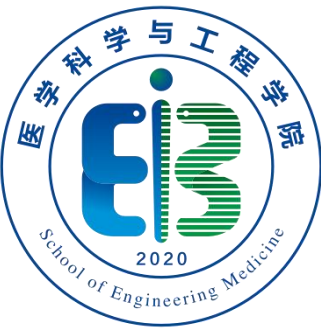




第二章 细胞质膜与物质的跨膜运输

细胞质膜：围绕在细胞最外层，由脂质、蛋白质和糖类组成的生物膜。

脂质体：根据**磷脂分子**可在水相中形成稳定脂双层膜的现象而制备的**人工膜**

去垢剂：一端亲水、一端疏水的**两性小分子**，是分离与研究膜蛋白的常用试剂（插入膜脂与膜脂或膜蛋白的跨膜结构域等**疏水部位**结合，形成可溶性的**微粒**）

膜骨架：细胞质膜**下**与膜蛋白相连的由**纤维蛋白**组成的网架结构（参与维持质膜形状并协助质膜完成多种生理功能）

血影：红细胞经**低渗**处理后，质膜破裂，同时释放出血红蛋白和胞内其他可溶性蛋白剩余的结构。

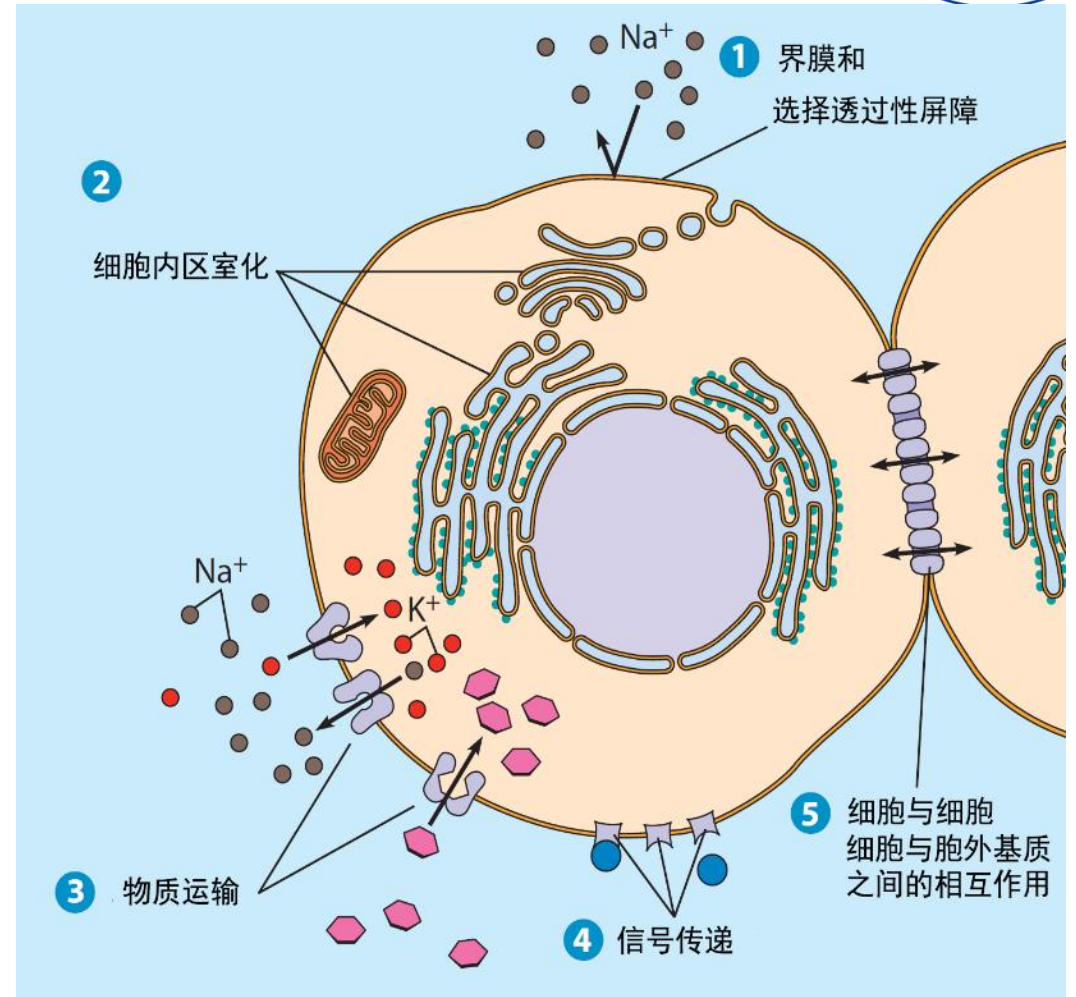
ATP驱动泵（转运ATP酶）：将ATP水解生成ADP和无机磷酸（Pi），并利用释放的能量将**小分子**物质或**离子**进行跨膜转运的载体蛋白家族

胞吐作用：通过**分泌泡**或其他**膜泡**与质膜融合而将膜泡内的物质**运出**细胞的过程

第二节 细胞质膜的基本特征与功能

细胞质膜的基本功能

- 为细胞的生命活动提供相对稳定的内环境
- 选择性的物质运输
- 提供细胞识别位点，完成信息跨膜传导
- 为多种酶提供结合与反应位点
- 介导细胞与细胞、细胞与胞外基质间连接
- 参与形成细胞表面特化结构
- 膜蛋白的异常与某些遗传病、恶性肿瘤、自身免疫病甚至神经退行性疾病相关



第三章 细胞质基质与细胞内膜系统



细胞质基质：围绕在在真核细胞的**细胞质**中，除去可分辨的细胞器以外的**胶状物质**

内质网：由封闭的**管状**（光面）**或扁平囊状**（糙面）膜系统及其包被的腔所形成互相连通的三维网络结构

微粒体：是在**细胞匀浆**和超速离心过程中，由破碎的内质网形成的近似球形的囊泡结构，它包含**内质网膜**与**核糖体**两种基本组分。

溶酶体：是**单层膜**围绕、内含**多种酸性水解酶**类的囊泡状细胞器

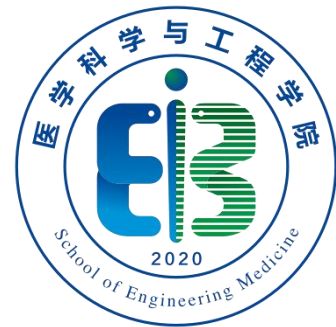
内吞作用：**可溶性大分子**通过质膜包被小窝内化和内吞泡摄入细胞与初级溶酶体结合形成异噬溶酶体被消化；

吞噬作用：**破损细胞或病原体及不溶性颗粒物质**通过异噬泡形成进入细胞与初级溶酶体结合被消化； 3

自噬作用：细胞内**破损细胞器**和批量细胞质形成自噬泡与初级溶酶体结合被消化

过氧化物酶体（微体）：由单层膜围绕的内含一种或几种**氧化酶类**的细胞器

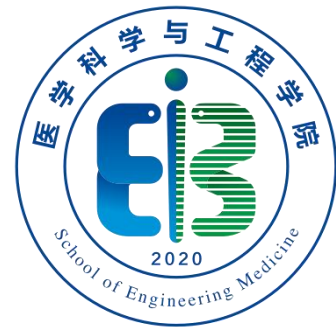
第一节 细胞质基质及其功能



细胞质基质的功能

- 许多中间代谢过程都发生在细胞质基质中
 - 如糖酵解过程、磷酸戊糖途径、糖醛酸途径、糖原的合成与分解过程
 - **蛋白质合成和脂肪酸合成的重要场所**
- 与细胞质骨架相关的功能
 - 与维持细胞形态、运动、胞内物质运输及能量传递等过程相关
 - 细胞结构体系的组织者，为细胞质基质中其他成分和细胞器提供锚定位点
- 细胞质基质中蛋白质的翻译后修饰、选择性降解等

第二节 细胞内膜系统及其功能



内质网的功能

1. 糙面内质网：蛋白质的合成

2. 光面内质网：脂质的合成

脂质的转移途径：（a）通过**膜泡**转运脂类；（b）通过**PEP**（磷脂交换蛋白）介导的脂类转运；（c）**膜嵌入蛋白**介导的膜间直接接触

3. 蛋白质的修饰与加工

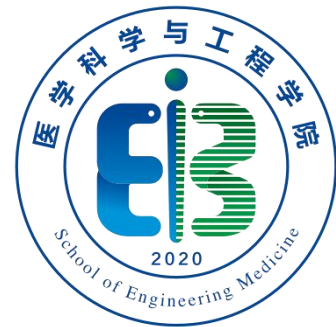
- （a）发生在**内质网和高尔基体**的**糖基化修饰**
- （b）在**内质网腔**内形成**二硫键**
- （c）蛋白质的**折叠和装配**
- （d）在**内质网、高尔基体和分泌泡**发生特异性的蛋白质**水解切割**

4. 新生多肽的折叠与组装

- 1) 二硫键的形成；2) 分子伴侣帮助下的蛋白质折叠；3) 内质网对蛋白质的质量监控

5. 内质网的其他功能：肝细胞的解毒作用（**光面**）；肌质网 Ca^{2+} 储存与浓度调节（**光面**）；糖原代谢

第二节 细胞内膜系统及其功能

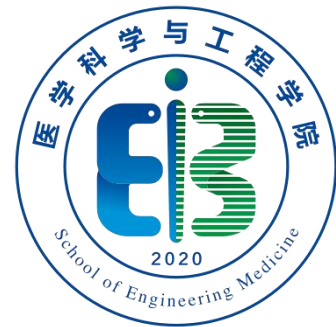


高尔基体的功能

高尔基体是细胞内大分子加工、转运的枢纽

- 对内质网合成的蛋白质进行加工、分类与包装，然后运送到细胞特定部位或分泌到细胞外
 - 蛋白质分选和膜泡运输的枢纽；蛋白质的糖基化及其修饰（*N*-连接糖基化、*O*-连接糖基化）蛋白聚糖在高尔基体中组装；蛋白酶的水解和其他加工过程（胰岛素合成、加工）
- 内质网合成的脂质一部分也通过高尔基体向细胞质膜和溶酶体膜等部位转运
- 高尔基体还是细胞内糖类合成的工厂

第二节 细胞内膜系统及其功能

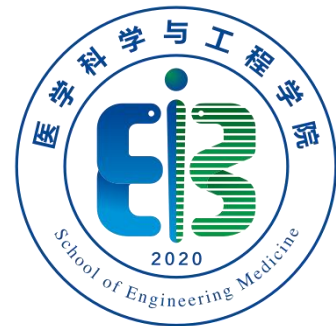


溶酶体的功能

溶酶体基本功能是细胞内的消化作用，可概括成内吞作用、吞噬作用和自噬作用3种途径

1. 消化由胞吞作用进入细胞的内容物
2. 细胞自噬与生物大分子、损伤的细胞器的降解：细胞自噬分为微自噬（溶酶体内陷）、巨自噬（自噬小泡）、分子伴侣介导的自噬
3. 防御保护功能：识别并吞噬入侵的病毒或细菌，在溶酶体作用下将其杀死并进一步降解

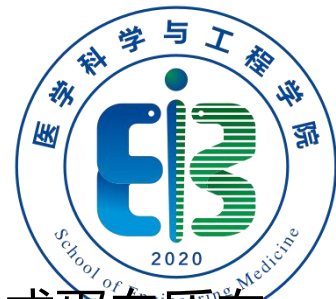
第二节 细胞内膜系统及其功能



过氧化物酶体的功能：

- **异质性细胞器**，不同生物的细胞中，甚至单细胞生物的不同个体中所含酶的种类及其行使的功能都有所不同
- **直接利用分子氧的细胞器**，常含有两种酶；两种酶催化的反应相互偶联（可以形成一个简单的呼吸链，但不起能量转换的作用），使细胞免受 H_2O_2 毒害 **依赖于黄素（FAD）的氧化酶**：将底物氧化降解，并产生 H_2O_2 ；**过氧化氢酶（标志性酶）**：将 H_2O_2 分解，形成水和氧气
- **动物细胞中：**
 - ① 解毒作用：肝细胞或肾细胞中，它可**氧化分解**血液中的有毒成分，起到**解毒作用**
 - ② 提供热能：**分解脂肪酸**等高能分子为细胞直接提供热能，而不必通过水解ATP的途径获得能量
- **植物细胞中：**
 - ① 光呼吸作用：在绿色植物叶肉细胞中，将光合作用的副产物乙醇酸氧化为乙醛酸和过氧化氢
 - ② 在萌发的种子中，进行脂肪酸 β -氧化，产生乙酰辅酶A，经乙醛酸循环，由异柠檬酸裂解为乙醛酸和琥珀酸，加入三羧酸循环，因涉及乙醛酸循环，又称乙醛酸循环体（感觉不用记，记也记不住）

第四章 蛋白质分选与膜泡运输



信号肽：位于蛋白质的**N端**，一般由**16~26**个残基组成的疏水性氨基酸序列，是用于引导新合成蛋白质向通路转移的短肽链

信号斑：在蛋白折叠完成后，其表面原子按一定的空间结构排布形成的**三维结构**（会保留在成熟蛋白质中不被切除）

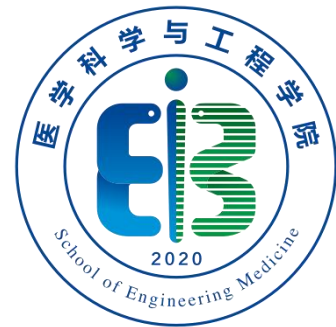
信号识别颗粒（signal recognition particle, SRP）：由**6**种不同的蛋白质和一个由**300**个核苷酸组成的**7S RNA**结合组成的一种**核糖核蛋白复合体**；通常存在于**细胞质基质**；既可与新生肽信号序列和核糖体大亚基结合，又可与内质网膜上SRP受体（停泊蛋白）结合

共翻译转运：分泌蛋白在**信号肽引导**下边翻译边跨膜转运的过程

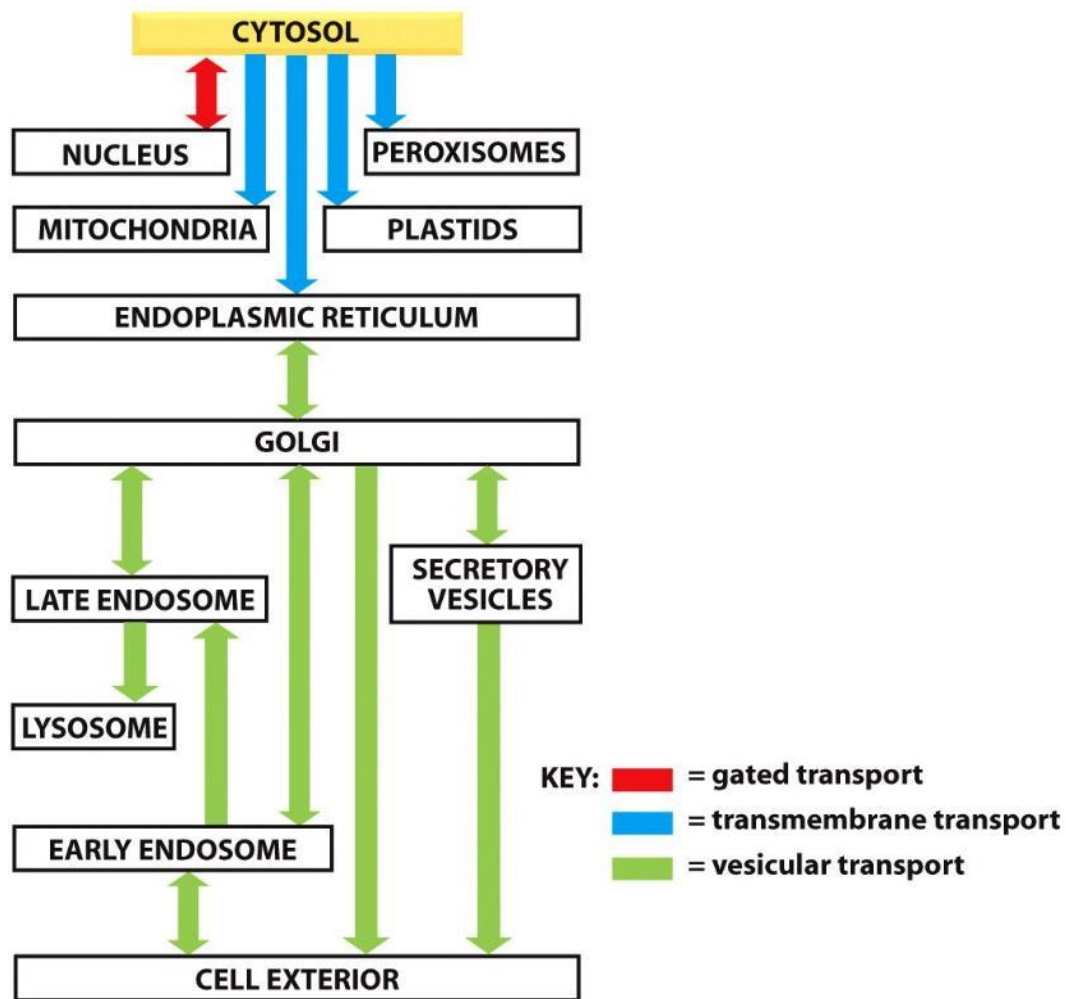
导肽：指导在细胞质基质中合成的蛋白质进入线粒体、叶绿体及过氧化物酶体的**信号序列**

膜泡运输：从细胞内膜系统的某个细胞器（包含内体）表面**出芽**形成的囊泡，或者是由细胞膜**内陷**形成的内吞泡在分子马达的介导下沿微管或微丝**转运**到目的地，并与靶细胞器或者细胞膜**融合**的过程

第一节 细胞内蛋白质的分选



二、蛋白质分选的基本途径与类型



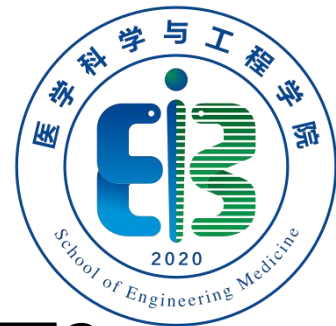
• 途径

- (1) 翻译后转运途径
- (2) 共翻译转运途径

• 类型

- (1) 蛋白质的跨膜转运 (transmembrane transport)
- (2) 膜泡运输 (vesicular transport)
- (3) 选择性的门控转运 (gated transport) : 核孔复合物
- (4) 细胞质基质中蛋白质的转运: 细胞骨架

本章思考题



1. 何谓分泌型蛋白合成的信号肽学说，涉及的主要组分如何协同作用？

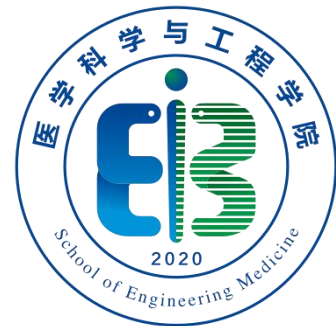
信号肽学说（信号假说）：阐明分泌性蛋白在粗面内质网上合成、通过疏水氨基酸序列跨膜分泌的机制的理论体系

涉及主要组分包括：信号肽（signal peptide）；信号识别颗粒（signal recognition particle, SRP）；信号识别颗粒的受体（又称停泊蛋白, docking protein, DP）；移位子（translocon, 或translocator）

协同作用：

- 1.信号肽负责将蛋白质引导至特定的细胞器或细胞膜进行后续加工和转运。
- 2.信号识别颗粒能够特异性地识别新生肽链中的信号肽序列。一旦SRP与信号肽结合，它会暂停核糖体的翻译过程，并将整个核糖体-mRNA复合物引导至内质网膜上的SRP受体（停泊蛋白）处。
- 3.膜通道的形成：在内质网膜上，存在一种称为移位子的蛋白质复合物。当SRP-核糖体复合物到达SRP受体时，SRP会释放信号肽并与之分离，而核糖体和mRNA则继续沿着移位子进入内质网内部。此时，信号肽作为引导序列，确保蛋白质正确穿过内质网膜。
- 4.信号肽的切除：随着蛋白质的合成继续进行，信号肽会被位于内质网内部的信号肽酶切除。剩余的成熟蛋白质部分将继续在内质网中进行折叠、修饰和组装等过程。
- 5.蛋白质的定向转运：根据信号肽的不同特性，蛋白质可以被定向转运至不同的细胞器（如线粒体、叶绿体等）或通过高尔基体分泌到细胞外。

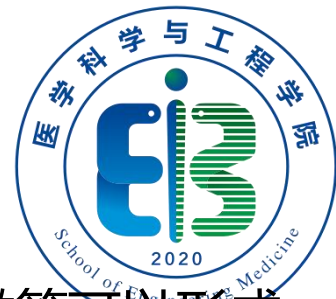
本章思考题



2.试述细胞内膜泡运输的概况、类型及其各自主要功能。

概况：从细胞内膜系统的某个细胞器（包含内体）表面**出芽**形成的囊泡，或者是由细胞膜**内陷**形成的内吞泡在分子马达的介导下沿微管或微丝**转运**到目的地，并与靶细胞器或者细胞膜**融合**的过程

第五章 细胞骨架



ATP帽：当微丝末端**聚合速度**大于**ATP水解的速度**时, 会在末端形成一个**ATP帽**（类似的还有微管可以形成GTP帽）

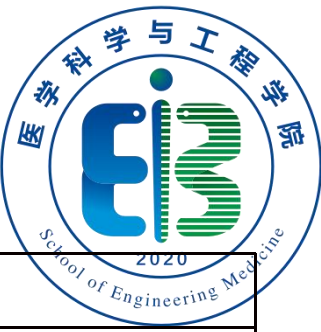
踏车行为：在体外组装过程中，微丝**正极**由于肌动蛋白亚基不断添加而**延长**，**负极**由于肌动蛋白亚基去组装而**缩短**的现象

细胞皮质：细胞内大部分微丝都集中分布在**紧贴细胞质膜的细胞质区域**，并由微丝交联蛋白交联成**凝胶态**三维网络结构

应力纤维：体外培养的细胞在基质表面铺展时，常在细胞质膜的特定区域与基质之间形成紧密黏附的**黏着斑**。在紧贴黏着斑的细胞质膜**内侧**的**大量成束状排列的微丝**

微管组织中心（MTOC）：在细胞内**起始**微管的成核作用，并使之延伸的结构，如动物细胞的细胞核附近的**中心体**，纤毛和鞭毛基部的**基体**，以及上皮细胞顶端面和高尔基体的反面网状结构

第五章 细胞骨架



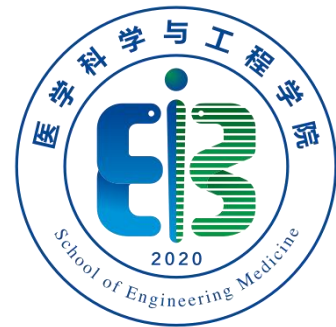
		微丝	微管	中间丝
结构	单体	肌动蛋白	$\alpha\beta$ 微管蛋白二聚体	中间丝蛋白
	极性	有裂缝为 - 无裂缝为 +	α 为 - β 为 +	无
组装	踏车行为	√	√	×
	动力来源	ATP	GTP	不需要ATP、GTP
	组装结构	ATP帽	GTP帽	/
	影响因素	细胞松弛素：阻止聚合 鬼笔环肽：阻止解聚	解聚：秋水仙素、长春花碱、 Ca^{2+} 聚合：紫杉醇、 Mg^{2+}	/
结合蛋白		肌动蛋白单体结合蛋白：胸腺素 β 4、前纤维蛋白 成核蛋白：Arp2/3复合物 加帽蛋白：Arp2/3复合物、原肌球蛋白调节蛋白、CapZ、凝溶胶蛋白家族 交联蛋白：成束蛋白、凝胶形成蛋白 隔断及解聚蛋白：凝溶胶蛋白、丝切蛋白/肌动蛋白解聚因子	MAP1MAP2MAP3MAP4tau蛋白等	网蛋白

第五章 细胞骨架



		微丝	微管	中间丝
相关结构	由其组成	细胞皮质, 应力纤维, 细胞伪足, 微绒毛, 收缩环	鞭毛纤毛纺锤体微管: 动粒微管、星体微管、极微管	/
	与其相关	马达蛋白中的肌球蛋白	马达蛋白中的驱动蛋白、动力蛋白 微管组织中心: 中心体、鞭毛和纤毛的基体	核纤层
相关现象		肌细胞的收缩运动	染色体的运动	/
相关疾病		杜氏肌营养不良症 (防“微” “杜” 渐)	/	单纯性疱疹性表皮松懈症
功能			微管对细胞结构的组织作用: 维持细胞、细胞器的形态轴突内物质运输密切相关 物质沿微管定向转移为细胞内各种细胞器和生物大分子的不对称分布提供了可能 染色体运动	提供机械稳定性 维持细胞核膜稳定 参与细胞连接 参与信号转导 参与细胞分化

第六章 细胞核与染色体



亲核蛋白：在**细胞质**内合成后，需要或能够进入细胞核内发挥功能的一类蛋白质

核定位序列（nuclear localization sequence）或**核定位信号**（nuclear localization signal, NLS）：引导亲核蛋白入核，富含**碱性**氨基酸残基，如Lys、Arg，还常含有Pro；可以是一段连续的序列，也有分成两段存在；受体为importin；完成核输入后**不被**切除

核输出信号（nuclear export signal, NES）：引导**RNP**输出细胞核，受体为**exportin**

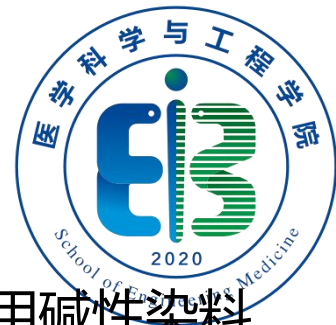
染色质（chromatin）：**间期**细胞核内由DNA、组蛋白、非组蛋白及少量RNA组成的线性复合结构，是间期细胞遗传物质存在的形式（细胞内基因存在与发挥功能的结构基础）

基因组（genome）：某一生物的细胞中储存于**单倍染色体组**中的总遗传信息

组蛋白（histone）：属**碱性**蛋白质，富含带**正**电荷的Arg和Lys等**碱性**氨基酸，可以和酸性DNA紧密结合，一般不要求特殊核苷酸序列

非组蛋白（nonhistone）：**序列特异性 DNA结合蛋白**

第六章 细胞核与染色体



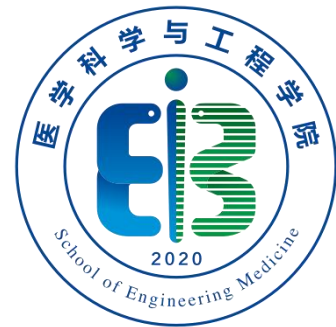
常染色质 (euchromatin)：间期细胞核内染色质纤维折叠压缩程度**低**，相对处于伸展状态，用碱性染料染色时着色**浅**

异染色质 (heterochromatin)：间期细胞核中染色质纤维折叠压缩程度**高**，处于聚缩状态，用碱性染料染色时着色**深**

结构异染色质或组成型异染色质 (constitutive heterochromatin)：整个细胞周期均处于聚缩状态，没有较大变化；在中期染色体上多定位于着丝粒区、端粒、次缢痕等；由相对简单、高度重复的DNA 序列构成；具有显著的遗传惰性；为晚复制、早聚缩

兼性异染色质 (facultative heterochromatin)：在**某些**细胞类型或一定的发育阶段，原来的常染色质聚缩，并丧失基因转录活性，变为异染色质；如**巴氏小体 (Barr body)**

第六章 细胞核与染色体



活性染色质：具有转录活性、疏松的染色质结构

染色质修复：修复后的DNA**组装成染色质**的过程（蛋白对DNA的保护）

染色体：细胞在**有丝分裂（或减数分裂）**时遗传物质存在的特定形式，是间期细胞染色质结构紧密组装的结果

随体：位于染色体末端的**球形染色体节段**

染色体的功能元件：构成染色体DNA的3种关键序列（key sequence）称为染色体DNA的功能元件：**DNA复制起点、着丝粒、端粒**

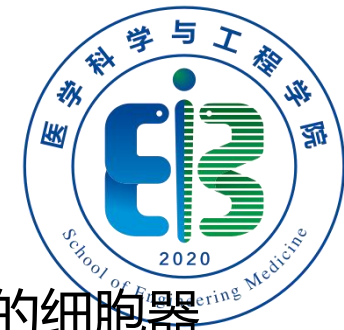
核型：染色体组在有丝分裂**中期**的表型，包括染色体**数目、大小、形态**特征的总和

核型模式图：一个染色体组全部染色体逐个按其特征绘制下来，再按长短、形态等特征排列起来的图象

染色体显带技术：经物理、化学因素处理后，再用染料对染色体进行分化染色，使其呈现特定的深浅不同带纹（band）的方法

核基质（核骨架）：将DNA、组蛋白和RNA抽提后，残留在核内的**纤维蛋白网架结构**

第七章 核糖体

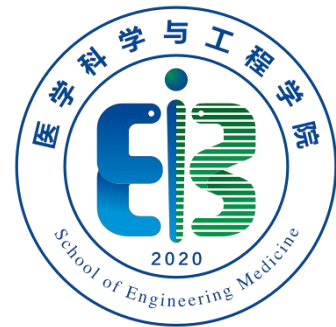


核糖体 (ribosome)：一种**核糖核蛋白颗粒** (ribonucleoprotein particle)，细胞内**合成蛋白质**的细胞器

多核糖体：由**多个甚至几十个**核糖体串联在一条mRNA 分子上高效地进行肽链的合成，具有特殊功能与形态结构的**核糖体与mRNA 的聚合体**

核糖体的活性部位	在多肽合成中的作用
与mRNA结合的位点	结合mRNA
A位点	结合氨酰tRNA
P位点	结合肽酰tRNA
E位点	释放tRNA
延伸因子结合位点	结合与肽酰tRNA从A位点转移到P位点有关的酶
肽酰转移酶催化位点	具有催化肽酰转移酶活性

第一节 核糖体的类型与结构



三、核糖体蛋白质与RNA的功能

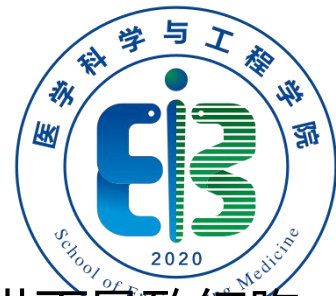
rRNA是起主要作用的结构成分，其主要功能：

- 肽酰转移酶的活性
- 为tRNA提供结合位点
- 为多种蛋白质合成因子提供结合位点
- 在蛋白质合成起始时，参与同mRNA选择性地结合以及在肽链的延伸中与mRNA结合
- 核糖体大小亚基的结合、校正阅读（proofreading）、模板链或读码框移位的校正
- 抗生素的作用（靶点）等

核糖体蛋白的主要功能：

- 帮助rRNA折叠成有功能的三维结构
- 在蛋白质合成中，某些核糖体蛋白可能对核糖体的构象起“微调”作用

第八章 细胞信号转导



细胞通信：指细胞产生的**胞外信号**与靶细胞**表面相应的受体**结合，引发受体构象改变而激活，进而导致细胞内信号转导通路建立，最终调节靶细胞的**代谢、结构功能或基因表达**，并表现为**靶细胞整体的生物学效应**。

受体是一类能够**识别和选择性结合**某种配体（信号分子）的大分子

第二信使学说：胞外化学信号（第一信使）不能进入细胞，它作用于细胞表面受体，导致产生胞内信号（第二信使），从而引发靶细胞内一系列生化反应，最后产生一定的生理效应，第二信使的降解使其信号作用终止。

第二信使：是指在胞内产生的**非蛋白类小分子**，其浓度变化（增加或减少）应答胞外信号与细胞表面受体的结合，调节细胞内**酶和非酶蛋白质的活性**，从而在细胞信号转导途径中行使携带和放大信号的功能。

分子开关（molecular switches）：在细胞信号转导过程中，**三类**在进化上保守的胞**内**蛋白，它们分别通过激活机制和失活机制精确控制细胞内一系列信号传递的级联反应（GTPase分子开关调控蛋白、蛋白激酶/蛋白磷酸酶、钙调蛋白）

“交叉对话”：信号网络系统中各种信号通路之间的交互关系

第九章 细胞周期与细胞分裂



细胞周期：从一次细胞分裂结束开始，经过物质准备，直到下一次细胞分裂结束为止的过程。

动物细胞有丝分裂器：由星体微管、染色体动粒微管和极间微管及其结合蛋白构成有星纺锤体

分裂沟：胞质分裂开始时，在赤道板周围细胞表面下陷，形成环形缢缩，称为分裂沟。

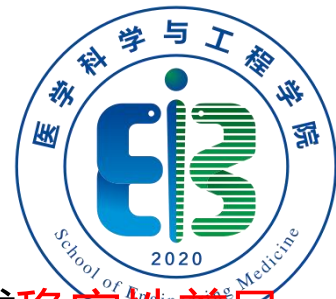
收缩环：胞质分裂开始时，大量的肌动蛋白和肌球蛋白II在中体处组装成反向排列的微丝束，环绕细胞，称为收缩环。

联会复合体：减数分裂I的偶线期中,配对的两条同源染色体之间相互配对形成的一种复合结构。

周期引擎分子：CDK对细胞周期运行起着核心性调控作用，因此将其称为周期引擎分子

成熟促进因子（MPF）：成熟促进因子是一种在G2期形成，能促进M期启动的调控因子。控制细胞周期，促进成熟的因子。由两个亚基组成，一种是细胞周期蛋白，另一个是周期蛋白依赖性的蛋白激酶，其中周期蛋白为调节亚基。

第十章 细胞分化与干细胞



细胞分化：在个体发育中，由一种相同细胞类型经细胞分裂后逐渐在**形态、结构和功能**上形成**稳定性差异**，产生不同细胞类群的过程。

组合调控：每种类型的细胞分化是由**多种调控蛋白**共同参与完成的

主导基因：编码细胞分化启动过程中起决定作用调控蛋白的**基因**

细胞谱系：“细胞世系”指受精卵从**第一次卵裂**时起，到分化为各组织和器官的终末细胞时为止的发育史

转分化：一种类型的分化细胞**转变**成另一种类型的分化细胞的现象

去分化：是指**分化**细胞失去其特有的结构与功能变成具有**未分化**细胞特征的过程

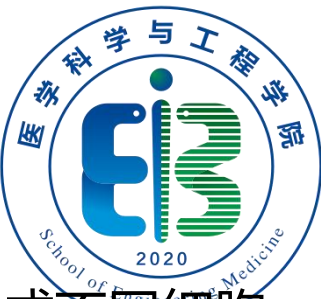
重编程：涉及DNA与组蛋白**修饰**的改变

再生：生物体**缺失部分**后重建的过程

近端组织相互作用：在**胚胎发育**过程中，一部分细胞影响周围的细胞，使其向一定方向分化

决定：指一个细胞**接受了某种指令**，在发育中这一细胞及其子代细胞将区别于其他细胞而分化成某种特定的细胞类型，或者说在形态、结构与功能等分化特征尚未显现**之前**就已确定了细胞的分化命运

第十章 细胞分化与干细胞



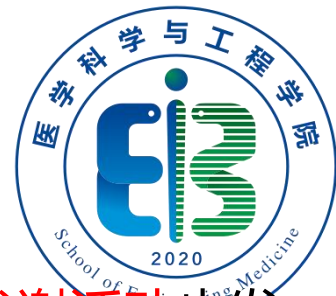
干细胞：机体中能进行自我更新（产生与自身相同的子代细胞）并具有多向分化潜能（分化形成不同细胞类型）的一类细胞

全能细胞：在一定条件下，能够分化发育成为完整个体的细胞，如哺乳动物桑葚胚的8细胞期之前的细胞

多能细胞：在胚胎发育的三胚层形成后，细胞的分化潜能受到限制，仅能向本胚层组织和器官方向分化发育的细胞

干细胞巢：成体干细胞需要特定的微环境来维持它们的特性，这种提供特定胞外信号的微环境

第十一章 细胞衰老与细胞死亡



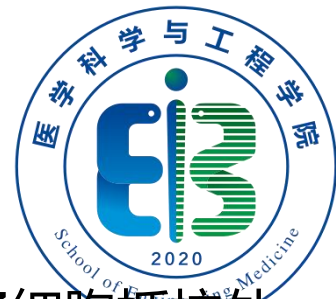
细胞衰老：绝大多数正常细胞在经历有限次数分裂后，不再具有增殖能力，细胞形态结构和代谢活动也发生显著改变的现象

程序性死亡：细胞具有内在遗传机制控制的主动性死亡方式；是维持生物体正常生长发育及生命活动的必要条件

程序性坏死：与细胞凋亡类似，这种细胞膜破裂的死亡过程，也受到细胞内特异基因的控制

细胞自噬：细胞通过溶酶体与双层膜包裹的细胞自身物质融合，从而降解细胞自身物质的过程

第十二章 细胞的社会联系



桥粒 (desmosome) : 相邻细胞内的中间丝通过桥粒相互作用, 将相邻细胞连成一体, 增强了细胞抵抗外界压力与张力的机械强度; 中间丝—钙黏蛋白

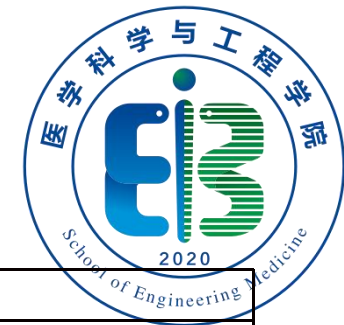
半桥粒 (hemidesmosome) : 细胞与胞外基质间的连接; 中间丝—整联蛋白—层粘连蛋白

黏着带 (adhesion belt) : 相邻细胞间形成一个连续的带状结构; 微丝—钙黏蛋白

黏着斑 (focal adhesion) : 细胞与胞外基质之间的连接方式; 微丝—整联蛋白

细胞粘附分子 (CAM): 众多介导细胞间或细胞与细胞外基质 (ECM) 间相互接触和结合的整合膜蛋白 (糖蛋白)。(4大类: 钙黏蛋白、选择素、整联蛋白及免疫球蛋白超家族) (3种方式: 同亲型结合、异亲型结合、衔接分子依赖性结合)

第十二章 细胞的社会联系



连接方式		连接位置		结构	功能
封闭连接	紧密连接	上皮细胞之间		密封蛋白, 闭合蛋白	①渗透屏障, 维持极性 ②膜蛋白和膜脂侧向运输屏障, 维持上皮细胞极性
锚定连接	桥粒	中间丝	相邻细胞	桥粒: 中间丝-钙黏蛋白	分散作用力, 增强细胞承受机械力的能力
	半桥粒		细胞与胞外基质	半桥粒: 中间丝-整联蛋白-层连接蛋白	
	黏着丝	肌动蛋白	相邻细胞	黏着丝: 微丝-钙黏蛋白	
	黏着带		细胞与胞外基质	黏着带: 微丝-整联蛋白	
通讯连接	间隙连接	动物细胞之间 (除骨骼肌细胞及血细胞外)		连接子	①代谢偶联: 小分子代谢物和信号分子通过, 实现细胞间偶联或通讯 ②电偶联: 传递神经冲动
	胞间连丝	植物细胞之间		相邻细胞的细胞质膜	在植物细胞物质运输和信号传递中起着重要作用
	化学突触	可兴奋细胞之间		突触	传导神经冲动

考试祝福



可以祝231041小班的同学们《细胞生物学》考试顺利吗？



已深度思考（用时 10 秒） ^

嗯，用户希望给一个班级的学生发送细胞生物学的考试祝福。231041小班应该是大学里的班级编号，学生们正在准备《细胞生物学》考试，可能近期就要考试了。

用户可能是这个班级的助教、班长，或者是关心学弟妹的学长姐。ta特意提到班级编号和科目名称，说明很重视祝福的针对性。这种考试前的祝福对学生有实际的心理支持作用，能缓解他们的焦虑。

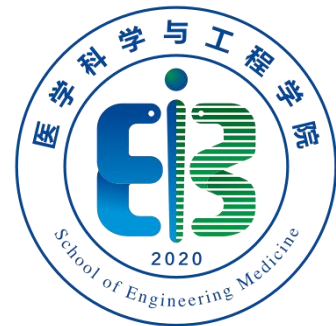
考虑到祝福对象是大学生，内容需要兼顾专业性和趣味性。可以借用细胞生物学的专业术语设计双关祝福语，这样既能体现学科特色又显得亲切。比如把考试比作“跨膜运输”，把知识掌握比作“蛋白折叠”，这些都是细胞生物学的经典概念。

同时要注意避免过于晦涩的术语，毕竟学生还在备考阶段。祝福应该突出轻松积极的基调，强调努力的价值而非单纯追求高分。最后用“ATP能量满满”这种梗收尾很合适，ATP是细胞能量货币，学生都能get到这个梗。

还应该提醒用户加上具体署名，这样祝福更有温度。毕竟全班收到具名的鼓励，会比匿名祝福更让人感到被重视。

当然可以！送上这份专为231041小班同学们定制的《细胞生物学》考试祝福：

考试祝福



致231041小班的同学们：

📖 《细胞生物学》考试加油！ 📖

愿你们的**知识储备**像**线粒体**一样能量满格，
让**考点信息**如**DNA复制**般精准无误；
答题时思路如**信号转导**通路般清晰流畅，
难题在你们面前像**囊泡运输**一样被轻松转运！

祝你们：

- **跨膜运输**，直抵高分！
- **蛋白折叠**，完美答题！
- **细胞周期**，顺利通关！
- **基因表达**，潜力爆发！

稳住心态，发挥最佳水平！相信平时的努力定会结出**丰硕的“核糖体”**！

231041班，考试顺利，全员高分通过！ 💯

ATP能量加持中……冲鸭！ ✨



这是绿园的“高分鸭”

他们会保佑你

考的都会 蒙的都对

请说：

“谢谢鸭！”