

生命科学研究性学习丛书

细胞生物学 精要

曹祥荣 主编

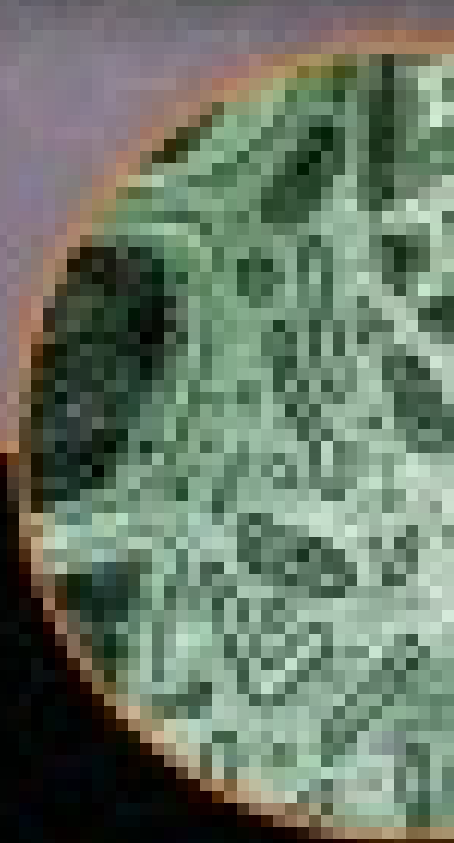


东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

细胞生物学 精要

曹晓风 主编



北京师范大学出版社

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

生命科学研究性学习丛书

细胞生物学精要

曹祥荣 主编

副主编: 刘 梅 陈华群 刘 畅

助 编: 沈 玮 赵 娟



东南大学出版社
· 南京 ·

内容提要

本书整合精炼细胞生物学内容,构建知识精要编写体系,包括:细胞概述,细胞生物学研究方法,细胞质膜,物质的跨膜运输,细胞的能量转换——线粒体和叶绿体,真核细胞内膜系统、蛋白质分选与膜泡运输,细胞骨架,细胞的信号转导,细胞核与染色体,细胞增殖及其调控,细胞的命运:分化与癌变、衰老与死亡等。从重要名词、主要知识点等角度,介绍了细胞生物学理论知识和主要研究技术,并通过练习题强化学习和巩固每章内容。本书篇幅适宜、内容精要、条理清晰,可读性好,有助于把握细胞生物学教与学要点,可作为生物科学类、生物技术类、医学、药学类及农林类本科生学习指导用书及硕士研究生入学考试复习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

细胞生物学精要 / 曹祥荣主编. — 南京: 东南大学出版社, 2010. 11

ISBN 978-7-5641-2536-3

I. ①细… II. ①曹… III. ①细胞生物学
IV. ①Q2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 230304 号

出版发行 东南大学出版社

社 址 南京市四牌楼 2 号(邮编:210096)

经 销 江苏省新华书店

出 版 人 江建中

责任编辑 杨小军(025-83790586; bioyangxj@126.com)

印 刷 南京玉河印刷厂

开 本 700mm×1000mm 1/16

印 张 11.75

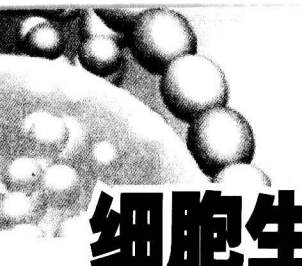
字 数 224 千字

版 次 2010 年 11 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5641-2536-3

定 价 26.00 元

* 东大版图书若有印装质量问题,请直接联系读者服务部,电话:(025)83792328。



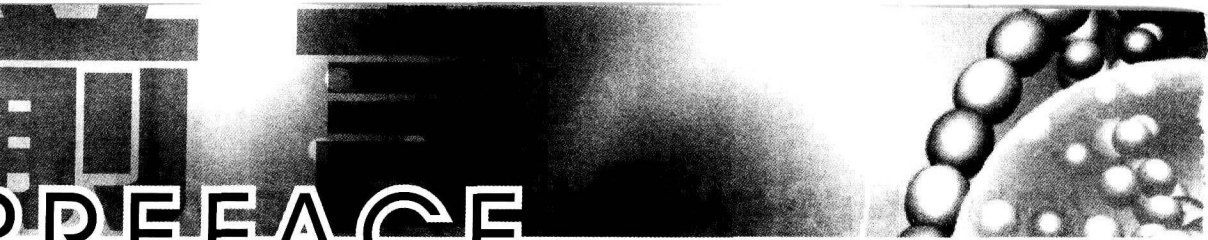
细胞生物学精要PREFACE

细胞生物学是生命科学领域的基础学科,也是生命科学中最飞速发展的学科之一。细胞生物学是在显微结构(细胞体和细胞群体)、超微结构、超分子及分子水平上阐明生命系统中物质的运输和代谢、能量的转运和利用、信息的传递和加工以及发育与遗传等规律的学科。细胞具有高度复杂性、组织性、多样性及适应性,细胞具有高度有序的自我组装能力。

细胞生物学理论和研究技术已渗透到生命科学的各个分支领域,渗透到医学、药学、农、林等学科,知识日新月异,内容日益拓展丰富,细胞生物学已成为生命科学及医学、药学、农林类本科生的专业基础课程。为便于把握教学要点,满足学生自学需要,在有限的时间内掌握细胞生物学基础理论和基本技术,根据本科课程、硕士研究生入学考试复习要求,参考目前国内多种《细胞生物学》教材及国外教材,以我们多年教学经验积累为基础,组织教师围绕“精要”编写此书。

本书整合细胞生物学理论,构建编写体系,包括:细胞概述,细胞生物学研究方法,细胞质膜,物质的跨膜运输,细胞的能量转换——线粒体和叶绿体,真核细胞内膜系统、蛋白质分选与膜泡运输,细胞骨架,细胞的信号转导,细胞核与染色体,细胞增殖及其调控,细胞的命运:分化与癌变、衰老与死亡。在编写过程中精心组织内容,保持科学性和先进性,对细胞生物学部分内容进行整合精选,将核糖体与核仁内容整合介绍,将细胞分化、癌变、衰老、死亡综合为细胞命运,因为细胞命运都通过基因表达调控机制来调节,避免与生物化学、植物生理学有关线粒体、核糖体及叶绿体部分内容重复,重点描述细胞器区域化、细胞成分结构定位、线粒体蛋白质转运机制及其对细胞器(细胞)生命活动乃至对有机体的影响。

本书从重要名词、主要知识点等角度,精要阐述了细胞生物学主要理论和重要的研究技术,并提供练习题,便于学生阅读、知识巩固,有助于掌握每章内容和拓宽知识。本书文字精炼,条例清楚,篇幅适宜,具有良好的可读性,可作为生物科学类、生物技术类、医学、药学类及农林类本科生学习指导书及硕士研究生入学考试复习参考书。



PREFACE

细胞虽小,却结构多样精巧,活动途径严谨有序,内容包括生命诞生与结束等现象中所发生的千变万化的生命活动。细胞生物学研究水平迅猛发展,学科交叉渗透,内容丰富,材料来源广泛,博大精深。编写过程中,参考了国内细胞生物学教材以及数字资源,注意对主要知识的精炼解读、分析与归纳、总结和吸纳,听取专家意见和建议。对于原始材料的工作者和专家,我们表示由衷的敬意和谢意。本书的编写工作得到南京师范大学生命科学学院及其他单位的支持、指导和帮助,得到国家理科(生物学)基础科学人才培养基金项目的资助,在此表示衷心的感谢。

细胞生物学发展迅猛,限于作者对细胞生物学的认识,在内容安排、材料取舍等方面存在许多不妥乃至错误之处,衷心欢迎读者批评指正。

曹祥荣
2010年10月于南京

细胞生物学精要 CONTENTS

第一章 细胞概述 (1)

一、细胞研究简史 (2)

二、细胞 (3)

第二章 细胞生物学研究方法 (8)

一、细胞形态结构的观察方法 (9)

(一) 光学显微镜技术 (9)

(二) 电镜技术 (10)

(三) 扫描隧道显微镜 (11)

二、细胞组分的分析方法 (12)

(一) 离心 (12)

(二) 细胞内核酸、蛋白质、酶、糖、脂等的显示 (12)

(三) 特异性蛋白抗原的定位和定性 (13)

(四) 细胞内特异核酸的定位与定性 (13)

(五) 利用同位素技术研究生物大分子在细胞内的合成动态 ... (13)

(六) 定量细胞化学分析技术 (13)

三、细胞培养、细胞工程与显微操作技术 (14)

(一) 细胞培养 (14)

(二) 细胞工程 (14)

四、用于细胞生物学研究的模式生物 (15)

第三章 细胞质膜 (21)

一、生物膜的结构模型 (22)

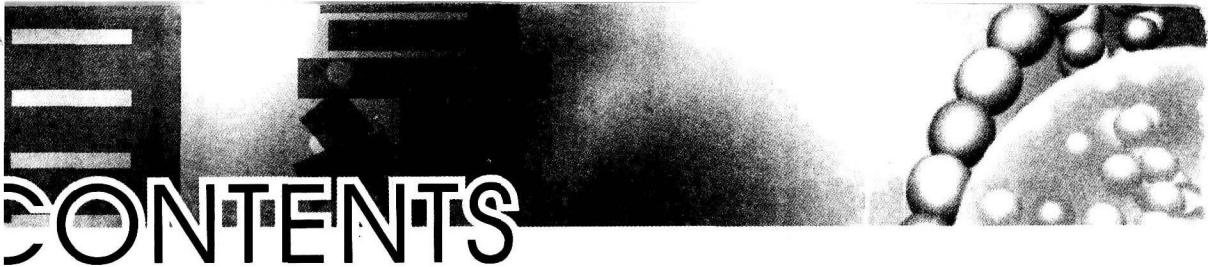
二、生物膜的化学组成 (22)

三、膜的流动性 (25)

四、膜的不对称性 (26)

五、膜的基本功能 (26)

六、膜骨架 (26)



CONTENTS

(一) 膜骨架	(26)
(二) 红细胞的生物学特性	(26)



第四章 物质的跨膜运输

(30)

一、生物膜的通透性	(31)
二、被动运输	(32)
三、主动运输	(33)
四、膜动运输	(35)



第五章 细胞的能量转换——线粒体与叶绿体

(41)

一、线粒体与氧化磷酸化	(42)
二、叶绿体	(44)
三、线粒体和叶绿体是半自主性细胞器	(44)
四、线粒体和叶绿体的增殖	(47)



第六章 真核细胞内膜系统、蛋白质分选与膜泡运输

(54)

一、细胞质基质	(56)
二、内膜系统	(56)
三、细胞内蛋白质的分选与膜泡运输	(59)



第七章 细胞骨架

(65)

一、微丝与细胞运动	(67)
(一) 微丝的组成及其组装	(67)
(二) 微丝的网络动态结构的调节与细胞运动	(68)
(三) 微丝的分子马达——肌球蛋白	(68)
(四) 肌细胞的收缩运动	(69)
二、微管及其功能	(69)
(一) 微管的组成与装配	(69)
(二) 微管组织中心	(70)



细胞生物学精要CONTENTS

(三) 微管的动力学性质	(70)
(四) 微管的功能	(70)
三、中间丝	(71)
(一) 中间丝的主要类型和组成成分	(71)
(二) 中间丝的组装	(71)
(三) 中间丝的功能	(71)
四、核骨架	(72)
(一) 核内纤维骨架——核基质	(72)
(二) 染色体骨架	(72)
(三) 核纤层	(72)
五、细胞连接	(73)
(一) 细胞连接的类型	(73)
(二) 细胞黏着及其分子基础	(74)
六、细胞外基质	(74)



第八章 细胞的信号转导

(82)

一、细胞通讯的方式	(83)
二、信号分子	(84)
三、受体及其介导的信号通路	(84)
四、细胞对信号的整合与控制	(86)



第九章 细胞核与染色体

(92)

一、核被膜与核孔	(93)
二、染色质	(94)
三、染色体	(96)
四、核仁与核糖体	(98)
五、核基质	(100)

CONTENTS

	第十章 细胞增殖及其调控	(105)
	一、细胞周期与细胞分裂	(106)
	二、细胞周期的调控	(111)
	三、生长因子对细胞增殖的影响	(114)
	第十一章 细胞的命运:分化与癌变、衰老与死亡	(118)
	一、细胞分化	(120)
	二、干细胞	(122)
	三、细胞衰老与凋亡	(123)
	四、细胞癌变	(127)
	第十二章 硕士研究生招生考试细胞生物学全真试卷	(134)
	南京师范大学 2008 年硕士招生细胞生物学试卷(A)	(134)
	南京师范大学 2008 年硕士招生细胞生物学试卷(B)	(140)
	南京师范大学 2009 年硕士招生细胞生物学试卷	(146)
	南京师范大学 2010 年硕士招生细胞生物学试卷	(151)
	参考答案	(157)

第一章 细胞概述

重点提示

细胞生物学是随实验科学与实验技术的发展而不断丰富更新的,实验方法和技术可以验证细胞理论、探知细胞世界和改造重组细胞。细胞研究是从静态细胞学发展到动态的细胞生物学,生命活动和功能依赖于细胞结构,是静态抽象和动态功能的结合。细胞是生命活动的基本单元,是共性与多样性的统一、形态与结构统一的结合体。

重要名词

1. 细胞(cell):是由细胞质膜包裹的原生质体,是高度有序非线性的集合体。“The cell is an accumulation of living substance or protoplasm definitely delimited in space and possessing a cell membrane and nucleus.”细胞是生命的物质基础。

2. 细胞学说(Cell Theory):包括三个内容:①有机体是由细胞构成的;②细胞是构成有机体的基本单位,既具有自身的生命力,也可以多聚整合形成更高级形式具有生命力的集合体;③一切细胞来源于细胞。该学说是1838—1839年由德国植物学家施莱登(M. J. Schleiden)和动物学家施旺(M. J. Schwann)共同提出的,1855年德国人R. Virchow完善了细胞学说。

3. 细胞生物学(cell biology):在显微结构(细胞体和细胞群体)、超微结构、超分子及分子水平上阐明生命系统中物质的运输和代谢、能量的转运和利用、信息的传递和加工以及发育与遗传等规律的学科。

4. 原生质(protoplasm):构成细胞中的所有生命物质,它由蛋白质、核酸、酶等生物大分子和水、无机盐、糖类、脂类等生物小分子组成。

5. 细胞器(organelle):细胞内具有特定形态和功能的显微或亚显微结构称为细胞器。

6. 超分子(super-molecule):生物超分子体系是由多个生物大分子如蛋白质或蛋白质与其他生物大分子组成的复合体,完成更精巧复杂的生命活动,表现出结构的整合性、代谢活动的自主性及功能的协调性。

7. 中膜体(mesosome):某些革兰阳性细菌质膜内褶形成小管状结构,称为中膜体或间体,中膜体扩大了细胞膜的表面积,提高了代谢效率,有拟线粒体(chondroid)之称,



此外其还可能与 DNA 的复制有关。

8. 病毒(virus):是迄今发现最小的、最简单的专性活细胞体内寄生的非胞生物体,是仅有一种核酸(DNA 或 RNA)和蛋白质构成的核酸蛋白质复合体。

重要知识点

一、细胞研究简史

(1) 细胞生物学研究四个主要的阶段

①细胞发现与细胞学说建立:19 世纪 30 年代及之前,是细胞认识阶段。

②细胞学:从 19 世纪 30 年代到 20 世纪中期,主要进行细胞形态显微结构的研究。

③细胞生物学:从 20 世纪 30 年代至 70 年代,主要研究细胞超微结构及功能、细胞遗传学。

④分子细胞生物学:从 20 世纪 80 年代开始,分子生物学技术研究细胞结构与功能,探讨基因调控、信号转导、细胞分化和凋亡、肿瘤生物学的细胞基础。

(2) 细胞生物学研究中的重要事件

①1590 年,荷兰人 J. Janssen 和 Z. Janssen 父子制作了第一台复式显微镜。

②1665 年,英国人 Robert Hook 第一次描述了植物中呈封闭状小室样的细胞构造(细胞壁),称为 cella。

③1680 年,荷兰人 A. van Leeuwenhoek 首次观察到活细胞。

④1831 年,英国人 Robert Brown 发现植物细胞核。

⑤1832 年,德国人 C. J. Dumortier 观察了藻类的细胞分裂,并认为细胞来源于原来存在的细胞。

⑥1838 年,德国人 Matthias Jacob Schleiden 发表“植物发生论”。1838 年德国解剖学家 Theodor Schwann 结合植物发生论,提出了“细胞学说”(cell theory)术语;1839 年发表了“关于动植物结构和生长一致性的显微研究”。1855 年德国人 R. Virchow 提出“一切细胞来源于细胞”。

⑦1839 年,捷克人 J. E. Pukinye 首次把细胞物质称为“protoplast”。

⑧1848 年,德国人 W. Hofmeister 首次描绘了鸭跖草的染色体存在。1888 年德国人 H. von Waldeyer 将可被碱性染料着色的结构称为染色体(chromosome)。

⑨1861 年,德国人 M. Shultze 根据动植物原生质的特性,定义细胞为:细胞是位于一定空间中的生命物质(原生质体)的聚集体,具有细胞膜和细胞核。

⑩1882 年,德国人 W. Flemming 根据蝾螈细胞的有丝分裂,提出了“mitosis”一词。

⑪1932 年,德国人 M. Knoll 和 E. A. F. Ruska 设计了第一台电子显微镜,1940

年美国和德国制造出分辨力为 0.2 nm 的商品电镜。

⑫1953 年,美国人 J. D. Watson 和英国人 F. H. C. Crick 提出 DNA 双螺旋结构模型。

⑬1956 年,蒋有兴(美籍华人)利用徐道觉发明的低渗处理技术证实了人的 2n 为 46 条,而不是 48 条。

⑭1957 年,J. D. Robertson 用超薄切片技术获得了清晰的细胞膜照片,显示其暗-明-暗三层结构。

⑮1997 年,第一只克隆动物多利羊诞生,由英国卢斯林研究所 Ian Wilmut 研究小组克隆完成。

二、细胞

(1) 细胞是一切生命活动的基本结构和功能单位:一切有机体都由细胞构成,细胞是构成有机体的基本单位;细胞具有独立的、有序的自控代谢体系,细胞是代谢与功能的基本单位;细胞是有机体生长与发育的基础;细胞是遗传的基本单位,细胞具有遗传发育的全能性;没有细胞就没有完整的生命,病毒是依附于细胞而完成生命活动周期的。

(2) 真核细胞具备精巧复杂的结构体系,包括由脂质及蛋白质成分构成的生物膜结构系统;由以核酸(DNA 或 RNA)与蛋白质为主要成分的遗传信息表达传递体系;由特异蛋白分子装配构成的细胞骨架系统等三个结构体系。这些都表现出真核细胞在结构、功能、发育与遗传方面的高等、精确、有序性。结构与功能的区域化、遗传信息表达传递过程的精确性和可调控性,细胞形态结构多样性与功能适应性。简而言之,真核细胞与原核细胞最根本的区别有:第一是细胞膜系统的分化与演变,第二是遗传信息量与遗传装置的扩增与复杂化。

细胞器是真核细胞的特征,是细胞内有形的、能够独立完成特定生命活动、普遍存在的结构,主要有膜性结构、线性细胞器和粒性细胞器。膜性结构是指真核细胞中以生物膜为基础形成的所有结构,包括细胞膜(质膜)和细胞内的所有膜性细胞器,如线粒体、高尔基体、内质网、溶酶体、核膜等。线性细胞器是指由生物大分子组装成的线性结合体,如:微管、微丝、中间丝、染色质等。粒性细胞器则呈现颗粒状结构,如:核糖体、核仁等。

(3) 原核细胞(prokaryotic cell):原核细胞的遗传信息量小,遗传信息载体仅由一个环状 DNA 构成,位于拟核(nucleoid)区,细胞内没有出现具有特征结构与功能的细胞器及细胞核膜。

(4) 支原体(mycoplasma):支原体是目前发现的最简单、体积最小的原核细胞。支原体的大小介于细菌与病毒之间,一般直径为 0.2~0.3 μm ,可通过滤菌器。无细胞壁,细胞形态多变,遗传物质为环状 DNA,没有类似细菌的拟核区域,能指导合成



750 多种蛋白质,支原体细胞中有 800~1 500 个核糖体。支原体可以在培养基中生长,也可寄生到细胞中完成细胞的繁殖。

(5) 细菌(bacteria):细菌细胞只具有没有边界的核区,又称拟核,是原核细胞。细菌 DNA 为一个环状的 DNA 分子,主要盘绕在核区,没有或只有极少的组蛋白与 DNA 结合。仿用真核细胞的染色体概念,称其为细菌染色体,基因复制、转录与表达过程没有时间上的阶段性与位置上的区域性。细胞内容没有细胞器的区域化现象。

(6) 蓝藻(cyanobacterium):又称蓝细菌。蓝藻细胞的体积比其他原核细胞大得多,直径一般在 10 μm 左右,甚至可达 70 μm (颤藻),是最简单的光能自养型原核生物,能进行与高等植物类似的光合作用。光合片层是由质膜内陷形成的,其上结合藻胆蛋白体,进行光能 $\rightarrow$ 藻胆蛋白体 $\rightarrow$ 叶绿素 a 的传递。蓝藻细胞遗传信息载体与其他原核细胞一样,是一个环状 DNA 分子,但遗传信息量很大,可与高等植物相比。不与碱性蛋白结合,是裸露的,集中存在,称中心质或中央体。

(7) 古细菌(archaeobacteria):是一类很特殊的细菌,多生活在极端的生态环境中。具有原核生物的某些特征,如无核膜及内膜系统,其基因组为一环状 DNA,常含有操纵子结构。但古细菌也有真核生物的特征,如细胞壁不含细菌细胞壁中的肽聚糖成分;DNA 具有重复序列、内含子并结合组蛋白,形成类似核小体的结构;核糖体蛋白质种类超过细菌,对氯霉素不敏感;5S rRNA 的分子进化、甲硫氨酸起始蛋白质的合成、RNA 聚合酶都与真核细胞的相似。

知识巩固

一、选择题

- 世界上第一个在显微镜下看到活细胞的人是 ()
A. Robert Hooke B. Leeuwenhoke C. Mendel
D. Golgi E. Brown
- 细胞学说不包括的内容是 ()
A. 细胞是生命活动的基本结构和功能单位
B. 多细胞生物是从单细胞生物发育而来的
C. 细胞的增殖方式都是有丝分裂
D. 细胞在结构和功能上有共同的规律
E. 细胞只能来自于细胞
- 原核细胞与真核细胞的区别包括 ()
A. 细菌细胞只有一个环状 DNA 分子构成的单个染色体,而真核细胞有由蛋白质和核酸组成的多个染色体
B. 细菌细胞——甚至那种有光合作用的——均缺乏叶绿体

- C. 细菌纤毛缺少 9+2 式微管结构
D. 真核细胞线粒体的功能在细菌的质膜中可实现
E. 以上各点
4. 一个原核细胞的染色体含有 ()
A. 一条 DNA, 并与 RNA、组蛋白结合在一起
B. 一条 DNA, 与组蛋白结合在一起
C. 一条 DNA, 不与 RNA、组蛋白结合在一起
D. 一条以上裸露的 DNA
E. 一条以上裸露的 DNA, 与 RNA 结合在一起
5. 以下特征哪一条是适合于原核生物的 ()
A. 缺少细胞壁
B. 核糖体包含有 50S 和 30S 亚单位
C. 缺少真正的核被膜
D. 所有以上各点
E. B+C, 不包括 A
6. 以下哪一条不属于原核细胞的特征 ()
A. 多糖的细胞壁 B. 鞭毛或纤毛 C. 细胞膜
D. 中心粒和星体 E. 基因重组
7. 与植物细胞不同的是, 大多数动物细胞都具有植物细胞所没有的 ()
A. 细胞壁 B. 中心粒 C. 叶绿体
D. 核膜 E. 线粒体
8. 原核细胞不同于真核细胞在于前者缺少 ()
A. 核糖体 B. 质膜 C. 内质网
D. 细胞壁 E. 所有以上各点
9. 动物细胞和植物细胞的区别在于 ()
A. 只有动物细胞具有中心体
B. 只有动物细胞分裂时有纺锤体, 植物细胞无
C. 动物细胞通过分裂沟即细胞膜自外向内凹陷, 植物细胞的分割是形成细胞板
10. ①含有染色体, 并能控制蛋白质合成和遗传信息的传递。
②几乎所有细胞内的 ATP 的合成场所。
③一种复杂的膜系分布于胞质内, 可以输送磷脂和蛋白质, 且含有对细胞代谢起重要作用的酶。
④参与分泌物的凝聚和浓缩, 含有参与合成糖蛋白的酶, 并能将糖耦联到蛋白质分子上。
⑤对细胞的各种通透作用有重要性, 且在细胞黏合中也起重要作用。



从以上①~⑤各项所描述的内容,适合以下 A~E 哪一种细胞结构 ()

- A. 线粒体 B. 内质网 C. 高尔基体
D. 细胞核 E. 质膜

11. 由非细胞原始生命演化为细胞生物的转变过程中首先出现的是 ()

- A. 细胞膜 B. 细胞核 C. 细胞器
D. 核仁 E. 内质网

二、判断题

1. 真核细胞的体积与相对表面积成正比关系。 ()
2. 高等动植物细胞的大小,不论种的差异多大,相同器官和组织的细胞的大小无明显差异。 ()
3. 真核细胞不论细胞体积大小相差多大,核与质之间有一定的比例关系。 ()
4. 植物细胞具有类似动物细胞溶酶体的结构功能。 ()
5. 植物细胞没有细胞骨架系统。 ()

三、填空题

1. 细胞生物学是研究细胞生命活动基本规律的科学,它是在_____、_____和_____水平等不同层次上研究细胞结构、功能及生命活动的基础学科。
2. 近年来对细胞的定义是:细胞是_____的基本单位。
3. 细胞作为具有生命活动的基本要素是:①_____;②_____;③_____;
④_____。
4. 在细胞内的一切生化过程与试管内的生化过程根本不同点是_____。
5. 目前发现的最小、最简单的细胞是_____。
6. 在亚显微结构水平上,真核细胞的结构可以分为三大基本结构体系:①_____;
②_____;③_____。
7. _____年_____用自制的显微镜发现了细胞,并用_____加以命名。
8. 光学显微镜下观察到的结构称为_____,用_____作为度量单位。
电子显微镜下观察到的结构称为_____,用_____作为度量单位。
9. _____世纪_____年代_____国的_____和_____在各自研究的基础上提出了细胞学说。
10. 细胞生物学的发展大致经历了_____,_____,_____,_____四个阶段。
11. 原始细胞约在_____年前由_____自发聚集形成的。
12. _____是支原体体内唯一可见的细胞器。
13. 真核细胞出现的关键是_____的形成。
14. 动物细胞与植物细胞的区别在于_____、_____、_____、_____。

四、问答题

1. 怎样理解细胞的三界学说?
2. 为什么说支原体是最简单最小的细胞?
3. 举例说明细胞形态结构与功能的统一。
4. 举例说明细胞是遗传的基本单位,细胞具有遗传发育的全能性。

