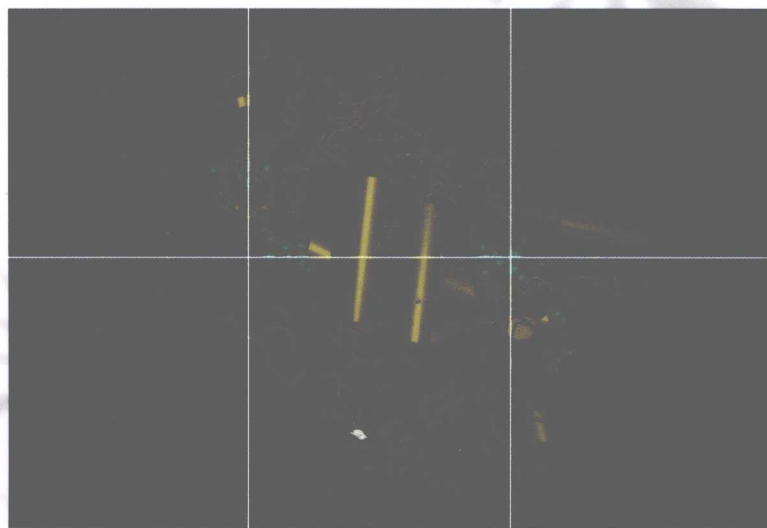


精要速览系列

Instant Notes

BIOCHEMISTRY (THIRD EDITION)

生物化学 (第三版)



· 导读版 ·

David Hames & Nigel Hooper



梅开清坊 95105715 或短
信发送至 106695887808



科学出版社

www.sciencep.com

精要速览系列

Instant Notes in

Biochemistry

Third Edition

生物化学

(第三版, 导读版)

科学出版社

北京

内 容 简 介

“精要速览系列(Instant Notes Series)”丛书是国外教材“Best Seller”榜的上榜教材。该系列结构新颖,视角独特;重点明确,脉络分明;图表简明清晰;英文自然易懂,被国内多所重点院校选用作为双语教材。

全书共分 13 部分,分别是:细胞结构与成像、氨基酸与蛋白质、酶、抗体、膜与细胞信号、DNA 的结构与复制、RNA 合成与加工、蛋白质合成、DNA 重组技术、糖代谢、脂类代谢、呼吸和能量、氮代谢。

本书适合普通高等院校生命科学、医学、农学等相关专业使用,也可作为双语教学参考教材使用。

David Hames, Nigel Hooper

Instant Notes in Biochemistry, 3rd edition

© 2005 by Taylor & Francis Group

ISBN 0-4153-6778-6

All Right Reserved. Published by arrangement with Taylor & Francis Books Ltd, 2 & 4 Park Square, Milton Park, Abingdon, OX14 4RN, UK.

Licensed for sale in the Mainland of China only, booksellers found selling this title outside the Mainland of China will be liable to prosecution. Copies of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal.

本授权版本图书仅可在中国大陆范围内销售,中国大陆范围以外销售者将受到法律起诉。本书封面贴有 Taylor & Francis 防伪标签,未贴防伪标签属未获授权的非法行为。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学 = Biochemistry: 导读版: 英文/(英)黑姆斯(Hames, D.)等主编. —3 版. —北京: 科学出版社, 2009

(精要速览系列)

ISBN 978-7-03-025218-0

I. 生… II. 黑… III. 生物化学-双语教学-高等学校-教材-英文 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 141410 号

责任编辑: 单冉东 / 责任校对: 鲁 素
责任印制: 张克忠 / 封面设计: 耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1999 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2003 年 4 月第 二 版 印张: 32 1/4

2009 年 8 月第 三 版 字数: 706 000

2009 年 8 月第一次印刷 印数: 1—5 000

定价: 55.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

导读编译者

孔 维(吉林大学生命科学学院)

单亚明(吉林大学生命科学学院)

张丽双(吉林大学生命科学学院)

司 鹏(吉林大学生命科学学院)

审 校 王学敏(第二军医大学基础部)

前言

当我们看到一个临近毕业的学生还在如饥似渴地阅读 Instant Notes in Biochemistry 第二版时,我想这也许正标志着该书的成功! 尽管我们强烈建议学生不要拖到这么晚才复习,然而这个事情本身恰恰证明,一本用简易方式关注最基本的生物化学信息简明版书籍的价值。

我们要清楚,这不是一本能够取代像生物化学教科书那种包含所有的、高度细致的并且向读者介绍前沿科学的书籍。本书的编写目的是使读者更直接发现问题的核心,抓住核心信息,并且易于消化。对于主修生物化学专业的学生,可以把它看作是对内容详尽的生物化学教科书的补充;而对于将生物化学作为可选或选修模块的学生来说,它提供了一种了解主要事实和概念的快捷方式,并因此而受到欢迎。

尽管本书定位于支持一、二年级的低年级学生,但是,如前所述,即使临毕业前遇到困难,它也可以为学生们提供帮助! 感谢读者和相关专业人员提供给我们的意见和建议,第三版尽量吸纳了这些反馈。我们修订了一些谬误、缺失和意义不明之处。当然我们可能仍然存在一些纰漏,还需要您的指正。修订版体现出自上一版后生物化学领域的许多新方向,但同时也保留了该学科的核心内容。本书还包括了细胞结构和映像、蛋白质组学、微阵列技术、信号转导等诸多方面的扩展内容。与前几版一样,我们谨慎的选取了那些笔者认为对学生更好理解该学科和临考前快速复习最有帮助的信息。这本书不仅能使人抓住学科内涵,而且可作为难以确定问题的简便查询资源。我们期望并且相信:本书一如既往地会对广大读者有所裨益。

PREFACE

It was perhaps a mark of how successful the second edition of *Instant Notes in Biochemistry* was that we recall seeing a final year student avidly reading it even as he waited to have his viva with the External Examiner. Although we would strongly recommend to any student not to leave revision to such a very late stage, this experience alone proved the value of a concise book that focused on essential biochemical information in an easily accessible format!

Let us be clear. This is not a book to replace the superb all-embracing and highly detailed Biochemistry textbooks that take the reader to the cutting edge of this science. Rather, its goal is to allow the reader to cut to the heart of the matter, to see what the core information is and readily to assimilate it. For mainstream Biochemistry students, it may be seen as complementary to the large detailed textbooks, whereas for students taking Biochemistry as an optional or elective module, it should be welcome as a fast way to become acquainted with the main facts and concepts.

This book is aimed at supporting students primarily in the first and second years of their degree, although, as we recount above, it can also serve as a welcome friend when faced with certain adverse situations even in the final year! The third edition has taken on board all of the many comments and advice that we have gratefully received from readers and academic colleagues alike, and we have corrected a number of errors, omissions and ambiguities. No doubt we have still missed a few; do let us know of any that you spot. This revision has necessarily reflected the many new directions that Biochemistry has taken since the last edition, whilst also preserving coverage of the core of the subject. The book now also includes expanded coverage of cell structure and imaging, proteomics, microarrays, signal transduction, etc. As with earlier editions, we have been careful to include only the information that we believe is essential for good student understanding of the subject – and for rapid revision when exams appear on the horizon. Do use the book not only to get to grips with the subject but also as a ready source of elusive information. We hope and believe that you will find it as useful as past students told us they found the earlier editions.

David Hames
Nigel Hooper

缩 略 词

A	adenine	腺嘌呤
FAB-MS	fast atom bombardment mass spectrometry	快速原子轰击质谱
FACS	fluorescence-activated cell sorter	荧光激活细胞分选仪
ACAT	acyl-CoA cholesterol acyltransferase	脂酰-CoA 胆固醇酰基转移酶
ACP	acyl carrier protein	酰基载体蛋白
ADP	adenosine diphosphate	腺苷二磷酸, 腺二磷
AIDS	acquired immune deficiency syndrome	获得性免疫缺陷综合征
Ala	alanine	丙氨酸
ALA	aminolaevulinic acid	δ -氨基- γ -酮戊酸
AMP	adenosine monophosphate	腺苷一磷酸
Arg	arginine	精氨酸
Asn	asparagine	天冬酰胺
Asp	aspartic acid	天冬氨酸
ATCase	aspartate transcarbamoylase	天冬氨酸转氨甲酰酶
ATP	adenosine 5'-triphosphate	腺苷-5'-三磷酸
ATPase	adenosine triphosphatase	腺苷三磷酸酶
bp	base pairs	碱基对
C	cytosine	胞嘧啶
cAMP	3',5'cyclic AMP	3',5'环腺苷酸
CAP	catabolite activator protein	分解代谢物激活剂蛋白
cDNA	complementary DNA	互补 DNA
CDP	cytidine diphosphate	胞苷二磷酸
cGMP	cyclic GMP	环鸟苷酸
CM	carboxymethyl	羧甲基
CMP	cytidine monophosphate	胞苷一磷酸
CNBr	cyanogen bromide	溴化氢
CoA	coenzyme A	辅酶 A
CoQ	cytochrome Q (ubiquinone)	细胞色素 Q(泛醌)
CoQH ₂	ubiquinol	泛醌醇
CTL	cytotoxic T lymphocyte	细胞毒性 T(淋巴)细胞
CTP	cytosine triphosphate	胞嘧啶三磷酸, 胞三磷
Cys	cysteine	半胱氨酸
CRP	cAMP receptor protein	环腺苷酸受体蛋白
$\Delta E_0'$	change in redox potential under standard conditions	标准状态下氧化还原电势变化
ΔG	Gibbs free energy	吉布斯自由能
$\Delta G^\ddagger$	Gibbs free energy of activation	活化吉布斯自由能
$\Delta G^0'$	Gibbs free energy under standard conditions	标准状态下吉布斯自由能
d	2'-deoxyribo-	2'-脱氧核糖-

DAG	1,2-diacylglycerol	1,2-二酰甘油
dATP	deoxyadenosine 5'-triphosphate	脱氧腺苷 5'-三磷酸
dCTP	deoxycytidine 5'-triphosphate	脱氧胞苷 5'-三磷酸
ddNTP	dideoxynucleoside triphosphate	二脱氧核苷三磷酸
DEAE	diethylaminoethyl	二乙氨基乙基
dGTP	deoxyguanosine 5'-triphosphate	脱氧鸟苷 5'-三磷酸
DIPF	diisopropylfluorophosphate	二异丙基氟磷酸
DNA	deoxyribonucleic acid	脱氧核糖核酸
DNase	deoxyribonuclease	脱氧核糖核酸酶
DNP	2,4-dinitrophenol	2,4-二硝基苯酚
dTTP	deoxythymidine 5'-triphosphate	脱氧胸苷 5'-三磷酸
E	redox potential	氧化还原电势
EC	Enzyme Commission	酶学委员会
EF	elongation factor	延伸因子
eIF	eukaryotic initiation factor	真核类起始因子
ELISA	enzyme-linked immunosorbent assay	酶联免疫吸附测定
ER	endoplasmic reticulum	内质网
ETS	external transcribed spacer	外部转录间隔区
F-2,6-BP	fructose 2,6-bisphosphate	果糖 2,6-二磷酸
FAD	flavin adenine dinucleotide(oxidized)	黄素腺嘌呤二核苷酸(氧化型)
FADH ₂	flavin adenine dinucleotide(reduced)	黄素腺嘌呤二核苷酸(还原型)
FBPase	fructose bisphosphatase	果糖二磷酸
N-fMet	N-formylmethionine	N-甲酰甲硫氨酸
FMNH ₂	flavin mononucleotide(reduced)	黄素单核苷酸(还原型)
FMN	flavin mononucleotide(oxidized)	黄素单核苷酸(氧化型)
GalNAc	N-acetylgalactosamine	N-乙酰半乳糖胺
GDP	guanosine diphosphate	鸟苷二磷酸
GlcNAc	N-acetylglucosamine	N-乙酰葡萄糖胺
Gln	glutamine	谷氨酰胺
Glu	glutamic acid	谷氨酸
Gly	glycine	甘氨酸
GMP	guanosine monophosphate	鸟苷一磷酸
GPI	glycosyl phosphatidylinositol	糖基磷脂酰肌醇
GTP	guanosine 5'-triphosphate	鸟苷 5'-三磷酸
Hb	hemoglobin	血红蛋白
HbA	adult hemoglobin	成人血红蛋白
HbF	fetal hemoglobin	胎儿血红蛋白
HbS	sickle cell hemoglobin	镰状细胞血红蛋白
HDL	high density lipoprotein	高密度脂蛋白
hnRNA	heterogeneous nuclear RNA	核内不均一 RNA
hnRNP	heterogeneous nuclear ribonucleoprotein	核内不均一核糖核蛋白
His	histidine	组氨酸
HIV	human immunodeficiency virus	人免疫缺陷病毒
HMG	3-hydroxy-3-methylglutaryl	3-羟基-3-甲基戊二酰

HMM	heavy meromyosin	重酶解肌球蛋白
HPLC	high-performance liquid chromatography	高效液相层析
hsp	heat shock protein	热激蛋白
Hyl	5-hydroxylysine	5-羟基赖氨酸
Hyp	4-hydroxyproline	4-羟基脯氨酸
IDL	intermediate density lipoprotein	中(间)密度脂蛋白
IF	initiation factor	起始因子
Ig	immunoglobulin	免疫球蛋白
IgG	immunoglobulin G	免疫球蛋白 G
Ile	isoleucine	异亮氨酸
IP ₃	inositol 1,4,5-trisphosphate	肌醇 1,4,5-三磷酸
IPTG	isopropyl- β -D-thiogalactopyranoside	异丙基- β -D-硫代半乳糖苷
K	equilibrium constant	平衡常数
IRES	internal ribosome entry sites	内部核糖体进入位点
ITS	internal transcribed spacer	内部转录间隔区
K _m	Michaelis constant	米氏常数
LCAT	lecithin-cholesterol acyltransferase	卵磷脂-胆固醇脂酰转移酶
LDH	lactate dehydrogenase	乳酸脱氢酶
LDL	low density lipoprotein	低密度脂蛋白
Leu	leucine	亮氨酸
LMM	light meromyosin	轻酶解肌球蛋白
Lys	lysine	赖氨酸
Met	methionine	甲硫氨酸
MS	mass spectrometry	质谱
mV	millivolt	毫伏
mRNA	messenger RNA	信使 RNA
NAD ⁺	nicotinamide adenine dinucleotide(oxidized)	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(氧化型)
NADH	nicotinamide adenine dinucleotide(reduced)	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(还原型)
NADP ⁺	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate(oxidized)	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸(氧化型)
NADPH	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate(reduced)	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸(还原型)
NAM	N-acetylmuramic acid	N-乙酰胞壁酸
NHP	nonhistone protein	非组蛋白质
NMR	nuclear magnetic resonance	核磁共振
ORF	open reading frame	可读框
PAGE	polyacrylamide gel electrophoresis	聚丙烯酰胺凝胶电泳
PC	plastocyanin	质体蓝素
PCR	polymerase chain reaction	聚合酶链式反应
PEP	phosphoenolpyruvate	磷酸烯醇丙酮酸
PFK	phosphofructokinase	果糖磷酸激酶
Phe	phenylalanine	苯丙氨酸
P _i	inorganic phosphate	无机磷酸
pI	isoelectric point	等电点
pK	dissociation constant	解离常数
PKA	protein kinase A	蛋白激酶 A

PP _i	inorganic pyrophosphate	无机焦磷酸
Pro	proline	脯氨酸
PQ	plastoquinone	质体醌
PS I	photosystem I	光(合)系统 I
PS II	photosystem II	光(合)系统 II
PTH	phenylthiohydantoin	乙内酰苯硫脲
Q	ubiquinone(coenzyme Q)	泛醌(辅酶 Q)
QH ₂	ubiquinol(CoQH ₂)	泛醌醇(辅酶 QH)
RER	rough endoplasmic reticulum	粗面内质网
RF	release factor	释放因子
RFLP	restriction fragment length polymorphism	限制性片段长度多态性
RNA	ribonucleic acid	核糖核酸
RNase	ribonuclease	核糖核酸酶
rRNA	ribosomal RNA	核糖体 RNA
rubisco	ribulose biphosphate carboxylase	核酮糖二磷酸羧化酶
SDS	sodium dodecyl sulfate	十二烷基硫酸钠
Ser	serine	丝氨酸
SER	smooth endoplasmic reticulum	光面内质网
snoRNA	small nucleolar RNA	核仁小 RNA
snoRNP	small nucleolar ribonucleoprotein	核仁小核糖核蛋白
snRNA	small nuclear RNA	核内小 RNA
snRNP	small nuclear ribonucleoprotein	核内小核糖核蛋白
SRP	signal recognition particle	信号识别颗粒
SSB	single-stranded DNA-binding(protein)	单链 DNA 结合(蛋白)
TBP	TATA box-binding protein	TATA 框结合蛋白
TFIIIA	transcription factor IIIA	转录因子 IIIA
Tris	Tris(hydroxymethyl)aminomethane	三羟甲基氨基甲烷
TF II	transcription factor for RNA polymerase II	RNA 聚合酶 II 的转录因子
Thr	threonine	苏氨酸
T _m	melting point	熔点
tRNA	transfer RNA	转移 RNA
Trp	tryptophan	色氨酸
Tyr	tyrosine	酪氨酸
UDP	uridine diphosphate	尿苷二磷酸
UMP	uridine monophosphate	尿苷一磷酸
URE	upstream regulatory element	上游调控元件
UTP	uridine 5'-triphosphate	尿苷 5'-三磷酸
UV	ultraviolet	紫外(线)的,紫外线
Val	valine	缬氨酸
V ₀	initial rate of reaction	反应起始速度
VLDL	very low density lipoprotein	极低密度脂蛋白
V _{max}	maximum rate of reaction	最大反应速度

A 细胞结构与成像

A1 原核生物细胞结构

要 点

原核生物

原核生物是地球上数量最多的生物体。可将它们分为细菌[或真细菌(eubacteria)]和古菌[或古细菌(archaeobacteria)]。原核细胞无核被膜包绕的细胞核。

细胞结构

每个原核细胞都由质膜(plasma membrane)包围,没有亚细胞结构,质膜折叠形成中体(mesosomes)。脱氧核糖核酸(DNA)在细胞溶胶(cytosol)内浓缩形成拟核(nucleoid)。

细菌细胞壁

由肽聚糖[蛋白质(protein)和寡糖(oligosaccharide)]构成的细胞壁保护原核细胞不受机械和渗透压的伤害。一些抗生素,如青霉素(penicillin),作用于与细胞壁合成相关的酶。革兰氏阳性细菌(Gram-positive bacteria),环绕在其质膜外有一层厚的细胞壁,而革兰氏阴性细菌(Gram-negative bacteria)细胞壁较薄,细胞壁外还有一层外膜。在细胞壁和外膜之间是壁膜间隙(periplasmic space)。

细菌的鞭毛

一些原核生物具有尾状鞭毛。借助鞭毛的旋转(rotation),细菌对化学物质作出反应而移动(趋化性)。细菌的鞭毛由鞭毛蛋白(flagellin)组成。鞭毛蛋白形成一长丝,由鞭毛钩(flagellar hook)将其附着到鞭毛马达(flagellar motor)上。

相关主题

真核生物细胞结构(A2)
细胞骨架和分子马达(A3)
氨基酸(B1)
膜脂(E1)

膜蛋白和糖(E2)
基因和染色体(F2)
电子传递和氧化磷酸化(L2)

A2 真核生物细胞结构

要 点

真核生物

真核细胞具有核膜包绕的细胞核和另外一些被膜包绕的亚细胞(内部的)细胞器,它们各自有独自的机能。

质 膜

质膜(plasma membrane)环绕着细胞,将细胞与外界分隔开。由于具有特异的转运蛋白和结合特异配体(ligand)的受体蛋白(receptor proteins),质膜具有选择性的通透屏障。在胞吐(exocytosis)和胞饮(endocytosis)过程中对内容物也具有选择性。

细 胞 核

细胞核(nucleus)染色体 DNA 中贮存细胞的遗传信息。细胞核被双层膜环绕着,但膜中的膜孔(pore)允许分子进出细胞核。胞核中的核仁(nucleolus)是核糖体核糖核酸(rRNA)合成的部位。

内 质 网

膜囊泡的互连网络分为两种完全不同的部分:粗面内质网(rough endoplasmic reticulum, RER)上密布着核糖体,它是膜蛋白和分泌蛋白生物合成以及翻译后加工的部位;光面内质网(smooth endoplasmic reticulum, SER)与磷脂的合成和对有毒化合物的解毒有关。

高尔基体

高尔基体(Golgi apparatus)是由膜包围的扁平囊袋系统,是细胞的分拣和包装中心。它接受来自 RER 的膜泡,并进一步修饰其中的蛋白质,然后将修饰后的蛋白质包装在其他囊泡中,这些囊泡最终与质膜或其他亚细胞器的膜融合在一起。

线粒体

线粒体(mitochondria)有内膜和外膜,两层膜之间为膜间隙。外膜较内膜易于通透,因为它有孔蛋白(porin protein)。内膜折叠形成的嵴(cristae)是氧化磷酸化生成 ATP 的部位。其中央基质是脂肪酸降解及柠檬酸循环进行的场所。

叶绿体

植物细胞中的叶绿体(chloroplasts)由双层膜所包裹,并有类囊体小泡(thylakoid vesicle)的内膜体系,这些类囊体小泡堆集成为基粒(grana)。类囊体小泡中含有叶绿素(chlorophyll),是进行光合作用的部位。类囊体小泡周围的可溶性物质称基质(stroma),是二氧化碳被固定的部位。

溶酶体

在动物细胞中的溶酶体(lysosomes)由单层膜覆盖。pH 呈酸性(pH4~5),由膜上的蛋白质泵入 H^+ 来维持。溶酶体内的酸性水解酶降解大分子,包括那些由内吞作用被内化的大分子。

过氧化物酶体

过氧化物酶体(Peroxisome)含有降解氨基酸和脂肪酸的酶,其副产物是过氧化氢。这个有毒性的化合物迅速被过氧化物酶体中的过氧化氢酶(catalase)催化而降解。

细胞溶胶

细胞溶胶是胞质中的可溶性部分,很多代谢反应是在这里进行的。在细胞溶胶内有细胞骨架(cytoskeleton),它是一种由纤维组成的网络,维持细胞的形状。这些纤维有微管(microtubule)、中间纤维(intermediate filaments)和微丝(microfilaments)。

植物细胞壁

包裹着植物细胞的细胞壁是由多糖纤维素构成的。在木本植物中,称为木质素(lignin)的酚多聚体可增加细胞壁的强度和硬度。

植物细胞液泡

膜被着的液泡(vacuole)是用来贮存营养物和废弃物的,其 pH 呈酸性。由于水的内向流动,使液泡内部产生膨压(turgor pressure),与细胞壁碰撞时,可对抗坚硬的细胞壁。

相关主题

细胞骨架和分子马达(A3)

基因和染色体(F2)

生物成像(A4)

蛋白质靶向(H4)

小分子的转运(E3)

电子传递和氧化磷酸化(L2)

大分子的转运(E4)

光合作用(L3)

信号转导(E5)

A3 细胞骨架和分子马达

要 点

细胞骨架

真核细胞有一个内部支架(internal scaffold)——细胞骨架,它控制细胞的形状以及细胞和细胞器的运动。细胞骨架由微丝(microfilaments)、中间纤维(intermediate filaments)和微管(microtubules)构成。

微 丝

微丝是由肌动蛋白组成的螺旋状聚合物(helical polymer),直径为 5~9nm,具有机械支持功能。

中间纤维

中间纤维是由中间纤维蛋白组成的绳样纤维(ropelike fiber),直径 7~11nm,提高细胞骨架的机械强度(mechanical strength)和抗剪切(shear)能力。

微 管

微管是由微管蛋白(tubulin)组成的直径为 25nm 的中空圆柱体(hollow cylinders)。微管壁由 α -和 β -微管蛋白亚基交互排列成螺旋状。在细胞分裂时,染色体分离出现的有丝分裂纺锤体(mitotic spindle)由微管蛋白构成。秋水仙碱(colchicine)和长春花碱(vinblastine)抑制微管的形成,而紫杉醇(taxol)可稳定微管。一些干扰有丝分裂的化合物常被用作抗癌药物。

分子马达

分子马达(molecular motor)或马达蛋白(motor protein)与细胞骨架纤维结合,并利用 ATP 水解产生的能量沿着骨架纤维移动。马达的头部区(head region)或马达域(motor domain)与骨架纤维结合,并水解 ATP,而尾部区结合运载物。主要的马达蛋白有肌球蛋白(myosin)、驱动蛋白(kinesin)和动力蛋白(dynein)。

肌肉结构

脊椎动物横纹肌(striated muscle)细胞的肌质内含有许多平行的肌原纤维,肌原纤维组成重复的肌节(sarcomere)。在肌节中暗的 A 带(dark A band)和亮的 I 带(light I band)相互交替。每种带中间各自有 H 区(H zone)和 Z 线(Z line)。肌原纤维(myofibril)含有两种丝(filaments):粗丝(thick filament)由肌球蛋白组成,只存在于 A 带;细丝(thin filament)含有肌动蛋白(actin)、原肌球蛋白(tropomyosin)和肌钙蛋白(troponin)。肌肉收缩时,粗丝和细丝相向滑动(slide over one another),使肌节缩短。

肌球蛋白

肌球蛋白由两条重的多肽链和两对轻链组成,排布成一双头球形区(double-headed globular region)与两股卷曲螺旋型 α -螺旋相连。肌球蛋白分子自发地装配成丝体,水解 ATP 并结合肌动蛋白。

肌动蛋白

肌动蛋白是细丝的主要组分,可以球形 G-肌动蛋白(G-actin)单体(monomeric)存在或形成纤维状多聚体 F-肌动蛋白(F-actin)。肌动蛋白丝以横桥(cross-bridges)与粗丝相连,横桥是由肌球蛋白的 S1 头部组成。

肌肉中力的产生

在肌动蛋白丝和肌球蛋白 S1 头部之间复合物形成(formation)和解离(dissociation)反复进行,导致肌肉的收缩。肌球蛋白与肌动蛋白结合时,释放出其结合的 P_i 和 ADP,使蛋白质构象发生变化,肌动蛋白丝沿粗丝移动。接着肌球蛋白与 ATP 结合取代肌动蛋白。ATP 的水解使 S1 头部又回到它原先的构象。

肌钙蛋白和原肌球蛋白

原肌球蛋白位于细丝,在静息状态(resting state)时阻止肌球蛋白与肌动蛋白的结合。神经冲动下传时, Ca^{2+} 从肌质网(sarcoplasmic reticulum)释放进入肌质(sarcoplasm),与肌钙蛋白的 TnC 亚基结合使蛋白质构象发生变化。经别构调节,将信息通过肌钙蛋白亚基 TnI 和 TnT 传递到原肌球蛋白,使之离开所在位置允许肌动蛋白与肌球蛋白结合。

纤 毛

真核生物的纤毛是细胞表面类似毛发状的突出物(protrusions),主要由微管组成。组成纤毛里的轴丝(axoneme)内,微管以 9+2 的特点排布集成束。周围是 9 条双微管(microtubule doublets)每条的横切面看上去像数字 8,较小圆圈即亚纤维 A(sub-fiber A),较大圆圈即亚纤维 B(fiber B)。

动力蛋白

动力蛋白是一种非常大的蛋白质,与亚纤维 B 形成横桥(cross-bridges),并具有 ATP 酶(ATPase)活性。两个动力蛋白(dynein)臂从亚纤维 A 伸出,当 ATP 水解时,沿着相邻双体微管的亚纤维 B 移动。由于在双体微管间有可伸展的连接蛋白(nexin)连接,所以这种滑动导致局部的纤毛弯曲。

相关主题

真核生物细胞结构(A2)

酶活性的调节(C5)

生物成像(A4)

糖酵解(J3)

蛋白质的结构(B3)

尿素循环(M3)

A4 生物成像

要 点

光学显微术

光学显微术将一束光,通过显微镜内的玻璃透镜而聚焦以获得标本的放大映像。复式光学显微镜中,在标本下方,用聚光镜把光束聚焦到标本上。光线穿过标本后被接物镜聚焦到焦平面上,生成放大的映像。

标本的固定与染色

用显微镜观察的标本首先用酒精或甲醛固定,石蜡包埋,然后用切片机(microtome)切成薄片。将切片置于载玻片上,即可在显微镜下进行观察。若不先用化学物质,如苏木精(hematoxylin)或伊红(eosin),对标本进行染色,亚细胞器在光学显微镜下很难被观察到。标本中酶的定位可用细胞化学染色显示,即使用一种底物,在该酶的作用下可生成为有颜色的产物。

相差显微术

相差显微术(phase-contrast)以及更复杂的微分干涉相差显微术(differential interference contrast microscopy)可用于观察活细胞。该显微术是将经过改装以改变光波的相位,产生映像,在此映像中,标本的明亮程度因折射率不同而产生变化。

荧光显微术

荧光显微术(fluorescence microscopy)是使荧光化合物(它在激发波长吸收光又在发射波长发射)结合二级抗体(secondary antibody),该抗体能够与初级抗体(primary antibody)结合,某一种初级抗体可与特定的亚细胞结构相结合。经激发波长照射,荧光化合物发光,可显示初级抗体结合位置。

聚焦扫描显微术

将荧光显微术进行改进,使用激光(laser)将激发波长光聚焦到标本上,只照亮标本很薄的一个剖面。这是免疫荧光显微术的一个“变种”。用激光束对标本进行扫描,得到一系列的映像,计算机可将这系列的映像合成为标本的三维图像。

绿色荧光蛋白

来源于水母的天然绿色荧光蛋白(green fluorescent protein, GFP)可用来标记其他蛋白质,通过荧光显微术用于观察活细胞内蛋白质的定位和移位。

荧光共振能量转移

用不同荧光染料(fluorochrome)标记两种蛋白质,两者之间的相互作用可以通过荧光共振能量转移(fluorescence resonance energy transfer, FRET)进行监测。一种荧光染料的发射光谱与另一种荧光染料的激发光谱相重叠,当两种蛋白相互接近时,光可以从一种荧光染料传递到另一种荧光染料上。

透射电子显微术

电子显微术(electron microscopy)是使用电磁透镜将电子束聚焦。样品放在真空内,这样电子就不会被空气中的原子吸收。透射电子显微术(transmission electron microscopy)使电子束穿过事先用重金属染色的标本薄片。电子密度高的金属散射入射的电子,从而产生标本的映像。

扫描电子
显微术

扫描电子显微术(scanning electron microscopy)是把整个标本的表面用重金属涂层,然后用电子束进行扫描。标本中被激发的分子释出次级电子,聚焦后可以产生标本的三维映像。

相关主题

真核生物细胞结构(A2)
作为工具的抗体(D4)

膜蛋白和糖(E2)
DNA 克隆(I4)
聚合酶链反应(I6)

A5 细胞组分的分级分离

要 点

细胞和细胞组
分的分离:概述

动物和植物组织包含混合的细胞类型,大部分细胞含有多种亚细胞器。为研究分离的细胞和细胞器,需要获得同种细胞。

流式细胞术

可用流式细胞仪来鉴定单个细胞。偶联不同荧光化合物的各种抗体分别与不同类型细胞表面的特有的分子相结合,在荧光激活的细胞分选仪中可将不同类型的细胞彼此分离。

细胞培养

细胞可以在适当条件下特定培养基中生长。原代培养(primary culture)直接从组织中获得细胞进行培养,而继代培养(secondary culture)用可增殖并可在培养基内生长数星期或数月的细胞进行培养。

亚细胞
分级分离

亚细胞分级分离(subcellular fractionation)是将细胞破碎(如匀浆)后通常经离心将各种细胞器彼此分开。

差速离心

差速离心(differential velocity centrifugation)是按细胞器的大小进行分离。离心机工作时产生的离心力分离各种细胞器,使它们在离心管底部形成沉淀。在低的离心力作用下,形成的沉淀是核、线粒体、叶绿体及溶酶体,若沉淀内质网,高尔基体及质膜,则需较高的离心力。

平衡密度
梯度离心

平衡密度梯度离心(equilibrium density-gradient centrifugation)是利用稠密溶液(dense solution)(例如蔗糖溶液)以样品的密度为基础分离细胞器。使用超速离心机将各种不同的细胞器分别集中在已形成密度梯度离心管内的不同部位,该部位细胞器的密度相当于蔗糖的密度。

标志蛋白

检测细胞器制剂纯度的便利方法是在不同的亚细胞分级中测定标志蛋白质标志酶(marker enzyme)的活性。标志蛋白质是只存在于细胞某一特定区室(compartment)中的蛋白。

相关主题

真核生物细胞结构(A2)
生物成像(A4)
蛋白质纯化(B6)

蛋白质电泳(B7)
酶学导论(C1)
作为工具的抗体(D4)

B 氨基酸与蛋白质

B1 氨基酸

要 点

氨基酸

所有蛋白质均由同一组 20 种标准氨基酸组成^①,典型的氨基酸有氨基、羧基、氢原子和侧链(R 基)与中心 α -碳原子(C_α)相连。脯氨酸是例外,它有一个二级氨基。

对映异构体

除甘氨酸外,所有 20 种标准氨基酸均有四个不同基团围绕 C_α 原子以四面体方式排布,因此,它以 D 或 L 构型(configuration)存在。这两个对映异构体是不可重叠的镜像(mirror images)关系,可根据它们对平面偏振光(plane-polarized light)不同的旋光加以识别。在蛋白质中只存在 L-异构体。

20 种标准氨基酸

20 种标准氨基酸有不同侧链或 R 基团,表现不同的物理化学性质(极性,酸性,碱性,芳香性,体积、构象的不变性,形成氢键的能力,交联能力和化学的反应性)。甘氨酸(glycine)(Gly, G)有氢原子作它的 R 基。丙氨酸(alanine)(Ala, A)、缬氨酸(valine)(Val, V)、亮氨酸(leucine)(Leu, L)、异亮氨酸(isoleucine)(Ile, I)和甲硫氨酸(methionine)(Met, M)具有不同结构的脂肪族侧链,它是疏水的和化学惰性的。苯丙氨酸(phenylalanine)(Phe, F)、酪氨酸(tryrosine)(Tyr, Y)和色氨酸(tryptophan)(Trp, W)的芳香侧链也具有疏水性。构象上固定的脯氨酸(proline)(Pro, P)将它的脂肪族侧链末端与氨基相连,因而实际上是一亚氨基酸(imino acid)。疏水的半胱氨酸(cysteine)(Cys, C)的含硫侧链有高的反应性,能与另一个半胱氨酸残基形成二硫键。碱性氨基酸精氨酸(arginine)(Arg, R)和赖氨酸(lysine)(Lys, K)有带正电荷的侧链,而组氨酸(histidine)(His, H)的侧链,在中性 pH 时,能带正电荷或不带电荷。酸性氨基酸天冬氨酸(aspartic acid)(Asp, D)和谷氨酸(glutamic acid)(Glu, E)的侧链在中性 pH 时带负电荷。天冬酰胺(asparagine)(Asn, N)和谷氨酰胺(glutamine)(Gln, Q)的酰胺侧链和丝氨酸(serine)(Ser, S)、苏氨酸(threonine)(Thr, T)的羟基侧链均不带电荷,但有极性,能够形成氢键。

相关主题

酸和碱(B2)

蛋白质的结构(B3)

注①:除常见的 20 种氨基酸之外,还有 2 种特殊氨基酸具有遗传密码,即硒代半胱氨酸(selenocysteine, 密码子是 UGA)、吡咯赖氨酸(pyrrolysine, 密码子是 UAG)。

B2 酸和碱

要 点

酸、碱和 pH

pH 是溶液中 H^+ 浓度的一种度量标准。酸是质子供体(proton donor),碱是质子受体(proton acceptor)。酸的离子化(ionization)产生其共轭碱(conjugate base),此二者称之为共轭酸碱对(conjugate acid-base pair),例如,乙酸(CH_3COOH)和乙酸盐(CH_3COO^-)。酸的 pK 是它解离一半时的 pH。Henderson-Hasselbach 方程描述了 pH、 pK 和酸/碱比之间的关系,可用于计算这些值。

缓冲液

共轭酸碱对可作为缓冲液(buffer)起作用,以对抗 pH 的变化。从酸的滴定曲线(titration curve)来看,拐点(inflexion point)表示 pK 值。酸碱对的缓冲容量(buffering capacity)是 $pK \pm 1pH$ 单位。在生物体液(biological fluid)中,磷酸盐和碳酸盐离子起缓冲作用。氨基酸、蛋白质、核酸和脂类也具有一定的缓冲能力。实验室中的其他化合物,如 TRIS,常在某一 pH 范围内配制成缓冲溶液来使用。

氨基酸的 离子化

当 pH 改变时,氨基酸的 α -氨基和 α -羧基作为酸碱基团,提供或接受质子。在 pH 低时,两个基团均完全质子化,但当 pH 增高时,羧基首先失去氢离子,然后是氨基失去氢离子。就 20 种标准氨基酸而言, α -羧基的 pK 值在 1.8~2.9, α -氨基 pK 值在 8.8~10.8。那些带有可解离侧链的氨基酸另有一个具有不同 pK 值的酸碱基团。

相关主题

氨基酸(B1)

B3 蛋白质的结构

要 点

肽 键

蛋白质是氨基酸通过肽键(peptide bond)连接在一起的线性序列。肽键是一个氨基酸的 α -氨基和另一个氨基酸的 α -羧基之间形成的共价键。肽键具有部分双键特性,几乎总是处于反式(trans)构型。多肽的主链(backbone)构象是由每个氨基酸残基中 $C\alpha-N$ 键(ϕ)和 $C\alpha-C$ 键(ψ)的旋转角度(rotation angle)所决定。Ramachandran 作图标示出 ϕ 和 ψ 旋转的允许范围。两个氨基酸通过肽键连接形成二肽。加入更多的氨基酸形成的长链称为寡肽和多肽。

一级结构

氨基酸以肽键相互连接的线性序列称为蛋白质的一级结构(primary structure)。半胱氨酸残基之间形成的共价二硫键也包括在一级结构之中。

二级结构

在蛋白质中,二级结构(secondary structure)涉及多肽链的局部的有规律折叠。二级结构的两个最常见类型是 α -螺旋和 β -折叠。 α -螺旋是多肽链中氨基酸以圆筒状,棒状的螺旋排列,由平行于螺旋轴的氢键维系。在 β -折叠中,相邻的多肽链片段间形成氢键,肽链片段既可以同向(平行 β -折叠)排列,也可以反向(反平行 β -折叠片)排列。 β -转角使多肽链的方向反转,通常存在于反平行 β -折叠的连接末端。

三级结构

在蛋白质中,三级结构(tertiary structure)涉及多肽链中所有氨基酸的三维排布。这些具有生物活性的天然构象由多种非共价键所维系。

四级结构

如果蛋白质由一条以上多肽链构成,称为有四级结构(quaternary structure)。它涉及各多肽亚基的空间排布和它们之间的相互作用。

蛋白质的 稳定性

除了各个氨基酸残基之间形成的肽键外,蛋白质的三维结构还通过非共价相互作用(静电力、范德华力、氢键、疏水力)和共价相互作用(二硫键)来共同维持。

蛋白质结构的 测定

蛋白质的三维结构可采用复杂的物理技术进行测定,例如:X-射线晶体分析法(X-ray crystallography),核磁共振(光谱)分析[nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy]和冷冻电子显微镜术(cryoelectron microscopy)。^②