

1999年研究生入学考试 西医综合科目复习指南

主编 于吉人



人大版考研

中国人民大学出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

1999 年研究生入学考试西医综合科目复习指南/于吉人主编.
北京: 中国人民大学出版社, 1999.0

ISBN 7-300-02623-0/G·414

I. 研...

II. 于...

III. 现代医药学-研究生-入学考试-自学参考资料

IV. R.4

1999 年研究生入学考试西医综合科目复习指南

主 编 于吉人

出版发行: 中国人民大学出版社

(北京海淀路 157 号 邮编 100080)

经 销: 新华书店

印 刷: 北京市东晓印刷厂

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 34.5

1998 年 7 月第 1 版 1998 年 7 月第 1 次印刷

字数: 1 000 000

定价: 35.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

前 言

《研究生入学考试西医综合科目复习指南》(简称指南),系根据中华人民共和国国家教育委员会(现教育部)制定的《1998年全国硕士研究生入学考试医学综合科目考试大纲(西医)》编写的。为便于考生在较短时间内集中精力复习和掌握西医综合科目中生理学、生物化学、病理学、内科学和外科学的主要内容,本指南用比较多的篇幅编写了上述各科的重点、难点,基本涵盖了各科的主要内容,力求系统、重点突出。为方便考生建立正确的概念,生理学和病理学的专有名词及其解释专门列出,这也有利于对现行试题题型的应试准备。

为使考生训练和积累足够的应试经验和技巧,本指南在各科重点、难点内容之后编写了大量试题。生理学和病理学的试题在每一章之后;其他各科,因为每一科的内容长短不一,有的在每一篇之后,有的在数章之后。这样安排便利考生先后查对、翻阅。本指南最后附上几套全真模拟试题及1998年硕士研究生入学考试西医综合科目试卷及答案,以帮助考生进行考前训练。

需要说明的是本书的题量相当大,目的是帮助考生提高思维和解题的能力,况且本指南所写诸题难免有斟酌不当、理解错误之处,故考生绝不可以本指南所写试题做为猜题、押题的依据。

限于编者的水平、经验和时间,本指南成书仓促,难免有疏漏和错误,欢迎考生指正、批评。

于吉人

1998年4月于北京

目 录

I 生理学	1
第一章 绪论	1
第二章 细胞的基本功能	6
第三章 血液	18
第四章 血液循环	28
第五章 呼吸	42
第六章 消化和吸收	50
第七章 能量代谢与体温	60
第八章 泌尿	66
第九章 内分泌	77
第十章 生殖	85
第十一章 神经系统	91
第十二章 感觉器官	109
II 生物化学	117
第一篇 生物大分子的结构和功能	117
第一章 氨基酸和蛋白质	117
第二章 核酸的结构与功能	120
第三章 酶	123
第四章 维生素	126
第二篇 物质代谢与调节	138
第一章 糖代谢	138
第二章 脂类代谢	142
第三章 氨基酸代谢	145
第四章 核苷酸代谢	147
第五章 生物氧化	149
第六章 物质代谢的调节	151
第三篇 遗传信息的传递	164
第一章 DNA 的生物合成——复制	164
第二章 RNA 的生物合成——转录	166
第三章 蛋白质的生物合成——翻译	168
第四章 遗传工程的基本概念	172
第五章 基因工程基本过程	173

第四篇 器官和组织生物化学	183
第一章 血浆蛋白质	183
第二章 成熟红细胞代谢特点	184
第三章 影响血红蛋白携氧能力的因素	185
第四章 胆汁酸盐的合成原料和代谢产物	186
第五章 血红素代谢	187
第六章 肝脏生物化学	188
第七章 钙磷代谢	190
III 病理学	197
第一章 细胞和组织的损伤	197
第二章 损伤的修复	202
第三章 局部血液及体液循环障碍	206
第四章 炎症	211
第五章 肿瘤	215
第六章 心血管疾病	222
第七章 呼吸系统疾病	229
第八章 消化系统疾病	236
第九章 淋巴系统疾病	244
第十章 泌尿系统疾病	250
第十一章 生殖系统疾病	254
第十二章 神经内分泌系统疾病	259
第十三章 传染病与寄生虫病	263
IV 内科学	269
第一篇 循环系统疾病	269
第一章 心功能不全	269
第二章 心律失常	273
第三章 心脏瓣膜病	277
第四章 冠心病	282
第五章 高血压病	287
第六章 心肌疾病	291
第七章 急性心包炎	294
第八章 感染性心内膜炎	297
第二篇 呼吸系统疾病	300
第一章 慢性支气管炎和阻塞性肺气肿	300
第二章 支气管扩张症和肺脓肿	304
第三章 慢性肺源性心脏病和呼吸衰竭	307
第四章 支气管哮喘	312
第五章 肺炎	316

第六章	肺结核	321
第七章	结核性胸膜炎和气胸	323
第三篇	消化系统疾病	327
第一章	胃部疾病	327
第二章	肠部疾病	332
第三章	肝、胆、胰疾病	338
第四篇	泌尿系统疾病	346
第一章	总论、肾小球疾病	346
第二章	肾盂肾炎、肾功能不全	353
第五篇	造血系统疾病	359
第一章	贫血	359
第二章	白血病、血小板减少性紫癜	367
第六篇	内分泌、代谢系统疾病	374
第一章	内分泌疾病	374
第二章	糖尿病	383
第七篇	理化因素所致疾病	390
V	外科学	395
第一篇	外科总论	395
第一章	无菌术	395
第二章	水、电解质代谢和酸碱平衡失调	396
第三章	输血	399
第四章	外科休克	400
第五章	多系统器官衰竭	403
第六章	手术前准备和手术后处理	405
第七章	外科营养	408
第八章	外科感染	409
第九章	创伤	413
第十章	烧伤	415
第十一章	肿瘤	417
第二篇	麻醉与复苏	430
第一章	麻醉前准备内容	430
第二章	常用的神经阻滞麻醉及蛛网膜下腔麻醉	431
第三章	心肺复苏	433
第三篇	普通外科	436
第一章	颈部疾病	436
第二章	乳房疾病	438
第三章	腹外疝	444
第四章	腹部损伤	447

第五章	急性化脓性腹膜炎	448
第六章	胃、十二指肠病	453
第七章	肠疾病	456
第八章	阑尾炎	459
第九章	直肠肛管疾病	461
第十章	肝脏疾病及门静脉高压症	469
第十一章	胆道疾病	472
第十二章	胰腺疾病	474
第十三章	周围血管疾病	480
第四篇	骨科	484
第一章	骨折	484
第二章	手外伤的处理原则	487
第三章	关节脱位	488
第四章	运动系统慢性损伤	490
第五章	腰腿痛及颈肩痛	491
第六章	骨与关节化脓性感染	493
第七章	骨与关节结核	495
第八章	常见的良性及恶性骨肿瘤	496
第九章	运动系统常见畸形	498
VI	全真模拟试题	507
	全真模拟试题(一)	507
	全真模拟试题(二)	516
	试题(一)参考答案	526
	试题(二)参考答案	527
VII	1998年全国攻读硕士学位研究生入学考试西医综合科目试卷	529
VII	1998年全国攻读硕士学位研究生入学考试西医综合科目试题答案	541

I 生理学

第一章 绪 论

重点、难点解析

一、生命活动的基本特征

生命活动的基本特征是新陈代谢、兴奋性和生殖。有时也把适应性包括在内。

1. 新陈代谢 生物体不断地重新建造自身的结构, 同时又不破坏自身已衰老的结构, 与环境之间不断进行物质交换和能量交换, 以实现自我更新, 这一过程称为新陈代谢。新陈代谢包括合成代谢和分解代谢。新陈代谢实际上包含着同时相伴进行的物质代谢和能量代谢。

2. 兴奋性 刺激是指能引起组织细胞和生物体反应的内外环境的变化。细胞或生物体感受刺激后所发生的一切变化称为反应。活细胞或组织对外界刺激具有反应的能力或特性称为兴奋性。在近代生理学中, 兴奋性被理解为细胞在接受刺激时产生动作电位的能力, 而兴奋一词就成为产生动作电位的过程或动作电位的同义语。

3. 生殖 生物体生长发育到一定阶段, 能够产生与自己相似的个体, 这种功能称为生殖。

4. 适应性 机体根据外环境变化而调整体内各部分活动使之相协调的功能称为适应性。可进一步分为行为适应和生理适应。行为适应有躯体活动的改变, 如受到伤害性刺激时出现的躲避反应。生理适应是指机体内部的协调性反应, 如人在高原低氧环境中较长时间生活时, 血液中的红细胞和血红蛋白含量均增加, 以增强运输氧的能力。

二、内环境与稳态

1. 体液 体内的水分及溶解于其中的溶质, 总称为体液。分布于细胞内者称为细胞内液; 分布于细胞外者称为细胞外液, 其中 $1/4$ 为血浆, $3/4$ 为组织液。

2. 内环境与稳态

(1) 内环境的概念 生物体所直接接触的环境称为外环境。体内绝大部分细胞并不与外环境直接接触, 它们所生存的环境称为内环境, 它主要由组织液和血浆组成。内环境直接为细胞提供必要的物理和化学条件、营养物质, 并接受来自细胞的代谢尾产物。

(2) 稳态 内环境理化性质维持相对恒定的状态, 称为稳态。它是一种动态平衡。细胞的正常代谢活动需要稳态, 而代谢活动本身又经常破坏稳态, 生命活动正是在稳态不断破坏和不断恢复的过程中维持和进行。

三、生物体功能的调节

外界环境发生变化时, 机体总要随外环境的条件变化而发生相应的变化, 以实现机体与环境的协调统一。要进行这种相应的变化, 机体一方面调节运动系统以完成一定的动作 (例如环境温度升高时逃离高温环境), 另一方面则是调节内脏活动 (如高温环境下汗腺分泌、呼吸循环加快), 而这些调节由机体的三种调节机制来完成, 即神经调节、体液调节和自身调节。

1. 神经调节 神经调节是指通过神经系统的活动, 对生物体的功能所进行的调节。其基本调节方式是反射。所谓反射是指生物体在中枢神经系统的参与下对刺激发生的规律性反应。反射的结构基

基础是反射弧，它由五个基本环节组成，即感受器、传入神经、中枢、传出神经、效应器。感受器是接受刺激的器官，神经冲动经传入神经传入中枢，神经中枢将传入的信息进行分析、综合后，指令以神经冲动的形式经传出神经传至效应器，效应器是产生反应的器官。反射活动的完成有赖于反射弧结构和功能的完整，反射弧中任何一个环节被破坏，反射活动都将消失。

反射可分为非条件反射和条件反射。非条件反射是先天遗传的，其反射弧是固定的，终生不变。例如，食物入口的唾液分泌反射。条件反射则是后天获得的，是个体在生活过程中按照其生活条件而建立起来的。

神经调节是生物体机能调节的主要方式，其反应自动化、快速而准确，但持续时间较为短暂。

2. 体液调节 体液调节是指机体某些细胞（内分泌细胞）产生某些特殊的化学物质（激素、代谢产物），借助于体液途径（血液、组织液、淋巴液）的运输，到达全身各器官组织或某一器官组织，从而引起这些器官组织的某些特殊反应。

体液调节和神经调节关系十分密切。很多内分泌腺本身直接或间接地受到神经系统的调节，在这种条件下，体液调节是神经调节的一个传出环节，是反射传出通道的延伸，这种情况称为神经-体液调节。如交感神经兴奋时，除交感神经的直接效应外，还通过引起肾上腺髓质激素的分泌，共同参与心血管的调节。但神经起主导作用。

除激素外，某些细胞产生的一些化学物质，虽不能随血液到身体其它部位，但可在局部组织内扩散，改变邻近细胞的活动。这种调节可看作是局部性体液调节，或称为旁分泌调节。

体液调节的特点是反应速度较慢、不够精确，但作用广泛而持久。

3. 自身调节 自身调节是指组织和细胞在不依赖于外来神经和体液调节的情况下，自身对刺激发生的适应性反应过程。例如离体灌流实验发现，心肌收缩力在一定范围内与收缩前心肌纤维长度成正比，即收缩前心肌纤维愈长，收缩时产生的张力愈大。它的特点是涉及范围较小，只限于该器官、组织和细胞，幅度小，也不十分灵敏，但在某些情况下，同样具有重要意义。

四、生理功能的调节控制

生物体功能的调节具有自动控制的特征。自动控制系统的的基本特点是，控制部分与受控部分之间存在着双向的信息联系。由控制部分送到受控部分的信息称为控制信息，由受控部分送回到控制部分的信息称为反馈信息。由被控部分向控制部分发送反馈信息、并对控制部分的功能状态施加影响，称为反馈。根据反馈后的效应，可将反馈分为正反馈、负反馈和前馈三类。

凡是反馈信息与控制信息的作用性质相反的反馈，称为负反馈，起纠正、减弱控制信息的作用。负反馈在体内大量存在，是维持稳态的重要调节形式。凡是反馈信息与控制信息的作用性质相同的反馈，称为正反馈，起加强控制信息的作用，它适于调节那些发动后需要尽快结束的生理过程，如血液凝固、排尿、分娩等。检测装置在检测到干扰信息后发出前馈信息，作用控制系统，调整控制信息以对抗干扰信息对控制系统的作用，从而使输出变量保持稳定。

名 词 解 释

1. 反应 细胞或生物体感受刺激后所发生的一切变化称为反应。
2. 兴奋性 指细胞或生物体具有对刺激发生反应的能力或特性。
3. 可兴奋组织 神经、肌肉、腺体三种组织均能在接受刺激后迅速产生特殊生物电反应而被称为可兴奋组织。
4. 稳态 内环境理化性质维持相对恒定的状态，称为稳态。
5. 反射 指生物体在中枢神经系统参与下对刺激产生的规律性反应。
6. 负反馈 凡是反馈信息与控制信息的作用性质相反的反馈，称为负反馈，起纠正、减弱控制

信息的作用。

7. 正反馈 凡是反馈信息与控制信息的作用性质相同的反馈,称为正反馈,起加强控制信息的作用。

8. 内环境 指细胞生存的环境,主要由组织液和血浆组成。

9. 神经调节 指通过神经系统的活动、对生物体各组织、器官、系统所进行的调节。

10. 体液调节 体内产生的一些化学物质(激素、代谢产物)通过体液途径(血液、组织液、淋巴液)对机体某些系统、器官、组织或细胞的功能起到调节作用。

强 化 训 练

一、A型题

- 维持内环境稳态的重要调节方式是
A. 体液性调节 B. 自身调节 C. 正反馈调节 D. 负反馈调节 E. 前馈
- 生物体内环境稳态是指
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. 细胞内液和细胞外液理化性质在一定范围内波动
- 神经调节的基本方式是
A. 反射 B. 反应 C. 神经冲动 D. 正反馈调节 E. 负反馈调节
- 将神经调节和体液调节相比较,下述哪项是错误的?
A. 神经调节发生快 B. 神经调节持续时间短 C. 神经调节的范围比较广
D. 神经调节是通过反射实现的 E. 神经调节持续时间较长
- 下列生理过程中,属于负反馈调节的是
A. 排尿反射 B. 减压反射 C. 分娩 D. 血液凝固 E. 以上都不是
- 下列生理过程中,属于正反馈调节的是
A. 减压反射 B. 排尿反射 C. 体温调节 D. 血糖浓度的调节
E. 心室异长自身调节
- 可兴奋细胞兴奋时,共有的特征是产生
A. 收缩反应 B. 分泌 C. 局部电位 D. 动作电位 E. 离子运动
- 可兴奋细胞包括
A. 神经细胞、肌细胞 B. 神经细胞、腺细胞 C. 神经细胞、肌细胞、腺细胞
D. 神经细胞、肌细胞、骨细胞 E. 神经细胞、肌细胞、脂肪细胞
- 反馈信息是指
A. 控制部分发出的信息 B. 控制部分接受的信息 C. 受控变量的改动情况
D. 调定点的改变 E. 中枢的紧张性
- 下面关于前馈的描述,错误的是
A. 前馈信息作用于控制系统,调整控制信息 B. 对抗干扰信息对控制信息的作用
C. 预先检测干扰 D. 超前洞察动因,及时作出适应性反应
E. 条件反射活动与前馈控制系统无关

二、B型题

- A. 感受器 B. 传入神经 C. 中枢 D. 传出神经 E. 效应器
11. 皮肤粘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
 - 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

三、C型题

19. 血浆属于
 - A. 机体的外环境
 - B. 机体的内环境
 - C. 两者都是
 - D. 两者都不是
20. 组织液属于
21. 胃肠道内的液体属于
22. 细胞内液属于
 - A. 反射
 - B. 适应
 - C. 两者都是
 - D. 两者都不是
23. 进入高温环境后开始出汗
24. 食物进入口腔后胃液分泌增加
25. 高原居民血液中血红蛋白含量高
 - A. 条件反射
 - B. 非条件反射
 - C. 二者都是
 - D. 二者都不是
26. 听到开饭铃声时产生胃液的反应, 属于
27. 回心血量增加使心肌收缩力增强, 属于
28. 痛刺激引起肢体回缩, 这是

四、X型题

29. 下列哪些是正反馈的特点
 - A. 维持机体的稳态
 - B. 使生理过程一旦发动起来, 就逐步加强、加速、直至完成
 - C. 所控制的过程是不可逆的
 - D. 分娩过程是正反馈控制的例子
30. 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. 调节的效果是保持生理功能的稳定
31. 下述情况中, 属于自身调节的是
 - A. 平均动脉压在一定范围内升降时, 肾血流量相对稳定
 - B. 全身动脉压升高时, 减压反射引起血压下降至原初水平
 - C. 在一定范围内, 心肌纤维初长度越长, 收缩强度越大
 - D. 血糖升高时, 胰岛素分泌增加反过来降低血糖
32. 体液调节的特点是
 - A. 只有通过血液起作用
 - B. 作用范围广、持续时间久
 - C. 反应速度慢
 - D. 反应准确
33. 以下哪些是关于稳态的正确描述?
 - A. 维持内环境相对恒定的状态叫稳态
 - B. 稳态是体内各种调节机制所维持的动态平衡
 - C. 负反馈调节是维持稳态的重要途径
 - D. 稳态的调定点是有节律性波动的

34. 关于新陈代谢, 以下哪些是正确的?

- A. 新陈代谢一旦停止, 生命也将结束 B. 新陈代谢只与物质代谢有关
C. 新陈代谢与能量代谢无关 D. 新陈代谢包括合成代谢和分解代谢

参 考 答 案

一、A 型题

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

二、B 型题

11.A 12.D 13.B 14.E 15.D 16.A 17.B 18.D

三、C 型题

19.B 20.B 21.A 22.D 23.D 24.A 25.B 26.A 27.D 28.B

四、X 型题

29.BCD 30.ABCD 31.AC 32.BC 33.ABC 34.AD

第二章 细胞的基本功能

重点、难点解析

一、膜的化学组成和分子结构

细胞膜又称脂膜，是一个具有特殊结构和功能的半透性膜。各种膜的结构主要由脂质、蛋白质和糖类组成，一般以蛋白质和脂质为主，糖类只占极少量。目前公认的液态镶嵌模型假说认为：膜的共同结构是以液态的脂质双分子层为基架，其中镶嵌着不同分子结构、具有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。

1. 脂质双分子层 膜的脂质中以磷脂为主，其次是胆固醇，还有少量属于鞘磷脂的脂质。膜脂的分子结构都具有亲水和疏水两部分，亲水端朝向膜的内、外表面，疏水端朝向膜的中央。

脂质的熔点较低，这决定了膜脂分子在体温条件下呈液态，故此，细胞膜具有流动性和不对称性。流动性使细胞可以承受相当大的张力和外形改变而不致破裂，而且即使有时膜结构发生一些较小的断裂，也可以自动融合而修复；不对称性是指细胞膜内外结构有很大差异，使膜两侧具有不同的功能。

2. 细胞膜蛋白质 膜中的蛋白质分子是以 α -螺旋或球形结构分散镶嵌在膜的脂质双分子层中。膜蛋白的特点是：(1) 大小不同；(2) 形态不同；(3) 在膜中扎根的深浅不同，如表面蛋白质仅附着在膜的内表面或外表面，而结合蛋白质则贯穿于整个脂膜双分子层；(4) 功能不同。

3. 细胞膜糖类 细胞膜所含糖类甚少，主要是一些寡糖和多糖链，它们都和膜脂质或蛋白质结合，形成糖脂或糖蛋白。这些糖链绝大多数裸露在膜的外侧面，其意义之一在于排列顺序上的特异性可以作为它们所在细胞或它们所结合蛋白质的特异性“标志”。例如红细胞的不同抗原特性就是由结合在膜脂质的鞘氨醇分子上的寡糖链所决定的。

二、细胞膜的跨膜物质转运功能

细胞膜对物质转运形式有：单纯扩散、易化扩散、主动转运和入胞、出胞。从能量的角度来看，单纯扩散与易化扩散时，物质是顺电-化学梯度通过细胞膜的、不耗能的，属于被动转运。主动转运是指物质逆电-化学梯度通过细胞膜的耗能的转运过程。这里，电-化学梯度包括电学梯度（电位差）和化学梯度（浓度差）两层含义。

1. 单纯扩散 单纯扩散是指脂溶性的物质，由膜高浓度一侧向低浓度一侧按扩散原理作跨膜运动或转运的过程。物质分子移动量的大小，可用通量表示，它指某种物质在每秒内通过每平方厘米的假想平面的摩尔数或毫摩尔数。跨膜扩散的量取决于膜两侧的物质浓度梯度和膜对该物质的通透性。一般条件下，扩散通量与平面两侧的溶质分子的浓度或浓度梯度成正比。电解质溶液中，离子的移动不仅取决于平面两侧的浓度梯度，也取决于离子所受的电场力。所谓通透性是指膜对物质通透的难易程度或阻力的大小。人体内脂溶性的物质不多，因而靠单纯扩散通过细胞膜的物质甚少，比较肯定的有 O_2 和 CO_2 等气体分子。单纯扩散在物质扩散的当时是不消耗能量的，其能量来源于高浓度本身所包含的势能。

2. 易化扩散 指非脂溶性的物质，在特殊膜蛋白质分子的“协助”下，由膜的高浓度一侧向低浓度一侧移动的过程。参与易化扩散的有载体蛋白质和通道蛋白质。

载体易化扩散 细胞膜上的某些蛋白质具有载体功能，通过自身的结合位点或结构域，与被转运

物质结合,并发生构象变化,将该物质由高浓度一侧转运到低浓度一侧,再与其分离。载体蛋白质在运输中并不消耗能量。葡萄糖及其它营养物质如氨基酸等进出细胞,属于这种类型。以载体为中介的易化扩散有以下特点:(1)结构特异性:即某种载体只选择性地与某种底物特异性结合;(2)饱和现象:易化扩散通量虽然与膜两侧的浓度差成正比,但当膜一侧物质浓度增加到一定限度时,扩散通量就不再随浓度差的增加而增大。这是因为膜上有关的载体数量或载体上能与该物质结合的位点数目有限,如超过限度,即使再增加待转运物质的浓度,也不能使转运量增加;(3)竞争性抑制:一种载体同时对A和B两种结构相似的物质都有转运能力,那么,如果增加A物质的浓度,将会使该载体对B物质的转运量减少。即结构近似的物质可争夺同一种载体,一种物质可抑制结构相似的另一种物质的转运。以载体扩散方式转运的物质有葡萄糖、氨基酸等小分子营养物质。

通道易化扩散 通道介导的易化扩散常与一些带电的离子如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 等由膜的高浓度一侧向低浓度一侧的快速移动有关。对于不同的离子的转运,膜上都有结构特异的通道蛋白质参与,可分别称为 Na^+ 通道、 K^+ 通道、 Ca^{2+} 通道等。通道蛋白有别于载体的重要特点之一,是它们的结构和功能状态可以因细胞内外各种理化因素(激素、递质或膜电位)的影响而迅速地改变(开放与关闭),根据引起通道开放的条件不同,一般可将通道分为由电位因素(如膜电位水平)控制开闭的电压依从式通道、和由化学信号(如激素、递质)控制开闭的化学依从式通道两类。

通道易化扩散的特点:(1)相对特异性:即某一通道对特定的离子通透,但特异性不如载体蛋白质那样严格;(2)无饱和现象;(3)通道有“开放”和“关闭”两种不同的机能状态。只有通道受到某种因素影响而开放时,有关的离子才可以快速大量地由膜高浓度的一侧流向低浓度的一侧,而当通道关闭时,则不允许任何离子通过。

3. 主动转运 是指由细胞通过本身的某种耗能过程,将物质由膜的低浓度一侧转运到高浓度一侧的过程。主动转运的特点是:(1)在物质转运过程中,细胞本身要消耗能量。能量只能由膜或膜所属的细胞来提供;(2)物质转运是逆电-化学梯度进行的。

典型的例子就是离子泵。离子泵是膜上一种特殊的蛋白质,按其转运的物质种类可分为钠泵、钾泵、钙泵等。研究最清楚的、也是最重要的首推钠-钾泵,简称钠泵,它实际上是 Na^+ - K^+ 依赖性ATP酶。当细胞内 Na^+ 浓度增高或细胞外 K^+ 浓度增高都会激活此酶,分解ATP,从中取得能量用以逆浓度差将细胞内的 Na^+ 泵出细胞外、把细胞外的 K^+ 泵入细胞内,从而恢复细胞内外 Na^+ 、 K^+ 浓度的正常分布。一般情况下,每分解一分子ATP,可移出3个 Na^+ 、并换回2个 K^+ 。

继发性主动转运 钠泵活动形成势能储备,还可用来完成一些其它物质的逆浓度差的跨膜转运,这主要见于肠上皮细胞对葡萄糖、氨基酸等营养物质的较为完全的吸收现象。葡萄糖分子由低浓度的肾小管管腔进入高浓度的肾小管上皮细胞内,必然同时伴有 Na^+ 由高浓度的肾小管管腔进入 Na^+ 较低浓度的上皮细胞,这种 Na^+ 浓度梯度是钠泵活动的结果,它为前者提供能量。

4. 出胞与入胞式物质转运 出胞是指某些大分子物质或团块由细胞排出的过程,主要见于细胞的分泌活动,如内分泌细胞分泌激素,神经末梢轴突释放递质等。入胞与出胞相反,指细胞外的某些物质团块(如侵入体内的细菌、病毒、异物或大分子营养物质等)进入细胞的过程。转运固体物质的入胞称为吞噬;转运液态物质的入胞称为吞饮。

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入胞现象,称为受体介导式入胞。如一些病毒、结合了铁离子的运铁蛋白等进入细胞。

三、细胞膜的跨膜信息传递功能

细胞外液中的各种化学分子,大多数是选择性地同靶细胞膜上具有特异性的受体等结构相结合,再通过跨膜信号传递或跨膜信号转换过程,最后才间接地引起靶细胞膜的电变化或其它细胞内功能的改变。

1. 由通道蛋白质完成的跨膜信号传递系统

(1) 化学门控通道 乙酰胆碱(ACh)引起骨骼肌收缩时的跨膜信息传导就是这种情况。N-型乙酰胆碱受体实质上是一种通道样结构,它的四种不同的亚单位形成一种 $\alpha_2\beta\gamma\delta$ 的梅花状通道样结构,其中的两个 α 亚单位具有同 ACh 分子特异结合的能力,并能因此引起通道蛋白质的变构作用而使通道开放,然后靠相应离子的易化扩散而完成跨膜信号传递。

(2) 电压门控通道 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否的因素,是这些通道所在膜两侧的跨膜电位的改变;经过电压门控通道的开闭,再引起细胞膜出现新的电变化或其它细胞内功能变化,后者在 Ca^{2+} 通道打开引起膜外 Ca^{2+} 内流时甚为多见。

(3) 细胞间通道 它们是允许相邻细胞之间直接进行胞浆内物质交换的通道。细胞之间存在的缝隙连接构成细胞间通道,是完成细胞间电信号的直接传递和胞浆物质交换的物质基础。缝隙连接的结构实质,是一些亲水性孔道,能允许离子和小分子物质通过,包括电解质、氨基酸、核苷酸和人工标记的荧光色素等。这样的细胞间连接点,也称为电突触。该种信号传递方式不仅速度大于化学性突触传递,而且可以进行双向信息传递。其生理意义之一是使一群功能相同的细胞能进行同步性活动。同时,电突触具有较大的耐受力,当细胞间的化学性传递受到影响时(比如代谢障碍而导致化学性传递障碍时),可通过电突触传递信息。

2. 由膜受体-G蛋白和膜的效应器酶组成的跨膜信号传递系统 这一信号传递系统至少与膜中三类蛋白质有关:第一类是受体蛋白质。受体分子能够识别、结合某种特定外来化学信号,在受体因结合了特异化学信号而激活时,将进而作用于另一类蛋白质,即 G-蛋白。G-蛋白是鸟苷酸结合蛋白的简称,当 G-蛋白与激活了的受体蛋白在膜中相遇时,可激活第三类蛋白质效应器酶,如腺苷酸环化酶(AC)。后者的激活或抑制可以引起胞浆中第二信使的物质生成增加或减少,如环-磷酸腺苷(cAMP)。相应地,把与胞膜上受体结合的激素分子、神经递质等外来化学信号称作第一信使。

效应器酶除了腺苷酸环化酶及其第二信使 cAMP 外,还存在着磷脂酶 C 的效应器酶,以膜结构中称为磷脂酰肌醇的磷脂分子为间接底物,主要生成两种分别称为三磷酸肌醇(IP_3)和二酰基甘油(DG)的第二信使,影响胞内过程,完成跨膜信号传递。它们通过两条途径影响细胞功能,一条是直接激活各种蛋白激酶引起磷酸化反应从而调节各种蛋白质功能;另一条是提高胞浆中的 Ca^{2+} 浓度, Ca^{2+} 与胞浆中的钙调蛋白结合形成复合物,进而主要是激活蛋白激酶,促进胞内某些蛋白质的磷酸化。

膜受体结合具有以下特征:(1) 特异性。特定的受体只与特定的物质结合,产生特定的生物学效应;(2) 饱和性。细胞膜上受体的数量是有限的,它能结合的物质(配体)的数量也有一定的限度;(3) 可逆性。即配体既可与受体特异性结合,又可以解离。

四、细胞的兴奋性和生物电现象

1. 兴奋性和刺激引起兴奋的条件

(1) 刺激引起兴奋的条件和阈刺激 刺激是指能引起细胞、组织和生物体反应的内外环境的变化。刺激除能被机体或组织细胞感受外,还必须在以下三个参数达到某一临界值:刺激的强度、刺激的持续时间以及刺激强度对于时间的变化率;不仅如此,这三个参数对于引起某一组织和细胞的兴奋并不是一个固定值,它们存在着相互影响的关系。

在一定的范围内,引起组织兴奋所需的最小刺激强度,与这一刺激所持续的时间呈反变关系。但这个关系只是在刺激强度和持续时间在一定限度内改变时是如此。如果刺激强度减少到某一数值时,则这个刺激不论持续多长时间也不会引起组织兴奋;如果刺激的持续时间减少到某一数值时,则不论使用多么大的强度也不会引起组织兴奋。

当一个刺激的其他参数不变时,能引起组织兴奋,即产生动作电位所需的最小刺激强度称为阈强度或阈刺激,简称阈值。衡量兴奋性高低,通常多用刺激强度做指标。阈值的大小与兴奋性的高低呈反变关系,组织或细胞产生兴奋所需的阈值越高,其兴奋性越低;反之,其兴奋性越高。

刺激强度等于阈值的刺激称为阈刺激,高于阈值的刺激称为阈上刺激,低于阈值的刺激称为阈下

刺激。阈下刺激不能引起组织细胞的兴奋(但并非对组织不产生任何影响,请见“局部电位”)。

(2) 兴奋性和兴奋的含义及其变迁 细胞或生物体感受刺激后所发生的一切变化称为反应。反应由相对静止变为活动状态、或者功能活动由弱变强称为兴奋,而由活动状态变为相对静止、或功能活动由强变弱称为抑制。

活细胞或组织对外界刺激具有发生反应的能力或特性称为兴奋性。神经、肌肉、腺体三种组织只需接受较小程度的刺激,就能迅速表现出某种形式的反应,因此被称作可兴奋细胞或可兴奋组织。可兴奋细胞处于兴奋状态时,虽然可能有不同的外部表现,但它们都有一个共同的反应,这就是受刺激处的细胞膜两侧出现称作动作电位的电变化,而各种细胞所表现的其它外部反应,实际上都是由细胞膜的动作电位引起的。因此在近代生理学中,兴奋性被理解为细胞在接受刺激时产生动作电位的能力,而兴奋一词就称为产生动作电位的过程。只有那些在受刺激时能出现动作电位的组织,才能称为可兴奋组织;只有组织产生了动作电位时,才能说组织发生了兴奋。兴奋性的高低指的是反应发生的难易程度,兴奋性高的组织细胞易发生反应,兴奋性低的组织细胞不易发生反应。

(3) 组织兴奋及其恢复过程中兴奋性的变化 体内不同组织具有不同的兴奋性;而且同一组织在不同生理和病理情况下,都可以引起兴奋性的改变。但一个普遍现象是,组织或细胞在每一次感受刺激而发生反应时,其兴奋性都要发生一系列规律性的变化,然后才恢复正常。

根据其变化的顺序,首先出现的是兴奋性降低到零,在此期间给予任何强大的刺激均不引起第二次反应,称为绝对不应期。紧接着兴奋性开始回升,但仍低于正常的兴奋性,因此阈值增大,即需用大于正常阈值的强度,才能引起组织发生第二次兴奋,这个时期称为相对不应期。此后兴奋性不但完全恢复,而且高于正常(兴奋前),阈值减小,即给予阈下刺激就可以引起第二次兴奋,此期称为超常期。在超常期之后,组织兴奋性又低于正常(低常期),阈值稍高,即只有阈上刺激才能引起第二次兴奋。最后又经过一定的时间,兴奋性恢复正常。

绝对不应期的存在具有十分重要的意义。绝对不应期的持续时间相当于前次兴奋所产生动作电位主要部分的持续时间,那么在已有动作电位存在期间,就不可能产生新的兴奋,也就是说,同一部位不可能产生动作电位的重合。不难理解,绝对不应期的长短就决定了两次兴奋间的最小时间间隔。不论细胞受到多高频率的连续刺激,它在单位时间内所能兴奋的次数,亦即它能产生动作电位的次数总不会超过某一个最大值,后者恒小于绝对不应期所占时间的倒数。

2. 细胞的生物电现象及其产生机制 一切活细胞无论处于安静状态或活动状态都存在电活动,这种电活动称为生物电。生物电主要有两种表现形式,即安静时具有的静息电位和受到刺激时产生的动作电位。下面以单个神经细胞为例加以讨论。

(1) 静息电位的概念 静息电位是指细胞处于安静状态(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。静息电位表现为膜外相对为正而膜内相对为负。

不同的细胞其静息电位值是不同的,如哺乳动物神经细胞和肌肉细胞为 $-70\text{mV} \sim -90\text{mV}$,而人的红细胞为 -10mV 等。

细胞在安静时膜两侧所保持的外正内负的状态,称为极化。在极化状态的基础上,若膜内电位负值增大,则称为超极化;膜内电位负值减少,则称为除(去)极化;若膜内电位由负转为正、膜外电位由正转为负的状态,称为反极化状态。除(去)极化状态或现象表示细胞处于兴奋过程,超极化状态表示细胞处于抑制状态。细胞先发生去极化,再向原来正常安静时膜内所处的极化状态(膜内较膜外为负的状态)恢复,则称作复极化。

(2) 静息电位和 K^+ 平衡电位 细胞膜两侧带电离子的分布和运动是细胞生物电产生的基础。静息电位也不例外。1) 细胞膜两侧离子的分布是不均匀的。细胞内的 K^+ 的浓度高于细胞外近30倍,而 Na^+ 、 Cl^- 的细胞外浓度分别高于细胞内浓度12倍和30倍,膜内的负离子以大分子(如蛋白质 A^-)为主。如果膜允许离子通过的话,离子必然产生顺浓度梯度的移动,即 K^+ 由细胞内流向细胞外、

Na^+ 由细胞外液流向细胞内的趋势;2)细胞膜对各种离子的通透具有选择性。在静息状态下,细胞膜对 K^+ 的通透性大,对 Na^+ 的通透性很小,对 A^- 几乎没有通透性,所以 K^+ 顺浓度差向膜外扩散,膜内 A^- 因不能透过细胞膜被阻止在膜内。致使膜外正电荷增多,电位变正,膜内负电荷相对增多,电位变负,这样膜内外便形成一个电位差。当促使 K^+ 外流的浓度差和阻止 K^+ 外流的电位差这两种拮抗力量达到平衡时,使膜内外的电位差就保持一个稳定状态,这就是静息电位。这就是说,细胞内外 K^+ 的不均匀分布和安静状态下细胞膜主要对 K^+ 有通透性,是使细胞能保持内负外正的极化状态的基础,所以静息电位又称为 K^+ 的平衡电位。

(3) 动作电位的概念 指可兴奋细胞受到刺激时,在静息电位的基础上爆发的一次膜两侧电位的快速可逆的倒转,并可在膜上传播开来,这种电位变化是由细胞接受刺激时产生的,故而称为动作电位。

一般都采用细胞内记录动作电位。动作电位包括上升支(去极化时相)和下降支(复极化时相)。当细胞受到刺激时,膜内的负电位迅速消失,进而变成正电位(膜内电位由 -90mV 上升到 $+30\text{mV}$),由原来的内负外正变为内正外负的反极化状态,形成了动作电位的上升支(去极相),电位变化的幅度为 120mV 。上升支超过 0mV 的净变正部分,称之为超射。上升支持续时间很短,约 0.5ms 。上升支达 $+30\text{mV}$ 后又迅速下降,使膜内电位由正变负,恢复到接近刺激前的静息电位水平,这构成了动作电位的下降支,此过程谓之复极相。上升支和下降支持续时间都很短,形成一个快速上升和快速下降组合的尖峰样图形,称为锋电位。一般所说的动作电位就是指锋电位而言。有些可兴奋细胞在锋电位的下降相往往并不是立即下降到静息电位的水平,在此之前有一些微小而又缓慢的波动,称为后电位。一般先有持续 $5\text{ms}\sim 30\text{ms}$ 的负后电位(去极化后电位),膜电位轻度去极化;在负后电位之后,再出现一段延续更长的正后电位(超极化后电位),此时膜电位比静息电位更负。最后兴奋性恢复正常。

(4) 动作电位和 Na^+ 平衡电位 安静状态下,细胞内外就已存在着 Na^+ 的浓度差, Na^+ 在细胞外的浓度是细胞内的13倍之多。这种浓度差使 Na^+ 具有由细胞外向细胞内移动的趋势,只是此时细胞膜对 Na^+ 通透性很小,故未能实现。当细胞受到一定刺激时,膜对 Na^+ 的通透性增加,细胞外的 Na^+ 顺浓度梯度流入细胞内,导致膜内负电位减小,当膜内负电位减小到某一临界值时, Na^+ 通道全部开放,这一临界膜电位值称为阈电位。钠通道一旦开放, Na^+ 顺浓度梯度瞬间大量内流,细胞内正电荷增加,膜内负电位从减小到消失进而出现膜内正电位,直到膜内正电位增大到足以对抗由浓度差所致的 Na^+ 内流,于是跨膜离子移动和膜两侧电位达到一个新的平衡点,形成锋电位的上升支,即是去极化时相,该过程主要是 Na^+ 内流形成的平衡电位,故称 Na^+ 平衡电位。

在去极化的过程中, Na^+ 通道失活而关闭, K^+ 通道被激活而开放, Na^+ 内流停止,膜对 K^+ 的通透性增加, K^+ 借助于浓度差和电位差快速外流,使膜内电位迅速下降(负值迅速上升),直至恢复到静息值,由 $+30\text{mV}$ 降至 -90mV ,形成动作电位的下降支(复极相)。该过程是 K^+ 外流形成的。

当膜复极化结束后,膜内外的离子分布与静息时相比,膜内 Na^+ 有所增加,而 K^+ 有所减少。当细胞内 Na^+ 浓度增高时,膜上的 Na^+/K^+ 泵开始主动将膜内的 Na^+ 泵出膜外,同时把流失到膜外的 K^+ 泵回胞内, Na^+/K^+ 的转运是耦联进行的,以恢复兴奋前的离子分布的浓度。这样,膜电位恢复到静息水平,膜内外离子分布状态亦恢复到兴奋前水平,保证细胞能接受新的刺激而产生反应。

(5) 动作电位的特点 单一细胞动作电位的特点是:1)“全或无”现象:该现象可以表现在两个方面,其一是动作电位幅度,细胞接受有效刺激后,一旦产生动作电位,其幅值就达最大,增大刺激强度,动作电位的幅值不再增大。也就是说,动作电位可因刺激过弱而不产生(无),而一旦产生幅值即达到最大(全)。其二不是衰减传导。动作电位在细胞膜的某一处产生后,可沿着细胞膜进行传导,无论传导距离多远,其幅度和形状均不改变。2)脉冲式传导:由于不应期的存在,使连续的多个动作电位不可能融合在一起,因此两个动作电位之间总是具有一定的间隔,形成脉冲式。

(6) 兴奋性的规律性变化与离子通道 如前所述,当一次兴奋后,细胞或组织的兴奋性将发生一