

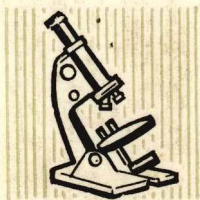
# 中学生物教学参考资料

河北省教育科学研究所组织编写



河北人民出版社

封面设计：董瑞成



中学生物教学参考资料  
河北省教育科学研究所组织编写

河北人民出版社出版  
(石家庄市北马路19号)  
衡水地区印刷厂印刷  
河北省新华书店发行

787×1092毫米1/32 31/2印张 74,000字  
1980年6月第1版 1980年6月第1次印刷  
印数1—8580  
统一书号：7086·1007 定价：0.27元



## 说 明

为贯彻党的十一届三中全会精神，实现工作着重点的转移，迅速提高生物教学质量，我们配合现行高中生物教材，组织编写了《中学生物教学参考资料》，对教材中一些重点、难点内容，从理论和实践的结合上作了阐述，帮助教师理解教材，解决教学中的疑难问题。

本参考资料的主要内容包括：一、细胞膜的结构与功能；二、植物的光合作用机理；三、有关动物激素的几个方面；四、浅谈分子遗传学；五、分子生物学和遗传工程。

本参考资料，由河北师范大学生物系田刚、刘植义、李云阴同志和华北药厂唐孝宣同志编写。在编写过程中，得到河北师范大学生物系、华北制药厂、各地教育部门和中学教师的热情支持和帮助，特此致谢。

对于编写工作中的错误和缺点，希望广大教师和读者提出宝贵意见。

河北省教育科学研究所

# 目 录

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| 一、细胞膜的结构与功能.....           | ( 1 )  |
| (一) 细胞膜及其在生物机体中的作用.....    | ( 1 )  |
| (二) 细胞膜及其来源.....           | ( 3 )  |
| (三) 细胞膜的结构.....            | ( 4 )  |
| (四) 细胞膜的功能.....            | ( 9 )  |
| 二、植物的光合作用机理.....           | ( 15 ) |
| (一) 光合作用的重要性.....          | ( 15 ) |
| (二) 光合作用的机理.....           | ( 18 ) |
| 三、有关动物激素的几个方面.....         | ( 30 ) |
| (一) 激素史话.....              | ( 30 ) |
| (二) 机体的整体性与激素.....         | ( 33 ) |
| (三) 高等动物激素巡视.....          | ( 38 ) |
| (四) 神经分泌与垂体激素分泌的调节.....    | ( 53 ) |
| (五) 无脊椎动物的激素.....          | ( 58 ) |
| (六) 昆虫外激素——(化学)情报传递物质..... | ( 66 ) |
| 四、浅谈分子遗传学.....             | ( 71 ) |
| (一) 遗传的功能单位——基因.....       | ( 71 ) |
| (二) 奇异的遗传物质——DNA.....      | ( 74 ) |
| (三) DNA的代代相传.....          | ( 78 ) |
| (四) 遗传的中心法则.....           | ( 80 ) |
| (五) 遗传密码的通用性.....          | ( 85 ) |
| (六) 基因表达的调节与控制.....        | ( 85 ) |

|                   |        |
|-------------------|--------|
| 五、分子生物学和遗传工程..... | ( 89 ) |
| (一) 分子生物学.....    | ( 89 ) |
| (二) 遗传工程.....     | ( 96 ) |

## 一、细胞膜的结构与功能

### (一) 细胞膜及其在生物机体中的作用

细胞膜在含义上,在精确的限定上一直是混淆不清,甚至根据研究者的立场与着眼点不同而所指的是什么,到现在仍有很大的差异。这当然首先是人类认识自然规律的必然性所决定的,但也说明了由生物膜到细胞内的膜系统的复杂性及膜与机体其他部分的相互之间的不可分的关系。

由十九世纪三、四十年代建立起来的细胞学说,承认不论多么杂复的动、植物有机体它们构成或生活的基本单位是细胞以来,生物科学才真正逐步成为生命的科学。生命的基本特点首先在于它具有特殊类型的新陈代谢,即具有不断地自我更新能力和必须能进行个体的繁殖过程。这种自我更新与繁殖,要依靠机体与外界进行物质交换并把从外界摄取来的物质进行自我复制。因此作为这些生命现象的主要支柱,在细胞体来说不外乎两大类结构,一是膜,一是核或核物质。所以基因物质和膜的结构与机能是细胞学中的最主要问题。

单细胞生物和多细胞生物的单一细胞,同样都是生活在一定的环境之中,但多细胞生物的细胞的具体生活环境可以叫内环境。细胞的生活一定要从环境中取得生活必须的物质和向环境排出代谢产物。作为细胞与它生活环境的界限就是

狭义的细胞膜。所以细胞取得营养、氧等物质以及把代谢产物排出都必须通过膜来完成。这些物质通过膜，依靠膜的结构特点和膜的特殊生活机能。因此膜必须是细胞内外的沟通者。当内部生活情况发生变化，或环境发生变化都必然能反映到膜的机能变化上来。只有这样，细胞体才能适应环境和根据体内情况吸取外界物质或向外界排出物质，以保证细胞的正常生活。

当然人们会想到，如果没有膜，使各种细胞内物质裸露于内环境之中是不是会更好地进行物质交换？这种情况只能在人工的适合条件下，作为研究细胞器官的一种方法来应用，没有把所有细胞器、细胞质、核都包在一起的膜，细胞本身的整体的组织性就会丧失，各种生活机能就不会完成。所以在已演化成细胞以后，膜对细胞来说是不可缺的。并且不使环境因素直接影响到细胞器与核，对各种细胞器来说是有保护作用的。

这种保护作用也表现在膜的防御机能，识别异己（非自身）的作用。这些作用不仅在高等动物有特殊化了的担当免疫机能的细胞，其他各种细胞也都在膜结构或组成上有识别环境条件，趋向有利条件，逃避不利条件的能力。

由此可见，细胞膜在细胞本身，多细胞生物的细胞与细胞之间，都有极其主要的作用。所以在考查分析细胞膜的结构时，不能忘记它的功能，在研究细胞膜的功能时也常给细胞结构的研究提供一定的线索或根据。

尽管我们把细胞当成生命活动的基本结构与生理的基本单位，但膜的结构与功能是离不开机体的整体性的。

## (二) 细胞膜及其来源

以前把植物的细胞壁统称为细胞膜，动物细胞膜则称为原生质膜。目前已经把植物细胞的特点之一的，具有以纤维素或半纤维素为组成主要成分的有筛孔的膜叫细胞壁，而区别于原生质外围的细胞膜。

细胞壁以光学显微镜就能看出它的基本结构。如果以高渗液处理植物细胞可引起质壁分离，分离后的细胞壁更易于观察。细胞壁多由三层组成，厚度在 $200-300 \text{ \AA}$ 左右，对环境液体中的介质是全透性的。

原生质膜，就是我们常说的细胞膜，与原生质连结紧密，可以用钨酸浓染，厚度约在 $50-100 \text{ \AA}$ 左右。这是本文介绍的重点。

细胞内各种器官大多有膜，如粒线体、核、高尔基体、内质网、叶绿体……等，与细胞膜合起来可称为细胞膜系统。这些物体的膜大都由内、外两层膜所组成。

核膜有两层约 $75 \text{ \AA}$ 厚的膜，膜上可看到孔。两层之间有 $150 \text{ \AA}$ 的淡色层，内外两层在形成孔处相连续。在观察中看到的多是外膜的孔，内外膜相通的孔则很少。核与细胞质之间的物质移动可能大部分是要经过内膜的渗透作用所完成的。

粒线体的膜也是双层的，并且深入体内的嵴也是双层膜的结构，所以把粒线体就看成是以膜为主所构成的小体也不为过。

•  $\text{\AA}$ 相当于万分之一微米，读若埃。

内质网本身也是双层膜结构，每层约 $75\text{\AA}$ 中间夹一层 $70-100\text{\AA}$ 的淡色层，有粗面与滑面的两种类型。其他如溶酶体，高尔基体以及某些特殊细胞的一些结构如神经突触的突触前膜内的突触小泡……等也均由膜结构所包。

除去细胞壁以外，所有细胞膜及细胞内的膜系统都由脂类、蛋白、多糖等组成，而且毫无例外地都有脂类分子的规则的排列。这很容易想到在水内混有脂类及其他有机物时，脂类会飘浮于水面形成水与空气的界限膜。

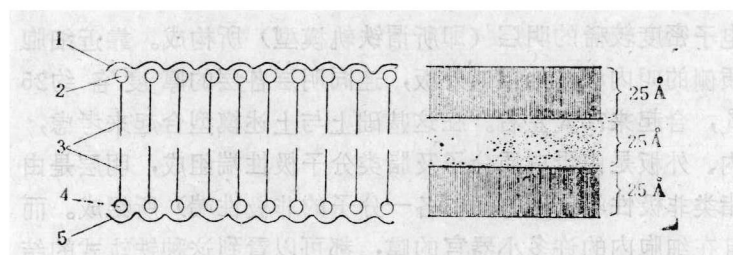
尽管对生命原始的实际状态还很不清楚，但这样的假想不会有什么不妥之处，即在原始的有了各种有机物的原始海洋中，脂类在水面形成脂膜并由于波涛、振荡使有些有机物被脂质包裹形成微小的球形体，当这里面的物质有能自我繁殖与代谢的物质时就会形成原始生命，后来有类似能进行光合的物质被混入而成为有自养能力的生物体。

较比原始的生物体，核物质分散在细胞质中（原核细胞），有可能结合了DNA的细胞膜发生内陷，核物质集中被包围形成核及核膜；也许细胞膜内陷与细胞质新生物物质相结合而形成各种细胞内膜成为线粒体、内质网……等的膜。不过目前人们倾向于把内质网膜（或内质网膜的一层）看成是新生的细胞膜，在它的作用下构成核膜的某一层。总之，设想整个细胞膜系统，即膜不仅在功能上而且在细胞演化，由原核细胞到真核细胞的进化过程中起着重要作用，应该是没有疑问的。

### （三） 细胞膜的结构

人们认识细胞膜是从生物膜开始的。由于生物膜在机能

上一些特点如半透性、膜内外的电位差、膜表面的抵抗力、膜的导电、电阻的特点……等许多情况与细胞膜相似。另外虽然在电子显微镜出现以前人们不能直接看到它的结构，但在透性上，表面现象上，细胞质不能直接与细胞外液混合……等方面已经开始对它有所认识。所以人们认识细胞膜是从膜的机能特点上开始的。这也说明结构、机能不可分的特点。到电子显微镜问世以后，很明显地看到不论什么细胞，在它表面都存在着有连续性的电子密度较高的膜，厚度在50—100 Å。这样连续的外表结构就是我们说的细胞膜或叫原生质膜。



1、膜外层蛋白质 2、脂质亲水极 3、脂质疏水极 4、脂质亲水极（内层） 5、膜内层蛋白质 1，2内板；4，5外板

图1 单位膜模型（右示铁轨模型）

## 1、细胞膜的模型

根据膜的生理特点，结合膜的化学组成曾提出过不少膜的模型。这里重点介绍一下但尼里——搭沃逊（Danielli, Davson）的单位膜模型。

本来，脂类在水面扩展开来，它的极性端（即亲水的一端点，在水中离解为十、一极的部分）向着水面，非极性端

向着空气，碳链与水面成直角，形成单分子膜。后来有人把经过溶血处理后的红细胞膜（可叫血影细胞膜）内的脂质提取出来，展开后发现它的面积相当原红细胞膜表面积的二倍，于是认为红细胞的膜是由脂质分子双层排列而形成的，两层分子极性端分别向着血细胞内侧与外侧而以非极性端相结合（Gorter与Grendel 1925）。又根据细胞的表面张力比一般油滴小，估计表面有蛋白质层所掩盖，而成为有名的“但尼里、搭沃逊模型”。这是在没有电子显微镜观察以前提出的模型中的重要一个。

在以高锰酸钾固定的动、植物细胞作材料，用电子显微镜检查，可发现膜由两层电子密度较高的暗层，中间夹一层电子密度较稀的明层（即所谓铁轨模型）所构成。靠近细胞质侧的叫内板，外层叫外板，连同明层各层的厚度各约25 Å，合起来75 Å左右。在这基础上与上述模型合起来考虑，内、外板是由蛋白质分子及脂类分子极性端组成，明层是由脂类非极性端（两方面的各一分子的非极性端）所组成。而且在细胞内的许多小器官的膜，都可以看到这种铁轨式的结构，因此把这种铁轨似的结构叫作单位膜。

## 2、构成细胞膜的化学成分与晶液镶嵌模型

上面已经说到，大体上所有生物膜均由脂类、蛋白质、糖等组成。从实际观察、分析以及从生理机能的推论等各方面来看，这些物质的分子排列，以至更精确的类别还没有完全搞清楚，因此对细胞膜的结构也只能说是在逐步明确之中。

组成膜的脂类主要有甘油磷脂、鞘（神经）磷脂、甘油糖脂、鞘糖脂和甾醇等。这些是组成膜基本骨架的主要成

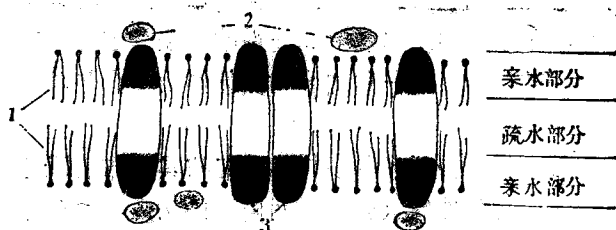
分，由于实际上这些脂质可组合成很多类型，因此这种骨架可以大体认为其亲水基与疏水基（非极性的）按一定顺序排列而组成膜的基础，但具体一种细胞的具体结构不会与其他细胞完全一样。

组成膜的蛋白种类会更多种多样。一般按其分布情况考虑，有分布于膜中及膜外缘（内、外两侧）的两大类。分布于膜中的与其周围脂质结合紧密，特别在脂质的疏水部分，不用剧烈的处理方法，很难使之分离。因此它在膜的结构中起着固着、联合（integration）的作用；并且常常是膜本身的转运物质如接受某些化学分子的载体及受体蛋白；也可能是细胞与其他不同细胞发生凝集或免疫反应的蛋白。在膜内外缘的蛋白质多与膜的脂质亲水部分相结合，易于分离，可能属于膜内外的颗粒成分以及酶蛋白等的成分。

脂与蛋白相结合，构成膜的基本结构，也常常混有糖脂及糖蛋白的成分。

组成膜的蛋白分子，但尼里最初以为是球形的，后来自己修改为薄片形（见图1）。现在则有较多的证据确认它是球形蛋白。在电子显微镜下观察的材料如果是用甲醛固定的，蛋白质分子的 $\alpha$ -螺旋结构可被保留；如以钨酸或高锰酸钾固定的材料，则该结构几乎全部消失，所以看不到蛋白质的高级结构。再加上其他物理方法（如用冰冻断裂法）观测，都可以证明这些蛋白是球形蛋白。

根据组成膜的各种物质的分子排列以及从机能角度去考查，斯约斯特朗特（Sjöstrant 1963）提出了液晶镶嵌模型。例如粒线体内膜，是由脂质的双层与颗粒结构相镶嵌组成（见图2）。既然蛋白质有结合于脂质双层疏水极的部分，



1、脂质双层 2、外缘蛋白质 3、膜内结构蛋白

图 2 液晶镶嵌模型

这部分蛋白有可能在可流动性的脂质双层内平行移动，这种膜结构模型就是液晶镶嵌模型。可以这样设想，这种蛋白分子相当于飘浮在海洋中的冰山，冰山沉入水中的部分相当于蛋白分子的疏水部分，突出水面的部分相当于亲水性的部分。所以当蛋白分子中央部分为疏水性而两端为亲水性时，蛋白分子就可穿透脂质双重膜，同时还有些本来就分布于膜两侧表面的蛋白分子就容易与突出来的蛋白分子的亲水部分结合。这样的模型设想目前被认为是比较合理的，因为它符合于电镜下观察的特点又符合于膜上发生的各种现象。

### 3、细胞膜结构的特点

由上述简单的描述看来，细胞膜构成的脂质、蛋白质的成分及其分子分布的概略状态，以及在不同固定液处理材料下呈现不同的结构像，其中包括铁轨般的双重黑线的结构在内，是比较肯定的东西。更细致的描述则是由于细胞种类、同一细胞组成上的差异及研究方法的不同会有不少差异，所以细胞膜的一个很大的特点应该承认是：基本结构近似，而具体组合则有很大的多样性。

如果就单位膜或铁轨模型，甚至镶嵌模型等考虑，其中有不少矛盾，首先是膜在横切面上有的对称，有的不对称。但在超薄法处理的材料的观察中，一般说来，膜结构是不对称的。高锰酸钾固定的材料，单位膜的外层电子密度较内层大（即出现一条线粗，另一条较浅的铁轨），根据糖类与高锰酸钾的反应性可以推断糖质主要存在于膜的外层（外层较黑），所以是不对称的。即使脂质双分子层的内外两层也存在着不对称性（如红细胞膜含胆碱的磷脂存在于外侧面，含氨基的磷脂则存在于内侧）。另外蛋白质以及各种酶类的存在也显然是不对称的，所以细胞膜的不对称性也是它的主要特点之一。

最后一个主要特点是膜的流动性与相对稳定性。既然膜的主要组成是磷脂与蛋白质，从它们的存在状态以及亲水基的结合状态进行各种物理性能的测定结果表明，膜有结合牢固的状态（凝胶状态）和易流动的状态（液晶）；同时脂质中的甾醇对凝胶状的脂质双层会增加其流动性，而对液晶性的双层则有使脂质的联结加固，减少流动的作用。所以细胞膜是有流动性的，而同时又有一定的稳定性。流动性可以成为不对称的原因之一，而稳定性则可说明细胞膜系统的单位结构的特点。

#### （四） 细胞膜的功能

细胞的全部机能依靠膜、核、细胞质三部分的相互依存、共同完成的。而膜则担负与细胞外环境诸因子的联系作用。这种作用表现为把有用物质摄入细胞体内，把细胞体内的无用物质排出体外的透性特点；对细胞外环境的识别，把

外界传来的信息传入细胞质及细胞核；区别是否外界有非自己的细胞或异物的存在，并进行清除异物的功能；把由核或细胞质形成的信息物质或分泌物质排出细胞体外以及膜本身的自我更新、生长……等方面。

### 1、细胞的物质出纳

膜结构的研究，很主要的一部分依靠对膜如何完成细胞的物质出纳过程的观察研究。简单地说，是膜的透性和主动运输的功能。细胞膜是一个半透系统，一般的膜只允许水的分子、离子及 $O_2$ 、 $CO_2$ 和一些脂性溶媒自由出入，这些物质的出入主要依靠这些物质在细胞膜内外分布浓度的差异，即由渗透压的作用来完成，对膜来说几乎是被动的过程。这一过程就是使植物细胞能发生质壁分离，以及动物细胞（如红细胞在低渗液中）可以发生质膜分离的原因。

一般细胞在吸收水分、 $O_2$ 及排出 $CO_2$ 由于基本上是被动的，决定于膜内外浓度（分子数量）的大小，所以这些工作基本上并不或很少消耗能量。但其他物质的进出则需要膜付出劳动，即损耗能量。甚至小分子的物质如 $Na^+$ 、 $K^+$ 、 $Cl^-$ 、 $Ca^{++}$ 、 $Mg^{++}$ ……等可以在一定程度上自由进出，但影响细胞生理机能的浓度或使细胞吸入、排出较细胞外液浓度大的物质则需要载体的作用。载体的作用有些地方很象酶，例如它在运输过程中使运输反应加速但本身并不改变，同时还具有特异性。载体就是膜结构中的蛋白质，这也很象酶，所以有人叫它“透性酶”。

膜在细胞内积累远远超出外液浓度的物质，可以通过三种方式来完成。一种是象肌细胞内质网积累 $Ca^{++}$ 那样，把运进的 $Ca^{++}$ 转变为磷酸钙沉淀，使它不影响细胞内液浓度而积

累的方式。另一种方式是把运进的物质分子，使它在由膜进入细胞质的过程中发生改变，例如糖，运输进来的葡萄糖可在膜内进行磷酸化，变成磷酸葡萄糖而贮于细胞质内或供细胞代谢之用。最后一种方式是真正的主动运输，要求高能磷酸盐水解，释放能量才能完成。例如 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 离子的载体 $\text{Na}$ 、 $\text{K}$ 泵的运输，必须在三磷酸腺苷（ATP）水解释放能量才能完成。载体的主动运输，以钠钾泵为例可以看出这一运输过程是与ATP的分解紧密相关的。一般当细胞内钠离子增多，或细胞外钾离子增多时，使钠钾泵致活，在图中可以看到这种泵（钠、钾交换泵）是一个载体两端分别有接受 $\text{Na}^+$ 与 $\text{K}^+$ 的位置。当钠或钾离子浓度增高，便结合于载体上，再由于ATP系释放能量，使载体转位，原在细胞内侧的转向外侧，再分别把 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 释放，于是完成一次主动运输的过程。释放后，载体再恢复原来（图3—1）位置。

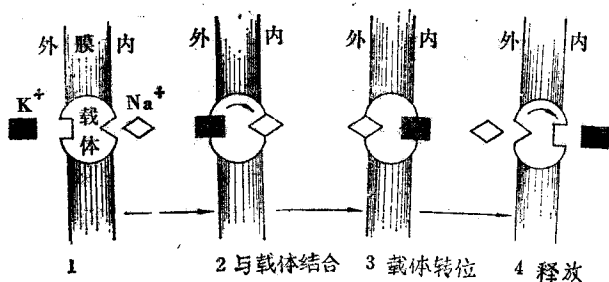


图3 钠钾泵示意图

## 2、细胞代谢的催化活性

细胞代谢的许多酶大多存在于各种细胞膜（包括细胞内膜系统如粒线体，内质网……）上，重要的物质代谢过程如电

子传递过程，氧化磷酸化过程等产生能量的系统都在膜上。连从细胞内供应的最后燃料（氢原子）也是从膜内侧进入电子传递系统中。传递时，放出能量在膜内形成ATP而游离于细胞质中。

粒线体膜关系到多种酶系统的催化作用，是细胞进行三羧酸循环、电子传递和氧化磷酸化过程的主要酶及辅酶的所在地。而内质网膜有许多RNA的颗粒，和细胞质内合成蛋白质进行自我更新有关。

细胞膜内侧表面是DNA、RNA及蛋白质合成的良好部位，所以可以大量地合成膜结构物质，使膜可以不断地自我更新和使膜生长，增大体积。

### 3、膜的识别环境与传递信息的作用

单细胞生物体对环境的适应能力首先在于对环境的识别。到高等动物发展分化成为有高度识别能力的感受细胞或神经细胞的某一特殊部分。这种识别能力主要是膜部分的功能。在高等动物的感受细胞经过长期演化，已达到相当精细的程度，例如视网膜的杆体、锥体对不同光波、不同光波的强度能进行区别而以能不能发生兴奋进行反映。低等生物如大肠杆菌，不论环境条件如何适于繁殖，但它能控制增殖密度不超过  $1 \times 10^8$  个/毫升以上，说明膜有感知本菌体个体密度的本领。

膜的识别本领之一就是它具有特异的蛋白质（受体蛋白）能与环境中传来的特定物质相结合，结合后把传来物质所带来的信息传给细胞内部，引起细胞内部相应的反应。例如激素的靶细胞，膜上就具有这一激素的受体，并在受体与激素结合后激活磷酸苷环化酶，而使ATP分解形成cAMP（环一