

高速、超速离心机分离知识讲座

分离与纯化对象之一：“亚细胞（细胞器）”的构造与功能”

上世纪 20 年代以 Svedberg 为首的欧洲科学家艰难研制的超速离心机原型主要目的是想分离和纯化病毒、细胞和亚细胞构造（细胞器），然而 50 年代中期开始生产的第一代及以后的各代超速离心机，在很长一段时期内（50 年代—80 年代）主要用于分离和纯化生物大分子、细胞、细胞器、病毒、血液组份等生物体。但从 90 年代开始由于各种分离技术的研发（特别是电泳、层析等）和各种分离纯化生物大分子的试调盒（kit）的问世（用这种试剂盒分离纯化生物大分子组份只需要 10^4 xg 数量级离心加速度，大部分高速台式离心机微量转头就可以满足需要）使得超速离心机分离纯化的主要对象又转向细胞器、病毒和血液组份。

本文要强调叙述的是：细胞器（亚细胞构造）是什么？有什么功能？（可以回答为什么这么多的科学家对它们高度重视的问题），下面作一些简单讲解。

亚细胞构造的组成与功能：

组成：

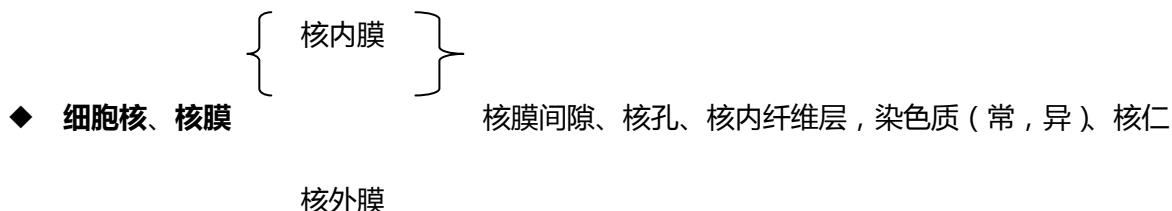
溢腔 {
 膜相结构：质膜、内质网、高尔基体、核膜、线粒体、溶酶体
 非膜相结构：
 { 质相结构：核蛋白体、中心体、微管、微丝、胞基质

核相结构：核仁、染色质（间期）、染色体（有丝分裂期）、核基质

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
F-MAIL :techcomp@techcomp.cn

一般分：细胞核、细胞膜、细胞质。



核内成分：DNA(平时与 protein 结合以 DNP 存在, 占核干重 70%--80% ; RNA(以

RNP 存在)

核蛋白：主要是碱性蛋白：组蛋白、精蛋白，和少量中性及碱性蛋白。

30 多种酶：如 DNA、RNA 酶、DNA 聚合酶、RNA 聚合酶。

◆ **细胞膜：**三层结构，二层深致密带，中间夹一层浅色带（综合称单位膜）

细胞外膜：质膜

细胞内膜：线粒体膜、内质网膜、溶酶体膜、核膜.....。

膜组成：20%有形成份, 80%水

有形成份：由蛋白质, 脂类(主要是磷脂), 少量是糖类 (糖蛋白、糖脂)

膜分类：
高脂性膜：脂占 75%--80%，蛋白质 11.8%，糖类 3%
高蛋白质膜：以线粒体膜为代表，蛋白质含量 ~ 75%、脂 ~ 25% 和大量的酶

普通膜：蛋白质与脂各半 (近似) 哺乳动物红细胞膜蛋白：脂 1.82 : 1

膜外胞衣 (Cell coat)

◆ **细胞质：**

△ **内质网：**由膜围成的管状或扁平囊状、及泡状结构，吻合成网，交织分布在细胞质中形成一个相互联通的管腔系统。

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
E-MAIL :techcomp@techcomp.cn

内质网

粗面内质网：网膜表面含大量核糖体颗粒。

滑面内质网：网膜表面不附有核糖体颗粒

二种内质网可互相连接，一定条件下可转换，但构成成分及酶系差别很大。

△ 高尔基复合体：一般位于核附近

组成：扁平囊泡、大囊泡（又称分泌泡或浓缩泡）、小囊泡

△ 线粒体：

结构：线粒体外膜。外室、基粒（可溶性 ATP）、核糖体、内膜、脊。又分为板状脊与管状脊二种结构形式。

△ 核糖体：又称核蛋白体或核糖核蛋白体、由核糖核酸与蛋白质组成、由大亚基单位及小亚基单位组成。

●核糖体

真核细胞核糖体

大亚单位：60S，M < 300 万，占 60%--70%
由 35S RNA 及 40—50 种蛋白质组成

80S, M = 500 万

小亚单位：40S，M < 150 万，由一个 RNA 分子及 30 种蛋白质组成

大亚单位：50S (23S RNA 和 5S RNA 及 50 个蛋

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
F-MAIL :techcomp@techcomp.cn

蛋白质组成)

原核细胞核糖体

70S , M = 380 万

小亚单位 30S (16S RNA 及 20 个蛋白分子组成)

●核糖体

单核糖体 : 一根长 300—500nm 的 mRNA 连接 , 不附着 mRNA 的核糖体不能合成蛋白质

游离于细胞质中称为游离核糖体。

多聚核糖体

附着于内质网表面称为结合型核糖体。

△ **溶酶体** : 由单位膜包围成的微小细胞器 , 25nm—800nm , 膜厚 6nm 为脂蛋白和磷脂 , 含多达 50 种水解酶。

溶酶体 : 初级 : 单位膜包水解酶 , 无底物

次级 : 单位膜包水解酶 , 含底物

自溶酶体 : 胞溶酶体或胞隔小体

异溶酶体 :

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
F-MAIL :techcomp@techcomp.cn

次级溶酶体 混合型酶体

终末酶体

多泡小体

其他次级溶酶体：多泡小体—含酸性磷酸酶

- 脂褐素—随人年龄增长而增长—退变的细胞器、糖原和脂类
- 髓样结构—磷脂类化合物组成。
- 吞噬红细胞小体（吞噬衰老及变性红细胞）
- 含铁小体：正常为少量，含铁颗粒+酸性磷酸酶

△ **微体**： microbody (peroxisome) 在植物种子内称为乙醛酸循环体(glyoxysome) 0.5um ,

单位膜内包有中等致密颗粒，常见于肝、肾上皮细胞、支气管无纤毛上皮细胞中

种类：

- 有核样微体
- 有边缘板或哑铃样微体
- 无核样微体

△ **中心粒**： centrosome

通常位于核旁，与核中心联线可作为细胞中轴。

中心粒为圆筒状小体，直径 0.1—0.5um , 长 0.3—0.7um , 最长 2.0um , 一端开放 , 一端封闭 , 成对存在 , 相互垂直 , 中心为多个 A , B , C 三联微管 , 13 (A) +11 (B) +11 (C) 共 35 根直径为 5nm 的原丝组成。主要成分是微管蛋白和鸟苷酸。微管附近有很多致密小体 (随体 satellite) 或称中心粒周围卫星体 , 随体小球直径 70nm. , 以细丝附着于三联微管。

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
F-MAIL :techcomp@techcomp.cn

△ 微管： microtubule

尺寸：外径 φ 21—27nm，平均 25nm，内径 15nm，管厚 5nm，长度变化不大（数个 um）

用梯度离心、电镜负染技术，可见管壁由 13 根直径为 5nm 的细丝直排而成，细丝是由 φ 5nm 的管蛋白（tubulin）串成念珠状。

管蛋白有二个微管蛋白 α 及 β ， α ，M 为 55000， β 为 60000，微管蛋白含蛋白连接酶，由 α 及 β 形成异二聚体（heterodimer）由很多异聚体首尾串联成原丝，最后 13 根原丝串成一条微管

•微管分单微管：对秋水仙素、长春花碱、低温（0 - 4°C）及流体静压敏感。

二联管：存在于纤毛和鞭毛内，由 A/B/二微管组成、共用三微丝。

三联管：存在于中心粒和基体中，各共用三根微丝。

△ 微丝：

按直径分： •细微丝： φ 5—7nm，长 1um 是肌动蛋白（actin）

•粗微丝： φ 10—14nm,长 1.5um,是肌球蛋白（myosin）含 ATP 酶

•中微丝： φ 9—12nm、很长，成束存在

超微结构：

$$\left. \begin{array}{l} \text{肌动蛋白 :300—400 个球形单位串成纤维 , 每个球 } \varphi 5 \text{ nm ,} \\ M = 42000--48000 \end{array} \right\}$$

•细微丝：由三种蛋白组成 原肌球蛋白：(tropomyosin) ,M=68000

肌原蛋白： (troponin)

•粗微丝：由 250—300 个肌球分子蛋白组成，每个 M = 480000，形如黄豆芽，头部含 ATP 酶，是 M = 12 万重酶解肌球蛋白的第一段，颈部为 M = 6 万的重酶解肌球蛋白

的第二段，尾部是 $M = 15$ 万的轻酶解肌球蛋白。

- 中间丝：由富含氨基酸的蛋白丝组成（脯氨酸，甲流氨酸，氨酸）

有张力微丝：波形中丝、连接中丝、神经中丝、神经胶质中丝等多种类型微丝。

△ **胞含体**：指除细胞器外储积在细胞质内具有一定形态的代谢物质，如糖原、脂类、蛋白质、色素颗粒和分泌颗粒，它们的存在与否、含量、形态与细胞类型及生理状态有关。

糖原：供给细胞能量的一部分，在肝、肌细胞中最丰富，线粒体、溶酶体中也有存在。

蛋白质包含物 以颗粒状或结晶状出现 细胞内合成的蛋白质被一层厚 9nm 的膜所包围，成为颗粒状蛋白质包含物。

脂类：以脂滴存在于细胞质内、含脂肪酸，甘油三脂和胆固醇等。

色素颗粒：常见黑色素（melanin）

脂褐质（lipofuscin）

铁血黄素（hemosiderin）

细胞器功能：

一. **核（nuclei）**：在一定程度上控制着细胞的代谢、生长、分化和繁殖等活动，细胞的遗传物也存在于核中，有些核细胞在丢失核后便失去活化机能并趋于死亡。

- 核膜功能：I. 调节细胞核与细胞质之间的物质交换：分子、离子进入核内，大分子物质由核孔移出。

II. 稳定核的形态及其他化学成分：核膜的复杂结构以及所含酶系在一定程度

上控制核代谢。

III.选择性的释放 RNA : 细胞内 RNA 几乎全在细胞核内合成 , 一部分在核内

降解 , 部分通过核孔、破核膜释出。

- 核仁功能 : I . 合成核糖体前体分子 ; 蛋白在核糖体上合成 ; 核仁与蛋白质合成密切相关 ;
- II. 合成核糖体核糖核酸 (rRNA);
- III. 与细胞表面抗原的形成有关 ;
- IV. 控制 RNA 进入胞质 ;
- V. 保护信息核糖核酸 (mRNA) 免其在核内解、聚
- 核质功能 : 核液 -- 某些种类核蛋白、染色质 (chromatin) -- 在间期核中呈分散状态的染色体。在细胞有丝分裂阶段出现染色体 (chromosome) , 分为异染色体和常染色质。

二 . 细胞膜 (质膜) (cell membrane 或 plasma membrane) : 活细胞的许多重要生物学过程需借助膜来完成 ,

如选择性通透作用、合成与分解代谢、代谢调节、能量转换与识别。

- I . 通透作用 : 不是单纯地起着支架和屏障作用 , 还严格控制着物质进出 -- 选择性的通透作用 -- 被动扩散和主动运输 ;
- II. 受体 : 细胞膜上特殊的一类分子 , 它们有选择性的和细胞中的一定活性物质结合产生一定效应、使细胞功能或物质代谢朝一定方向变化 , 与受体起作用的物质 -- 激素、神经递质、抗原药物 -- 生化中称这些为配体 ;
- III. 调节代谢 : 在膜中的酶积极参与各种生化反应 , 并调节代谢 ;

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
F-MAIL :techcomp@techcomp.cn

IV. 免疫作用：生物膜的抗原性意义重大，涉及胚胎发生中组织器官形成，器官移植、输血、细胞免疫、肿瘤的发生和发展。

抗原可以分为：

组织相容抗原—存在于各种细胞与血小板质膜上，40 余种不同动物器官含不同的组织抗原，给器官移植带来困难。

血型抗原：红细胞膜上抗原不同决定了 A，B，AB，O.....14 种血型系统，显示 60 种以上血型。

V. 细胞衣：膜外表面均覆有一层细胞衣 (cell coat)

- 参加免疫作用：与免疫有关的膜抗原、特异受体、酶藏于胞衣中。
- 保护作用：防止致病性损害。
- 通透作用：构成分子筛及细胞活动介质。
- 其他作用：胞衣受损、裂隙、部分脱落会导致细胞死亡。

VI. 基板，细胞连接；
VII. 微绒毛； 略

VIII. 纤毛；

三 . 内质网:(endoplasmic reticulum)

粗面内质网：最重要的功能是合成输出蛋白（或称分泌蛋白：包括各种肽类、激素、酶类和抗体）

滑面内质网：多方面功能，不同细胞中功能不同。

I . 脂质和固醇的合成；

II. 蛋白质及脂类的运输；

III.解毒：对脂溶性药物有解毒作用（如对苯巴比妥）；

IV.糖原代谢：糖原的合成、分解；

V.参与水和电解质代谢，胆汁生成.....

四 . 高尔基复合体：(Golgi complex)

I . 高尔基体与细胞分泌活动的关系：主要是对分泌颗粒起着浓缩加工运输和生成膜等作用；

II.与多糖的合成与运输之间关系：高尔基体内有糖酶，能合成多糖。糖蛋白在高尔基复合体中形成并运出；

III.高尔基体与溶酶体的形成：初级溶酶体的形成过程与分泌颗粒的形成类同，都起自高尔基体囊泡；

IV.对脂质的运输：动物进食后数小时肝细胞内有脂蛋白颗粒出现，它首先出现在滑面内质网的小管中，然后进入高尔基体小池，积累在池边膨出部分然后脱离高尔基体形成分泌液泡。

五 . 线粒体：(mitochondria) 在细胞生命活动中所需能量 95%

来自线粒体，有关催化柠檬酸循环，氨基酸代谢，脂肪酸分解，电子传递，DNA 复制，RNA 合成等过程所需要的各种酶和辅酶都分布在线粒体中。

I . 酶分布：分布在线粒体外膜、外室、内膜和基质；

II.线粒体是细胞氧化供能场所；

细胞氧化：细胞在生命活动中进行各种生理生化反应时都要消耗能量，这些能量的来源是氧将细胞中各种供应物质氧化而释放出来的，这就称为细胞氧化
(cellular oxidation)

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
F-MAIL :techcomp@techcomp.cn

III. 线粒体内的电子传递系统和氧化磷酸化的偶联作用。

线粒体最基本功能之一是将供能物质经氧化后脱下的成对的氢原子 (2H) 通过多种酶和辅酶所组成的“链锁”反应而逐步传递使之最后与氧结合成水。这种氢氧化合链反应称为“呼吸链”。

ADP→ATP (磷酸化) 在线粒体内膜上进行。

IV. 线粒体的半自主作用：线粒体能分离出 DNA，但和核的 DNA 完全不同，其遗传信息量很少。线粒体有 DNA 聚合酶使线粒体 DNA 能转录自己的 mRNA，rRNA，tRNA 但它们的 S 值与核的完全不一样，线粒体内有自己的特异核蛋白体，但它与内质网上及细胞质内的核蛋白体在尺寸和化学性质上完全不同（相似于原核细胞的核蛋白体）

所以，线粒体是一个受到限制的有自主复制和再生能力的细胞器。

六 . 核糖体 : (ribosome) 以亚单位、单体存在的核糖体处于休眠状态，不能合成蛋白质，由 mRNA 细线联在一起的多聚核糖体 (polyribosome) 是合成蛋白质的功能团。

游离于细胞中的游离核糖体 (Free ribosome)，与粗面内质网结合的膜旁核糖体 : FR 合成的是细胞本身需要的蛋白质 (内源蛋白)；膜旁核糖体主要形成分泌蛋白 (输出蛋白)

七 . 溶酶体 : (lysosome)

初级溶酶体可与异噬泡，自噬泡以及细胞内多余分泌颗粒相结合形成各种次级溶酶体，发挥多种消化作用。

I . 异噬作用：异噬物被溶酶体消化的过程：溶酶体可将蛋白质、碳水化合物和核酸分解

为小分子的肽、AA、糖类、核苷和磷酸等。这些小分子最终可透过内膜进入胞质参与代谢或再应用、或作为废物排出细胞。不能消化的部分留在细胞内成为残体。

II.自噬作用：细胞内衰老变性的细胞器经内质网包容形成自噬泡，它与初级溶酶体结合成自溶酶体，这些变性细胞在溶酶体内被消化的过程称为自噬作用。它防止细胞受损害，保证了细胞内各种成分的自然代谢。

III.在胚胎发育过程中某些结构的退化和消失与溶酶体相关。

IV.其他作用：参与肾小管的重吸收；调节分泌细胞的活动；在骨发生和骨再生中发挥作用；在排卵，受精中发挥作用；参与免疫过程等等。

八 . 微 体 : (microbody , peroxisome , microperoxisome)

在植物种子的胚乳细胞内称为乙醛酸循环体 (glyoxesome)
含各种酶 20 种以上，主要是氧化酶。

保护作用：

I .这些酶可催化过氧化氢酶的形成，它能破坏过氧化氢使其还原为水，消除细胞内过多的过氧化氢防止细胞中毒；

II .参与糖原异生、参与脂肪转化为糖类，

在两栖类和鸟类细胞中参与嘌呤代谢过程；

III .70 年代曾有人研究微体中存在 DNA，提示它有可能自我复制（未确定）

九 . 中 心 粒 : (centrosome)

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
F-MAIL :techcomp@techcomp.cn

I .与微管形成有关即组成所谓 “微管形成中心”

II.构成微管的蛋白质可能由中心粒合成，也可能是中心粒将胞脂质内前存的亚单位集合形成微管。

十 . 微管 : (microtubule)

I .细胞骨架作用：保持细胞形状；

II.参与细胞内运动：参与细胞器的运动；

III.对细胞内物质运输起通道作用；

IV.促进细胞变态（需要时支撑、延长、变形）

十一 . 微丝 : (microfilament) 三种微丝中，除中间丝是起支持作用外，细、粗微丝与完成细胞运动有关。

微丝的运动形式可分为：

I .收缩运动（如肌细胞）

II.微绒毛运动（牵动微绒毛）

III.分泌颗粒的移动与排除要有微丝参与

IV.变形运动（类似微管）

十二 . 胞含体 : (inclusion) (糖原、蛋白、脂类、色素颗粒、分泌颗粒)

糖原：供给细胞能量的一种成份

脂类：(脂滴) 细胞的能源或合成细胞内某些物质的原料

病理诊断：某些疾病可引起脂滴大量堆积造成脂肪性病变

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
F-MAIL :techcomp@techcomp.cn

参考文献

一. 医学生物学电镜技术与细胞超微结构

应国华主编 香港现代出版社 1993 年

二. 细胞和组织的超微结构

钟慈声主编 北京人民卫生出版社，1984 年

三. 细胞的超微结构 张中益 吉林大学通讯 Vol.17 No.1 1973 年

如欲了解更多详细信息，请联系天美（中国）科学仪器有限公司 市场部，或访问天美官方网站：

www.techcomp.cn