



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材
科研人员核心能力提升导引丛书
供研究生及科研人员用

第2版

医学分子生物学

Medical Molecular Biology

主 审 刘德培
主 编 周春燕 冯作化
副主编 药立波 何凤田



人民卫生出版社

014040770

Q7-43
04-2



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材
科研人员核心能力提升导引丛书
供研究生及科研人员用

医学分子生物学

Medical Molecular Biology

第2版

主 审 刘德培

主 编 周春燕 冯作化

副主编 药立波 何凤田

编 者 (以姓氏笔画为序)

丁 卫 (首都医科大学)

王丽颖 (吉林大学白求恩医学部)

毛泽斌 (北京大学医学部)

方定志 (四川大学华西医学中心)

冯作化 (华中科技大学同济医学院)

吕社民 (西安交通大学医学部)

关一夫 (中国医科大学)

汤其群 (复旦大学上海医学部)

李恩民 (汕头大学医学院)

吴兴中 (复旦大学上海医学部)

何凤田 (第三军医大学)

汪 渊 (安徽医科大学)

宋方洲 (重庆医科大学)

张嘉宁 (大连医科大学)

陈 娟 (华中科技大学同济医学院)

周春燕 (北京大学医学部)

药立波 (第四军医大学)

贾林涛 (第四军医大学)

钱小红 (军事医学科学院)

高 旭 (哈尔滨医科大学)

高国全 (中山大学中山医学院)

葛银林 (青岛大学医学院)

焦炳华 (第二军医大学)



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



北航

C1728137

Q7-43

04-2

0110101010

图书在版编目 (CIP) 数据

医学分子生物学 / 周春燕, 冯作化主编. — 2 版. — 北京:
人民卫生出版社, 2014
ISBN 978-7-117-18729-9

I. ①医… II. ①周… ②冯… III. ①医学-分子生物学-
研究生-教材 IV. ①Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 038105 号

人卫社官网 www.pmph.com 出版物查询, 在线购书
人卫医学网 www.ipmph.com 医学考试辅导, 医学数
据库服务, 医学教育资
源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

医学分子生物学
第 2 版

主 编: 周春燕 冯作化
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: 北京铭成印刷有限公司
经 销: 新华书店
开 本: 850×1168 1/16 印张: 21 插页: 2
字 数: 635 千字
版 次: 2003 年 11 月第 1 版 2014 年 5 月第 2 版
2014 年 5 月第 2 版第 1 次印刷 (总第 11 次印刷)
标准书号: ISBN 978-7-117-18729-9/R · 18730
定 价: 69.00 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)

主编简介



周春燕,北京大学基础医学院生物化学与分子生物学系副主任、教授、博士生导师。第五届医学生物化学与分子生物学分会副理事长,全国生物化学与分子生物学教学专业委员会委员,北京市生物化学与分子生物学会常务理事。《中国生物化学与分子生物学报》副主编,《生物工程学报》、《生命的化学》等期刊编委。

2001年回国后从事生物化学与分子生物学教学工作,担任国家级医学院校规划教材《生物化学》第7版、《生物化学与分子生物学》第8版、《医学分子生物学》第2版和第3版、8年制《医学分子生物学》、《生物化学》第3版等教材副主编;8年制《生物化学与分子生物学》第2版等教材编者。从事干细胞分化的基础与应用基础研究。主持国家自然科学基金委员会“重大研究计划培育项目”、“面上项目”,“863”计划等科研项目,对干细胞分化的分子机制、干细胞与心血管疾病和运动损伤修复的应用基础开展了系统研究。以通讯作者发表SCI收录学术论文41篇,获发明专利和实用新型专利各1项。获教育部提名国家科学技术进步奖-自然科学奖二等奖、中国女医师协会五洲女子科技奖基础医学科研创新奖等荣誉。



冯作化,教授,博士生导师。华中科技大学同济医学院基础医学院生物化学与分子生物学系主任,湖北省生物化学与分子生物学学会理事长。

从事教学工作25年。先后担任临床医学专业7年制《医学分子生物学》、8年制《医学分子生物学》、8年制《生物化学与分子生物学》等规划教材主编,以及本科《医学分子生物学》规划教材的副主编。研究领域包括肿瘤免疫和肿瘤转移,在国际期刊发表科研论文40余篇,科研成果曾获国家科技进步二等奖、中华医学科技奖一等奖、湖北省科技进步一等奖。

全国高等学校医学研究生规划教材

第二轮修订说明

为了推动医学研究生教育的改革与发展,加强创新人才培养,自2001年8月全国高等医药教材建设研究会和原卫生部教材办公室启动医学研究生教材的组织编写工作开始,在多次大规模的调研、论证的前提下,人民卫生出版社先后于2002年和2008年分两批完成了第一轮五十余种医学研究生规划教材的编写与出版工作。

为了进一步贯彻落实第二次全国高等医学教育改革工作会议精神,推动“5+3”为主体的临床医学教育综合改革,培养研究型、创新性、高素质的卓越医学人才,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社在全面调研、系统分析第一轮研究生教材的基础上,再次对这套教材进行了系统的规划,进一步确立了以“解决研究生科研和临床中实际遇到的问题”为立足点,以“回顾、现状、展望”为线索,以“培养和启发研究生创新思维”为中心的教材创新修订原则。

修订后的第二轮教材共包括5个系列:①科研公共学科系列:主要围绕研究生科研中所需要的基本理论知识,以及从最初的科研设计到最终的论文发表的各个环节可能遇到的问题展开;②常用统计软件与技术介绍了SAS统计软件、SPSS统计软件、分子生物学实验技术、免疫学实验技术等常用的统计软件以及实验技术;③基础前沿与进展:主要包括了基础学科中进展相对活跃的学科;④临床基础与辅助学科:包括了临床型研究生所需要进一步加强的相关学科内容;⑤临床专业学科:通过对疾病诊疗历史变迁的点评、当前诊疗中困惑、局限与不足的剖析,以及研究热点与发展趋势探讨,启发和培养临床诊疗中的创新。从而构建了适应新时期研究型、创新性、高素质、卓越医学人才培养的教材体系。

该套教材中的科研公共学科、常用统计软件与技术学科适用于医学院校各专业的研究生及相应的科研工作者,基础前沿与进展主要适用于基础医学和临床医学的研究生及相应的科研工作者;临床基础与辅助学科和临床专业学科主要适用于临床型研究生及相应学科的专科医师。

全国高等学校第二轮医学研究生规划教材目录

1	医学哲学	主 编 柯 杨 张大庆 副主编 赵明杰 段志光 罗长坤 刘 虹
2	医学科研方法学(第2版)	主 编 刘 民 副主编 陈 峰
3	医学统计学(第4版)	主 编 孙振球 徐勇勇
4	医学实验动物学(第2版)	主 编 秦 川 副主编 谭 毅 张连峰
5	实验室生物安全(第2版)	主 审 余新炳 主 编 叶冬青
6	医学科研课题设计、申报与实施(第2版)	主 审 龚非力 主 编 李卓娅 副主编 李宗芳
7	医学信息搜集与利用(第2版)	主 编 代 涛 副主编 赵文龙 张云秋
8	医学实验技术原理与选择(第2版)	主 编 魏于全 副主编 向 荣 郭亚军 胡 汛 徐宁志
9	统计方法在医学科研中的应用	主 编 李晓松 副主编 李 康
10	医学科研论文撰写与发表(第2版)	主 编 张学军 副主编 王征爱 吴忠均
11	IBM SPSS 统计软件应用(第3版)	主 编 陈平雁 黄浙明 副主编 安胜利 欧春泉 陈莉雅
12	SAS 统计软件应用(第3版)	主 编 贺 佳 副主编 尹 平

- | | | |
|----|------------------|---------------------------------------|
| 13 | 医学分子生物学实验技术(第3版) | 主 编 药立波
副主编 韩 骅 焦炳华 常智杰 |
| 14 | 医学免疫学实验技术(第2版) | 主 编 柳忠辉 吴雄文
副主编 王全兴 吴玉章 储以微 |
| 15 | 组织病理技术(第2版) | 主 编 李甘地 |
| 16 | 组织和细胞培养技术(第3版) | 主 审 宋今丹
主 编 章静波
副主编 张世馥 连小华 |
| 17 | 组织化学与细胞化学技术(第2版) | 主 编 李 和 周 莉
副主编 周德山 周国民 肖 岚 |
| 18 | 人类疾病动物模型(第2版) | 主 审 施新猷
主 编 刘恩岐
副主编 李亮平 师长宏 |
| 19 | 医学分子生物学(第2版) | 主 审 刘德培
主 编 周春燕 冯作化
副主编 药立波 何凤田 |
| 20 | 医学免疫学 | 主 编 曹雪涛
副主编 于益芝 熊思东 |
| 21 | 基础与临床药理学(第2版) | 主 编 杨宝峰
副主编 李学军 李 俊 董 志 |
| 22 | 医学微生物学 | 主 编 徐志凯 郭晓奎
副主编 江丽芳 龙北国 |
| 23 | 病理学 | 主 编 来茂德
副主编 李一雷 |
| 24 | 医学细胞生物学(第3版) | 主 审 钟正明
主 编 杨 恬
副主编 易 静 陈誉华 何通川 |
| 25 | 分子病毒学(第3版) | 主 编 黄文林
副主编 徐志凯 董小平 张 辉 |
| 26 | 医学微生态学 | 主 编 李兰娟 |
| 27 | 临床流行病学(第4版) | 主 审 李立明
主 编 黄悦勤 |
| 28 | 循证医学 | 主 编 李幼平
副主编 杨克虎 |

- | | | |
|----|-------------|-----------------|
| 29 | 断层影像解剖学 | 主 编 刘树伟 |
| | | 副主编 张绍祥 赵 斌 |
| 30 | 临床应用解剖学 | 主 编 王海杰 |
| | | 副主编 陈 尧 杨桂姣 |
| 31 | 临床信息管理 | 主 编 崔 雷 |
| | | 副主编 曹高芳 张 晓 郑西川 |
| 32 | 临床心理学 | 主 审 张亚林 |
| | | 主 编 李占江 |
| | | 副主编 王建平 赵旭东 张海音 |
| 33 | 医患沟通 | 主 编 周 晋 |
| | | 副主编 尹 梅 |
| 34 | 实验诊断学 | 主 编 王兰兰 尚 红 |
| | | 副主编 尹一兵 樊绮诗 |
| 35 | 核医学(第2版) | 主 编 张永学 |
| | | 副主编 李亚明 王 铁 |
| 36 | 放射诊断学 | 主 编 郭启勇 |
| | | 副主编 王晓明 刘士远 |
| 37 | 超声影像学 | 主 审 张 运 王新房 |
| | | 主 编 谢明星 唐 杰 |
| | | 副主编 何怡华 田家玮 周晓东 |
| 38 | 呼吸病学(第2版) | 主 审 钟南山 |
| | | 主 编 王 辰 陈荣昌 |
| | | 副主编 代华平 陈宝元 |
| 39 | 消化内科学(第2版) | 主 审 樊代明 刘新光 |
| | | 主 编 钱家鸣 |
| | | 副主编 厉有名 林菊生 |
| 40 | 心血管内科学(第2版) | 主 编 胡大一 马长生 |
| | | 副主编 雷 寒 韩雅玲 黄 峻 |
| 41 | 血液内科学(第2版) | 主 编 黄晓军 黄 河 |
| | | 副主编 邵宗鸿 胡 豫 |
| 42 | 肾内科学(第2版) | 主 编 湛贻璞 |
| | | 副主编 余学清 |
| 43 | 内分泌内科学(第2版) | 主 编 宁 光 周智广 |
| | | 副主编 王卫庆 邢小平 |

- | | | |
|----|------------|--|
| 44 | 风湿内科学(第2版) | 主 编 陈顺乐 邹和健 |
| 45 | 急诊医学(第2版) | 主 编 黄子通 于学忠
副主编 吕传柱 陈玉国 刘 志 |
| 46 | 神经内科学(第2版) | 主 编 刘 鸣 谢 鹏
副主编 崔丽英 陈生弟 张黎明 |
| 47 | 精神病学(第2版) | 主 审 江开达
主 编 马 辛
副主编 施慎逊 许 毅 |
| 48 | 感染病学(第2版) | 主 编 李兰娟 李 刚
副主编 王宇明 陈士俊 |
| 49 | 肿瘤学(第4版) | 主 编 曾益新
副主编 吕有勇 朱明华 陈国强
龚建平 |
| 50 | 老年医学(第2版) | 主 编 张 建 范 利
副主编 华 琦 李为民 杨云梅 |
| 51 | 临床变态反应学 | 主 审 叶世泰
主 编 尹 佳
副主编 洪建国 何韶衡 李 楠 |
| 52 | 危重症医学 | 主 编 王 辰 席修明
副主编 杜 斌 于凯江 詹庆元
许 媛 |
| 53 | 普通外科学(第2版) | 主 编 赵玉沛 姜洪池
副主编 杨连粤 任国胜 陈规划 |
| 54 | 骨科学(第2版) | 主 编 陈安民 田 伟
副主编 张英泽 郭 卫 高忠礼
贺西京 |
| 55 | 泌尿外科学(第2版) | 主 审 郭应禄
主 编 杨 勇 李 虹
副主编 金 杰 叶章群 |
| 56 | 胸心外科学 | 主 编 胡盛寿
副主编 孙立忠 王 俊 庄 建 |
| 57 | 神经外科学(第2版) | 主 审 周良辅
主 编 赵继宗 周定标
副主编 王 硕 毛 颖 张建宁
王任直 |

- | | | |
|----|----------------|---|
| 58 | 血管淋巴管外科学(第2版) | 主 编 汪忠镐
副主编 王深明 俞恒锡 |
| 59 | 小儿外科学(第2版) | 主 审 王 果
主 编 冯杰雄 郑 珊
副主编 孙 宁 王维林 夏慧敏 |
| 60 | 器官移植学 | 主 审 陈 实
主 编 刘永锋 郑树森
副主编 陈忠华 朱继业 陈江华 |
| 61 | 临床肿瘤学 | 主 编 赫 捷
副主编 毛友生 沈 铿 马 骏 |
| 62 | 麻醉学 | 主 编 刘 进
副主编 熊利泽 黄宇光 |
| 63 | 妇产科学(第2版) | 主 编 曹泽毅 乔 杰
副主编 陈春玲 段 涛 沈 铿
王建六 杨慧霞 |
| 64 | 儿科学 | 主 编 桂永浩 申昆玲
副主编 毛 萌 杜立中 |
| 65 | 耳鼻咽喉头颈外科学(第2版) | 主 编 孔维佳 韩德民
副主编 周 梁 许 庚 韩东一 |
| 66 | 眼科学(第2版) | 主 编 崔 浩 王宁利
副主编 杨培增 何守志 黎晓新 |
| 67 | 灾难医学 | 主 审 王一镗
主 编 刘中民
副主编 田军章 周荣斌 王立祥 |
| 68 | 康复医学 | 主 编 励建安
副主编 毕 胜 |
| 69 | 皮肤性病学 | 主 编 王宝玺
副主编 顾 恒 晋红中 李 岷 |
| 70 | 创伤、烧伤与再生医学 | 主 审 王正国 盛志勇
主 编 付小兵
副主编 黄跃生 蒋建新 |

全国高等学校第二轮医学研究生规划教材 评审委员会名单

顾 问

韩启德 桑国卫 陈 竺 赵玉沛

主任委员

刘德培

副主任委员 (以汉语拼音为序)

曹雪涛 段树民 樊代明 付小兵 郎景和 李兰娟 王 辰
魏于全 杨宝峰 曾益新 张伯礼 张 运 郑树森

常务委员 (以汉语拼音为序)

步 宏 陈安民 陈国强 冯晓源 冯友梅 桂永浩 柯 杨
来茂德 雷 寒 李 虹 李立明 李玉林 吕兆丰 瞿 佳
田勇泉 汪建平 文历阳 闫剑群 张学军 赵 群 周学东

委 员 (以汉语拼音为序)

毕开顺 陈红专 崔丽英 代 涛 段丽萍 龚非力 顾 晋
顾 新 韩德民 胡大一 胡盛寿 黄从新 黄晓军 黄悦勤
贾建平 姜安丽 孔维佳 黎晓新 李春盛 李 和 李小鹰
李幼平 李占江 栗占国 刘树伟 刘永峰 刘中民 马建辉
马 辛 宁 光 钱家鸣 乔 杰 秦 川 尚 红 申昆玲
沈志祥 湛贻璞 石应康 孙 宁 孙振球 田 伟 汪 玲
王 果 王兰兰 王宁利 王深明 王晓民 王 岩 谢 鹏
徐志凯 杨东亮 杨 恬 药立波 尹 佳 于布为 余祥庭
张奉春 张 建 张祥宏 章静波 赵靖平 周春燕 周定标
周 晋 朱正纲

前言

分子生物学是生物学领域发展最为迅速、研究成果最为显著的学科之一,也是医学院校的核心学科之一。为适应教学、科研的需要,全国高等学校医学研究生规划教材《医学分子生物学》第1版(查锡良主编)于2002年正式出版,至今已10年有余。在此期间,新技术的发展、新仪器的应用、新研究体系的建立使人们对分子生物学的认识更加深入,相继提出许多新的概念和理论,这些新的知识亟须在教材中得到体现。2013年3月,第二轮全国高等学校医学研究生规划教材编写工作启动,全国高等医药教材建设研究会决定修订《医学分子生物学》,并邀请来自国内19所高等医学院校和研究所的23位专家学者参与编写。2013年4月,全体编者在北京召开了编写会议,对本教材的编写思路、修订原则以及结构设计等进行了充分的讨论,取得了共识。

作为研究生教材,我们希望这部教材尽可能体现以培养研究生科学思维能力和科研工作能力为目标的特点;在内容上尽量避免与本科生教材重复,突出新进展、新技术、新理论;在方式上希望每篇成为一个独立的体系,一方面使研究生对各个领域有一个比较完整的概念,同时每一篇的内容都可以作为一个相对独立的教学内容,供不同学校选择使用。

第2版《医学分子生物学》共分为4篇:第一篇,蛋白质(第一章至第五章);第二篇,基因组与基因表达(第六章至第十章);第三篇,基本生命活动的分子调控(第十一章至第十五章);第四篇,分子医学专题(第十六章至第二十三章)。按照传统的教材顺序,一般将基因、基因组相关内容作为第一篇。在本教材中,我们将蛋白质相关内容作为第一篇,主要是考虑到在基因组与基因表达调控部分涉及众多蛋白质修饰等内容,希望这样安排会有助于理解。全书的主要修订包括:

第一篇中尽量不再重复本科阶段侧重的蛋白质化学与合成的内容,删去酶与生物催化剂一章,将别构调节在蛋白质结构与功能中体现;侧重介绍蛋白质的折叠与定位和蛋白质的修饰与降解;增加蛋白质的相互作用、糖蛋白的结构与功能和蛋白质组学。

第二篇的特点是内容经典,进展迅速。修订后,重点介绍真核生物基因表达的表观遗传调控、转录调控和非编码RNA与基因表达及其调节。

第三篇合并了第1版的第三、四篇。主要以基本生命活动为切入点进行介绍,包括增殖、分化、凋亡、应激和代谢,侧重细胞信号转导机制。

第四篇将原来分散在各篇中与疾病诊断和治疗、分子生物学应用方面相关的内容集中在一起。疾病相关的内容包括:基因和基因组异常与疾病,蛋白质分子异常与疾病,代谢异常与疾病,癌基因和抑癌基因异常与疾病;应用相关的内容包括:基因工程与基因工程药物、基因诊断、基因治疗和生物医学信息学应用。

为体现相关领域的研究进展,编者参阅了大量的原始文献和最新版的英文参考书。部分主要的参考文献和专业性较强的参考书均列在各章后,其他参考书包括 *Lehninger Principles of Biochemistry*. 6th ed. (Nelson DL, Cox MM. 2013)、*Biochemistry*. 7th ed. (Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L. 2012)、*Lewin's Genes XI* (Krebs JE, Goldstein ES, Kilpatrick ST. 2013)、*Molecular Biology of the Gene*. 7th ed. (Watson J, Baker T, Bell S, et al. 2013)、*Molecular Cell Biology*. 7th ed. (Lodish H, Berk A, Kaiser C, et al. 2012)、《生物化学与医学分子生物学》第2版(贾弘缙、冯作化,2011)、《生物化学与医学分子生物学》第8版(查锡良、药立波,2013)等。

本教材的编写和出版是在全国高等医药教材建设研究会的直接指导下完成的,并得到主审中国医学科学院基础医学研究所刘德培院士的精心指导和关心。在编写过程中,还得到许多专家、同事和研究生的无私帮助;北京大学医学部的张巧博士对全书做了格式的统一和文字的校正,在此一并致谢。

全体编者努力以严肃的科学作风、严谨的治学态度进行编写,但由于时间紧,加之学术水平有限,书中难免有疏漏和不当之处,期盼同行专家和读者批评、指正。

周春燕 冯作化

2013年10月

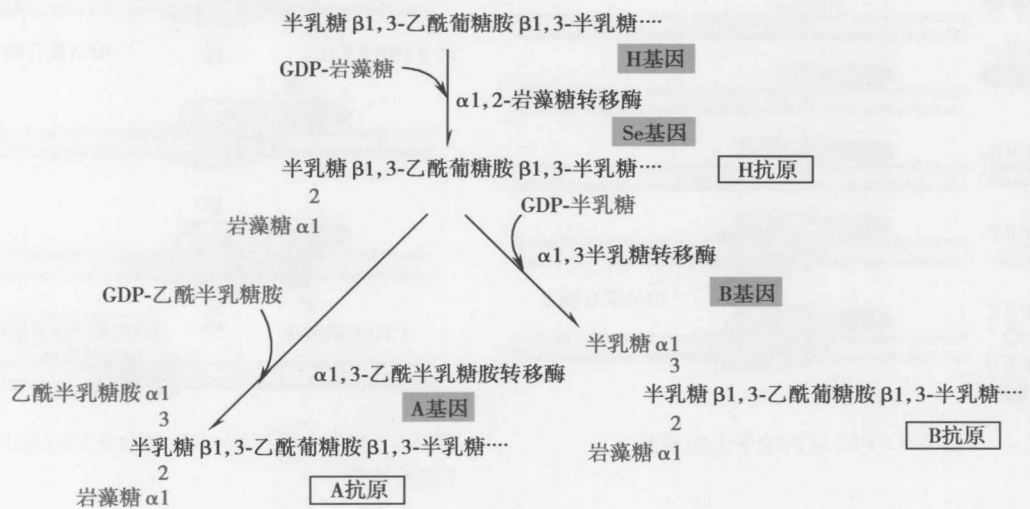
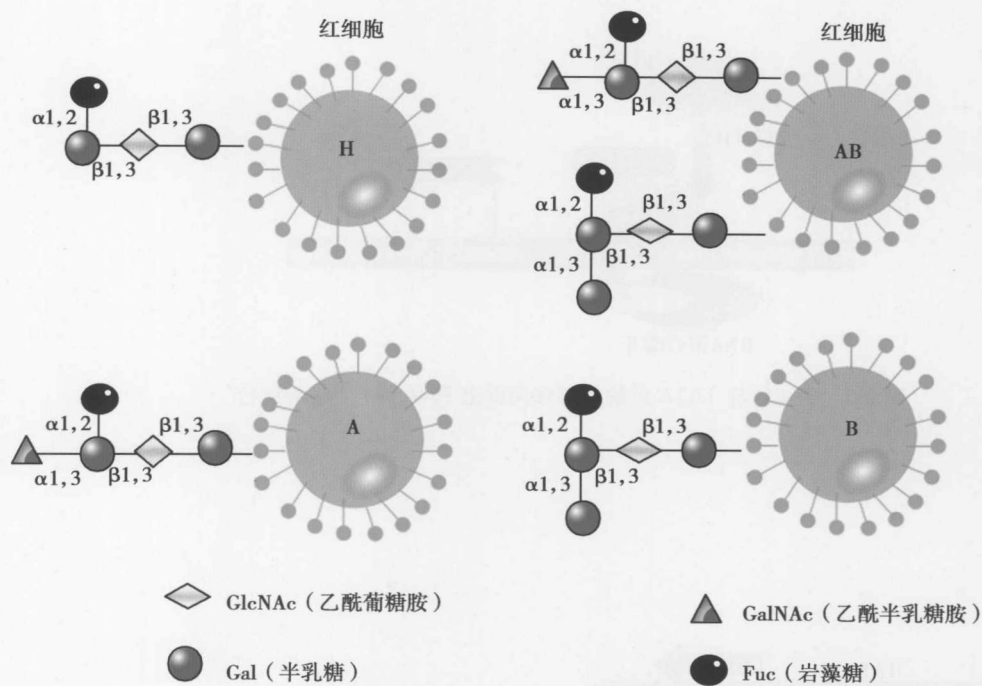


图 4-5 ABO 血型抗原结构及合成示意图

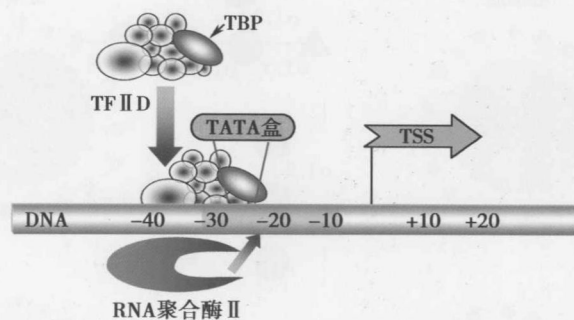


图 9-1 TFIIID 与 TATA 盒的相互作用促进 RNA 聚合酶 II 的结合

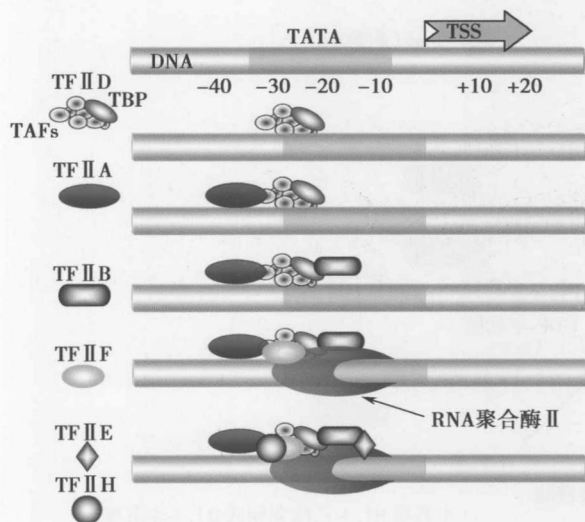


图 9-2 PIC 在启动子上的装配

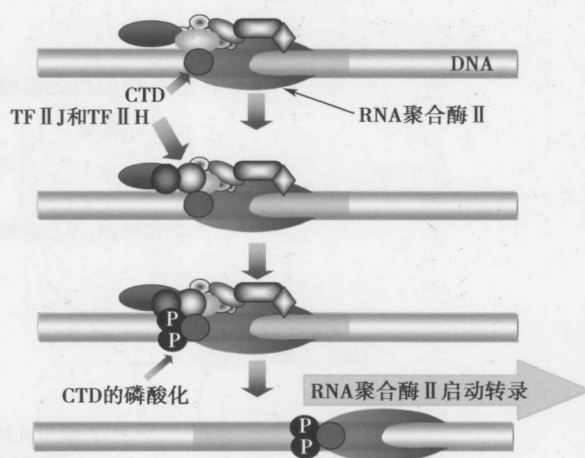


图 9-3 TFIIH 导致的 CTD 磷酸化可促使 RNA 聚合酶 II 起始转录

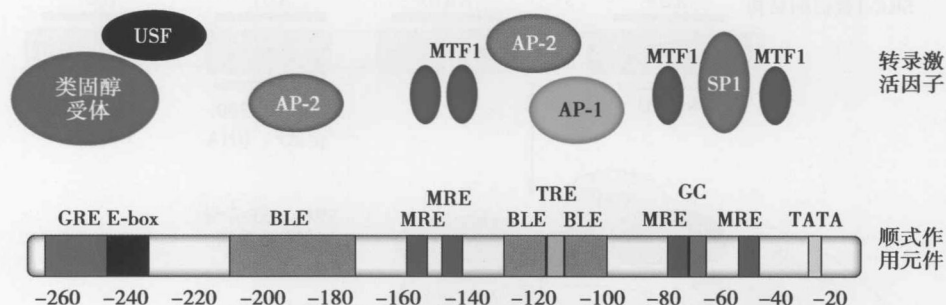


图 9-5 人 *MT* 基因可受多种转录激活因子调控

上部是与各元件结合的转录激活因子,下部是人 *MT* 基因调控区中的多个顺式作用元件
 BLE: basal level element; MRE: metal response element; TRE: TPA response element; USF: upstream stimulatory factor; AP-1/2: activator protein 1/2; MTF1: metal transcription factor 1; SP1: specificity protein 1

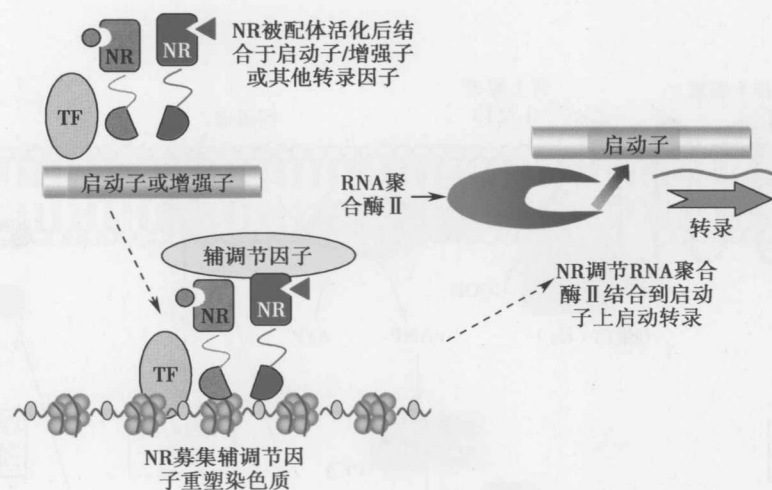


图 9-6 NR 介导的转录调控过程

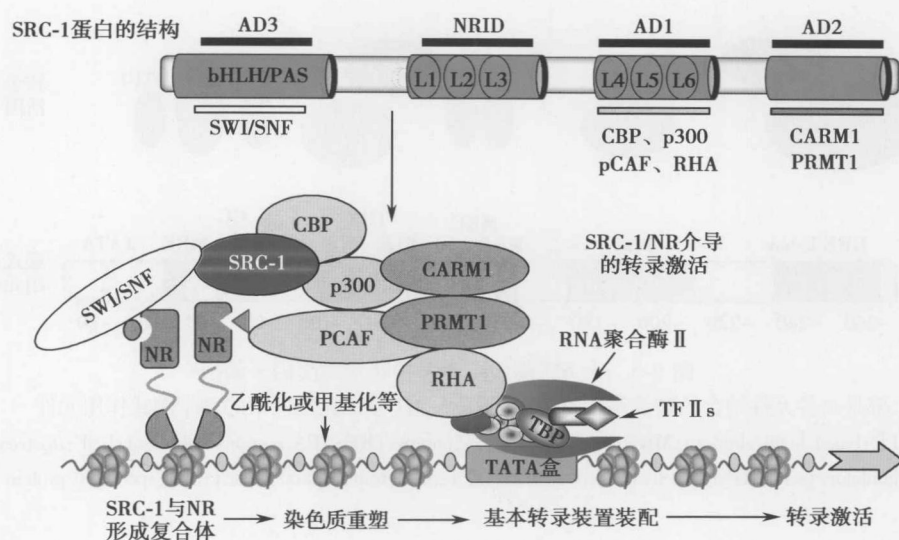
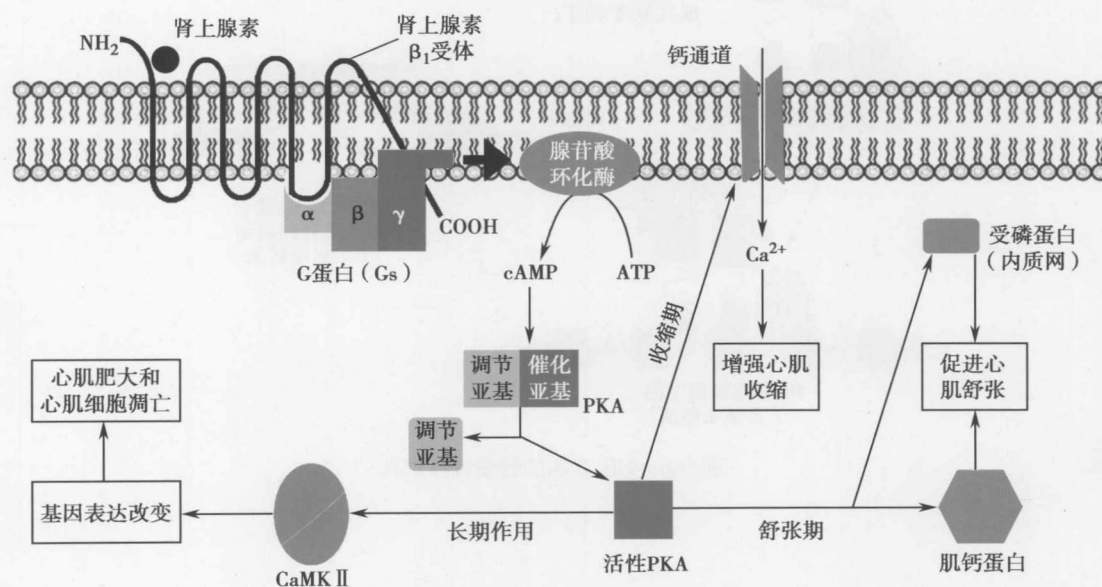


图 9-7 SRC-1 的结构及作用模式

图 14-1 肾上腺素通过 β_1 受体调控心肌细胞功能

北航

C1728137

28检