

人才是生产力诸因素中最为活跃和积极的因素。为了加速肉类工业发展步伐，使之达到国际先进水平，最为重要的是培训大量的专业人才，这是关系到新技术的研究开发、企业素质的提高问题。对现有科技人员要充分发挥他们的聪明才智和创造力，也要创造条件给他们再学习机会，如出国考察、进院校作短期学习，以不断更新知识；对技术工人要采取多种形式，进行专业培训；对从业的管理人员也要为他们学习技术和管理科学提供条件，企业录用的新工人，须先培训后上岗。

对各企业还要源源不断输入高中级科技人员和技术工人，以提高企业的科技水平。建议在商业、农业、轻工等高等院校设立肉类专门学院或系科，以及中等专业学校和技工学校，为企业补充新鲜血液，把我国肉类工业推向世界先进水平。

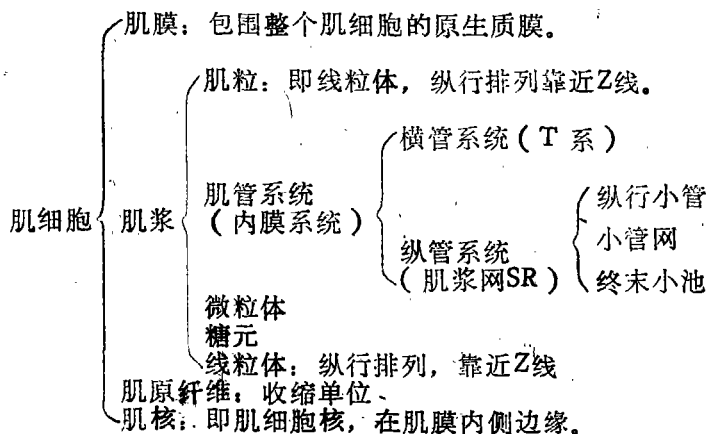
知识讲座

肉 的 科 学

· 汪立甫 李银聚 宗留香 ·

骨骼肌细胞的超微结构(上)

骨骼肌细胞，亦称骨骼肌纤维，在其发生过程中，许多变长了的成肌母细胞平行排列成细胞束，而后，这些细胞相互融合成为多核细胞，亦称合胞体细胞。起初细胞核位于细胞的中央，后来由于肌原纤维的增多，细胞核被挤到肌细胞的周边。骨骼肌细胞呈长圆柱形，长的肌纤维有利于兴奋的传导和收缩，因而有利于完成机械功。骨骼肌细胞具有一般典型的细胞结构，但在结构上还有其独有的特点，如在肌膜上有许多特殊结构；在肌细胞中含有大量的肌原纤维和复杂的肌管系统等。肌细胞是一种高度分化的细胞，为了与其它细胞相区别，将其多种组成成分，按其所具有的形态特点，而给予特殊的名称。如肌细胞膜称为肌膜；细胞的胞质称为肌浆；肌细胞核称为肌核；线粒体称为肌粒；其滑面内质网又称为肌浆网或肌质网等。骨骼肌细胞的结构如图解：

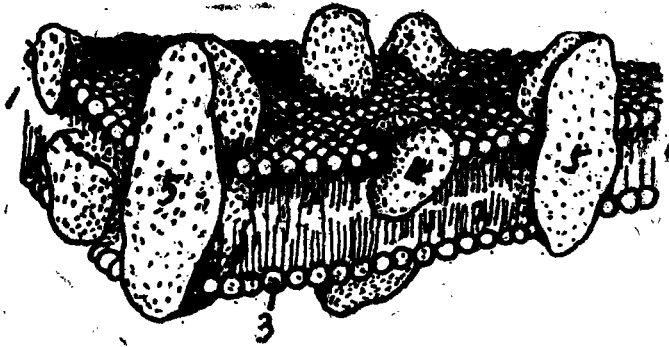


本章着重阐述肌膜、肌管系统和肌原纤维的超微结构及其功能，

一、肌膜

(一) 肌膜的概念

肌膜是肌细胞外表的一层薄膜,也称质膜或肌细胞膜。肌膜的主要成分是蛋白质和脂类。脂类中主要是磷脂,其次是胆固醇。此外,尚有微量的糖类等物质。在脂质双分子层内镶嵌着球状蛋白质,构成所谓典型的单位膜结构,即液态镶嵌模型的三维图像(图1)。



1. 两个分子的液相脂类层;
2. 疏水性的部分; 3. 亲水性的极性分子; 4. 酶蛋白穿过类脂层; 5. 固有蛋白质。

图1 细胞膜的分子结构

从细胞的生物化学、形态学研究表明,膜中蛋白质与脂类的含量与其本身的功能有关。膜的功能越复杂,膜中蛋白质含量越高。一般膜中蛋白质与脂类的比例在5:1~1:2之间变动。因而认为脂质双层是膜的基质,而膜的功能则主要是由多种具有不同结构和功能的蛋白质所担负的。由于膜蛋白与膜脂的相互作用方式和在膜中的位置不同,膜内外两面的结构是不同的。因而肌膜是不对称的,这种不对称性与膜内外两侧的功能的不同有密切的关系。

肌膜把肌细胞与其周围环境分隔开来,使肌细胞成为独立的系统。由于肌膜有转运物质和传递信息等功能,一方面使肌细胞具有恒定的内环境,另一方面则可和外界进行物质交换,并可把外界变化了的信息随时传递到细胞内,使肌细胞内的代谢活动发生适应性的改变。

若用电子显微镜观察肌细胞纵切面,可发现三层结构,即在肌膜的外面,还依次包绕有基膜和胶原纤维。内层是由结缔组织形成的基膜,外层是疏松散在、纵横交错地分布在其上的胶原纤维,其作用在于加强肌膜的张力,即使在迅速而强烈的收缩和松弛的条件下,也能维持细胞的结构。洪涛等人将这三层结构称为肌膜层,肌膜层把肌细胞内的细胞器包围在一起。

(二) 肌膜上的特殊结构和运动终板的功能

用电子显微镜观察,肌膜的厚度较小,约为75 Å。紧贴肌膜的外面是基膜,其主要功能是保证细胞与细胞之间的物质交换和生物电的通过。在肌膜的纵切片上,还观察到许多内陷小泡(微泡)。在紧贴肌膜的外侧,发现有卫星细胞,其胞体与胞核呈梭型,线粒体很少,肌浆中有很多小泡与颗粒。当肌细胞受损伤后,卫星细胞经过分裂、融合、成熟等过程,而形成新的骨骼肌细胞。在肌膜上有T管开口,由肌膜垂直内陷而成,在肌细胞的信息传递和物质交换等方面具有重要作用。在肌纤维的中间部分,还可看到神经末梢同肌膜的接头处——运动终板。运动终板是神经肌肉的突触。当神经末梢终止于肌肉时,它分成许多末梢细枝,每条细枝的末端膨大形成不规则形,并同肌膜形成局部嵌合(图2)。其中运动神经末梢的轴突膜是突触前膜,肌膜是突触后膜,彼此之间有一个宽500 Å的间隙——突触间隙。

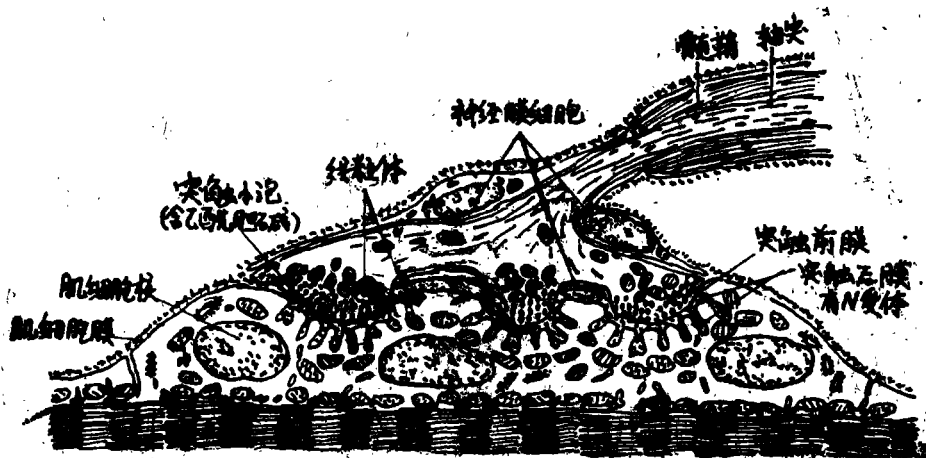


图2 躯体性传出神经元及其末梢神经肌突触

神经末梢的膨大部含有许多直径约500 Å的突触小泡、线粒体、微丝。小泡多集中在与突触后膜皱褶相对的末梢区域内。小泡内含有约10,000个分子的乙酰胆碱，大约对于5个分子的乙酰胆碱有一分子的ATP。实验证明，它们是一起释放到突触间隙中去的。但ATP的具体生理功能目前尚不清楚。突触后膜下凹，形成突触皱褶。皱褶上分布有许多胆碱能受体（N受体）。由中枢神经元发出传向运动神经末梢分枝的动作电位，因其电流太小，常不足以直接兴奋比它大得多的肌纤维。但是，运动终板好似放大器，当神经冲动传到终板时，突触小泡释放乙酰胆碱。根据现代生物膜的概念，对于乙酰胆碱与胆碱能受体之间的结合作用机理，有人提出以下的设想：胆碱能受体是脂蛋白，由四个亚基所组成，这些亚基镶嵌于膜内，并共同组成离子通道。受体蛋白所含的磷脂酰肌醇（肌醇磷脂）分布在受体蛋白表面，使它具有疏水性质，易与细胞膜的其它脂类融合。当受体蛋白未与乙酰胆碱发生结合时（见图3—1），离子通

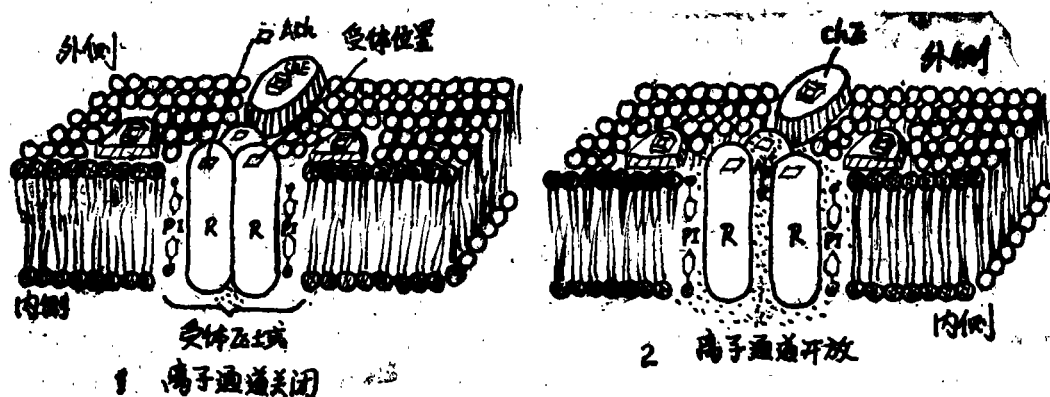
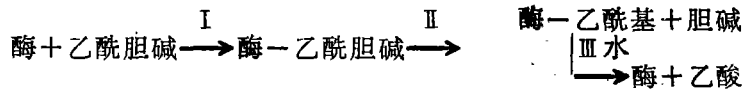


图3 突触后膜皱处胆碱受体模式

R: 受体亚基 PI: 磷脂酰肌醇 CHE: 胆碱脂酶 ACH乙酰胆碱

道呈关闭状态。当受体一旦与末梢释放的乙酰胆碱发生结合后，蛋白构型立即发生改变。离子通道开启（见图3—2），膜对Na⁺的通透性增大，使大量的Na⁺内流，从而发生去极化，产生终板电位。终板电位沿肌膜表面迅速传播下去，通过T小管传至肌纤维内部。哺乳动物肌细

胞的每个肌节有两个T小管(两栖类只有一个),对称地分布在A带与I带交界处。说明哺乳动物的肌肉对刺激的传播较两栖动物更快更好。而胆碱酯酶分子位于受体四周,以迅速灭活受体作用后的乙酰胆碱,以免持续地作用于受体,影响下一个神经冲动的传递。



二、肌 浆

肌浆,即肌细胞的细胞质,填充于肌原纤维之间、细胞核和细胞器周围。此外,肌浆中还含有肌糖元、多种蛋白质、酶和盐类,有含量不等的肌红蛋白。骨骼肌中无中心体,在靠近核附近有高尔基体、少量的核蛋白体及粗面内质网,有数量不等的线粒体和分散的微管,以及脂肪滴等。特别是在肌浆中有发达的肌管系统。

(一)、肌粒 即肌细胞中的线粒体,呈长筒形,直径约0.5~1微米,长约1—10微米。位置比较固定,主要分布在Z线及核附近的肌原纤维之间,其长轴与肌原纤维作纵向排

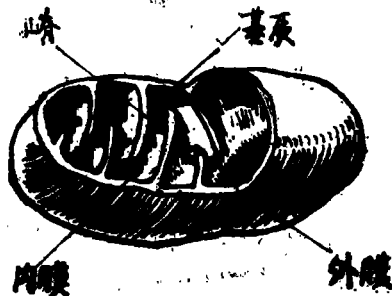


图4 线粒体模式图

列,线粒体膜结构与肌膜结构相似。内膜有复杂的折叠伸入内腔而构成线粒体嵴,内腔中含有均一的基质(图4)。线粒体的主要功能是利用进入线粒体内的营养物质进行氧化分解,将其化学能高效率地转变为细胞便于利用的能量,这种能量,被贮存在一种不稳定的高能物质里,即ATP(三磷酸腺苷)中。当细胞需要能量时,以供细胞代谢活动的需要,故将线粒体称为细胞的“动力站”。

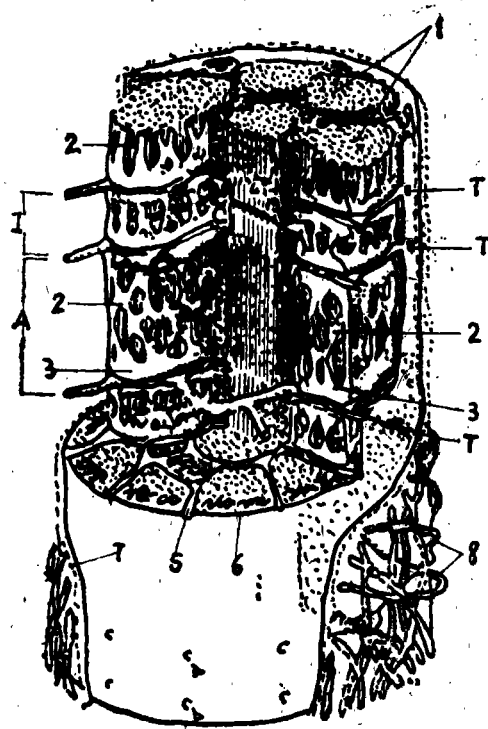
(二)、肌浆管:是由肌膜向细胞内部延伸而成的管道系统,又称肌管系统或内膜系统、内膜调节系统。它是包绕在每条肌原纤维外面的膜质的管状或囊状结构,这是肌细胞特有的内膜系统。在肌细胞内,按其形态和功能的不同,可分为横管系统(T系)和纵管系统[肌浆网或肌质网(SR)]。在不同的动物、不同的肌肉中,肌浆网的含量和分布都不同。肌管系统的功能是把肌膜上的动作电位,传导到细胞内部,并引起肌原纤维的收缩,这一过程称为兴奋——收缩偶联,简称E—C偶联。

1.横管系统(T系)

许多实验证明,横管系统起源于肌膜,它是肌膜在Z线处(如蛙等)或A—I带交界处(哺乳动物,包括人)垂直凹陷而成的管道。管腔直径0.03微米,膜较厚,并且在肌膜下再分为3—4个管腔,彼此相互勾通组成一个系统,分别包围着每一根肌原纤维。因为它横贯伸入细胞内,故称为横管系统(图5)。T管系统与细胞外液相通,细胞外液可通过T管的开口,深入细胞内部,与细胞内液进行交换。不同的肌肉T系的容量是不同的,快肌比慢肌的容量大,说明快肌T系统比慢肌发达。

2.纵管系统(肌质网,SR)

纵管系统又称肌浆网或肌质网(SR),相当于一般细胞的滑面内质网,是一闭合的膜管系统。因其与肌原纤维方向平行,故称为纵管系统。纵管系统壁较薄,仅有50Å,管腔直径约500—1000Å,它沿肌原纤维Z线处,形成不规则的终末小池。在A带形成纵行小管及小管网。



左上: 图5 肌细胞的内膜系统

1.肌原纤维, 2肌浆网, 3.终末小池, 4.三联管, 5.横管系统, 6.肌细胞膜, 7.基膜, 8.弹性纤维, I.肌节I带, A.肌节A带, T.横管开口。

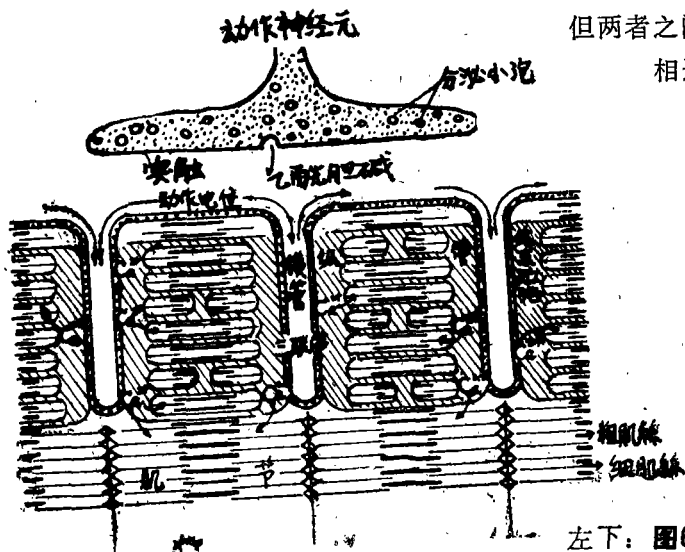
三者互相勾通并分别包绕每根肌原纤维, 形成“花边样”的套管系统, 总称SR。在终末小池的内侧含有能与钙结合的稠密的颗粒样物, 与钙离子的结合与释放有密切关系。

(三)、三联管结构

在Z线(蛙)或A—I带交界处(哺乳动物), T管与SR并列存在, 每一个T管和来自相邻两侧的SR的终末小池构成所谓的三联管结构(图6)。T系与SR是否直接相通, 目前还不清楚。但从生理功能来看, T系与SR存在着含水的通道。那么, T系统怎样向SR传导信号呢? 有人实验证明, T系与SR终末小池存在着接头点, 它类似神经——肌肉接头点, T管膜相当于神经末梢膜, 终末小池膜相当于肌膜, 但两者之间仍有120 Å的间隙, 间隙与肌浆直接

相通。从终末小池发出长约300 Å的“突出小足”, 并伸入T管膜内约50 Å。小足上有皮样纤维, 它很可能是T管与SR间电流的通路。

因此, 三联管的主要功能是当细胞膜兴奋时, 将电变化转变成肌丝机械收缩的信息进行传递转换, 即在传导动作电位时, SR的终末小池通过 Ca^{2+} 的结合与释放, 来完成肌丝的收缩与松弛。



左下: 图6 三联管结构及信息传递模式图

研究所介绍之三

南斯拉夫肉类工艺研究所

位于贝尔格莱德的南斯拉夫肉类工艺研究所, 建于1955年, 现有职工105人。在57名科研人员中, 有专门从事各类研究项目的人才, 其中包括: ①生物化学(包括酶、微生物和抗体的研究以及食品风味的研究); ②包装材料(金属、塑料和人造纤维素肠衣); ③添加剂和香料; ④机械设备的设计加工; ⑤工厂的卫生防疫和检验; ⑥经济和法律等。进入该研究所