

“考试解析及配套题”系列

高教版  
2018

# 全国硕士研究生招生考试 临床医学综合能力（西医） 考试解析

全国考研临床医学综合能力配套教材编委会

高等教育出版社

- 本书也可供 2019 考生于复习初期使用
- 最佳搭配：考试解析 + 历年真题超详标准解析 + 最后冲刺 5 套卷
- 登录微博“医学教育杨净”答疑和资料分享



“考试解析及配套题”系列

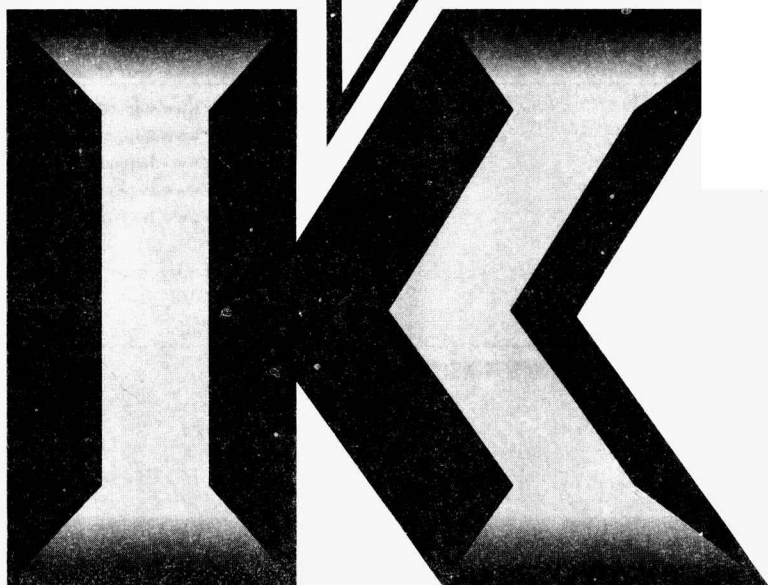
高教版  
2018

# 全国硕士研究生招生考试 临床医学综合能力（西医） 考试解析

全国考研临床医学综合能力配套教材编委会

高等教育出版社·北京

- 本书也可供 2019 考生于复习初期使用
- 最佳搭配：考试解析 + 历年真题超详标准解析 + 最后冲刺 5 套卷
- 登录微博“医学教育杨净”答疑和资料分享



## 内容简介

专家组成员根据多年命题、阅卷和考研辅导经验推出的《2018 全国硕士研究生招生考试临床医学综合能力(西医)考试解析》，具有如下特点：

在内容上：《2018 全国硕士研究生招生考试临床医学综合能力(西医)考试解析》结合历年真题的命题规律、命题趋势和各科目自身特点精心编撰而成。本书的姐妹篇《2018 西医综合大纲配套历年真题超详标准解析》已上市，建议同学们搭配使用。

在结构上：通过对往届考生的辅导，将考生感觉晦涩难懂、记忆困难的部分添加相关链接，拓展考试内容，使考生易于理解和把握，而非死板禁锢于教材内容。

在使用上：建议各考生在第一轮复习时，将《2018 全国硕士研究生招生考试临床医学综合能力(西医)考试解析》与教材配合使用，教材为主，本书为辅，全面复习；第二轮复习时，以本书为主，教材为辅，配合使用《2018 考研西医综合大纲配套历年真题超详标准解析》，重点强化；第三轮复习可以仅用本书，教材作为辅助工具，查漏补缺，在短期内对考研内容高效掌握。

## 图书在版编目(CIP)数据

2018 全国硕士研究生招生考试临床医学综合能力(西医)考试解析 / 全国考研临床医学综合能力配套教材编委会编. --北京:高等教育出版社,2017.10

ISBN 978-7-04-048097-9

I. ①2… II. ①全… III. ①临床医学-研究生-入学考试-自学参考资料 IV. ①R4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 224359 号

2018 全国硕士研究生招生考试临床医学综合能力(西医)考试解析

2018 QUANGUO SHUOSHI YANJIUSHENG ZHAOSHENG KAOSHI LINCHUANG

YIXUE ZONGHE NENGLI (XIYI) KAOSHI JIEXI

策划编辑 朱丽娜

责任编辑 刘 佳

封面设计 杨立新

版式设计 杜微言

责任校对 殷 然

责任印制 耿 轩

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100120  
印 刷 北京市密东印刷有限公司  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 49.5  
字 数 1660 千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>  
<http://www.hepmall.com>  
<http://www.hepmall.cn>  
版 次 2017年10月第1版  
印 次 2017年10月第1次印刷  
定 价 108.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 48097-00

# 前言

本书严格按照全国硕士研究生招生考试临床医学综合能力(西医)考试要求知识点编写,并对考试要求和考查内容进行强化指导。通过研读历年真题,分析各知识点在各科目中所占比例,为考生备考提供专业权威指导。

最新版考研西医综合大纲明确指定的六本教材为:《生理学》(455页)、《生化学》(531页)、《病理学》(408页)、《诊断学》(644页)、《内科学》(933页)、《外科学》(838页),总共3820页,其中不含未明确指定的书目,如《药理学》、《组织学》、《胚胎学》及《人体解剖学》等。因此,如何在有限的时间内对如此庞大的知识网络提炼重点、破解难点、把握考点,尽快将临床医学综合能力(西医)的知识融会贯通就成了考生复习的关键。我们在复习看书时一定要做到三点:知识点掌握全面、善于归纳总结对比、记忆内容紧扣人民卫生出版社第八版教材。

专家组成员根据多年命题、阅卷和考研辅导经验推出的《2018全国硕士研究生招生考试临床医学综合能力(西医)考试解析》,具有如下特点:

在内容上:《2018全国硕士研究生招生考试临床医学综合能力(西医)考试解析》结合历年真题的命题规律、命题趋势和各科目自身特点精心编撰而成。本书的姐妹篇《2018考研临床医学综合能力(西医)历年真题超详标准解析》已上市,建议同学们搭配使用。

在结构上:通过对往届考生的辅导,将考生感觉晦涩难懂、记忆困难的部分添加相关链接,拓展考试内容,使考生易于理解和把握,而并非死板禁锢于教材内容。

在使用上:建议各考生在第一轮复习时,将《2018全国硕士研究生招生考试临床医学综合能力(西医)考试解析》与教材配合使用,教材为主,本书为辅,全面复习;第二轮复习时,以本书为主,教材为辅,重点强化;第三轮复习可以仅用本书,教材作为辅助工具,查漏补缺,在短期内对考研内容高效掌握。

全国著名医学教育辅导专家杨净老师负责主编本套图书,对杨净老师的辛苦付出,在此深表感谢!如果有任何疑问或建议,可以登录新浪微博“西医综合杨净”,也可以发送E-mail至1351524202@qq.com与编委会的专家进行交流。

愿本书能够帮助更多的同学进入理想院校!

全国考研临床医学综合能力配套教材编委会

2017年9月

# 目 录

## 第一篇 生 理 学

|                   |    |                   |     |
|-------------------|----|-------------------|-----|
| 第一章 绪论 .....      | 3  | 第七章 能量代谢与体温 ..... | 69  |
| 第二章 细胞的基本功能 ..... | 6  | 第八章 尿的生成和排出 ..... | 72  |
| 第三章 血液 .....      | 21 | 第九章 神经系统的功能 ..... | 82  |
| 第四章 血液循环 .....    | 30 | 第十章 内分泌 .....     | 108 |
| 第五章 呼吸 .....      | 48 | 第十一章 生殖 .....     | 120 |
| 第六章 消化和吸收 .....   | 58 |                   |     |

## 第二篇 生 物 化 学

|                        |     |                             |     |
|------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 第一部分 生物大分子的结构和功能 ..... | 127 | 第三部分 基因信息的传递 .....          | 190 |
| 第一章 蛋白质的结构及功能 .....    | 127 | 第十章 DNA 的生物合成 .....         | 190 |
| 第二章 核酸的结构和功能 .....     | 132 | 第十一章 RNA 的生物合成 .....        | 197 |
| 第三章 酶 .....            | 136 | 第十二章 蛋白质的生物合成 .....         | 203 |
| 第二部分 物质代谢及其调节 .....    | 143 | 第十三章 基因表达调控 .....           | 210 |
| 第四章 糖代谢 .....          | 143 | 第四部分 生化专题 .....             | 217 |
| 第五章 脂肪代谢 .....         | 155 | 第十四章 细胞信号转导 .....           | 217 |
| 第六章 生物氧化 .....         | 167 | 第十五章 血液和肝脏的生化 .....         | 221 |
| 第七章 氨基酸代谢 .....        | 172 | 第十六章 维生素 .....              | 229 |
| 第八章 核苷酸代谢 .....        | 180 | 第十七章 癌基因、分子生物学技术及基因诊断 ..... | 230 |
| 第九章 物质代谢 .....         | 187 |                             |     |

## 第三篇 病 理 学

|                       |     |                     |     |
|-----------------------|-----|---------------------|-----|
| 第一章 细胞和组织的适应与损伤 ..... | 237 | 第八章 呼吸系统疾病 .....    | 280 |
| 第二章 损伤的修复 .....       | 244 | 第九章 消化系统疾病 .....    | 289 |
| 第三章 局部血液循环障碍 .....    | 247 | 第十章 淋巴造血系统疾病 .....  | 300 |
| 第四章 炎症 .....          | 253 | 第十一章 泌尿系统疾病 .....   | 306 |
| 第五章 肿瘤 .....          | 258 | 第十二章 生殖系统疾病 .....   | 312 |
| 第六章 免疫病理 .....        | 268 | 第十三章 内分泌系统疾病 .....  | 319 |
| 第七章 心血管系统疾病 .....     | 273 | 第十四章 传染病及寄生虫病 ..... | 323 |

第四篇 内 科 学

|                  |     |                         |     |
|------------------|-----|-------------------------|-----|
| 第一章 诊断学 .....    | 335 | 第五章 泌尿系统疾病 .....        | 495 |
| 第二章 呼吸系统疾病 ..... | 379 | 第六章 血液系统疾病 .....        | 517 |
| 第三章 循环系统疾病 ..... | 415 | 第七章 内分泌系统疾病和代谢性疾病 ..... | 544 |
| 第四章 消化系统疾病 ..... | 451 | 第八章 结缔组织病和风湿性疾病 .....   | 561 |

第五篇 外 科 学

|                             |     |                             |     |
|-----------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 第一部分 外科总论 .....             | 569 | 第二十六章 腹外疝 .....             | 646 |
| 第一章 无菌术 .....               | 569 | 第二十七章 腹部损伤 .....            | 651 |
| 第二章 外科患者体液代谢失调与酸碱平衡失调 ..... | 571 | 第二十八章 腹腔感染 .....            | 653 |
| 第三章 输血 .....                | 577 | 第二十九章 腹腔间隔室综合征(ACS) .....   | 654 |
| 第四章 外科休克 .....              | 582 | 第三十章 胃、十二指肠疾病 .....         | 655 |
| 第五章 重症监护的内容与应用 .....        | 586 | 第三十一章 小肠疾病 .....            | 661 |
| 第六章 疼痛 .....                | 587 | 第三十二章 阑尾疾病 .....            | 665 |
| 第七章 围术期处理 .....             | 588 | 第三十三章 结、直肠与肛管疾病 .....       | 667 |
| 第八章 外科患者的营养代谢 .....         | 592 | 第三十四章 肝疾病 .....             | 674 |
| 第九章 外科感染 .....              | 594 | 第三十五章 门静脉高压症 .....          | 676 |
| 第十章 创伤 .....                | 600 | 第三十六章 胆道疾病 .....            | 679 |
| 第十一章 烧伤 .....               | 601 | 第三十七章 消化道出血 .....           | 689 |
| 第十二章 肿瘤 .....               | 605 | 第三十八章 急腹症 .....             | 690 |
| 第十三章 移植 .....               | 607 | 第三十九章 胰腺疾病 .....            | 690 |
| 第十四章 麻醉与复苏 .....            | 609 | 第四十章 脾切除 .....              | 696 |
| 第十五章 外科微创技术 .....           | 621 | 第四十一章 动脉瘤 .....             | 696 |
| 第二部分 胸部外科疾病 .....           | 623 | 第四十二章 周围血管疾病 .....          | 697 |
| 第十六章 肋骨骨折 .....             | 623 | 第四部分 泌尿、男性生殖系统外科疾病 .....    | 703 |
| 第十七章 气胸及血胸 .....            | 623 | 第四十三章 泌尿、男性生殖系统外科疾病概述 ..... | 703 |
| 第十八章 创伤性窒息 .....            | 625 | 第四十四章 常见泌尿系损伤 .....         | 705 |
| 第十九章 肺癌 .....               | 625 | 第四十五章 常见泌尿、男性生殖系感染 .....    | 707 |
| 第二十章 腐蚀性食管灼伤 .....          | 628 | 第四十六章 常见泌尿系梗阻 .....         | 710 |
| 第二十一章 贲门失弛缓症 .....          | 628 | 第四十七章 泌尿系结石 .....           | 710 |
| 第二十二章 食管癌 .....             | 629 | 第四十八章 泌尿、男性生殖系统肿瘤 .....     | 712 |
| 第二十三章 常见原发纵隔肿瘤 .....        | 630 | 第五部分 骨科疾病 .....             | 715 |
| 第三部分 普通外科疾病 .....           | 631 | 第四十九章 运动系统常见畸形 .....        | 715 |
| 第二十四章 颈部疾病 .....            | 631 | 第五十章 运动系统损伤 .....           | 718 |
| 第二十五章 乳房疾病 .....            | 640 |                             |     |

|       |                 |     |       |                              |     |
|-------|-----------------|-----|-------|------------------------------|-----|
| 第五十一章 | 股骨头坏死 .....     | 739 | 第五十五章 | 骨关节炎、强直性脊柱炎<br>和类风湿关节炎 ..... | 749 |
| 第五十二章 | 腰腿痛及颈肩痛 .....   | 740 | 第五十六章 | 骨肿瘤 .....                    | 751 |
| 第五十三章 | 骨与关节化脓性感染 ..... | 744 |       |                              |     |
| 第五十四章 | 骨与关节结核 .....    | 747 |       |                              |     |

## 第六篇 临床医学人文精神

|     |              |     |     |              |     |
|-----|--------------|-----|-----|--------------|-----|
| 第一章 | 医学职业素养 ..... | 759 | 第三章 | 临床伦理 .....   | 764 |
| 第二章 | 医患关系 .....   | 760 | 第四章 | 卫生法律法规 ..... | 766 |

# 第一篇 生理学

第一章 绪论  
第二章 细胞的基本功能  
第三章 血液

第四章 血液循环  
第五章 呼吸  
第六章 消化和吸收

第七章 能量代谢与体温  
第八章 尿的生成和排出  
第九章 神经系统的功能

第十章 内分泌  
第十一章 生殖



# 第一章 绪论

## 第一节 内环境和稳态

### 一、体液及其组成

|                                              |                    |                            |
|----------------------------------------------|--------------------|----------------------------|
| 体液是指<br>人体细胞内、外含有的大量液体,约占体重的 60%,包括细胞内液和细胞外液 | 细胞内液(2/3,占体重的 40%) |                            |
|                                              | 细胞外液(1/3,占体重的 20%) | 组织液(3/4,占体重的 15%),位于细胞间隙   |
|                                              |                    | 血浆(1/4,占体重的 5%),在血管中不断循环流动 |
|                                              |                    | 少量的淋巴和胸膜腔、脑脊腔及关节腔内液等       |

人体各部分体液彼此隔开,因而各部分体液的成分有较大的差别,但各部分体液又相互沟通。血浆是沟通各部分体液并与外界环境进行物质交换的重要媒介,因而是各部分体液中最为活跃的部分。

### 二、内环境

围绕在多细胞动物体内细胞周围的体液,即细胞外液,称为内环境。内环境的相对稳定是机体能自由和独立生存的首要条件。



记忆大师:

膀胱与外界互通,故膀胱内液属于外界(外环境),只是在体内暂时储存,因此不属于细胞外液。

### 三、稳态

稳态是指内环境的理化性质,如温度、pH、渗透压和各种液体成分等的相对恒定状态。内环境理化性质是一种动态平衡。维持各种生理功能活动的稳态主要依靠体内的负反馈控制系统。

## 第二节 生理功能的调节

### 一、神经调节

神经调节是通过反射而影响生理功能的一种调节方式,是人体生理功能调节中最主要的形式。

1. 反射 是指机体在中枢神经系统的参与下,对内、外环境刺激所做出的规律性应答。反射的结构基础是反射弧。反射可简单也可复杂。例如,肢体被火灼痛时立即回撤就是一种反射。
2. 反射弧 由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分组成。
3. 调节特点 神经调节比较迅速、短暂而精确。

### 二、体液调节

体液调节是指体内某些特殊的化学物质通过体液途径而影响生理功能的一种调节方式。

#### 1. 体液调节的分类

| 分类   | 定义                                      | 举例                                     |
|------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 远距分泌 | 一些内分泌细胞分泌的激素可循血液途径作用于全身各处的靶细胞,产生一定的调节作用 | 甲状腺激素分泌后由血液运送到全身组织,促进细胞的物质和能量代谢及机体生长发育 |
| 旁分泌  | 有些细胞产生的生物活性物质可不经血液运输,而是在组织液中扩散,作用于邻近细胞  | 生长抑素在胰岛内抑制 A 细胞分泌胰高血糖素                 |

续表

| 分类   | 定义                                    | 举例                                                               |
|------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 神经分泌 | 一些神经元能将其合成的神经激素释放入血,然后经血液运行至远处,作用于靶细胞 | 血管升压素由下丘脑视上核和室旁核的大细胞神经元合成,先沿轴突运抵神经垂体储存,然后释放入血,作用于肾小管上皮细胞和血管平滑肌细胞 |

**2. 调节特点** 体液调节相对缓慢、持久而弥散。

3. **神经-体液调节** 人体内多数内分泌腺或内分泌细胞接受神经的支配,体液调节便成为神经调节反射弧的传出部分,即神经-体液调节。

### 三、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 80~180 mmHg 范围内变动时,肾血流量基本保持稳定,从而保证肾泌尿活动在一定范围内不受动脉血压改变的影响。

自身调节的幅度和范围都较小,但在生理功能调节中仍具有一定意义。



高分必备：

所有常见自身调节汇总如下:肌肉异长调节(如 Franking-Starking 机制);肾、冠状动脉、脑血流量调节;微循环调节;继阻滞效应(Wolff-Chaikoff effect)等。



## 真题回顾

1. (2002A1)破坏反射弧中的任何一个环节,下列哪一种调节将不能进行
- A. 神经调节                      B. 体液调节                      C. 自身调节
- D. 旁分泌调节                      E. 自分泌调节
2. (2003A14)下列各项中,属于条件反射的是
- A. 咀嚼、吞咽食物引起胃液分泌                      B. 异物接触眼球引起眼睑闭合
- C. 叩击股四头肌腱引起小腿前伸                      D. 强光刺激视网膜引起瞳孔缩小
- E. 闻到食物香味引起唾液分泌
3. (1999A1)下列情况中,属于自身调节的是
- A. 人在过度通气后呼吸暂停                      B. 动脉血压维持相对恒定
- C. 体温维持相对恒定                      D. 血糖水平维持相对恒定
- E. 平均血压在一定范围内升降时,肾血流量维持相对恒定

### 第三节 体内的控制系统

## 一、体内的反馈控制系统

由受控部分发出的信息反过来影响控制部分的活动,称为反馈。反馈控制系统是一个闭环系统,具有自动控制的能力。反馈有负反馈和正反馈两种形式。

|    | 负反馈                                            | 正反馈                                               |
|----|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 概念 | 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 | 受控部分发出的反馈信息促进与加强控制部分的活动,最终使受控部分的活动朝着与它原先活动相同的方向改变 |

续表

|    | 负反馈                                                        | 正反馈                                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 意义 | 维持稳态                                                       | 产生“滚雪球”效应,促使某一生理活动过程很快达到高潮并发挥最大效应                                              |
| 举例 | 减压反射,肺牵张反射,内分泌系统调节( $T_3$ 、 $T_4$ 对TSH的负反馈调节),HCl对胃酸分泌的调节等 | 排尿、排便反射;分娩;动作电位产生时 $Na^+$ 通道的开放;血液凝固过程;胃、胰蛋白酶原激活过程;排卵前,雌激素对黄体生成素的影响;病理情况下的恶性循环 |



记忆大师:

机体是非常精密的“仪器”,在正常的生理活动中,任何活动都是对自己有利的,也是感觉比较爽的。

二、前馈控制系统

|    |                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 定义 | 控制部分在反馈信息尚未到达前已受到纠正信息的影响,及时纠正其指令可能出现的偏差,这种自动控制形式称为前馈                                   |
| 举例 | 人的体温维持:温度下降,通过视、听觉传递到脑,大脑传出信号维持体温<br>条件反射:①食物气味引起唾液、胃酸分泌;②运动员赛前呼吸、循环的改变;③伸手可准确稳定到达预定目标 |
| 特点 | 较快速,并具有预见性,因而适应性更大,但前馈控制有时会发生失误                                                        |



记忆大师:

前馈控制与“天气预报”的特点相似,优点是有预见性,缺点是不准确。



真题回顾

(4、5题共选答案)

- A. 正反馈机制

B. 负反馈机制
- C. 两者均有

D. 两者均无
4. (1996C117)胰蛋白酶原激活的过程有
5. (1996C118)雌激素对促性腺激素的调节中有
6. (1998A1)维持机体稳态的重要调节过程是

A. 神经调节

B. 体液调节

C. 自身调节

D. 正反馈调节

E. 负反馈调节
7. (1999X139)下列哪些现象中存在正反馈

A. 血液凝固过程

B. 心室肌纤维动作电位0期去极时的 $Na^+$ 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的血和尿中的促进腺素浓度升高

8. (2003A1)属于负反馈调节的过程见于
- A. 排尿反射

B. 减压反射

C. 分娩过程

D. 血液凝固

E. 排便反射

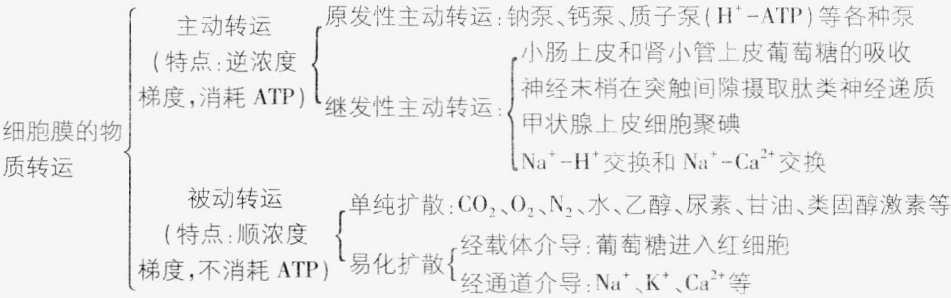
第一章 答案

1. A    2. E    3. E    4. A    5. C    6. E    7. ABC    8. B

第二章 细胞的基本功能

第一节 跨细胞膜的物质转运

一、物质的跨膜转运



几种物质转运的鉴别:

| 方式   | 被动转运                  |                 |                  | 主动转运                   |         |
|------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------|---------|
|      | 单纯扩散                  | 易化扩散            |                  | 原发性主动转运                | 继发性主动转运 |
|      |                       | 经通道             | 经载体              |                        |         |
| 转运特点 | 浓度差越大、通透性越高,则扩散量越多    | 离子选择性、门控特性      | 结构特异性、饱和现象、竞争性抑制 | 与被转运底物特异性结合            |         |
| 方向   | 物质分子或离子从高浓度一侧向低浓度一侧转运 |                 |                  | 逆浓度梯度或电位梯度             |         |
| 能量   | 不需帮助,不消耗能量            | 需要离子通道或载体,不消耗能量 | 钠泵分解 ATP 供能      | 驱动力来自原发性主动转运所形成的离子浓度梯度 |         |



记忆大师:

单纯扩散记忆方法:“喝酒有气粪嘞!”“酒”—水和乙醇;“有”—甘油;“气”—各种气体;“粪”—尿素;“嘞”—类固醇激素。

二、易化扩散

1. 经通道易化扩散 经通道易化扩散的溶质几乎都是离子,因而也称为离子通道。离子通道的基本特征如下。

(1) 离子选择性:是指每种通道只对一种或几种离子有较高的通透能力,而对其他离子的通透性很小或不通透。例如,钾通道对  $K^+$  的通透性要比  $Na^+$  大 1 000 倍;乙酰胆碱受体阳离子通道对小的阳离子如  $Na^+$ 、 $K^+$  高度通透,而  $Cl^-$  则不能通透。

(2) 门控特性:在静息状态下,大多数通道都处于关闭状态,只有受到刺激时才发生分子构象改变,引起闸门开放。根据闸门对不同刺激的敏感性,离子通道可分为电压门控通道、化学门控通道(配体门控通道)及机械门控通道三大类。



### 高分必备:

(1) 少数几种通道始终是持续开放的,称非门控通道,如:神经纤维膜上的钾漏通道、细胞间的缝隙连接通道。

(2)  $\text{Na}^+$ 通道有静息、激活、失活三种状态,但是  $\text{K}^+$ 通道只有静息和激活两种状态。

## 2. 经载体易化扩散

(1) 结构特异性:各种载体仅能识别和结合具有特定化学结构的底物。

(2) 饱和现象:由于细胞膜中载体的数量和转运速率有限,当被转运的底物浓度增加到一定程度时,底物能扩散速度便达最大值,不再随底物浓度的增加而增大。

(3) 竞争性抑制:如果有两种结构相似的物质都能与同一载体结合,两底物之间将发生竞争抑制。

## 三、原发性主动转运

原发性主动转运是指离子泵利用分解 ATP 产生的能量将离子逆浓度梯度或电位梯度进行跨膜转运的过程。

**1. 钠-钾泵( $\text{Na}^+, \text{K}^+$ -ATP 酶)** ① 钠泵活动造成的细胞内高  $\text{K}^+$  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  $\text{Na}^+$  和  $\text{K}^+$  的跨膜浓度梯度是细胞发生电活动的基础;④ 钠泵活动的生电效应(3 个  $\text{Na}^+$  泵出,2 个  $\text{K}^+$  泵入),可直接使膜内电位负值增大;⑤ 钠泵活动建立的  $\text{Na}^+$  跨膜浓度梯度可为继发性主动转运提供势能储备。

由于钠泵的活动,可使细胞内的  $\text{K}^+$  浓度约为细胞外液中的 30 倍,而细胞外液中的  $\text{Na}^+$  浓度约为胞质内的 10 倍。



### 高分必备:

钠泵消耗的能量在哺乳动物细胞占代谢产能的 20%~30%,在某些活动的神经细胞甚至高达 70%。哇巴因是其特异性抑制剂。

**2. 钙泵** 钙泵主要分布于质膜、内质网或肌质网膜上。质膜钙泵每分解 1 分子 ATP,可将 1 个  $\text{Ca}^{2+}$  由胞质内转运至胞外。肌质网或内质网钙泵每分解 1 分子 ATP,可将 2 个  $\text{Ca}^{2+}$  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  $\text{Ca}^{2+}$  浓度保持低水平。

**3. 质子泵** 人体内有两种重要的质子泵。一种是主要分布于胃腺壁细胞膜和肾小管闰细胞膜上的  $\text{H}^+, \text{K}^+$ -ATP 酶,其主要功能是分泌  $\text{H}^+$  和摄入  $\text{K}^+$ ,分别参与胃酸的分泌和肾的排酸功能。另一种是分布于各种细胞器膜上的  $\text{H}^+$ -ATP 酶,可将  $\text{H}^+$  由胞质内转运至溶酶体、内质网、突触囊泡等细胞器内,以维持胞质的中性和细胞器内的酸性,使不同部位的酶都处于最适 pH 环境中,同时也建立起跨细胞器膜的  $\text{H}^+$  浓度梯度,为溶质的跨细胞器膜转运提供动力。

## 四、继发性主动转运

继发性主动转运也称为联合转运,其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而进行的物质逆浓度梯度或电位梯度的跨膜转运方式。

**1. 同向转运** 被转运的分子或离子都向同一方向运动,其载体称为同向转运体。如葡萄糖在小肠黏膜上皮上的主动吸收和在近端肾小管上皮的重吸收就是由  $\text{Na}^+$ -葡萄糖同向转运体和钠泵的耦联活动而完成的。 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - 2\text{Cl}^-$  同向转运、氨基酸在小肠黏膜上皮的吸收、甲状腺上皮细胞的聚碘( $\text{Na}^+ - \text{I}^-$ ) 等都属于继发性主动转运的同向转运。

**2. 反向转运** 如果转运物彼此向相反的方向运动,其载体称为反向转运体(交换体)。如跨质膜的  $\text{Na}^+ - \text{H}^+$  交换、 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$  交换。

在绝大多数情况下,溶质跨质膜转运的动力来自钠泵活动所建立的跨膜浓度梯度,而溶质跨细胞器膜转运的

动力则来自质子泵活动所建立的  $H^+$  的跨膜浓度梯度,如突触囊泡膜中的单胺类递质转运体逆浓度梯度将胞质中的单胺类递质转运至囊泡内。

 高分必备:

钠钙交换体的主要功能是利用钠泵活动建立的膜两侧钠离子浓度梯度势能,将细胞内的钙离子排出细胞,以维持细胞内低的游离钙离子浓度。它是一种双向离子转运体,有两种工作模式。

(1) 前向型:将钠离子转入细胞内,将钙离子转出细胞。在心肌细胞,这种功能对于舒张期钙离子及时排出细胞很重要。如果用哇巴因抑制钠泵的活动,将减低钠离子的跨膜浓度梯度,从而减小钠钙交换的速率,造成细胞内钙离子浓度升高。

(2) 反向型:将钙离子转入细胞内,将钠离子转出细胞。在一些病理状态下,比如缺血再灌注、洋地黄中毒时,可以导致反向钠钙交换体激活,造成细胞内钙超载。

五、出胞和入胞

大分子物质或物质团块不能穿越细胞膜,而是通过形成质膜包被的囊泡,以出胞或入胞的方式完成跨膜转运。

| 方式 | 出胞                       |                        | 入胞                                             |                   |
|----|--------------------------|------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| 概念 | 胞质内的大分子物质以分泌囊泡的形式排出细胞的过程 |                        | 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 |                   |
| 分型 | 持续性出胞                    | 调节性出胞                  | 吞噬                                             | 吞饮                |
| 特征 | 不间断,细胞本身固有的功能            | 受到激素或动作电位诱导时才排出        | 被转运物质为固体,形成的吞噬泡较大                              | 被转运物质为液体,形成的吞饮泡较小 |
| 举例 | 小肠黏膜杯状细胞持续分泌黏液的过程        | 神经递质释放受胞质 $Ca^{2+}$ 调节 | 单核细胞、巨噬细胞和中性粒细胞                                | 可发生于体内所有的细胞       |

 真题回顾

1. (1996A1、1998A3)细胞膜内外  $Na^+$  和  $K^+$  浓度差的形成和维持是由于  
A. 膜在安静时  $K^+$  通透性大    B. 膜在兴奋时  $Na^+$  通透性增加  
C.  $Na^+$  和  $K^+$  易化扩散的结果    D. 膜上  $Na^+-K^+$  泵的作用  
E. 膜上 ATP 的作用
2. (1997A11)肠上皮细胞由肠腔吸收葡萄糖,是属于  
A. 单纯扩散    B. 易化扩散    C. 主动转运  
D. 入胞作用    E. 吞噬
3. (1998A2)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    E. 入胞作用
4. (1999A4)神经纤维电压门控  $Na^+$  通道与  $K^+$  通道的共同点中,错误的是  
A. 都有开放状态    B. 都有关闭状态    C. 都有激活状态  
D. 都有失活状态    E. 都有静息状态
5. (2002A1)下列哪种物质跨膜转运方式属于继发性主动转运  
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. 原发性主动转运  
E. 继发性主动转运

5. (1999B93) 葡萄糖通过小肠黏膜或肾小管吸收属于
6. (1999B94) 葡萄糖通过一般细胞膜属于
7. (1999X140) 下述哪些过程需要细胞本身耗能
- 维持正常的静息电位
  - 膜去极化阈电位时的大量  $\text{Na}^+$  内流
  - 动作电位复极相中的  $\text{K}^+$  外流
  - 骨骼肌细胞胞质中,  $\text{Ca}^{2+}$  向肌质网内部的聚集
8. (2000A1) 在细胞膜的物质转运中,  $\text{Na}^+$  跨膜转运的方式是
- 单纯扩散
  - 易化扩散
  - 易化扩散和主动转运
  - 主动转运
  - 单纯扩散和主动转运
9. (2000A2, 2001A1) 下列各项跨膜转运中, 哪一项没有饱和现象
- 继发性主动转运
  - 原发性主动转运
  - 易化扩散
  - 单纯扩散
  - $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$  交换
10. (2003A2) 下列关于  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  泵的描述, 错误的是
- 仅分布于可兴奋细胞的细胞膜上
  - 是一种镶嵌于细胞膜上的蛋白质
  - 具有分解 ATP 而获能的功能
  - 能不断将  $\text{Na}^+$  移出细胞膜外, 而把  $\text{K}^+$  移入细胞膜内
  - 对细胞生物电的产生具有重要意义

## 第二节 细胞的信号转导

根据膜受体特性的不同, 跨膜信号转导可分为离子通道型受体、G 蛋白耦联受体、酶联型受体和招募型受体介导的信号转导(图 1-1)。

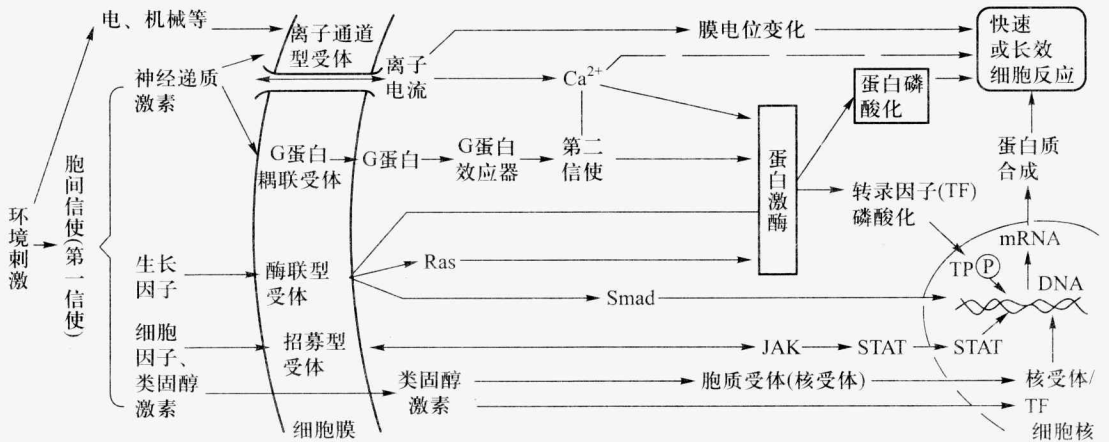


图 1-1 几种主要信号转导通路

Ras: 一种小 G 蛋白; Smad: Smad 蛋白, 具有转录因子(TF)作用的蛋白质家族; JAK: Janus 酪氨酸激酶; STAT: 信号转导子与转录激活子

### 一、离子通道型受体介导的信号转导

- 受体特点** 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。
- 转导方式** 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传导。

3. 配体 多为神经递质,如 ACh、 $\gamma$ -氨基丁酸、甘氨酸等。

二、G 蛋白耦联受体介导的信号转导(图 1-2)

1. 主要的信号蛋白和第二信使

(1) G 蛋白耦联受体:受体分子都由一条包含 7 次跨膜  $\alpha$  螺旋的肽链构成,受体在与配体结合后,其分子发生构象变化,引起对 G 蛋白的结合和激活。

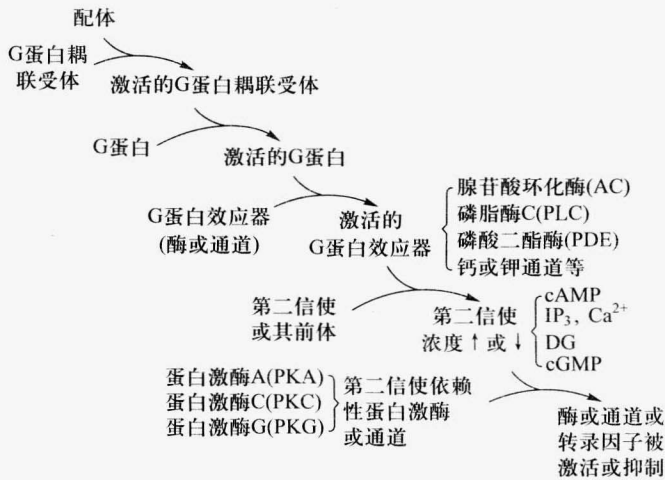


图 1-2 G 蛋白耦联受体介导的跨膜信号转导通路

配体包括:① 生物胺类(甲状腺素除外):去甲肾上腺素、多巴胺、组胺、5-羟色胺等。② 肽类(钠尿肽家族除外):缓激肽、黄体生成素、甲状旁腺激素等。③ 乙酰胆碱、光子、味质等。

(2) G 蛋白:即鸟苷酸结合蛋白,通常是指  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  三个亚单位构成的异三聚体 G 蛋白。另外,体内还存在小 G 蛋白和转录因子两类 G 蛋白。G 蛋白与 GDP 结合而失活,与 GTP 结合而激活,在信号转导的级联反应中起着分子开关的作用。

亚单位 {  $\alpha$  主要功能亚单位,同时具有结合 GTP 或 GDP 的能力和具有 GTP 酶活性。  
           $\beta$  } 功能上是使 G 蛋白锚定在细胞膜内侧  
           $\gamma$  }

(3) G 蛋白效应器:是 G 蛋白直接作用的靶标。主要的效应器酶有腺苷酸环化酶(AC)、磷脂酶 C(PLC)、磷脂酶  $A_2$ (PLA<sub>2</sub>)和磷酸二酯酶(PDE)等。它们催化生成(或分解)第二信使物质,将信号转导至细胞内。此外,某些离子通道也可接受 G 蛋白直接或间接(通过第二信使)的调控。

(4) 第二信使:指激素、递质、细胞因子等细胞外信号分子(第一信使)作用于细胞膜后产生的细胞内信号分子。较重要的第二信使腺苷环磷酸(cAMP)、三磷酸肌醇(IP<sub>3</sub>)、二酰甘油(DG)、环磷酸鸟苷(cGMP)、Ca<sup>2+</sup>和花生四烯酸等。



高分必备:

(1) 第一信使:是指激素、递质、细胞因子等信号分子。

(2) 第二信使:是指第一信使作用于细胞膜后产生的细胞内信号分子,它们可把细胞外信号分子携带的信息转入细胞内。它包括 cAMP、cGMP、IP<sub>3</sub>(三磷酸肌醇)、DG(二酰甘油)、Ca<sup>2+</sup>和花生四烯酸等。

2. 主要的信号转导通路

(1) 受体→G 蛋白→AC→cAMP→PKA 途径:cAMP 主要通过激活蛋白激酶 A(PKA)来实现其信号转导作用。PKA 可将不同底物蛋白磷酸化。例如,在肝细胞内,PKA 可激活磷酸化酶激酶,后者促使肝糖原分解;在心肌细