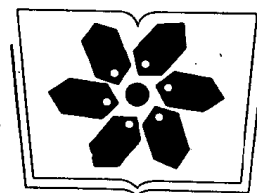


膜受体与传感器

任 恕 著

科学出版社

Q73
R



中国科学院科学出版基金资助出版

膜受体与传感器

任 恕 著

科学出版社

1996

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书以膜受体为模板,为发展传感器技术导向,通过膜受体与传感器的相互作用探讨了提高传感器水平与深化膜受体研究的途径,并把这种相互作用扩展到生命科学与物理科学,以促进学科发展与技术进步。

通过对膜受体的结构与功能的分析,本书首次提出并扼要介绍了面向 21 世纪的三 M 技术,即分子器件、分子系统与分子网络技术。

本书可供关心传感器技术发展的物理科学工作者与涉及膜受体研究的生命科学工作者,也适于对交叉学科与边缘学科感兴趣的大专院校师生与科技工作者阅读参考。

膜 受 体 与 传 感 器

任 恕 著

责任编辑 王爱琳

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1996 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1996 年 4 月第一次印刷 印张: 14 1/4

印数: 1 1 000 字数: 322 000

ISBN 7-03-004739-7/Q · 585

定价: 29.00 元

序 言

膜受体是细胞的分子传感器，它是在生物进化的历史长河中发生、发展与完善起来的，是久经考验行之有效、具有非常优异的传感性能的传感器。在人工传感技术开始进入纳米层次的今天，借鉴膜受体或者仿膜受体来发展分子传感器，看来很有必要，势在必行。基于这些认识，在冯·诺曼名著《计算机与大脑》的启迪下，著者决定写一本为发展传感器起促进作用的参考书，这是本书的第一项任务。

膜受体的研究已有百余年的历史，今天仍然是生物医学研究的热点。分子生物学中的方方面面都同膜受体有着千丝万缕的联系，尽管我们对膜受体重要性的认识在不断深化，但是由于研究膜受体的方法与技术方面的原因，取得的进展还不能满足发展的需要，如膜受体的定构与定位等基本问题仍没有圆满地解决。因此本书的第二项任务，是试图通过传感器对膜受体的回报来改进与发展研究膜受体的方法与技术。

在某种意义上，膜受体可视为分子生命科学的代表，传感器可视为分子物理科学的代表。因此，研究膜受体与传感器的相互作用，不仅可以提高传感器的性能，深化膜受体的研究，而且还将促进在生命科学与物理科学的界面上、面向 21 世纪的交叉学科和边缘学科的建立与发展。这是本书希望涉及的第三项任务。

矛盾的普遍性寓于矛盾的特殊性之中。对膜受体的分析研究，不仅可以有助于传感技术的提高，而且将为分子器件的设计、合成、加工与组装等纳米技术提供新思路，从而萌发出仿生纳米技术的概念。通常，膜受体、G 蛋白和酶构成传感系统，这又涉及分子系统的种种问题。众多的分子器件、分子系统共集于细胞膜上，但他们对刺激的响应却是协调统一的，这些事实提示膜上众多的分子系统必然耦合为分子网络。我们把分子器件 (MD)、分子系统 (MS) 与分子网络 (MN) 简称为三 M 技术。三 M 技术是富有旺盛生命力的新技术。提出并简介三 M 技术是本书的第四项任务。

著者出版本书的一点希望是能为培养膜受体与传感器领域的跨世纪人才起到一点促进作用，本着这一愿望，在编写本书时，邀请了年龄在 30 岁以下的三位青年教师担任编写工作，他们是王建老师（第六章第一、二节）、林志红老师（第六章第三、四节）、吴蒙老师（第七章）。著者高兴地看到，这两章是本书中内容较丰富而篇幅较长的章节。其中基体传感器、生物传感器的进展等，均富有特色，分子识别的介绍是系统而全面的。

本书是导向性的，加上篇幅所限，对涉及的工艺、公式与应用等一般省略。内容涉及面较广，提出的问题也较多，由于著者的知识与经验所限，不妥乃至错误之处在所难免，希望得到大家的批评与帮助。

作者

1994. 8. 于同济医科大学

目 录

第一章 引言	1
第一节 《计算机与大脑》的启示	1
第二节 背景与前景	2
一、背景	2
二、前景	2
第三节 导向与入门	3
第一篇 膜受体	
第二章 细胞	7
第一节 概述	7
第二节 细胞的结构	7
一、细胞的尺寸	7
二、细胞的形态	8
三、细胞的结构	8
第三节 细胞核	10
一、DNA 的结构	10
二、DNA 的组装	12
三、基因的概念	13
四、细胞核	17
第四节 线粒体	18
第五节 神经元	19
一、不同的形态	19
二、神经元的动作电位	21
三、神经元间的联讯	22
第六节 细胞的功能	22
一、自组织	23
二、自组装	23
三、自适应	23
四、自复制	23
第三章 细胞膜	25
第一节 概述	25
一、膜的特殊性	25
二、膜的普遍性	25
三、膜的分类	26
四、成膜技术	26
五、生物膜	27

第二节 结构	27
一、基质	28
二、功能分子	29
三、细胞膜的结构	30
四、细胞器膜的结构	31
第三节 细胞膜的功能	31
一、物质的跨膜转运	32
二、质能的转化	35
三、细胞膜与神经信息	37
四、膜与遗传信息	42
第四章 膜受体	44
第一节 概述	44
第二节 膜受体的结构	45
一、受体的结构	45
二、受体与膜的嵌合	46
三、膜受体的组装	49
第三节 膜受体的运作机制	49
一、配体受体的结合	50
二、膜受体与神经信息	51
第四节 膜受体的功能	53
一、传感功能	53
二、介导作用	56

第二篇 传感器

第五章 传感器导论	60
第一节 概述	60
第二节 传感器的基本结构	61
一、敏感膜	62
二、换能器	63
第三节 传感器的分类	67
一、按待传感的量划分	68
二、按敏感膜分	68
三、按换能器划分	68
四、按传感器的尺寸划分	68
第四节 传感器的输入输出特性	70
第五节 传感器的应用	71
一、在智能机器人中的应用	71
二、在生命科学中的应用	71
三、在环境科学中的应用	71
四、在分析科学中的应用	72
第六章 传感技术的进展	74

第一节 概述	74
第二节 基体传感器的进展	75
一、FET 传感器	75
二、光纤传感器	78
三、声波传感器	80
四、光寻址电位传感器 (LAPS)	83
五、纳极	85
第三节 敏感膜的进展	87
一、膜材料	87
二、成膜方法	93
第四节 传感器的进展	96
一、光导纤维传感器	96
二、碳纤维微型传感器	98
三、光寻址电位传感器	100
四、DNA 生物传感器	102
五、离子通道传感器	105
第七章 分子传感器	113
第一节 概况	113
一、概述	113
二、背景与现状	114
三、存在的问题	116
第二节 分子识别	117
一、概述	118
二、分子识别的机制	118
三、分子识别研究对象及应用	123
第三节 分子信号产生	131
一、概述	131
二、信号产生的分子基础及实现方法	132
三、信号放大的分子基础及实现方法	134
第四节 分子设计	135
一、概述	135
二、分子设计的方法	137
三、发展现状	138
第五节 分子合成	140
一、概述	140
二、分子合成方法	140
第六节 分子组装	145
一、概述	145
二、实现分子组装的方法	146

第三篇 膜受体与传感器的相互作用

第八章 膜受体对传感器的启迪	153
第一节 概述	153
第二节 设计思想	154
第三节 敏感材料	157
一、设计——仿受体	157
二、制备——仿生物技术	158
第四节 传感器的组装	163
一、物理化学	164
二、基因工程	165
三、STM 技术	165
第五节 膜的流动性与液晶性	166
一、细胞膜的流动性	166
二、细胞膜的液晶态	167
第六节 一些重要的启示	167
一、内调式传感器	167
二、分子系统	167
三、超常规超大规模集成	168
第九章 传感器对膜受体的回报	170
第一节 概述	170
第二节 膜受体研究方法简介	171
一、经典方法	171
二、传感技术	172
第三节 对膜受体研究的贡献	174
一、在细胞水平上的贡献	174
二、在分子水平上的贡献	176
第四节 对细胞膜研究的贡献	179
一、对通透性的研究	179
二、对流动性的研究	180
第十章 传感器与膜受体相互作用的扩展	183
第一节 概述	183
第二节 回顾与展望	183
一、历史回顾	184
二、前景展望	184
第三节 推动学科发展	185
一、新学科的发展	185
二、老学科的更新	187
第四节 促进技术进步	189
一、设计方法	190
二、制备工艺	190

三、组装技术	190
第四篇 膜受体-传感器与纳米技术-三 M 技术	
第十一章 膜受体-传感器与纳米技术	192
第一节 概述	192
第二节 膜受体-传感器对纳米技术的期待	192
一、STM 简介	193
二、纳米材料	195
三、纳米操作	196
第三节 膜受体-传感器对纳米技术的回报	198
一、仿膜受体纳米传感器给纳米技术提出的难题	198
二、膜受体-传感器促进仿生纳米技术的发展	199
第十二章 膜受体-传感器与三 M 技术	202
第一节 概述	202
第二节 膜受体-传感器与分子器件	203
第三节 膜受体-传感器与分子系统	206
一、生物分子系统	207
二、人工分子系统	208
第四节 膜受体-传感器与分子网络	209
一、人体分子网络的普遍性	210
二、分子网络的结构与功能	211
三、从 BMN 到 AMN	213

第一章 引言

第一节 《计算机与大脑》的启示

传感器与计算机是信息时代的支柱性技术。前者实现信号的转换或信息的提取,后者完成信息的处理。如果把计算机比作大脑,则传感器便是感官。目前技术发展的状况是:计算机的发展水平和受人们重视的程度远远超过传感器,形成头脑发达、感官失灵的畸形状态。因此,正确引导和大力发展传感技术已成为当务之急。

在计算机发展的初期,冯·诺曼以“计算机与大脑”为题在耶鲁大学作了未竣的系列讲演,他去世后由其夫人整理出版了《计算机与大脑》一书。这些举措对尔后计算机与脑科学的发展起了导向和推动作用。就计算机科学而言,尔后神经网络理论、并行运算计算机和神经计算机等的提出,都是沿着这一方向的深化与发展。从脑科学而言,神经系统的模数转换、思维过程的数字化、网络理论的引入等都得益于这一专著的启迪。理论与实践均已表明:计算机与大脑的相互作用是发展面向 21 世纪的计算机科学、脑科学及其界面新学科的必由之路。

机体是各类传感器荟集之处。生物体的传感器是在种系发生与个体发生的历史长河中发生发展起来的,是机体与环境相互作用的产物,是久经考验与行之有效的。其灵敏度、选择性、微型化与智能化等远优于现有的人工传感器。生物体的传感器虽种类繁多,功能各异,但对其进行化学解剖与功能分析后发现:构成这些传感器的核心分子器件是受体(receptor),受体组装在细胞膜上构成膜受体,后者是生物体内万用的传感器。鉴于在传感器领域人们还远没有达到巧夺天工的境界,因此,以膜受体为模板发展人工传感器是顺理成章的事。

细胞是构成生物体的基本单元。细胞膜是分隔细胞内外环境形成开放系统的屏障。膜受体是细胞系统的传感器。膜与膜受体在细胞的质能交换与信息传递中扮演着十分重要的角色。膜受体的功能与结构,还需要借助高质量的传感器来探测与阐明。因此,发展传感器对促进生命科学的发展也是有重要价值的。

基于上述的考虑,作者试图结合自己的科研实践和学习体会,以膜受体与传感器为主题,写一本类似《计算机与大脑》的书籍。

《膜受体与传感器》是在《计算机与大脑》的启迪下写作的。但两者在研究层次、处理方法或写作格调上都是不同的。其主要区别在于:两者的研究层次不一样,《计算机与大脑》中,把神经元作为“开关”处理,这些描述是在细胞水平上展开的,当时“分子脑研究”还没有提到议事日程上来。现在生命科学已进入分子时代,而《膜受体与传感器》的讨论是在分子水平上进行的;其次,前者侧重于神经过程的数学描述,后者着眼于膜受体中的分子事件。尤为重要的是:前者没有讨论计算机与大脑的相互作用,这可能是冯·诺曼还没有完成他的系列讲演而过早去世的缘故。《膜受体与传感器》着重讨论了二者的相互作用,即一方面强调发展传感器应向膜受体借鉴,另一方面也重视传感器

对膜受体的回报。并强调指出：二者的相互作用将构成建立与发展一系列面向 21 世纪的新兴的科学技术的增长点。

第二节 背景与前景

这里背景是指萌发《膜受体与传感器》的土壤与气候。前景是指它对发展新的科学技术所提供的机遇与提出的挑战。

一、背 景

Waston 及 Crick 于 1953 年首次提出 DNA 的双螺旋结构,标志着生命科学开始进入分子时代。Carter 于 1977 年首先提出分子电子学的构思,标志着技术科学也在走向分子时代。按照 Bergvald 的分类方法,传感器是一类特殊的电子器件。在电子器件正由微米级转入纳米级的今天,把传感器由生物传感器推进到分子传感器是大势所趋。这些事实为《膜受体与传感器》提供了思想与理论准备。

下述事实为《膜受体与传感器》提供了技术支援:

- (1) 受体具有分子识别功能,它为传感器的核心——敏感材料提供了理想的样板。
- (2) 生物物理学、细胞生物学、分子生物学与纳米生物学已积累了生物膜与膜受体的丰富材料,生物膜为我们提供了分子器件自组装的样板。
- (3) 加工制作工艺既有工艺成熟的微电子技术,又有正在兴起的纳米化学、纳米物理与纳米技术。

上面列举的仅仅是支持《膜受体与传感器》的部分背景材料,连接传感器与膜受体的必要性、可能性与现实性都是客观存在的,问题是我们如何去把握机遇,改革创新。

二、前 景

传感器是信息技术的重要单元,膜受体是生命科学中的关键部件。从学科发展的观点看,膜受体与传感器是生命科学与物理科学的相互作用与有机结合。在这些作用与结合中,将产生许多新概念、新观点,成为一系列新科学与新技术的生长点。

“21 世纪是生命科学的世纪”,在谈到这一命题时有两点是需要注意的:一是怎样作才能加速发展生命科学?回答是生命科学只能在与物理科学的相互作用中,在物理科学的支援下才能得到并加速发展。这是历史的经验。任何削弱物理科学的举措,终将殃及生命科学。二是怎样选择突破口来加速生命科学的发展。膜受体与传感器是相互作用的典型事例,加速发展生命科学的突破口之一。

器件及其组装方式是衡量电子技术水平的标志。电子管及底板、晶体管与印刷电路板、集成电路与硅片,分别代表了真空管电子学、半导体电子学与微电子学的技术水平。因此,膜受体反映了生物电子学与分子电子学的特征,它是面向 21 世纪的电子技术的开路先锋。

矛盾的普遍性寄寓在矛盾的特殊性之中。围绕膜受体与传感器所展开的讨论,在技

术科学领域内其影响所及也不限于传感器。就受体而言,它涉及以分子识别为先导的分子设计、分子合成与修饰等一系列理论问题与技术问题。制作厚度达纳米级的超薄膜,涉及到膜材料与成膜装置及技术等难题,LB膜与液晶膜还需作大量的基础研究,仿膜受体涉及到把多种分子器件组装到超薄膜上,使其协调配合发挥各自的功能,其组织工作的难度是可想而知的。

综上所述,这里所描述的传感器实质上是人工膜受体,在生物体的细胞膜上嵌合着数目繁多、种类复杂的分子器件,构成极其复杂的分子系统,膜受体仅仅是这个复杂系统的初级,因而研究膜受体的结构与功能时,不得不涉及它与其他功能分子单元的连接,细胞膜上集成的功能分子构成复杂的分子系统与网络,膜受体则是大系统的子系统。这样膜受体以分子器件开始,以分子系统与网络告终。

膜受体与传感器的研究,将对分子器件、系统与网络的设计、合成与组装提供基本的原理、方法与技术。这些开创性的工作是研制分子传感器、分子执行器、分子处理器、分子自动机、分子信息机与纳米机器人等的基础,因而它对技术科学的贡献是不能低估的。

膜受体是特定基因的表达,因此在研制复杂分子系统时,首先应考虑采用分子基因工程的方法,而常规的物理化学技术,对于制备复杂分子系统是难以奏效的。研究并实现膜受体的基因表达,将为利用生物技术研制分子器件与系统,开辟一条新途径。

本书是侧重从技术科学的角度来讨论膜受体与传感器的,尽管如此,在讨论它的前景时,不能不提到它对生命科学的贡献。在传感器与膜受体的相互作用中,阐明细胞膜内复杂分子系统的结构与功能,突破仅仅局限于膜受体与膜沟道的作用,深入阐明发生在细胞膜上的分子事件,促进生命科学的飞跃,催化纳米医学的诞生等等。

以膜受体为模板的新型传感器将是兼容性的,即除了可作为通常意义下的传感器使用外,还可作为膜受体植入人体去取代那些失效的膜受体。正如前面已经提到的,本书的讨论范围是以膜受体为代表的分子器件与分子系统,这将涉及众多生物分子器件的研制与应用等分子医学与纳米医学的内容。

实现攀登计划,发展高新技术应有超前意识,敢为天下先。对于分子器件的研究,近年来国外非常活跃,但选定以膜受体与传感器为突破口,则尚未见报道。分子系统与网络研究则尚处于胚胎阶段。如果我们现在不把握机遇,迅速采取行动,而要等着外国人沿着这一方向迈开步伐后再去跟踪国际先进科技,则为时太晚,损失太多。在科学技术竞争激烈的今天,看准方向,选准目标,就应全力以赴去夺取胜利。

从上面的讨论中可以看出:我们所研究的问题,其理论意义与应用价值都是不言而喻的。但涉及的范围之广与研究层次之深也是显而易见的。摆在我们面前的是一个难度大、困难多、十分复杂的崭新领域。攻克这一高地首先需要较全面地了解有关情况,然后根据总目标的要求和自己的工作背景,选择感兴趣的课题,开拓研究,分工合作,协同攻关,由点到面,再到立体。

第三节 导向与入门

本书侧重从技术科学的角度讨论膜受体与传感器,以此为突破口扩展到一些物理科

学与生命科学的相互作用,进而提出分子器件、分子系统与分子网络的设计、合成与组装等问题,所有这些讨论都是在分子层次上展开的。

本书在写作时的指导思想有两点:

一、导 向

(1) 从矛盾的特殊性中寻求矛盾的普遍性。即从膜受体与传感器的深入研究导出分子器件 (MD)、分子系统 (MS) 与分子网络 (MN)。

(2) 从矛盾的相互作用中求发展。即深入膜受体与传感器的研究,将借助并推进纳米技术,从而导致纳米技术-三 M (MD、MS、MN) 技术的问世。纳米技术用于分子器件的加工与测量,三 M 技术涉及分子器件的组织与组装。二者联用,构成面向 21 世纪的纳米技术-三 M 技术,或简称为 NMMM 技术。

这些特点决定了本书的逻辑结构 (图 1-1)。这些特点贯穿与渗透到本书的各个组成部分。

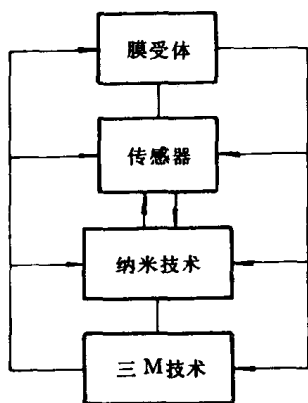


图 1-1 本书的逻辑结构

沿着图 1-1 所表达的方向,我们就能纲举目张,得其要领。

要理解上述内容,下面几点也是很重要的:

(1) 物理科学与生命科学的相互作用:实现前面提到的新学科领域需要涉及物理科学与生命科学,以往把这类新学科称为界面学科或杂交学科,我认为这样的提法不能反映此新学科形成的机制,强调它是在物理科学与生命科学相互作用中形成的新学科更为恰当。

提倡生命科学与物理科学的相互作用,这一方面可从生命科学中寻求设计的智慧,另一方面又可从物理科学中得到实现的技术。这里我们把生命科学视作软件,物理科学看作

硬件。

生命科学与物理科学相互作用产生的加强效应可以下式表达:

取: 生命科学 = C_1

物理科学 = C_2

则: (生命科学) $\cup$ (物理科学) $\gg (C_1 + C_2)$

国内外技术科学界也都有这样的认识:许多新技术的生长点存在于生物技术与物理技术的相互作用中。回顾过去可以看到:生物传感器与生物电子学等新技术在这样的作用中诞生。展望未来可以预见,分子器件与分子系统等亦将从这些相互作用中兴起。

科学技术的相互作用是推动科学与技术进步的矛盾运动。只有掌握这些运动,才能发展科学技术。

(2) 以膜受体与传感器为突破口:选择膜受体为矛盾的一方面是基于受体是以分子传感器为代表的分子器件的理想模型,而膜受体是研制人工分子系统的最好模板,是推进生命科学必须逾越的壁垒。选择传感器为矛盾的另一方,基于本书的初衷是为了提高现有传感器的水平,同时也考虑到生命科学是 21 世纪的带头学科,传感器能实现在体测

量、细胞内测量乃至细胞核内测量,是生命科学的重要支撑技术,其次也认识到分子传感器的研究必将推动分子器件与分子系统的研究。

(3) 新观点、高起点与高水平:本书所涉及的是新领域,为接受新事物,研究新问题,要更新旧观念,建立新观点。

现有的传感器是以宏观的物理化学效应为基础的。以分子传感器为先导的分子器件与系统的研究只能以分子识别与纳米技术等为依据,要求高起点。

高起点的研究工作,要求在高水平上展开。不同的矛盾要用不同的方法来解决,因而本书的讨论力图反映分子时代科学技术的风貌。

二、入 门

涉足本书要讨论的新领域,要碰到种种难题与困难,我们所熟悉的东西,很多不能应用了,很多我们不熟悉的东西要求我们去作。为此,需要补充一些有关的知识,有些可能是比较陌生的。

下面列举一些涉及生命科学与物理科学的基础学科,有志于从事上述领域的科技工作者,可以根据缺什么补什么的原则量力而行。全面熟悉这些跨学科的内容,尚需时日,为此特别希望对此有兴趣的青年,能参加这一研究队伍,为开拓这一新领域,作出贡献。

生命科学方面包括:细胞生物学、分子生物学、分子遗传学、分子神经科学、分子免疫学、分子内分泌学、纳米生物学与分子生物技术等。

物理科学方面包括:近代物理学、分子光学、微电子学、分子电子学、主-客化学,纳米物理学,纳米化学,膜科学,纳米技术与功能材料等等。

学习上述学科内容有两种可供选择的方法。一种是按部就班、循序渐进的常规方法,此时应注意选用先进工业化国家的著名大学经过再版的教科书。用这种办法掌握知识较牢固、全面,但需时较长,比较适合年轻人。另一种是在干中学,以完成任务来带动学习,即把工作同学习有机结合起来,这样每完成一个课题即等于建立了一个点,点积累多了便可以联成一条线,再由线到面到立体,占有整个知识空间。

无论通过哪种途径,新知识的掌握是一种积累过程。只有这种积累达到一定的数量级,才能收到质变的效应,亦即萌发出新思想与新概念。开阔的视野只有在更上一个新台阶后才能展开。涉及本书中所提出的新领域必须有连锁的累积与跃变过程。

通过不同的专业科技工作者合作,开展属于膜受体与传感器范围的科研,通过交流讨论也有助于促进上述的累积与跃变过程。

上面提到各种学科的知识是最基本的。此外,还应不断扩充与更新自己的专业知识,为此应注意经常阅读刊载所需材料的近期杂志,包括:Nature, Science, Sensors and Actuators, Electronic Letter, Optical Letter, Chem. Analytical Letter, TIBS, TINS, TIPS, Trend in Biotechnology, TIAC, Advance Materials, J. of Molecular Recognition, Nanobiology, Nanotechnology 等。

尽管在我们面前还存在不少问题和困难,但道路已经开通,方向已经判明,只要我们持之以恒,锲而不舍,则入门不难,深造也是可以办到的。

只考虑器件的尺寸,在本书中对分子器件与纳米器件未加区别,因此,有些地方二

者可以互用。

参 考 文 献

- 任 恕. 1991. 分子生物医学工程. 成都: 四川教育出版社, 1—50
- 任 恕. 1994. 试论分子仪器. 中国仪器仪表, (1): 21—23
- Bergvald P. et al. 1986. A classification of chemical sensors as electronic components. *Selective Electrode Rev.*, 10: 5—31
- Chapman D. et al. 1991. *Basic and Technological Studies of Biomenbrane Components*, Birkauer Verlag Basel, 1—11
- Djuro K. 1992. Neuromolecular computing. *Nanobiology*, 1: 5—24
- Franks A. 1987. Nanotechnology. *J. of Phys. E. Sci. Instrument*, 1442—1451
- Gros DJ. 1988. Physics and mathematics at the frontier. *Proc. Natl. Acad Science U S A.*, 85: 8371—8375
- Hurtley ST. 1993. Membrane proteins involved in targetted membrane fusion. *TIBS*, 18: 453—455
- Ivan A. 1991. A U S Lab Opens Doors to the Nanoworld. *Science*, 254: 1302—1303
- Ivan A. 1991. The apostle of nanotechnology. *Science*, 254: 1310—1311
- Nagayama K. 1992. Protein array: An emergent technology from biosystem. *Nanobiology*, 1: 25—37
- Paliwal S K. et al. 1993. Rapid process monitoring in biotechnology. *TIBTECH*, 11: 95—101
- Shu R. 1993. Molecular system. *Sensor and Actuators*, B 12: 41—44
- Tapparelli C, Metternich R and Cook N. 1993. Structure and function of Thrombin receptors. *TIBS*, 14: 426—428
- Tocanne JF. 1992. Detection of Lipid Domanis in Biological Membrane. *Science Publishers S A*, 53—70
- Von Neuman. 1958. *The Computer and the Brain*. Yale Press, the Whole Book.
- Whitesides G M. et al. 1991. Molecular self-assembly and nanochemistry: A chemical strategy for the synthesis of nanostructures. *Science*, 254: 1312—1319
- Wise K D, Najafi. K. 1991. Microfabrication techniquess for integrated sensors and microsystems. *Science*, 254: 1335—1341
- Wollenberger U, Schubert F, Pfeiffer D and Scheller F W. 1993. Enhancing biosensor performance using multienzyme systems. *TIBTECH*, 11: 255—262
- Yanagida T. et al. 1993. Nano-Manipulation of actomyosin molecuclr motors in vitro: A new working principle. *TIBS*, 18: 319—324

第一篇 膜受体

第二章 细 胞

第一节 概 述

正如基本粒子是原子核的基本结构单位，原子、分子是化学物质的基本结构单位一样，细胞是生物体的基本结构单位。机体内所发生的质能与信息过程都是在细胞内发生的。研究细胞的结构与功能不仅是生物科学的需要，也为技术科学实现高水平的自动化与多用途的多媒体等提供范例。

一个自动化系统通常是由传感器、控制器与执行器组成的。一个复杂的系统由不同层次与功能的子系统组成。细胞是极其复杂的系统。细胞的多系统与多媒体功能是与下面将要讨论的细胞结构分不开的。

细胞是一种开放系统，它与外环境进行物质、能量与信息的交换；细胞具有自组织、自适应与自繁殖功能，所有这些，使细胞成为多种学科研究的对象。例如：医学研究细胞的生理学、细胞的组织学，数学研究细胞的拓扑流形，物理学与形成细胞生物物理学有关，化学与形成细胞化学有关，生物技术中出现细胞工学等。科学的划分愈来愈细，现在科学探索的矛头已指向细胞的组分，如细胞核、细胞膜与细胞器等。

由于本书的主旨是探讨膜受体与传感器，而细胞这一章是为此而作些预备性工作的，因此，在这里不是对细胞的结构与功能作系统全面的论述，而是对与本课题有密切关联的若干组分，作些重点的说明。在本篇里采取系统与重点相结合的方式讨论，而第二章中主要简介细胞。考虑到细胞核是细胞的“大脑”，是膜受体的“缔造者”与“调控者”，因此，在本章中将着重介绍它，而细胞膜与膜受体分别在第三章与第四章中介绍。

第二节 细胞的结构

细胞是生物体的基本结构单位。由于进化水平不同，各种生物体的细胞结构也就不可能千篇一律了。图 2-1 给出微生物在生物分类学上的位置。接着图 2-2 至图 2-5，分别给出几种常见细胞的结构与形态特征。

一、细胞的尺寸

一般动物细胞直径为 20—30 μm ，这比大肠杆菌等的细胞大数十倍。病毒的直径只有细菌的 1/10—1/100。蛋白质分子的直径为纳米级。动物细胞的形态可在放大倍数达数百的光学显微镜下观察到。

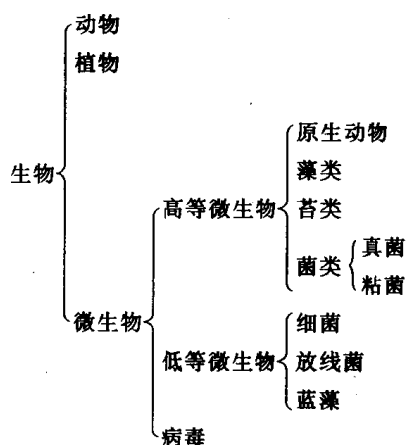


图 2-1 微生物在生物分类学中的位置

二、细胞的形态

不同种属的细胞与相同种属不同功能的细胞，其形态是不一样的（图 2-2）。有时同一个细胞当处于不同功能状态时，其形态也发生变化（图 2-3）。

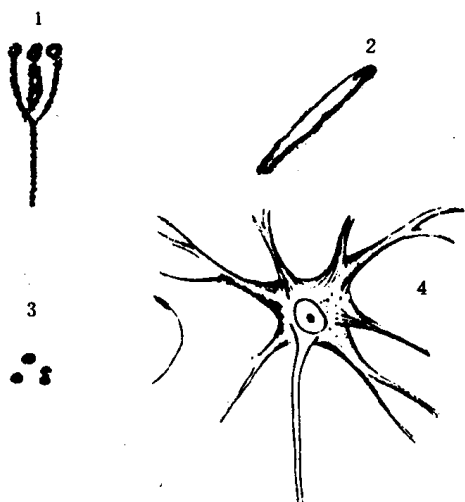


图 2-2 几种细胞的形态

1. 青霉属 (*Penicillium*); 2. 大肠杆菌 (*E. coli*); 3. 肝细胞; 4. 神经细胞。

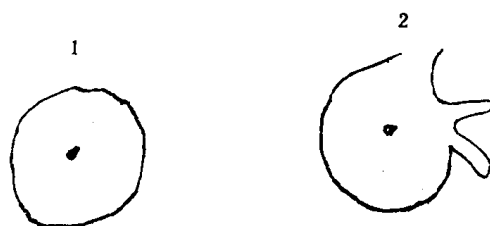


图 2-3 巨噬细胞吞噬时的形态变化

1. 静息时的巨噬细胞; 2. 动作时的巨噬细胞。

细胞形态的变化是同它适应环境和发挥功能的要求分不开的。例如，青霉菌的柄体是为了便于着地；神经细胞的轴突是为了便于传递信号，这和导线传递电信号、光导纤维传递光脉冲是相似的。

三、细胞的结构

图 2-1 把生物体划分为三类，兹以低等微生物中的单细胞细菌与动物的细胞为例来看细胞的结构（图 2-4 及 2-5）。

细菌的细胞无细胞核及核膜，属原核细胞。