态的最主要调节方式是负反馈调节。内环境的稳态是细胞维持正常功能的必要条件，也是机体维持正常生命活动的必要条件。

【历年真题】

1. 下列关于体液的叙述，正确的是
 - A. 分布在各部分的体液量大体相等
 - B. 各部分体液彼此隔开又相互沟通
 - C. 各部分体液的成分几乎没有差别
 - D. 各部分体液中最活跃的是细胞内液
2. 机体的内环境是指
 - A. 机体体内的环境
 - B. 细胞内液
 - C. 细胞外液
 - D. 组织液

[答案: B] (1/2010)

[答案: C] (1/2005)

二、生理功能的神经调节、体液调节和自身调节

☞ 考点 3: 神经调节 ★★★

神经调节的基本方式是反射,完成反射的结构基础是反射弧,包括五个部分:感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器。反射活动的完成有赖于反射弧结构和功能的完整。反射分为非条件反射和条件反射两种。非条件反射是天生具有的,主要是维持生命的本能活动。条件反射则是后天获得的,是在非条件反射的基础上建立起来的。

神经调节的特点:反应迅速、准确、作用时间短暂。

☞ 考点 4: 体液调节 ★★★

1. 全身性体液调节 是指体内一些细胞生成并分泌某些特殊的化学物质(如激素),通过血液运输到达全身的组织细胞或某些特殊的组织细胞,作用于它们上相应的受体,对这些细胞的活动进行调节。如胰岛素对血糖的调节。

2. 局部性体液调节 有些激素或组织代谢产物可在组织液中扩散至邻近细胞,调节邻近细胞的活动,属于局部性体液调节。

体液调节的特点:反应缓慢,作用持续时间长,作用面广泛。

人体内很多内分泌腺或内分泌细胞的活动直接受神经系统的支配和调节,这时,体液调节成为神经反射弧的传出部分,这种调节称为神经-体液调节。如肾上腺髓质受交感神经节前纤维支配,交感神经兴奋时释放肾上腺素和去甲肾上腺素参与体液调节。

☞ 考点 5: 自身调节 ★★

自身调节是指组织细胞不依赖于神经或体液因素,自身对环境刺激发生的一种适应性反应。例如,在一定范围内增加骨骼肌的初长度可增强肌肉的收缩张力;肾动脉灌注压在一定范围内变动时,肾血流量基本保持稳定。

自身调节的特点:影响范围小、调节幅度小、灵敏度较低。

【历年真题】

1. 机体处于寒冷环境时,甲状腺激素分泌增多是由于
 - A. 神经调节
 - B. 体液调节
 - C. 神经-体液调节

D. 自动调节

[答案: C] (1/2006)

三、体内的反馈控制系统

☞ 考点 6: 负反馈 ★★★

受控部分发出的反馈信息调整控制部分的活动,最终使受控部分的活动朝着与它原先活动相反的方向改变,这种反馈称为负反馈。负反馈调节都有一个“调定点”,负反馈机制对受控部分活动的调节就以这个调定点为参照水平,即规定受控部分的活动只能在靠近调定点的一个狭小范围内变动。在某些情况下调定点可以发生变动,称为重调定。

负反馈普遍存在于机体各种功能的调节过程中,是维持机体内环境稳态的重要控制机制。体内的负反馈调节包括:血糖浓度的调节、动脉血压的压力感受性反射、体温调节。

☞ 考点 7: 正反馈 ★★

受控部分发出的反馈信息促进与加强控制部分的活动,使其活动更加强,称为正反馈。体内的正反馈控制为数不多,包括:排尿反射、血液凝固过程、分娩过程、动作电位的产生、兴奋的突触传递、排卵前雌激素浓度升高引起 LH 和 FSH 分泌。

【历年真题】

1. 人体功能保持相对稳定依靠的调控系统是
 - A. 非自动控制系统
 - B. 负反馈控制系统
 - C. 正反馈控制系统
 - D. 前馈控制系统

[答案: B] (1/2009)
2. 下列生理活动中,存在负反馈控制的是
 - A. 动作电位的产生
 - B. 血糖浓度的调节
 - C. 排便反射的过程
 - D. 兴奋的突触传递

[答案: B] (1/2012, 1/2006)
3. 下列哪些现象中存在正反馈 (X 型题)
 - A. 血液凝固过程
 - B. 心肌纤维动作电位 0 期去极化时的 Na^+ 内流
 - C. 排卵前,成熟的卵泡分泌大量雌激素对腺垂体分泌黄体生成素的影响
 - D. 妇女绝经后,由于卵巢激素分泌减少引起血和尿中的促性腺素浓度升高

[答案: ABC] (139/1999)

强化练习题

【A型题】

1. 机体内环境的稳态是指
 - A. 细胞内液理化性质相对恒定
 - B. 细胞外液理化性质相对恒定
 - C. 细胞内液化学成分保持不变
 - D. 细胞外液化学成分保持不变
2. 神经调节的特点是
 - A. 调节幅度小
 - B. 作用广泛而持久
 - C. 作用迅速、准确和短暂
 - D. 反应速度慢
3. 维持内环境稳态的重要调节方式是
 - A. 负反馈调节
 - B. 自身调节
 - C. 正反馈调节
 - D. 体液调节
4. 下列关于体液调节的叙述, 错误的是
 - A. 不受神经系统控制
 - B. 通过特殊化学物质实现
 - C. 不一定是全身性的
 - D. 反应比神经调节缓慢
5. 下列各项调节中属于自身调节的是
 - A. 动脉血压在一定范围内改变, 肾血量可保持相对恒定
 - B. 全身动脉压升高时, 血压水平下降
 - C. 过度通气后, 呼吸暂停
 - D. 水摄入量大时, 尿量增加
6. 看到某食物时就出现唾液分泌, 属于
 - A. 自身调节
 - B. 局部反射调节
 - C. 负反馈调节
 - D. 前馈调节
7. 对于反馈控制的叙述, 正确的是
 - A. 多数情况下, 控制部分与受控部分之间为单向信息联系
 - B. 控制与受控部分间为闭式环路
 - C. 反馈信息减弱控制信息者为正反馈
 - D. 负反馈的作用是使原来的效应迅速达到顶点
8. 以下属于负反馈的是
 - A. 排尿反射
 - B. 减压反射
 - C. 分娩过程

D. 血液凝固

【X型题】

9. 内环境包括
 - A. 组织液
 - B. 血浆
 - C. 消化液
 - D. 淋巴液
10. 下列关于稳态的描述, 正确的是
 - A. 内环境相对恒定的状态
 - B. 体内各种调节机制所维持的动态平衡
 - C. 负反馈调节是其重要途径
 - D. 维持细胞正常功能的必要条件
11. 下列哪些器官活动与维持内环境稳态有关
 - A. 血液循环
 - B. 肺的呼吸
 - C. 胃肠道消化吸收
 - D. 肾的排泄
12. 自身调节的特点包括
 - A. 作用部位准确
 - B. 作用范围局限
 - C. 调节幅度较小
 - D. 灵敏度比较差
13. 属于正反馈调节特点的是
 - A. 维持机体的稳态
 - B. 生理过程一旦发动起来就逐步加强、加速, 直至完成
 - C. 其所控制的过程是可逆的
 - D. 破坏原有建立的平衡状态
14. 属于负反馈调节的是
 - A. 排尿反射
 - B. 神经纤维膜达到阈电位时 Na^+ 通道开放
 - C. 体温调节
 - D. 主动脉弓减压反射
15. 下列现象中, 哪些存在着正反馈
 - A. 肺牵张反射
 - B. 排尿反射
 - C. 神经纤维膜上达到阈电位时 Na^+ 通道的开放
 - D. 血液凝固过程

强化练习题答案

- | | | | | | |
|----------|--------|--------|----------|----------|------|
| 1. B | 2. C | 3. A | 4. A | 5. A | 6. D |
| 7. B | 8. B | 9. ABD | 10. ABCD | 11. ABCD | |
| 12. ABCD | 13. BD | 14. CD | 15. BCD | | |

第二章 细胞的基本功能

考纲要求

1. 细胞膜的物质转运：单纯扩散、经载体和经通道易化扩散、原发性和继发性主动转运、出胞和入胞。
2. 细胞的跨膜信号转导：由 G 蛋白偶联受体、离子通道受体和酶偶联受体介导的信号转导。
3. 神经和骨骼肌细胞的静息电位和动作电位及其简要的产生机制。
4. 刺激和阈刺激，可兴奋细胞（或组织），组织的兴奋，兴奋性及兴奋后兴奋性的变化。电紧张电位和局部电位。
5. 动作电位（或兴奋）的引起和它在同一细胞上的传导。
6. 神经-骨骼肌接头处的兴奋传递。
7. 横纹肌的收缩机制、兴奋-收缩偶联和影响收缩效能的因素。

考点精解及历年真题

一、细胞膜的物质转运

☞ 考点 1：单纯扩散 ★★★

是一种简单的物理扩散。扩散量的多少，取决于膜对该物质的通透性和膜两侧的浓度差。由于细胞膜是以脂质双层分子为基架的，对各种物质的通透性取决于它们的脂溶性、分子大小和带电状况。脂溶性高而分子量小的 O_2 、 CO_2 、 N_2 、乙醇、尿素、甘油等都是以单纯扩散的方式进行转运的。

☞ 考点 2：经载体和经通道易化扩散 ★★★

易化扩散是膜蛋白质介导的跨膜转运中的被动转运。指一些不溶于脂质或脂溶性很小的物质，在膜结构中一些特殊蛋白质分子的“帮助”下，不需要消耗能量，顺浓度梯度或电位梯度进行的跨膜转运。

1. 经载体易化扩散 葡萄糖、氨基酸和核苷酸等在各自特异的载体帮助下实现跨膜转运。

机制：载体蛋白在溶质浓度较高的一侧与溶质结合后发生构象改变，并在浓度较低的一侧解离出

溶质。

特征：①顺浓度梯度转运；②由于膜上的载体和与特异物质结合的位点都是有限的，转运速率会出现饱和现象。③载体与溶质的结合具有化学结构特异性。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 溶液中带电的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 等离子也可以借助离子通道实现跨膜转运。离子通道是贯穿膜脂质双层的、中央带有亲水性孔道的膜蛋白质。当孔道开放时，离子可经孔道跨膜流动。

特征：①顺电位梯度和浓度梯度的总和力转运，转运速度远大于经载体跨膜转运的速度。②离子选择性，即每种离子通道只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。③离子通道有多种构象，表现出不同的功能状态：如静息（关闭的，受到适当的刺激时可进入激活状态）、激活（开放）和失活（关闭的，但不能被激活）。④通道的功能状态受膜电位、化学信号和机械刺激等因素调控，按门控原理的不同，可分为电压门控通道、

化学门控通道和机械门控通道。

单纯扩散和易化扩散都不需要细胞代谢供能,因而均属于被动转运。

考点 3: 原发性和继发性主动转运 ★★★

主动转运指细胞膜通过本身的某种耗能过程,将物质的分子或离子由膜的一侧向另一侧逆浓度差或电位差转运的过程。可分为原发性和继发性两种。

1. 原发性主动转运 离子泵利用分解 ATP 产生的能量将离子逆浓度梯度和(或)电位梯度进行跨膜转运的过程。在哺乳动物细胞上普遍存在的离子泵有钠-钾泵和钙泵。

钠-钾泵简称钠泵,也称 $\text{Na}^+, \text{K}^+ \text{-ATP 酶}$, 主要分布在质膜上。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。钠泵的活动可使细胞内 K^+ 浓度约为细胞外液中的 30 倍,而细胞外液中的 Na^+ 浓度约为胞质内的 10 倍。细胞膜上的钠泵不断将 ATP 储存的化学能转变为维持 Na^+ 、 K^+ 跨膜梯度的势能,其消耗的能量在哺乳动物细胞占代谢产能的 20%~30%。

钠泵的主要功能:①钠泵活动造成的细胞内高 K^+ 为胞质内许多代谢反应所必需。②维持胞内渗透压和细胞容积。③建立 Na^+ 的跨膜浓度梯度,为继发性主动转运的物质提供势能储备。例如,在 $\text{Na}^+ \text{-H}^+$ 交换、 $\text{Na}^+ \text{-Ca}^{2+}$ 交换,以及葡萄糖和氨基酸在小肠和肾小管被吸收的过程中 H^+ 、 Ca^{2+} 、葡萄糖和氨基酸的逆浓度梯度转运,都是利用 Na^+ 经主动转运造成的跨膜浓度梯度作为驱动力的。④由钠泵活动形成的跨膜离子浓度梯度是细胞发生电活动的前提条件。⑤钠泵活动是生电性的,可直接影响膜电位,使膜内电位的负值增大。

钙泵也称 $\text{Ca}^{2+} \text{-ATP 酶}$,位于质膜、内质网或肌质网膜上。质膜钙泵每分解 1 分子 ATP,可将 1 个 Ca^{2+} 由胞质内转运至胞外;肌质网或内质网钙泵则每分解 1 分子 ATP 可将 2 个 Ca^{2+} 从胞质内转运至肌质网或内质网内。两种钙泵的共同作用可使胞质内游离 Ca^{2+} 仅为细胞外液中 Ca^{2+} 浓度的万分之一。

2. 继发性主动转运 是指驱动力并不直接来自 ATP 的分解,而是来自原发性主动转运所形成的离子浓度梯度。继发性主动转运就是经载体易化扩散与原发性主动转运相偶联的主动转运系统。葡萄糖在小肠黏膜上皮的主动吸收就是继发性主动转运。它是由 Na^+ -葡萄糖同向转运体和钠泵的偶联活动而完成的。氨基酸在小肠也是以同样的方式被吸收的。

属于继发性主动转运过程的有:跨质膜的 $\text{Na}^+ \text{-H}^+$ 交换、 $\text{Na}^+ \text{-Ca}^{2+}$ 交换、 $\text{Na}^+ \text{-K}^+ \text{-Cl}^-$ 同向转运、葡萄糖和氨基酸在小肠黏膜上皮被吸收和在肾小管上皮被重吸收、甲状腺上皮细胞的聚碘、神经递质在突触间隙被轴突末梢摄取、突触囊泡从胞质中摄取神经递质等。绝大多数情况下,溶质跨质膜转运的动力来自钠泵活动建立的 Na^+ 的跨膜浓度梯度,而溶质跨细胞器膜转运的动力则来自质子泵($\text{H}^+ \text{-ATP 酶}$)活动建立的 H^+ 的跨膜浓度梯度。

考点 4: 出胞和入胞 ★★

1. 出胞 胞质内的大分子物质以分泌囊泡的形式排出细胞的过程。外分泌腺细胞将合成的酶原颗粒和黏液排放到腺导管腔内、内分泌腺细胞将合成的激素分泌到血液或组织液中,以及神经纤维末梢将突触囊泡内神经递质释放到突触间隙内等都属于出胞。

分泌物通常是在粗面内质网的核糖体上合成,再转移到高尔基体被修饰成由膜结构包裹的分泌囊泡,这些囊泡逐渐移向细胞膜的内侧,并与细胞膜发生融合、破裂,最后将分泌物排出细胞,而囊泡膜随即成为细胞膜的组分。

2. 入胞 是指大分子物质或物质团块(如细菌、细胞碎片等)借助于细胞膜形成吞噬泡或吞饮泡的方式进入细胞的过程。以吞噬泡或吞饮泡的形式入胞的过程分别称为吞噬(见于单核细胞、巨噬细胞和中性粒细胞,形成的吞噬泡直径较大,为 $1 \sim 2 \mu\text{m}$)和吞饮(见于体内所有细胞,形成的吞饮泡直径较小,为 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$)。

吞饮又可分为液相入胞和受体介导入胞两种形式。

(1) 液相入胞是指细胞外液及其所含的溶质以吞饮泡的形式连续不断地进入胞内,是细胞本身固有的活动。进入细胞的溶质量和溶质的浓度成正比。

(2) 受体介导入胞是指通过被转运物与膜受体的特异性结合,选择性地促进被转运物进入细胞的一种入胞方式。许多大分子物质都是以受体介导入胞的方式进入细胞的,如运铁蛋白、低密度脂蛋白、维生素 B_{12} 转蛋白、多种生长因子、一些多肽类激素(如胰岛素)等。

【历年真题】

1. 人体的 NH_3 通过细胞膜的方式是
 - A. 单纯扩散
 - B. 异化扩散
 - C. 原发性主动转运

D. 继发性主动转运

[答案: A] (1/2012)

2. CO_2 和 NH_3 在体内跨细胞膜转运属于

A. 单纯扩散

B. 易化扩散

C. 出胞或入胞

D. 主动转运

[答案: A] (2/2006)

3. 下列跨膜转运的方式中, 不出现饱和现象的是

A. 与 Na^+ 偶联的继发性主动转运

B. 原发性主动转运

C. 易化扩散

D. 单纯扩散

[答案: D] (1/2001)

4. 葡萄糖从细胞外液进入红细胞内属于

A. 单纯扩散

B. 通道介导的易化扩散

C. 载体介导的易化扩散

D. 主动转运

[答案: C] (2/1998)

5. 在细胞膜的物质转运中, Na^+ 跨膜转运的方式是

A. 单纯扩散和易化扩散

B. 单纯扩散和主动转运

C. 易化扩散和主动转运

D. 单纯扩散、易化扩散和主动转运

[答案: C] (2/2005)

6. 运动神经纤维末梢释放 ACh 属于

A. 单纯扩散

B. 易化扩散

C. 主动转运

D. 出胞作用

[答案: D] (3/2004)

7. 与肠黏膜细胞吸收葡萄糖关系密切的转运过程是

A. HCO_3^- 的被动吸收

B. Na^+ 的主动吸收

C. K^+ 的主动吸收

D. Cl^- 的被动吸收

[答案: B] (4/2004)

8. 下列关于 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵的描述, 错误的是

A. 仅分布于可兴奋细胞的细胞膜上

B. 是一种镶嵌于细胞膜上的蛋白质

C. 具有分解 ATP 而获能的功能

D. 不断将 Na^+ 移出细胞膜外, 把 K^+ 移入细胞膜内

E. 对细胞生物电的产生具有重要意义

[答案: A] (2/2003)

A. 载体中介的易化扩散

B. 通道中介的易化扩散

C. 原发性主动转运

D. 继发性主动转运

9. 葡萄糖通过小肠黏膜或肾小管吸收属于

10. 葡萄糖通过一般细胞膜属于

[答案: D、A] (93, 94/1999)

11. 离子通过细胞膜的扩散量取决于 (X 型题)

A. 膜两侧该离子的浓度梯度

B. 膜对该离子的通透性

C. 该离子的化学性质

D. 该离子所受的电场力

[答案: ABD] (151/2012)

12. 与发生细胞生物电有关的跨膜物质转运形式有 (X 型题)

A. 经载体易化扩散

B. 经化学门控通道易化扩散

C. 经电压门控通道易化扩散

D. 原发性主动转运

[答案: BCD] (156/2009)

13. 细胞膜外表面糖链可作为 (X 型题)

A. 离子通道

B. 抗原决定簇

C. 膜受体的可识别部分

D. 糖跨膜运载体

[答案: BC] (129/2006)

二、细胞的跨膜信号转导

考点 5: 由 G 蛋白偶联受体介导的信号转导 ★★

是通过膜受体、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。G 蛋白偶联受体介导的信号转导主要有下面两条途径:

(1) 受体-G 蛋白-AC (腺苷酸环化酶) 途径: 参与这一途径的 G 蛋白有 G_s 和 G_i 两个家族, 二者对第二信使有相反的效应。

①受体→激活 G_s →激活 AC 活性→催化胞内的 ATP 生成 cAMP, 激活一个 AC 可生成至少几百个 cAMP, 产生放大效应。

②受体→激活 G_i →抑制 AC 活性→降低胞内的 ATP 生成 cAMP。

第二信使 cAMP 作为胞内的信号物质主要通过激活蛋白激酶 A (PKA) 来实现信号转导功能。

(2) 受体-G 蛋白-PLC (磷脂酶 C) 途径: 参与

这一途径的 G 蛋白有 G_i 和 G_q 两个家族,它们可通过激活 PLC,使 PIP_2 (二磷酸磷脂酰肌醇) 水解为两种第二信使物质,即 IP_3 (三磷酸肌醇) 和 DG (二酰甘油)。 IP_3 受体是一种化学门控的钙释放通道,激活后可使胞质内 Ca^{2+} 浓度升高,DG 可激活蛋白激酶 C, Ca^{2+} 和蛋白激酶 C 均可通过进一步的作用完成细胞内的信号转导。

考点 6: 由离子通道受体介导的信号转导 ★★

离子通道受体分子是一种同时具有受体和离子通道功能的蛋白质分子,属于化学门控通道。它们接受的化学信号绝大多数是神经递质,故也称递质门控通道。这类受体与神经递质结合后,引起突触后膜离子通道的快速开放和离子的跨膜流动,导致突触后神经元或效应器细胞膜电位的改变,从而实现神经信号的快速跨膜转导。例如,骨骼肌终板膜上的 ACh 受体阳离子通道被神经末梢释放的 ACh 激活后,引起 Na^+ 和 K^+ 的跨膜流动,使膜两侧离子浓度和电位发生变化,并进一步引发肌细胞的兴奋和收缩。离子通道受体介导信号转导的特点是路径简单,速度快,从递质结合至产生电效应的时间仅约 0.5ms,这与神经电信号的快速转导是相适应的。

考点 7: 酶联受体介导的信号转导 ★

酶联受体也是一种跨膜蛋白,但每个受体分子只有 1 次穿膜。它结合配体的结构域(受体部分)位于质膜的外表面,而面向胞质的结构域则具有酶活性,或者能与膜内侧其他酶分子直接结合,调控后者的功能而完成信号转导。酶联受体有几个类型,其中较重要的有酪氨酸激酶受体、酪氨酸激酶结合型受体和鸟苷酸环化酶受体。

【历年真题】

1. 需要依靠细胞内 cAMP 来完成跨膜信号转导的膜受体是
A. G 蛋白偶联受体
B. 离子通道型受体
C. 酪氨酸激酶受体
D. 鸟苷酸环化酶受体
[答案: A] (2/2010)
2. 在神经肌接头的终板膜上,实现跨膜信号转导的方式是
A. 受体 G 蛋白 AC 途径
B. 受体 G 蛋白 PLC 途径
C. 离子通道受体途径

D. 酪氨酸激酶受体途径

[答案: C] (2/2011)

- A. 磷脂酶 A
- B. 磷脂酶 C
- C. 腺苷酸环化酶
- D. 鸟苷酸环化酶

3. 与胞浆中 cAMP 生成有直接关系的 G 蛋白效应器是
4. 与 IP_3 和 DG 生成有直接关系的 G 蛋白效应器是
[答案: C、B] (121, 122/2008)

三、神经和骨骼肌细胞的静息电位和动作电位及其简要的产生机制

考点 8: 静息电位及其产生机制 ★★★

1. 静息电位 是指静息时质膜两侧存在的外正内负的电位差。如规定膜外电位为 0,则膜内电位大都在 $-10 \sim -100mV$ 之间(骨骼肌细胞约 $-90mV$,神经细胞约 $-70mV$,平滑肌细胞约 $-55mV$)。

通常把平稳的静息电位存在时细胞膜电位外正内负的状态称为极化;静息电位增大的过程或状态称为超极化;静息电位减小的过程或状态称为去极化;去极化至零电位后膜电位如进一步变为正值,则称为反极化,膜电位高于零电位的部分称为超射;质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 静息电位仅存在于膜的内、外表面之间。静息形成的基本原因是离子的跨膜扩散。产生离子扩散的条件有两个:一是钠泵的活动,可形成膜内、外离子的浓度差,细胞外 Na^+ 浓度约为细胞内的 10 倍,细胞内 K^+ 浓度约相当于细胞外液的 30 倍;二是静息时膜对某些离子,主要是对 K^+ 具有一定的通透性。

(1) 离子跨膜扩散的驱动力和平衡电位:当某种离子跨膜扩散时,它受到来自浓度差和电位差的双重驱动力,两个驱动力的代数和称为电化学驱动力。当膜电位处于某一离子的平衡电位时,该离子的电化学驱动力为零。每种离子都可以根据它在膜两侧的浓度,利用 Nernst 公式计算出它的平衡电位。在哺乳动物,多数细胞的 K^+ 平衡电位 (E_K) 为 $-90 \sim -100mV$, Na^+ 平衡电位 (E_{Na}) 为 $+50 \sim +70mV$ 。在静息状态下,质膜对各种离子具有不同的通透性,某种离子的平衡电位对静息电位的影响,决定于膜对这种离子的通透性。

(2) 膜对离子的通透性和静息电位的形成:在静息状态下,质膜对 K^+ 的通透性大约是 Na^+ 的 10~100 倍。这使静息电位非常接近 K^+ 平衡电位。但以神经

和骨骼肌为检测对象时,静息电位通常都在 $-70\sim-90\text{mV}$,其负值总是不同程度地小于 K^+ 平衡电位,这是因为膜对 Na^+ 亦有一定的通透性,扩散内流的 Na^+ 可部分抵消由 K^+ 扩散外流所形成的膜内负电位。

(3) 钠泵的生电作用:钠泵除可建立和维持膜两侧的离子浓度差外,还可直接影响静息电位。钠泵每分解一分子ATP,可使3个 Na^+ 排出胞外和2个 K^+ 进入胞内,结果使膜内电位的负值增大(超极化)。

影响静息电位水平的因素有:①细胞外 K^+ 浓度的改变可显著影响静息电位,如细胞外 K^+ 浓度升高将使 E_{K} 的负值减小,导致静息电位相应减小(去极化);②膜对 K^+ 和 Na^+ 的相对通透性可影响静息电位的大小,如果膜对 K^+ 的通透性相对增大,静息电位将增大(更趋向于 E_{K});反之,膜对 Na^+ 的通透性相对增大,则静息电位减小(更趋向于 E_{Na});③钠泵活动的水平也可直接影响静息电位,活动增强将使膜发生一定程度的超极化。

考点9: 动作电位及其产生机制 ★★★

1. 动作电位 指细胞受到刺激而兴奋时,细胞膜在原来静息电位的基础上发生的一次迅速而短暂的、可向周围扩布的电位波动。不同细胞动作电位的形状和持续时间不同。

神经纤维的动作电位由锋电位和其后的后电位组成。锋电位具有动作电位的主要特征,是动作电位的标志。神经纤维的动作电位是脉冲样的电位,故也称为神经冲动。上升(去极)和下降(复极)都很快,约持续 1ms ,峰的高度从 $-70\sim+50\text{mV}$ (0mV 以上的部分称为超射)。

后电位是低幅缓慢的电位变化,包括两个成分。前面的是负后电位(后去极化,即膜电位的负值仍低于静息电位),后面的是正后电位(后超极化,即膜电位的负值大于静息电位)。

动作电位的两个重要特性:①“全或无”特性:刺激强度达到阈值后即可触发动作电位,且其幅度立即达到该细胞动作电位的最大值,也不会因刺激强度的增大而随之增大。②可传播性:动作电位产生后,并不局限于受刺激局部,而是沿质膜迅速向周围传播,直至整个细胞都依次产生一次动作电位,而且其幅度和波形始终保持不变。

2. 动作电位产生的机制 在静息状态时,细胞膜外 Na^+ 浓度大于膜内, Na^+ 有向膜内扩散的趋势,但由于静息时膜上的钠通道基本不开放, Na^+ 不可能大量内流。

动作电位开始时,膜上的钠通道突然大量开放, Na^+ 迅速大量内流,以至膜内负电位因正电荷的增加而迅速消失。由于膜外高 Na^+ 所形成的浓度势能,使得 Na^+ 在膜内负电位减小到零电位时仍可继续内移,进而出现正电位,直至膜内正电位增大到足以阻止由浓度差所引起的 Na^+ 内流时(即 E_{Na} 时,按Nernst公式计算 $E_{\text{Na}}=+50\sim+70\text{mV}$),膜才对 Na^+ 的净通量为零,达到了顶点。故锋电位的上升支约由 -70mV 上升至 $+50\text{mV}$,共计约 120mV 。但是膜内电位并不停留在正电位状态,很快,膜对 Na^+ 变为不通透(钠通道失活),而对 K^+ 的通透性增加(钾通道开放),于是膜内 K^+ 在浓度差和电位差的驱使下外流,使膜内电位由正值又向负值发展,出现锋电位的下降支。以后再逐渐恢复到静息电位水平。

【历年真题】

- 与Nernst公式计算所得相比,实际测得的神经细胞静息电位值
 - 恰等于 K^+ 平衡电位
 - 恰等于 Na^+ 平衡电位
 - 接近于 Na^+ 平衡电位
 - 接近于 K^+ 平衡电位
 [答案: D] (3/2011)
- 神经细胞膜上钠泵活动受抑制时,可导致的变化是
 - 静息电位绝对值减小,动作电位幅度增大
 - 静息电位绝对值增大,动作电位幅度减小
 - 静息电位绝对值和动作电位幅度均减小
 - 静息电位绝对值和动作电位幅度均增大
 [答案: C] (2/2009)
- 神经细胞在兴奋过程中, Na^+ 内流和 K^+ 外流的量取决于
 - 各自平衡电位
 - 细胞的阈电位
 - 钠泵活动程度
 - 所给刺激强度
 [答案: A] (2/2008)
- 下列关于电压门控 Na^+ 通道与 K^+ 通道共同点的叙述,错误的是
 - 都有开放状态
 - 都有关闭状态
 - 都有激活状态
 - 都有失活状态
 [答案: D] (3/2007)
- 细胞膜内、外,正常的 Na^+ 和 K^+ 浓度的维持主

要是由于

- A. 膜在安静时对 K^+ 的通透性高
- B. 膜在兴奋时对 Na^+ 的通透性增加
- C. Na^+ 、 K^+ 易化扩散的结果
- D. 膜上 Na^+-K^+ 泵的作用
- E. 膜上 ATP 的作用

[答案: D] (1/1996, 3/1998, 2/2004)

6. 神经纤维安静时, 下面说法错误的是

- A. 跨膜电位梯度和 Na^+ 的浓度梯度方向相同
- B. 跨膜电位梯度和 Cl^- 的浓度梯度方向相同
- C. 跨膜电位梯度和 K^+ 的浓度梯度方向相同
- D. 跨膜电位梯度阻碍 K^+ 外流
- E. 跨膜电位梯度阻碍 Na^+ 外流

[答案: C] (2/2001)

7. 细胞外液 K^+ 浓度明显降低时, 将引起

- A. Na^+-K^+ 泵向胞外转运 Na^+ 增多
- B. 膜电位负值减小
- C. 膜的 K^+ 电导增大
- D. Na^+ 内流的驱动力增加
- E. K^+ 平衡电位的负值减小

[答案: D] (3/2001)

- A. Na^+
- B. K^+
- C. Ca^{2+}
- D. Cl^-

8. 当神经细胞处于静息电位时, 电化学驱动力最小的离子是

9. 当神经细胞处于静息电位时, 电化学驱动力最大的离子是

[答案: B、C] (121, 122/2010)

10. 用哇巴因抑制钠泵活动后, 细胞功能发生的变化有 (X 型题)

- A. 静息电位绝对值减小
- B. 动作电位幅度降低
- C. Na^+-Ca^{2+} 交换增加
- D. 胞质渗透压升高

[答案: ABD] (151/2008)

四、刺激和阈刺激, 可兴奋细胞 (或组织)、组织的兴奋、兴奋性及兴奋后兴奋性的变化

☞ 考点 10: 刺激和阈刺激 ★★

刺激是指细胞所处环境因素的变化。任何能量形式的理化因素的改变都可能构成对细胞的刺激。

在实验室最常用的是电刺激。刺激有三个参数: 强度、持续时间, 以及强度对时间的变化率。在实际测量中, 常固定刺激作用的持续时间, 以波幅表示刺激强度。在此条件下, 刚能引起细胞产生兴奋所需的最小刺激强度, 称为阈强度; 相当于阈强度的刺激称为阈刺激。

☞ 考点 11: 兴奋、兴奋性和可兴奋细胞 (或组织) ★★★

1. 兴奋 指活组织或细胞对刺激产生反应的过程。动作电位或锋电位的产生是细胞兴奋的标志。由于动作电位也称为神经冲动, 因此, 兴奋、动作电位和神经冲动三者是同义语。

2. 兴奋性 是指可兴奋细胞感受刺激后产生动作电位的能力。

3. 可兴奋细胞 (或组织) 凡在受刺激后能产生动作电位的细胞, 称为可兴奋细胞。一般认为, 神经细胞、肌细胞和腺细胞都属于可兴奋细胞。

☞ 考点 12: 兴奋后兴奋性的变化 ★★★

哺乳动物的粗大神经纤维一次兴奋后兴奋性的变化

分期	与动作电位的对应关系	兴奋性	可能机制
绝对不应期	锋电位	降至零	钠通道开放后就完全失活, 不能立即再次被激活
相对不应期	负后电位前期	逐渐恢复	钠通道部分恢复
超常期	负后电位后期	高于正常	钠通道大部分恢复, 膜电位与阈电位差距小
低常期	正后电位	低于正常	膜电位超极化, 与阈电位差距大

☞ 考点 13: 电紧张电位和局部电位 ★★

当去极化的刺激很弱时, 钠通道并未被激活, 仅在膜的局部产生电紧张电位; 当给予稍大的去极化刺激时, 可引起部分钠通道激活和内向离子电流, 使膜在电紧张电位的基础上进一步去极化, 但此时膜的去极化可增加 K^+ 的外向驱动力, 且外向 K^+ 电流大于内向 Na^+ 电流, 遂使膜电位又复极到静息电位水平, 如此形成的膜电位波动称为局部电位。

去极化的局部电位多是由于去极化电紧张电位和少量离子通道开放产生的主动反应叠加而形成的。局部电位中尽管包含一部分细胞的主动反应, 但它仍具有电紧张电位的电学特征。表现为: ①其幅度

与刺激强度相关,因而不具有全或无的特征;②只在局部形成向周围逐渐衰减的电紧张扩布,而不能像动作电位一样沿细胞膜进行不衰减的传播;③没有不应期,可以发生空间总和及时间总和。

【历年真题】

1. 外加刺激引起细胞兴奋的必要条件是

- A. 刺激达到一定的强度
- B. 刺激达到一定的持续时间
- C. 膜去极化达到阈电位
- D. 局部兴奋必须发生总和

[答案: C] (3/2010)

2. 与低常期相对应的动作电位时相是

- A. 锋电位升支
- B. 锋电位降支
- C. 正后电位
- D. 负后电位

[答案: C] (2/2007)

3. 可兴奋细胞兴奋的共同标志是

- A. 反射活动
- B. 肌肉收缩
- C. 腺体分泌
- D. 神经冲动
- E. 动作电位

[答案: E] (2/2002)

4. 神经纤维上前后两次兴奋,后一次兴奋最早可出现于前一次兴奋后的

- A. 绝对不应期
- B. 相对不应期
- C. 超常期
- D. 低常期
- E. 低常期结束后

[答案: B] (3/2002)

5. 组织兴奋后处于绝对不应期时,其兴奋性为

- A. 无限大
- B. 大于正常
- C. 等于正常
- D. 小于正常
- E. 零

[答案: E] (3/2006)

6. 局部电位的特点是 (X 型题)

- A. 没有不应期
- B. 有“全或无”现象
- C. 可以总和
- D. 传导较慢

[答案: AC] (129/2003)

五、动作电位(或兴奋)的引起和它在同一细胞上的传导

考点 14: 阈电位和动作电位的引起 ★★★

刺激能否引起组织兴奋,取决于刺激能否使该组织细胞的静息电位去极化达到某一临界值。一旦去极化达到这一临界值时,细胞膜上的电压门控 Na^+ 通道大量被激活,膜对 Na^+ 的通透性突然增大, Na^+ 大量内流,造成膜的进一步去极化,而膜的进一步去极化又导致更多的 Na^+ 通道开放,这种正反馈式的相互促进,使膜迅速、自动地去极化,直至达到 Na^+ 平衡电位水平,这个过程才停止,从而形成了动作电位的上升支。这种能使细胞膜去极化达到产生动作电位的临界膜电位值,称为阈电位。一般可兴奋细胞的阈电位,要比它们的静息电位小 $10\sim 20\text{mV}$ 。

所谓阈强度,是指能使膜的静息电位降低到阈电位而爆发动作电位的最小刺激强度。比阈强度弱的刺激称为阈下刺激。阈下刺激只能引起低于阈电位的局部去极化(即局部兴奋),而不能产生动作电位。当刺激强度超过阈值后,动作电位的上升速度和所能达到的最大值,就不再依赖于所给刺激的大小了。只要产生动作电位,幅度就相等(在神经纤维和肌纤维约接近 Na^+ 平衡电位)。这就是动作电位的“全或无”现象。

考点 15: 动作电位的传导 ★★★

细胞膜某一部分产生的动作电位可沿细胞膜不衰减地传播至整个细胞。在动作电位的发生部位,细胞膜外侧的电位较邻接静息部位的为负,而膜内则相对较正;由于这种电位差的存在,在动作电位的发生部位和邻接的静息部位之间便产生局部电流。这个局部电流在动作电位邻接的静息部位首先形成电紧张电位,并在电紧张电位达到阈电位的细胞膜上引起动作电位。如此,动作电位便通过局部电流沿细胞膜传导。实际上,动作电位的传导是一个由电紧张电位引起的沿细胞膜不断产生新动作电位的扩布过程,这是它的幅度在长距离传导中不衰减的原因。

在有髓神经纤维,局部电流仅在郎飞结之间发生,即在发生动作电位的郎飞结与静息的郎飞结之间产生。这种传导方式称为跳跃式传导。髓鞘不仅能提高神经纤维的传导速度,还能减少能量消耗。因为动作电位只发生在郎飞结,因而传导过程中跨膜流入和流出的离子将减少,它们经主动转运返回时所消耗的能量也将减少。

【历年真题】

1. 能以不衰减的形式沿可兴奋细胞膜传导的电活动是

- A. 静息膜电位
- B. 锋电位
- C. 终板电位
- D. 感受器电位
- E. 突触后电位

[答案: B] (3/2005)

2. 动作电位的“全或无”特点表现在 (X 型题)

- A. 刺激太小时不能引发
- B. 一旦产生即达到最大
- C. 不衰减性传导
- D. 兴奋节律不变

[答案: ABC] (139/2002)

六、神经-骨骼肌接头处的兴奋传递

☞ 考点 16: 传递过程 ★★

神经冲动沿轴突传导到神经末梢→接头前膜去极化→电压门控 Ca^{2+} 通道开放→ Ca^{2+} 内流→ACh (乙酰胆碱) 释放→通过接头间隙扩散到终板膜→与终板膜化学门控通道分子 (ACh 受体) 结合→终板膜处 Na^{+} 内流大于 K^{+} 外流→终板电位→使周围肌细胞膜去极化达到阈电位→肌细胞膜产生动作电位。

正常情况下, 神经-骨骼肌接头处的兴奋传递通常是 1 对 1 的, 亦即运动纤维每有一次神经冲动到达末梢, 都能“可靠地”使肌细胞兴奋一次, 诱发一次收缩。ACh 在刺激终板膜产生终板电位的同时, 可被终板膜表面的胆碱酯酶迅速分解, 故终板电位的持续时间是短暂的。

☞ 考点 17: 传递特点 ★★★

1. 化学传递 是通过神经末梢释放乙酰胆碱这种化学物质进行的。

2. 单向传递 兴奋只能由运动神经末梢传向肌肉, 而不能作相反方向的传递。

3. 时间延搁 兴奋通过神经-骨骼肌接头处至少需要 0.5~1.0s, 比兴奋在同一细胞上传导同样距离的时间要长得多, 因为神经-骨骼肌接头处的传递过程包括乙酰胆碱的释放、扩散以及与接头后膜上通道蛋白质分子的结合等, 均需花费一定的时间。

4. 易受药物或其他环境因素如细胞外液的 pH、温度、药物和细菌毒素等的影响。

【历年真题】

1. 微终板电位产生的原因是

- A. 运动神经末梢释放一个递质分子引起的终板膜电活动
- B. 肌接头后膜上单个受体离子通道开放
- C. 单囊泡递质自发释放引起终板膜多个离子通道开放
- D. 神经末梢单个动作电位引起终板膜多个离子通道开放

[答案: C]

2. 在神经骨骼肌接头完成信息传递后, 能消除接头处神经递质的酶是

- A. Na^{+} - K^{+} ATP 酶
- B. 乙酰胆碱酯酶
- C. 腺苷酸环化酶
- D. 磷酸二酯酶

[答案: B] (3/2009)

3. 当神经冲动到达运动神经末梢时, 可引起接头前膜

- A. Na^{+} 通道关闭
- B. Ca^{2+} 通道开放
- C. K^{+} 通道关闭
- D. Cl^{-} 通道开放
- E. Ca^{2+} 通道关闭

[答案: B] (4/2006)

4. 下列有关神经-肌肉接点处终板膜上离子通道的叙述, 错误的是

- A. 对 Na^{+} 和 K^{+} 均有选择性
- B. 当终板膜去极化时打开
- C. 开放时产生终板电位
- D. 是 N-ACh 受体通道
- E. 受体和通道是一个大分子

[答案: B] (5/2001)

5. 在神经纤维, Na^{+} 通道失活的时间在

- A. 动作电位的上升相
- B. 动作电位的下降相
- C. 动作电位超射时
- D. 绝对不应期
- E. 相对不应期

[答案: B] (4/2001)

七、横纹肌的收缩机制、兴奋-收缩偶联和影响收缩效能的因素

☞ 考点 18: 骨骼肌的收缩 ★★★

1. 肌肉收缩的机制 肌丝滑行理论: 横纹肌的收缩是由构成肌原纤维的粗、细肌丝在肌小节内相互滑行导致肌小节变短, 在此过程中肌丝本身的长度不发生变化。安静时, 细肌丝上的与粗肌丝横桥

相结合位点被原肌球蛋白遮挡,粗肌丝的横桥不能与之结合。当细胞中 Ca^{2+} 浓度上升时, Ca^{2+} 与细肌丝上的肌钙蛋白结合,使原肌球蛋白分子发生变构,将细肌丝上的结合位点暴露出来,横桥得以与其结合,进而发生摆动、复位、再结合……形成肌丝滑行(通过横桥分解 ATP),导致肌肉缩短。当胞质中 Ca^{2+} 浓度升高,可激活钙泵,通过主动转运将胞质内的 Ca^{2+} 转运至肌浆网中,导致 Ca^{2+} 与肌钙蛋白分离,肌肉舒张。

2. 兴奋-收缩偶联 将肌细胞的电兴奋和机械收缩联系起来的中介机制,基本过程包括:①肌膜上的动作电位沿肌膜和 T 管膜传播,同时激活 T 管膜和肌膜上的 L 型钙通道;②激活的 L 型钙通道通过变构作用(在骨骼肌)或内流的 Ca^{2+} (在心肌)激活连接肌质网(JSR)膜上的 ryanodine 受体(RYR),RYR 是一种钙释放通道,它的激活使 JSR 内的 Ca^{2+} 释放入胞质,胞质内的 Ca^{2+} 浓度由静息时 $0.1\mu\text{mol/L}$ 的水平升高至 $1\sim 10\mu\text{mol/L}$;③胞质内 Ca^{2+} 浓度的升高促使肌钙蛋白 C(TnC)与 Ca^{2+} 结合并引发肌肉收缩;④胞质内 Ca^{2+} 浓度升高的同时,激活纵行肌质网(LSR)膜上的钙泵,钙泵将胞质中的 Ca^{2+} 回收入肌质网,遂使胞质中 Ca^{2+} 浓度降低,肌肉舒张。

考点 19: 影响骨骼肌收缩效能的因素 ★★★

1. 前负荷 指肌肉收缩前承受的负荷。前负荷决定了肌肉在收缩前的长度,即肌肉的初长度。肌肉收缩存在一个最适初长度,在这一长度时肌肉收缩可以产生最大的主动张力。初长度不同产生张力不同的原因,主要与肌节的初长度有关。最适初长度时肌节的长度为 $2.0\sim 2.2\mu\text{m}$,在这种肌节长度时,粗、细肌丝处于最适重叠状态,所以肌肉等长收缩时产生的主动张力可达最大值。最适初长度也即最适前负荷。

2. 后负荷 指肌肉收缩时所承受的负荷。肌肉收缩时产生的张力总是与后负荷大小相等。随着后负荷的增加(肌肉收缩张力增加),肌肉缩短速度减小。当后负荷为 0 时,肌肉缩短可达最大速度($V_{\max}$);而当后负荷增大到使肌肉不能缩短时,肌肉可产生最大等长收缩张力(P_0)。肌肉缩短速度是与横桥周期(横桥与其结合位点一次结合、摆动、复位完成的时间)的长短有关的。

3. 肌肉收缩能力 指与负荷无关的、决定肌肉收缩效能的内在特性。肌肉收缩能力提高后,收缩

时产生的张力和(或)缩短的程度,以及产生张力和缩短的速度都会提高。这种内在的特性主要取决于兴奋-收缩偶联过程中胞质内 Ca^{2+} 浓度的变化、肌球蛋白的 ATP 酶活性、细胞内各种蛋白及其亚型的表达水平等。

4. 收缩的总和 通过收缩的总和,骨骼肌可快速调节其收缩强度。它有两种形式,即运动单位数量的总和与频率效应的总和。

(1) 一个脊髓前角运动神经元及其轴突分支所支配的全部肌纤维,称为一个运动单位。弱收缩时,仅有少量的和较小的运动单位发生收缩;随着收缩的加强,可有越来越多和越来越大的运动单位参加收缩,产生的张力也随之增加。

(2) 运动神经元发放冲动的频率同样会影响骨骼肌的收缩形式和收缩强度。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。在一次单收缩中,动作电位时程(相当于绝对不应期)仅 $2\sim 4\text{ms}$,而收缩过程可达几十甚至几百毫秒,因而骨骼肌有可能在机械收缩过程中接受新的刺激并发生新的兴奋和收缩。新的收缩过程可与上次尚未结束的收缩过程发生总和。当骨骼肌受到频率较高的连续刺激时,可出现以这种总和过程为基础的强直收缩。如果刺激频率相对较低,总和过程发生于前一次收缩过程的舒张期,将出现不完全性强直收缩;如提高刺激频率,使总和过程发生在前一次收缩过程的收缩期,就会出现完全性强直收缩。

【历年真题】

1. 与粗肌丝横桥头部结合,引起肌小节缩短的蛋白质是

- A. 肌球蛋白
- B. 肌动蛋白
- C. 原肌球蛋白
- D. 肌钙蛋白

[答案: B] (3/2012)

2. 能使骨骼肌发生完全强直收缩的刺激条件是

- A. 足够强度的单个阈刺激
- B. 足够持续时间的单个阈刺激
- C. 间隔小于收缩期的一串阈刺激
- D. 间隔大于收缩期的一串阈刺激

[答案: C] (3/2008)

- A. 肌球蛋白
- B. 肌动蛋白
- C. 肌钙蛋白