

生物大分子的内化

王福安 张学庸 胡家骝 主编

科学出版社

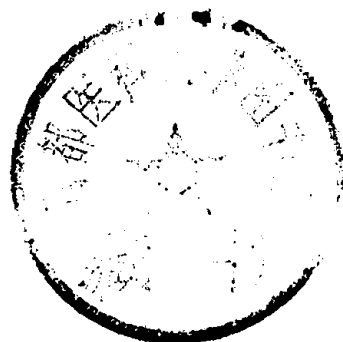
Q71
WFA

Y613.1/17

生物大分子的内化

王福安 张学庸 胡家露 主编

Donald A. McClain and Alexander Levitzki 名誉主编



A0280883

科学出版社

1995

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

内化是运输蛋白、激素、细胞因子、抗体及其免疫交联物、毒素、多核苷酸以及病毒等许多种类的生物大分子与细胞相互作用的中心环节。如欲深入探索上述生物大分子相关的生理或病理过程,就必须对内化有一充分的了解。本书对内化的细胞及分子过程进行了全面、详尽的论述,并以此为基础阐明了内化在生理学、病理学、神经生物学、内分泌学、病毒学、毒理学、寄生虫学、肿瘤学、反义核酸及基因转移技术等广泛生物医学领域中的意义及其应用。此外,书中还对相关的化学交联技术、脂质体技术及细胞凋零(程序性细胞死亡)等当今生命科学中的前沿问题进行了介绍。

本书可供生物学、神经生物学、分子生物学、组织胚胎学、免疫学、内分泌学、生理学、病理学、胃肠病学、病毒学、毒理学及肿瘤学等有关方面的基础与临床工作者参考。

生物大分子的内化

王福安 张学庸 胡家露 主编

责任编辑 姜朋逊

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北京黄坎印刷厂印刷

蓝地公司激光照排

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1995年6月第 1 版 开本:787×1092 1/16

1995年6月第一次印刷 印张:18 3/4 插页:2

印数:1-1 000 字数:421 000

ISBN 7-03-004582-3/Q·570

定价:39.90 元

Internalization of Biological Macromolecules

Editors-in-Chief

Wang Fuan, Zhang Xueyong and Hu Jialu
Laboratory and Department of Gastroenterology, Xijing Hospital,
The Fourth Military Medical University Xi'an, Shaanxi, P. R. China

Honorary Editors

Donald A. McClain
Veterans Administration Medical Center and Department of Medicine,
University of Alabama at Birmingham
Birmingham, U. S. A.

Alexander Levitzki

Department of Biological Chemistry, Institute of Life Sciences,
The Hebrew University of Jerusalem
Jerusalem, Israel

Science Press

Beijing

1995

撰写人员 Contributors

(以章序为顺)

王福安	第四军医大学西京医院消化科, 西安
张学庸	第四军医大学西京医院消化科, 西安
胡家露	第四军医大学西京医院消化科, 西安
丁 杰	第四军医大学西京医院消化科, 西安
周绍娟	第四军医大学西京医院消化科, 西安
Alexander Levitzki	耶路撒冷希伯来大学生命科学研究所, 以色列耶路撒冷
刘端祺	北京军区总医院消化科, 北京
Donald A. McClain	伯明翰亚拉巴马大学内科, 美国伯明翰
Malini Rajagopalan	伯明翰亚拉巴马大学内科, 美国伯明翰
Ian R. Sanderson	哈佛大学医学院儿童医院粘膜免疫学研究室, 美国波士顿
W. Allan Walker	哈佛大学医学院儿童医院粘膜免疫学研究室, 美国波士顿
乔泰东	第四军医大学西京医院消化科, 西安
陈宝军	第四军医大学西京医院消化科, 西安
徐 梁	第四军医大学西京医院消化科, 西安
黎 松	第四军医大学西京医院消化科, 西安
Reinhard Bredehorst	汉堡大学生物化学及分子生物学教研室, 德国汉堡
Carl-Wilhelm Vogel	汉堡大学生物化学及分子生物学教研室, 德国汉堡
樊代明	第四军医大学西京医院消化科, 西安

序

生物大分子的内化是生命科学研究中的重要课题,这一研究在理论上的突破必将推动生物学、生理学、生物化学、病理学、病因学、免疫学等基础学科的发展;直接、间接应用于临床亦必将造福于患者。近年来发达国家对内化研究给予了高度的重视,投入了相当的人力、物力专攻这一课题,并取得了不少成果。

我国青年学者王福安博士和张学庸教授、胡家露教授结合他们数年来所作的内化研究工作,与国内外同道通力合作,历时两年,终于完成了《生物大分子的内化》一书,使其成为我国在这一领域内出版的第一本专著,这是一本有开创意义的著述,值得庆贺!

本书的出版问世,相信将在我国生物医学的研究和应用方面发挥应有的作用。

钱信忠
一九九四年

前 言

内化追寻的是生物大分子在细胞迷宫中遨游的历程。近年来的研究表明,当今医学的许多重要问题是不能不从内化的角度去进行探讨的。因此,将内化方面的知识汇集成册,与生物医学领域的各方同道共同商榷,以资促进内化及其相关医学研究的繁荣与发展,乃系我们撰写《生物大分子的内化》一书的初衷。

浏览本书的目录即可发现,内化在生物医学学科中的跨度是巨大的,涉及面是广阔的。显然,一本篇幅有限的内化集子实际上是无法包罗俱全的。鉴于以上原委,我们在本书的内容安排上采用了提纲挈领、举一反三的方式。第1章对内化的若干共性问题进行了陈述,勾画出内化的概貌,第2章通过列举各种例证,具体阐明内化在生物学领域中联系的多样性、广泛性及重要性,而其它各章则可以看作是第2章的进一步扩展与延伸。

本书是国内外学者共同努力的结果。有七位国际上著名的内化及相关领域方面的专家参加了撰写工作,他们是(以章序为顺):①Alexander Levitzki; Levitzki 博士系以色列耶路撒冷希伯来大学教授、希伯来大学生命科学研究所所长,并担任多种国际杂志的主编或编委,其中包括世界一流杂志《Science》。因在受体研究方面的突出贡献,曾获布鲁塞尔自由大学勋章、Rothschild 生物学奖及以色列生物化学奖等多项学术奖励。②Malini Rajagopalan 和 Donald A. McClain; Rajagopalan 博士和 McClain 博士系美国伯明翰亚拉巴马大学(UAB)教授,在胰岛素及其受体的内化方面进行过深入的探索,并取得了一系列重要成果。McClain 教授现任退伍军人管理局医学中心内分泌学与代谢科主任、UAB 医学研究委员会主席、美国糖尿病基金评审委员会委员、美国国立卫生研究院癌症研究所特别评审委员会委员等职。③Ian R. Sanderson 和 W. Allan Walker; Sanderson 博士和 Walker 博士系美国哈佛大学医学院教授,在肠道大分子的内化与转运研究方面有很深的造诣。Walker 教授先后担任过包括《Gastroenterology》在内的多种著名杂志的编委或副主编,现任美国胃肠病学学会研究委员会主席、哈佛大学医学院教授委员会委员等职。④Reinhard Bredehorst 和 Carl-Wilhelm Vogel; Bredehorst 博士和 Vogel 博士系德国汉堡大学教授,在免疫导向治疗方面作出过突出的成绩,曾获美国 Alan Berman 研究奖等多项学术奖励。Vogel 博士现任汉堡大学生化学与分子生物学教研室主任,并兼任美国 Georgetown 大学生化学与分子生物学教研室及内科学教研室教授,他还是《Cancer Research》等多种著名杂志的编委及评阅人。我们谨对上述外籍专家为本书撰稿所付出的辛勤劳动及友好国际合作精神表示衷心的感谢!

医界元老钱信忠先生对本书给予了热切的关注,并执笔作序,这是前辈对科研工作第一线同志的极大鼓励与鞭策,在此特致以崇高的敬礼!

在本书的撰写过程中,我们自始至终得到了第四军医大学及西京医院各级领导的关心与大力支持;科学出版社及其第二编辑室的领导、编辑同志为本书的顺利出版作出了宝贵的努力,在此一并致以诚挚的谢忱!

方金楼女士承担了大量的日常及部分文稿校对工作;陈莉女士为本书绘制插图,在此一并表示深深的感谢!

《生物大分子的内化》是内化方面的专著。如同其它各类专著一样,它反映的主要是专题研究的新进展。因此,在成书之时书中所述及的不少问题尚无答案,或仅有部分答案,或虽有答案但仍存在分歧,这些都将有待于未来的工作予以充实、修正;另一方面,近年来我们虽在内化方面实地做了一些工作,初步具备一定的感性与理性认识,但囿于知识水平的限制,谬误之处在所难免,若能承蒙各方专家同仁不吝赐教,我们将十分感激。

王福安 张学庸 胡家露

(1994 年于第四军医大学西京医院,西安)

目 录

序

前言

第1章 内化概论	王福安(1)
1.1 内化的概念	(1)
1.2 内化的类别	(1)
1.2.1 吞噬作用	(1)
1.2.2 胞饮作用	(2)
1.2.3 受体介导的内化	(2)
1.2.4 越胞作用	(3)
1.2.5 穿细胞吞吐	(3)
1.2.6 特殊类型的内化	(3)
1.2.7 不同内化类型的相互关联	(4)
1.3 内化的一般细胞生物学过程	(6)
1.3.1 配体与细胞膜表面受体的结合	(6)
1.3.2 内化的入胞途径	(7)
1.3.3 胞内体的产生	(8)
1.3.4 内化过程小结	(11)
1.4 内化研究的历史	(11)
1.5 内化研究的任务和目的	(14)
第2章 内化的生物医学意义	王福安 张学庸 胡家露(17)
2.1 内化与细胞生理学	(17)
2.1.1 运输蛋白内化的意义	(17)
2.1.2 激素与细胞因子内化的意义	(18)
2.2 内化与免疫学	(20)
2.2.1 内化在非特异性免疫中的意义	(21)
2.2.2 内化在特异性免疫中的意义	(21)
2.2.3 内化在免疫病理学中的意义	(23)
2.3 内化与神经生物学	(23)
2.3.1 内化与神经元的生长发育	(23)
2.3.2 内化与神经元的功能	(25)
2.3.3 内化在神经生物学中的应用	(27)
2.4 内化与致病因子的致病机制	(28)
2.4.1 内化与病毒感染	(28)

2.4.2	内化与细菌感染	(31)
2.4.3	内化与寄生虫感染	(33)
2.4.4	内化与理化致病因子	(34)
2.5	内化与导向治疗	(34)
2.6	内化与基因转移	(35)
2.7	结 语	(37)
第3章	内化的细胞生物学基础	王福安 丁 杰 周绍娟(41)
3.1	细胞膜	(41)
3.1.1	细胞膜的化学组成	(41)
3.1.2	细胞膜的分子结构	(43)
3.1.3	细胞膜的理化特性	(45)
3.1.4	细胞膜的功能	(46)
3.1.5	细胞被	(47)
3.2	高尔基器	(48)
3.2.1	高尔基器的形态结构	(48)
3.2.2	高尔基器的化学组成	(49)
3.2.3	高尔基器的功能	(50)
3.3	内质网	(50)
3.3.1	内质网的形态结构和化学组成	(50)
3.3.2	内质网的类别	(51)
3.3.3	内质网的功能	(51)
3.3.4	内质网与细胞其它膜性结构之间的关系	(51)
3.4	核 膜	(52)
3.4.1	核膜的结构	(52)
3.4.2	核膜的功能	(53)
3.5	溶酶体	(53)
3.5.1	溶酶体的一般性特征	(53)
3.5.2	溶酶体的形成	(54)
3.5.3	溶酶体的类型	(55)
3.5.4	溶酶体的功能	(55)
第4章	受 体	Alexander Levitzki(58)
4.1	受体学概述	(58)
4.2	受体的构成	(59)
4.3	受体的研究	(59)
4.4	配体与受体结合的分析技术	(60)
4.4.1	结合测定	(60)
4.4.2	膜受体分析	(60)
4.5	结合数据的分析	(62)

4.5.1	结合数据的分析及作图	(62)
4.5.2	置换实验	(65)
4.5.3	配体的非-Michaelian 结合	(66)
4.5.4	解离常数的准确测定	(69)
4.6	受体与效应器的偶联	(70)
4.6.1	烟碱系统	(71)
4.6.2	激素依赖性腺苷酸环化酶	(71)
4.7	受体的失敏感作用及下行调节	(76)
4.7.1	烟碱受体系统	(76)
4.7.2	β -肾上腺素能系统	(77)
4.7.3	受体的内化	(77)
4.8	受体系统的纯化与重建	(77)
4.8.1	受体与效应器的溶解	(78)
4.8.2	重建过程中去垢剂的有效去除	(78)
4.8.3	受体及其效应器重建的基本条件	(79)
4.8.4	重建技术	(80)
4.8.5	对特殊脂质的需要	(80)
第5章	包涵素衣被的结构和功能	刘端祺 王福安(83)
5.1	包涵素衣被的分布	(83)
5.2	包涵素衣被的超微结构	(83)
5.3	包涵素衣被的化学组成	(84)
5.3.1	被覆小泡的分离	(84)
5.3.2	包涵素衣被的生化学分析	(85)
5.3.3	包涵素衣被的结构与功能单位	(86)
5.4	包涵素衣被组装	(88)
5.4.1	组装的影响因素及特点	(88)
5.4.2	轻链在包涵素衣被组装中的作用	(89)
5.4.3	组装多肽在包涵素衣被组装中的作用	(89)
5.4.4	包涵素衣被与膜的结合	(90)
5.5	包涵素衣被的解聚	(91)
5.6	小 结	(91)
第6章	内化器的酸化	胡家露 王福安(93)
6.1	内化器的 pH 值测定	(93)
6.1.1	pH 的定义	(93)
6.1.2	pH 的测定方法	(94)
6.2	溶酶体的 pH	(97)
6.2.1	溶酶体酸性 pH 的意义	(98)
6.2.2	溶酶体 pH 的人为干预	(98)

6.3	胞内体的 pH	(99)
6.3.1	胞内体酸性 pH 的意义	(100)
6.4	内化器的酸化机制	(100)
6.4.1	溶酶体的酸化	(100)
6.4.2	胞内体的酸化	(101)
6.5	小 结	(101)
第7章	转铁蛋白的内化 张学庸 刘端祺 王福安	(103)
7.1	转铁蛋白的结构与功能	(103)
7.2	转铁蛋白受体的结构与功能	(104)
7.3	转铁蛋白的内化过程	(105)
7.3.1	转铁蛋白内化的生物化学研究	(105)
7.3.2	转铁蛋白内化的形态学研究	(106)
7.3.3	转铁蛋白内化过程概要	(106)
7.4	转铁蛋白内化的若干重要医学意义	(108)
7.4.1	铁的吸收与运输	(108)
7.4.2	细胞生长增殖	(108)
7.4.3	与细胞恶变之间的关系	(109)
7.4.4	用转铁蛋白细胞毒交联物杀伤瘤细胞	(109)
第8章	胰岛素受体的内化:机制及生理学意义	
	 Donald A. McClain and Malini Rajagopalan	(112)
8.1	概 述	(112)
8.2	胰岛素受体内化的机制	(114)
8.3	胰岛素受体内化的作用	(119)
8.4	小 结	(122)
第9章	肠道大分子的吸收与转运 Ian R. Sanderson and W. Allan Walker	(126)
9.1	引 言	(126)
9.2	生理性转运	(126)
9.2.1	受体介导的生长因子的吸收	(127)
9.2.2	抗体的吸收	(128)
9.2.3	非受体性转运	(128)
9.2.4	肠细胞作为抗原呈递细胞	(129)
9.3	病理性转运	(130)
9.3.1	抗原的粘膜屏障	(130)
9.3.2	细胞内转运	(130)
9.3.3	细胞间转运	(131)
9.4	结论与展望	(132)
第10章	毒素的内化与细胞毒性损伤 王福安 乔泰东 陈宝军	(135)
10.1	毒素的分类	(135)

10.2	毒素的分子结构	(136)
10.2.1	植物毒素	(136)
10.2.2	微生物毒素	(137)
10.3	毒素的靶分子及损伤机制	(138)
10.3.1	延长因子 2	(138)
10.3.2	核糖体	(139)
10.3.3	cAMP 信号通路	(140)
10.4	毒素的内化	(141)
10.4.1	细胞表面的毒素受体	(141)
10.4.2	毒素进入细胞的途径	(143)
10.4.3	毒素内化后的膜泡转运	(144)
10.4.4	毒素内化后的反向跨膜易位	(145)
10.5	小 结	(147)
第 11 章	抗肿瘤抗体及其免疫交联物的内化与导向治疗	王福安(149)
11.1	概 述	(149)
11.2	抗肿瘤抗体的内化	(150)
11.2.1	抗肿瘤抗体在靶细胞表面的结合	(150)
11.2.2	抗肿瘤抗体进入靶细胞的途径	(152)
11.2.3	不同进入途径的意义	(155)
11.2.4	抗肿瘤抗体的吸附内化与液相胞饮之间的关系	(156)
11.2.5	内化后的细胞内转运过程	(160)
11.2.6	内化后的归宿	(164)
11.2.7	细胞骨架与内化	(165)
11.2.8	细胞内抗原在内化中的作用	(166)
11.3	内化与抗原调变	(168)
11.4	抗肿瘤抗体免疫交联物的内化	(169)
11.4.1	免疫毒素的内化	(169)
11.4.2	免疫药物的内化	(170)
11.4.3	免疫核素的内化	(171)
11.4.4	内化在合株免疫交联物方案遴选中的意义	(173)
第 12 章	脂质体的内化及在生物学中的应用	徐 梁 张学庸(177)
12.1	概 述	(177)
12.1.1	脂质体的特性	(177)
12.1.2	脂质体的分类及其形成原理	(178)
12.1.3	免疫脂质体研究现状	(179)
12.2	脂质体的制备与效应分子的包裹	(179)
12.2.1	脂质体的制备方法	(180)
12.2.2	免疫脂质体的制备方法	(182)

12.2.3	脂质体的有关特性检测	(184)
12.2.4	脂质体的质量控制	(186)
12.3	脂质体的内化及体内代谢	(188)
12.3.1	脂质体与细胞的相互作用	(188)
12.3.2	免疫脂质体的内化	(189)
12.3.3	免疫脂质体的体内分布与代谢	(193)
12.4	脂质体及免疫脂质体在生物医学中的应用	(196)
12.4.1	脂质体作为化学治疗药物的载体	(196)
12.4.2	脂质体作为生物反应调节剂的载体	(197)
12.4.3	脂质体作为基因工程的载体	(200)
12.4.4	免疫脂质体用于免疫诊断	(202)
12.4.5	脂质体的其它应用	(202)
12.5	特殊功能脂质体	(203)
12.5.1	热敏免疫脂质体	(203)
12.5.2	酸敏免疫脂质体	(203)
12.5.3	光敏免疫脂质体	(204)
12.5.4	靶敏免疫脂质体	(204)
12.5.5	磁性脂质体	(205)
第 13 章	生物大分子的化学交联	黎 松 张学庸 胡家露 (207)
13.1	免疫球蛋白与细胞毒物质交联的一般思路	(207)
13.2	免疫球蛋白的分子结构与化学交联	(208)
13.3	免疫球蛋白与毒素分子间的交联	(209)
13.3.1	二硫键连接方法	(210)
13.3.2	硫醚键连接方法	(212)
13.4	免疫球蛋白与药物分子间的交联	(212)
13.4.1	重氮化法	(213)
13.4.2	高碘酸氧化法	(213)
13.4.3	混合酸酐法	(214)
13.4.4	碳二亚胺法	(214)
13.4.5	活性酯法	(215)
13.4.6	琥珀酸酐法	(215)
13.4.7	氯乙酸钠法	(216)
13.4.8	同型双功能试剂法	(216)
13.4.9	异型双功能试剂法	(216)
13.5	部分免疫交联物制备方法实例	(217)
13.5.1	MTX 与抗体相交联	(217)
13.5.2	苯丁酸氮芥(CBL)与抗体相交联	(217)
13.5.3	丝裂霉素 C(MMC)与抗体相交联(活性酯法)	(218)

13.5.4	柔红霉素(DM)与抗体相交联	(218)
13.5.5	蓖麻毒素(ricin)与抗体相交联	(219)
13.5.6	蓖麻毒素 A 链(RTA)与抗体相交联	(219)
第 14 章 免疫交联物在医学中的应用		
	 Reinhard Bredehorst and Carl-Wilhelm Vogel	(222)
14.1	引 言	(222)
14.2	免疫交联物的效应分子	(222)
14.2.1	抗体与蛋白质毒素的交联物(免疫毒素)	(223)
14.2.2	基因工程免疫交联物(重组毒素)	(224)
14.2.3	抗体与细胞毒药物的交联物(化学免疫交联物)	(225)
14.2.4	抗体与生物反应调节剂的交联物	(226)
14.2.5	抗体与放射性核素的交联物(放射免疫交联物)	(226)
14.2.6	抗体与酶交联物	(228)
14.2.7	抗体与其它效应分子的交联物	(229)
14.3	免疫交联物的靶目标	(229)
14.4	免疫交联物的导向分子	(230)
14.5	免疫交联物的合成	(231)
14.5.1	免疫交联物的化学合成	(231)
14.5.2	免疫交联物的基因工程	(233)
14.6	存在问题与展望	(233)
第 15 章 细胞凋零		
	 王福安 樊代明 张学庸	(237)
15.1	细胞凋零的概念	(237)
15.2	细胞凋零的一般性特征	(238)
15.2.1	形态学特征	(238)
15.2.2	生物化学特征	(240)
15.3	细胞凋零特征性改变的分子基础	(240)
15.4	细胞凋零机制的激活方式	(241)
15.4.1	基因诱导	(241)
15.4.2	死亡程序释放	(242)
15.4.3	信号转导	(242)
15.5	细胞凋零的基因调控	(243)
15.6	内化与细胞凋零	(244)
15.7	细胞凋零的生理学意义	(244)
15.8	细胞凋零的病理学意义	(245)
15.8.1	细胞凋零与肿瘤发生学	(245)
15.8.2	细胞凋零与肿瘤治疗学	(247)
第 16 章 内化研究方法学		
	 王福安	(251)
16.1	如何确定生物大分子是否内化	(251)

16.1.1	荧光素标记法.....	(251)
16.1.2	酶联免疫吸附测定法.....	(253)
16.1.3	放射性同位素分析法.....	(254)
16.2	如何确定生物大分子内化后的命运.....	(255)
16.3	如何确定生物大分子内化后的细胞内转运过程.....	(256)
16.3.1	影像增强显微镜术.....	(256)
16.3.2	电镜示踪术.....	(257)
16.4	如何分离生物大分子的内化器.....	(266)
索 引.....		(269)
英汉名词对照.....		(273)

第 1 章 内化概论

王福安

1.1 内化的概念

广义地说，内化 (internalization) 是指细胞在生活状态下自外环境中摄取物质分子的一种模式。细胞都具有细胞膜，它既是细胞本身与外环境的分隔，同时也是细胞与外环境进行物质交换的屏障。任何物质进入细胞内均需跨越细胞膜。环境中的小分子，如水分子、氨基酸、糖以及离子等主要是借助细胞膜的通透性机制，如自由扩散、易化扩散及膜运输蛋白直接进入细胞内的。但细胞膜对于蛋白质、多核苷酸、多糖以及它们的各种衍生物等生物大分子是不能通透的。细胞在摄取这些生物大分子时，常常是先在细胞膜的某些区段产生凹陷，将它们包裹于小的膜区域内，随后膜凹陷进一步向胞质内延伸，最终与细胞界膜脱离，在胞质内形成独立的膜性小泡，并由此引发一系列相关界膜小泡的生成、融合、转运及分检。通常就把上述生物大分子进入细胞内的膜泡转运全过程称之为内化，亦称为入胞作用或内吞作用 (endocytosis)。

在真核细胞中，核膜构成了核质与胞质的界限及物质交换的屏障。核膜亦是生物膜，其理化特性在不少方面与细胞膜是相似的，即对物质的通透具有一定的选择性。所不同的是，核膜上分布着数目不一的核孔，平均直径约为 9nm，因此，某些生物大分子可借助核孔通道直接进入细胞核内。但在某些条件下，胞质内的生物大分子是必须以核膜凹陷的方式才能进入核内的，其过程与细胞外环境中的生物大分子膜泡转运入胞的过程相似。相应地，就将胞质中生物大分子的此种核膜内凹、膜泡转入胞核的过程称为核内化 (nuclear internalization)。

1.2 内化的类别

如上所述，内化可归结为细胞以膜囊泡包裹形式将环境中的生物大分子转运至细胞内的过程。生物大分子本身是千差万别的，再加上细胞种类及生理功能状态的差异，内化也就因此而有着多种不同的表型。迄今为止内化尚无统一的分类标准，但通常可从生物大分子的理化性状、大小与细胞作用的特异性程度、转运过程以及内化后命运等不同的角度加以分类。兹将若干重要类型分述如下。

1.2.1 吞噬作用

细胞内吞较大颗粒或超级复合大分子的过程称为吞噬作用。被吞噬的物质通常为细