

目 录

绪 论	(1)
第一章 人体组成的形态学基础	(10)
第一节 细胞与细胞间质	(10)
第二节 基本组织	(21)
第二章 人体运动的执行体系	(53)
第一节 运动系统概述	(53)
第二节 头颅	(81)
第三节 躯干	(84)
第四节 上肢	(103)
第五节 下肢	(131)
第六节 动作分析	(163)
第三章 人体运动的保障体系	(175)
第一节 消化系统	(175)
第二节 呼吸系统	(192)
第三节 泌尿系统	(203)
第四节 心血管系统	(214)
第五节 淋巴系统	(242)
第四章 人体运动的调节体系	(249)
第一节 神经系统	(249)
第二节 感觉器	(303)
第三节 内分泌系统	(319)
第五章 人体生殖与生长发育的结构体系	(329)
第一节 生殖系统	(329)
第二节 人体的生长与发育	(336)
参考文献	(348)

绪 论

一、运动解剖学概述

运动解剖学 sports anatomy 是人体解剖学的一个分支,是在其基础上研究体育运动对人体形态结构的影响和发展规律的形态科学。

运动解剖学研究的主要内容是:体育运动对人体器官、组织形态结构的影响和发展规律;优秀运动员身体形态特征及儿童、少年运动员选材形态学基础;骨骼肌形态结构和功能;人体结构机械运动规律;中国人身体环节参数;运动损伤形态学基础等。

高等院校体育专业培养的学生是未来的体育工作者。工作对象是社会中的每一个人,工作性质是增强人体体质、促进健康、预防疾病、提高生活质量及运动成绩。因此,他们必须具备人体形态结构、机能和年龄特征等有关的运动解剖学知识。所以,开设这门课的目的旨在使学生从人体形态科学的角度出发,探索人体机械运动与体育运动的关系;掌握各系统器官的位置、形态结构、基本功能、生长发育及运动对其影响的规律;掌握运动环节的运动规律及体育锻炼的人体解剖学依据。学会运用人体解剖学的知识,运用科学的手段,分析运动技能的形成过程和规律,进行合理的体育运动,以达到促进人体形态结构发生良好变化、体质健康和运动成绩不断提高的目的。并为学习后续课程奠定必要的形态学基础。

二、学习运动解剖学的主要任务

运动解剖学是体育专业的一门必修课。其主要任务是:

(一) 形成科学的人体运动观

要很好地从事体育工作,必须具备科学的人体运动观。这就要求高等院校体育专业学生必须掌握运动解剖学的基本知识。建立人体形态与功能保持动态平衡的科学人体运动观。认识体育运动是通过改变机体器官的功能促进其形态结构的改善,而结构的改善又进一步提高机体的功能。因此运动的本质就是打破原有的动态平衡而建立新的动态平衡。所以,通过科学的体育运动以达到人体形态结构和功能共同优化,从而提高健康水平或运动成绩。

(二) 提供运动技术教学及训练的科学依据

解剖学动作分析理论、影响关节运动幅度和肌肉力量发挥的因素、多关节肌理论、环节受力分析法、肌肉力量性练习和伸展性练习的解剖学依据等内容都是运动解剖学知识的实际应用,运动解剖学作为这些内容的理论依据对研究人体与运动的关系具有重要意义。有关青少年儿童的生长发育规律为我们进行体育教学、科学研究及科学选材提供了理论依据。随着我国进入老龄化社会,科学的锻炼方法也有助于帮助老年人防治骨质疏松和预防衰老。而且适宜运动对于治疗心血管疾病也有很好的疗效。

(三) 奠定学习后继课程的解剖学基础

运动解剖学是高等院校体育专业学生学习其他运动人体学科的基础课程,运动生理学、体育保健学、人体测量学、运动生物力学和运动心理学等学科的知识都是在人体各器官形态结构的基础上展开的。只有具备了人体形态结构特征的知识,才能掌握器官系统的生理知识,才能理解运动损伤的机理和制定有关的预防措施,才能进行测量和运动动作的生物力学分析,才能更好地学习其他课程。

三、学习运动解剖学的基本观点和方法

人体的结构既复杂又统一,各个系统相互依存,不可分割。因此必须以辩证唯物主义的观点为指导,全面正确的认识人体。

(一) 进化发展的观点

人类是在漫长的进化过程中发展形成的。在形态结构上仍保留了灵长类的基本特征。这反映了种系发生的演化过程。人体的各系统器官、组织细胞的正常形态、结构和机能都是人类长期认识、改造和适应自然的最佳进化结果。当人类不能适应自然时,则表现出了变异或畸形等异常现象。人在出生后仍处于不断发展变化之中,不同年龄、社会生活、劳动条件、运动方式和不同运动强度等,都可影响人体形态结构的发展。因此,用进化发展的观点研究人体,有利于对人体形态结构发生发展的全面理解。

(二) 形态与功能相结合的观点

运动解剖学是以运动影响为主的形态科学。人体的各器官、组织和细胞都有其特定的形态结构和功能。形态结构是功能的物质基础。由于长期的运动使功能改变,进而又影响形态结构。而形态结构的变化又进一步影响其功能。如坚持体育运动可以增强机体器官功能的的活动,使肌肉发达,各器官形态结构更加完善,从而增强体质和免疫力。因此,科学的运动可以改变器官、组织和细胞的



形态和功能,使其发生有益于健康的变化。

(三)局部与整体统一的观点

构成人体的基本单位是细胞。许多细胞和细胞间质构成组织;四大组织构成器官;若干器官构成系统。各系统在神经、体液的支配和调节下,彼此协作,共同完成各种复杂的生命活动,使人体成为复杂、统一的有机体。所以,各组织、器官和系统都是人体不可分割的组成部分。因此,细胞间、组织间、器官间、系统间及各局部间、局部与整体之间,在结构和功能上既相互联系,又相互影响。故学习时一定要从各个器官或局部进行学习和研究,用局部与整体相统一的观点指导学习。

(四)理论联系实际的观点

理论联系实际是一切科学研究的基本原则。学习的目的是为了应用。作为体育专业学生,必须重视人体形态结构的基本特征,必须注意与生命活动密切相关的形态结构特点,必须掌握与运动有关的器官形态结构特征,从而为学习其他人体课程打好必需的基础。运动解剖学是一门形态科学,形态描述多、名词多、偏重于记忆是其特点。在学本课程时,必须把理论知识和实验室的学习,标本和模型观察,活体触摸等结合起来。特别要重视实验。学会识图,通过认识细胞、组织、器官的平面结构图,进而观察标本、模型的立体结构,联想人体运动的动态变化。用所学人体结构的知识,分析体育动作,安排运动训练及健身活动等。这样既可达到理论指导实践,又可通过实践验证理论的效果。为今后的体育工作和深造奠定坚实宽厚的专业基础。

四、运动解剖学发展简史

公元前3—2世纪,古希腊的格罗菲尔(前344—前280年)、爱拉西斯特拉特(生卒不详)、盖伦(Galen,纪元130—201年)就已经开始解剖学的研究。格罗菲尔进行人体解剖的创举为人体解剖学研究首开先河,被后人公认为是解剖学的奠基人。

文艺复兴时代,意大利卓越的科学家达·芬奇(1452—1519年)对人体结构作了分析,提出了人体运动服从力学定律的观点。同时他还对肌肉的附着点进行了详尽的研究,绘制了许多解剖学简略图谱。由于达·芬奇最先描述了人步行时肢体在运动中的协调作用以及站立、起立和跳跃时的力学原理,而成为人体运动学说的创始人。

公元1543年,人类史上最杰出的解剖学家、人体构造机能的开拓者比利时的A·维萨里(Andreas Vesalius,1514—1564年)出版了《人体之构造》(7册)成

为传世巨著。书中纠正了希波克拉第(前460—前377年)和盖伦的许多错误解剖学见解,并系统地描述了人体结构。维萨里的杰出贡献,为他成为现代解剖学的创立人奠定了基础。

运动解剖学创建始于17世纪。意大利解剖学家G·A·鲍列里(1608—1679年)运用力学原理和数学方法研究骨骼在运动过程中的杠杆作用,肌肉运动以及人体总重心的位置。在1680年左右,他发表了《论动物之运动》论文,文中阐述了各种肌肉发力的大小以及结构和空气、水的阻力等内容。他被誉为“现代动力学的真正创始人”、“运动系统理论生物力学之父”。17世纪下半叶,丹麦解剖学家尼尔斯·斯登森(1648—1686年)出版了关于肌肉功能的创时代巨著《肌肉学原理》对肌肉的大体结构和收缩现象作了精辟的阐述,被公认为肌肉力学奠基人。

18、19世纪中,还有许多杰出的解剖学家为运动解剖学观点、理论的建立作出了很大贡献。德国解剖学家韦伯三兄弟最早研究肌肉收缩过程中单块肌肉长度缩短问题;德国布朗(1831—1892年)和菲舍尔(1861—1917年)创建了测量人体重心位置的方法;英国查理·比佛(1854—1908年)对肌肉工作性质进行了分类;德国沃尔夫(1836—1902年)提出了著名的沃尔夫定律等等。19世纪末,由俄国三位伟大的解剖学家和生理学家皮罗诺夫(1810—1881年)、谢切诺夫(1839—1905年)、列斯加夫特(1837—1909年)总结和完善了运动解剖学理论,使运动解剖学学科创立于世。其中,列斯加夫特也是“理论解剖学”的创立者,他对运动解剖学的形成建立了不朽的功勋。

20世纪40年代以来,运动解剖学已从人体解剖学中独立出来,形成一门新的学科。通过先进技术,如肌电图仪、电子显微镜、动态应变仪、高速电影摄影机以及荧光透视技术、光弹性测力技术等的发展,对人体运动时的力学参数、动作环节的分析、身体深部结构的运动、微细构造的变化和骨的受力情况等提供了深入研究的有利条件。这时期的主要成就,如美国A·斯坦德勒著的《正常和病理状态下的人体运动学》,被认为是医学领域中经典的人体运动学参考书。苏联伊万尼茨基著有《人体解剖学》,1956年已被译成中文出版。他被认为是苏联运动解剖学的先驱,60年代以后他吸取了人类学与实验生物学的内容,将运动解剖学发展成为运动形态学。

1956年,中国邀请苏联贝柯夫教授在北京体育学院讲授运动解剖学,推动了该学科在中国的发展。1960年,中国著名解剖学家张肇教授明确了“运动解剖学”的学科定义,研究对象和研究方向,使中国运动解剖学的发展走向正轨。

目前,中国各体育院系普遍开设了运动解剖学课程。

20世纪80年代以来,随着细胞学研究方法的进展,计算机显微图像分析仪、显微分光光度仪、流式细胞仪的开发与应用,运动性组织细胞形态学研究从传统的定性研究跨入了定量研究阶段,尤其在运动性心肌与骨骼肌肥大及有氧运动的组织细胞学基础等领域的研究取得了可喜的进展,揭示了运动性心肌与骨骼肌肥大和有氧运动的定量组织细胞形态学基础。

20世纪90年代初,激光扫描共聚焦显微镜,即“细胞工作站”的问世,使运动解剖学研究进一步深化,实现了运动性组织细胞形态学研究从死细胞研究到活细胞研究的飞跃,客观真实地反映了活细胞内亚结构、DNA、RNA等酶类,受体分子及离子研究的定量定位定时及动态变化,为运动性心肌与骨骼肌收缩功能增强的重要耦联因子、肌纤维收缩速率及输出功率的关键环节的揭示,以及运动性心肌与骨骼肌肥大发生机制的探讨提供了可贵的实验依据。

近年来,随着分子生物学理论与技术的发展,运动解剖学研究又从细胞、亚细胞研究扩展到分子与基因水平的研究,取得了长足的进展,尤其在运动心脏、运动性微损伤、运动性疲劳及过度疲劳的机理研究方面有了新的认识。提出了在运动状态下,组织病理性改变和生理性改变之间差别的特殊意义。

五、解剖学常用定位术语

(一)人体标准解剖学姿势 anatomical position

身体直立,两眼向正前方平视,两足并拢,足尖向前,上肢下垂于躯干两侧,手掌向前(图1)。在描述人体任何结构时,不论标本或模型以何种方位放置,人体在何种方位运动及何种姿势,均以标准解剖学姿势为依据。

(二)方位术语

方位术语是指描述人体结构相对位置关系或运动中人体各部位之间的位置关系的术语。

1. 上 superior 与下 inferior 是描述器官或结构距颅顶或足底的相对远近的名词。按照解剖学姿势,较近颅者为上;较近足者为下。

2. 前 anterior 与后 posterior 是指距身体前、后面相对远近关系的名词。距身体腹侧近者为前;距身体背侧近者为后。

3. 内 internal 与外 external 是表示与体腔或有腔隙器官相互位置关系的名词,近内腔者为内;远内腔者为外。

4. 内侧 medial 与外侧 lateral 是描述人体各局部或器官和结构与人体正中面相对距离关系的名词。如眼位于鼻的外侧;而在耳的内侧。

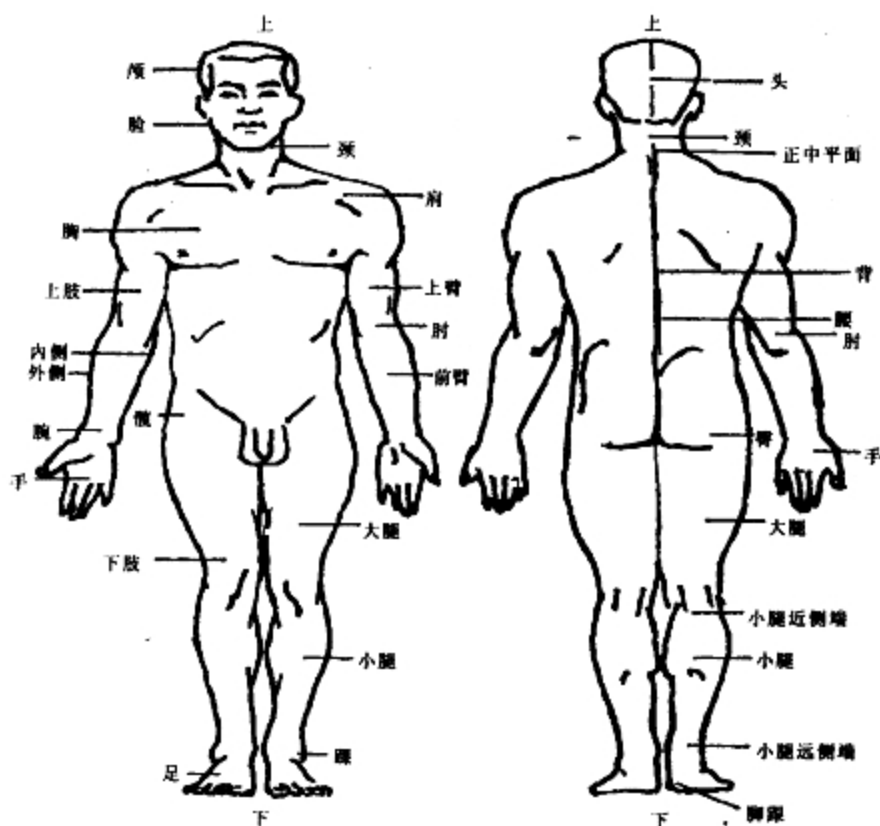


图1 人体标准解剖学姿势

5. 近侧 proximal 与远侧 distal 多用于四肢。肢体靠近与躯干相连的称为近侧；远离与躯干相连的称为远侧。

6. 尺侧 ulnar 与桡侧 radial 是指上肢肘关节以下的部位，在内侧者称尺侧；在外侧者称桡侧。

7. 胫侧 tibial 与腓侧 fibular 是指下肢膝关节以下的部位，在内侧者称胫侧；在外侧者称腓侧。

8. 浅 superficial 与深 profoundal 是指与皮肤表面的相对距离关系的名词。即离皮肤近者为浅；离皮肤远而距人体内部中心近者为深。

(三) 基本平面与基本轴

根据人体标准解剖学姿势，人体可有互相垂直的三种基本平面和三种基本轴（图2）。这对描述人体或环节的运动有利，特别对分析关节运动有重要作用。

1. 基本平面 basal plane 人体可有三种互相垂直的切面。

(1) 矢状面 sagittal plane 将身体分为左、右两部分的断面。其中将身体分

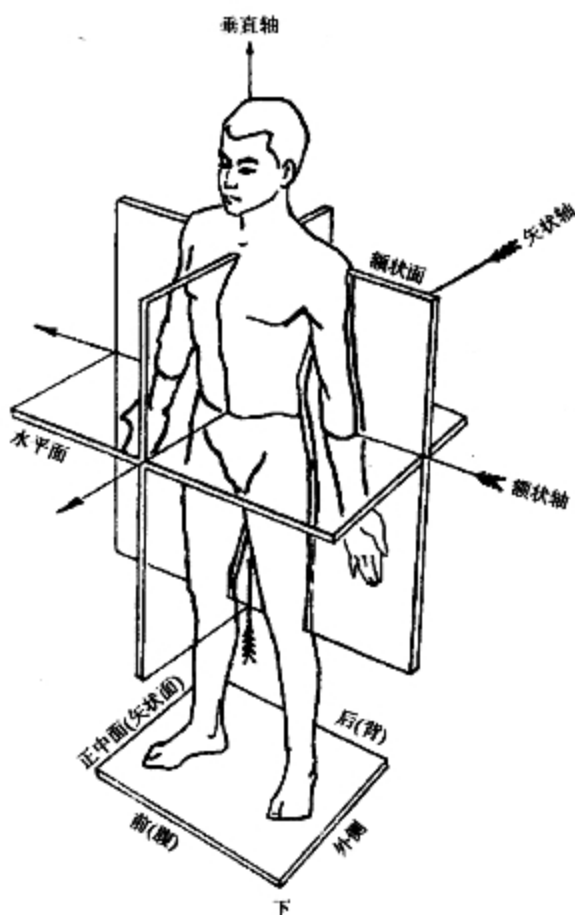


图2 人体的基本面和基本轴

为左右对称的两部分的切面称为正中面。

(2) 额状面 frontal plane 将身体分为前、后两部分的断面。

(3) 水平面 horizontal plane 将身体分为上、下两部分的断面。

2. 基本轴 basical axis 按标准解剖学姿势,人体可假设三种互相垂直的轴。

(1) 垂直轴 vertical axis 指从上向下通过身体的轴,与身体长轴平行。

(2) 矢状轴 sagittal axis 指从前向后通过身体的轴。

(3) 额状轴(冠状轴) frontal axis 指左右两侧通过身体的轴。

(四) 胸、腹部的标志线与分区

为了便于描述胸腔和腹腔脏器的位置所在,可将胸部划出9个标志线,将腹部划分为9个区或4个区(图3)。

1. 胸部的标志线

(1) 前正中线 沿身体前面正中线上所作的垂直线。

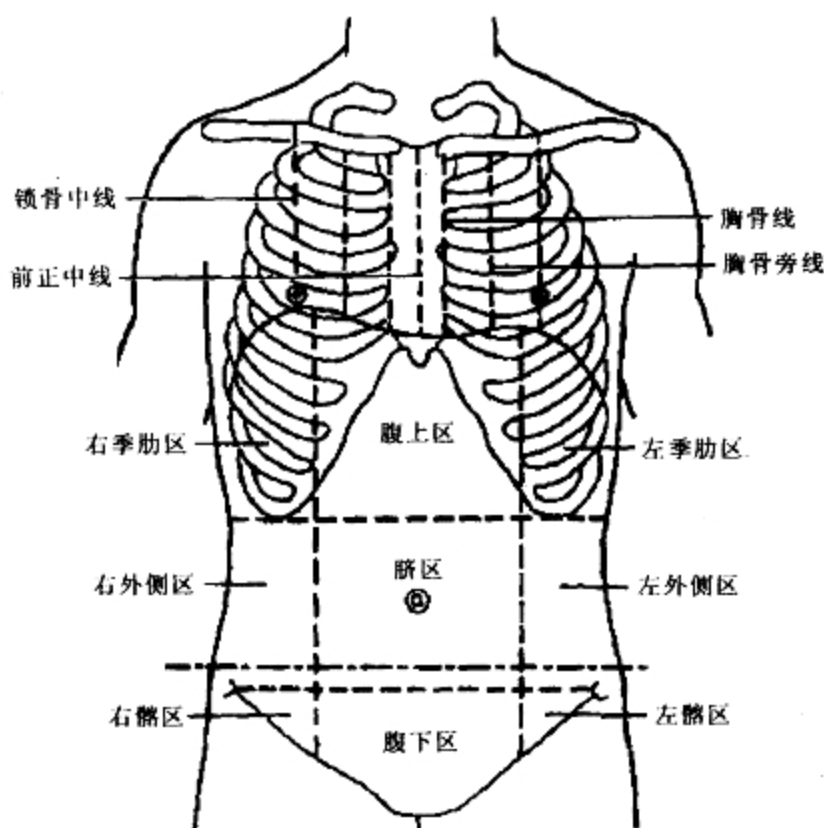


图3 胸、腹部的标志线和分区

- (2) 胸骨线 沿胸骨外侧缘所作的垂直线。
- (3) 锁骨中线 通过锁骨中点的垂直线。
- (4) 胸骨旁线 在胸骨线与锁骨中线之间的中点所作的垂直线。
- (5) 腋前线 沿腋前襞向下所作的垂直线。
- (6) 腋后线 沿腋后襞向下所作的垂直线。
- (7) 腋中线 位于腋前线和腋后线中间的垂直线。
- (8) 肩胛线 通过肩胛骨下角的垂直线。
- (9) 后正中线 沿身体后面正中中线所作的垂直线。

2. 腹部标志线和分区

在腹部前面,用两条横线和两条纵线将腹部分为9区。上横线一般采用肋下平面,即左、右侧第10肋最低点的连线。下横线多采用结节间平面,即左、右髂结节的连线。两条纵线为通过腹股沟中点与上述两条横线垂直相交的线。上述四条线将腹部分为9区:左、右两侧自上而下为左、右季肋区;左、右腹外侧区;左、右髂区(腹股沟区);中间自上而下为腹上区、脐区、腹下区(耻区)。

在实际应用中,为了描述方便有时也可通过脐作横线和垂直线,将腹部分为左、右上腹和左、右下腹四个区。

【重点难点】

1. 运动解剖学的定义。
2. 解剖学姿势、方位术语、基本面和基本轴。

【复习思考题】

1. 运动解剖学的定义是什么?
2. 运动解剖学的学习目的是什么?
3. 学习运动解剖学的基本观点有哪些?
4. 人体的方位术语有哪些?
5. 简述解剖学姿势、基本面和基本轴。

第一章 人体组成的形态学基础

【学习目标】

通过对人体组成的形态学基础的学习,重点掌握细胞的结构与细胞膜、内膜系统结构特征;掌握组织的概念、分类、分布及骨骼肌纤维的一般结构和神经元、突触的结构。了解细胞骨架、染色体及骨骼肌纤维的超微结构、神经与神经末梢等结构特点。为学习各系统组织器官的结构知识奠定基础。

人体是复杂的有机体,依形态分为头、躯干和四肢;依结构层次分皮肤、皮下组织、肌肉和骨骼等组织器官;依组成单位分系统、器官、组织和细胞。构成人体的基本单位是细胞。由许多细胞和细胞间质构成人体四大组织;由不同的组织构成器官;由多个器官按一定顺序连接起来构成系统。各系统在神经和体液的调节下,组成机体并维持生命活动。

第一节 细胞与细胞间质

【内容提要】

细胞是有机体形态、结构和功能的基本单位。细胞形态千差万别,但都具有细胞膜、细胞质和细胞核。细胞膜主要是脂类、蛋白质和糖类构成,总称为单位膜或生物膜。细胞质又称胞浆,是由基质、内膜系统、细胞骨架和包含物组成。内膜系统即细胞器总称。细胞骨架包括微管、微丝和中间纤维。细胞核是由双层生物膜包围遗传物质而形成的细胞活动中心。

【基本内容】

一、细胞 cell

细胞是组成有机体一切生命活动的形态、结构和功能的基本单位,其自身又是由许多部分构成的。

(一) 细胞的大小与形态

绝大多数细胞都非常微小,超出人的视力极限,观察细胞必须用显微镜。人体最大的细胞为卵细胞直径约 $120\mu\text{m}$,口腔上皮细胞约 $75\mu\text{m}$,肝细胞约 $20\mu\text{m}$,最小的细胞如神经胶质细胞仅几个微米。由于结构、功能和所处的环境不同,各类细胞形态千差万别,有圆形、椭圆形、柱形、方形、多角形、扁形、梭形,星形甚至不定形等(图 1-1)。

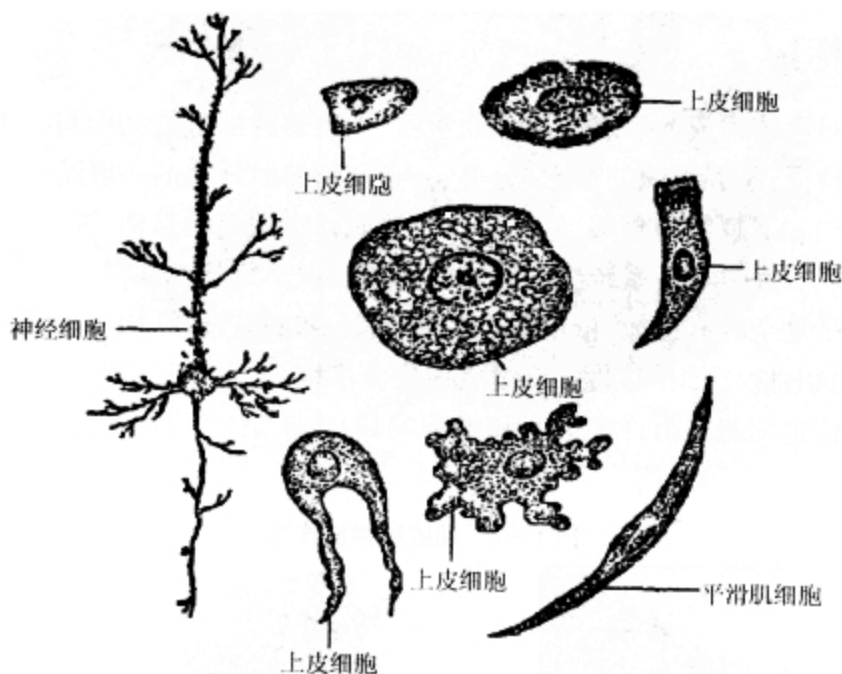


图 1-1 细胞的形态

(二) 细胞的结构

除成熟的动物血红细胞没有细胞核、细胞器和内膜系统外,其余细胞都具有细胞膜、细胞质和细胞核三部分(图 1-2)。

1. 细胞膜 cell membrane 是包在细胞外面的一层薄膜,又称质膜 plasma membrane(图 1-3)。细胞不仅表面有膜,且各种细胞器和细胞核都由膜围绕,将其称为细胞内膜。质膜和内膜在起源、结构和化学组成等方面具有相似性,故总称为单位膜或生物膜 biomembrane。

(1) 细胞膜构造与特性 在高倍电镜下细胞膜厚度约为 $7.5\text{--}10\text{nm}$,呈现平行的三层结构,即电子致密颜色较深的内、外两层与电子密度较小的透明中间层。

细胞膜的化学组成主要是脂类、蛋白质和糖类。根据目前公认的生物膜液

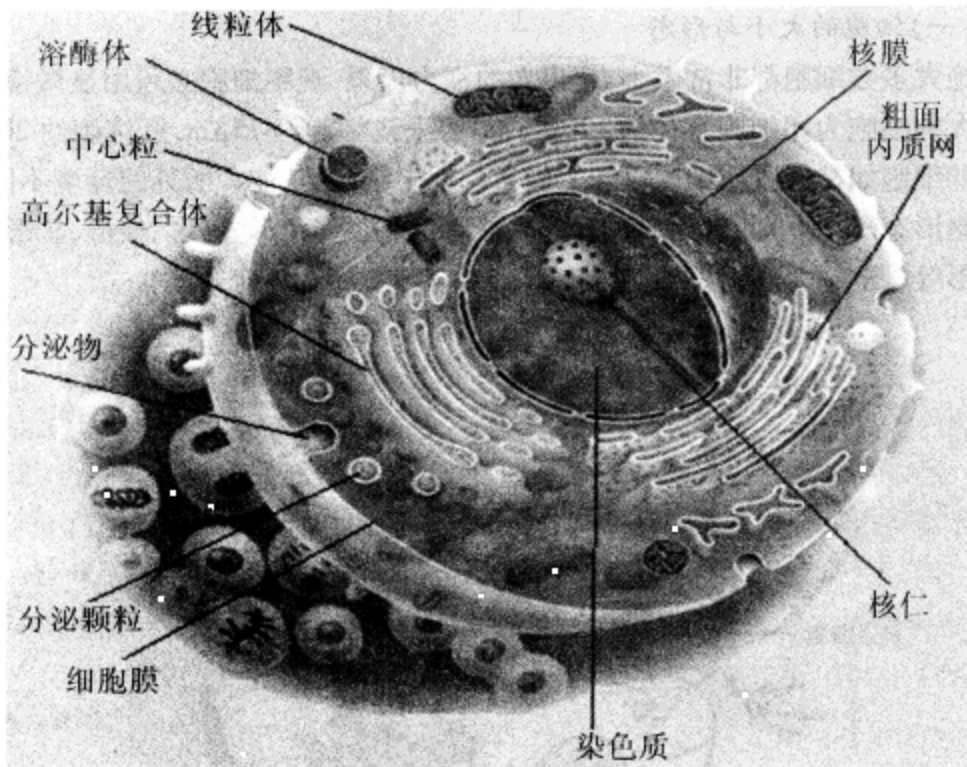


图 1-2 细胞结构模式图

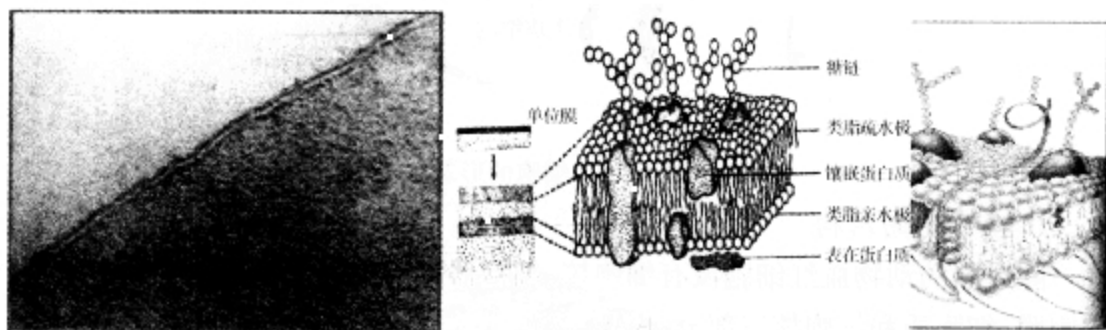


图 1-3 细胞膜电镜分子结构(左)与模式图(右)

态镶嵌模型 fluid mosaic model, 脂类常排列成双分子层, 大多数呈液晶态, 故决定了膜的流动性。约 70% ~ 80% 球形的膜蛋白质以不同深度镶嵌于双层类脂中, 称为内在蛋白或跨膜蛋白, 其表面兼具亲水性和疏水性的氨基酸基团, 前者与类脂的亲水极相结合, 暴露于细胞膜的内外表面; 后者则包埋于类脂双层的疏水极区域。约 20% ~ 30% 的膜蛋白表面仅有亲水性氨基酸基团, 附着在细胞膜内、外表面, 称为外在蛋白或外周蛋白。膜蛋白可在细胞膜中侧向移动, 执行其多样化的功能。糖类通过共价键与膜的某些脂类或蛋白质组成糖脂或糖蛋白。

特点:脂质双层在结构和功能上都表现出不对称性和流动性。膜蛋白可进行摆动、伸缩、翻转和旋转等运动;脂质和膜蛋白还可进行横向扩散。

(2)细胞膜功能 生物膜是一个具有特殊结构和功能的选择性通透膜。生物膜是细胞进行生命活动的重要物质基础,为细胞提供相对稳定的内环境。对各种膜性结构的化学分析表明,生物膜所具有的各种功能,在很大程度上决定于膜内所含的蛋白质。膜蛋白是膜执行各种功能的物质基础,可形成膜受体、载体、酶和抗原等。如膜内的通道蛋白,能识别各种物质,在一定条件下有选择地使其通过;膜表面的受体是“辨认”和接受细胞生活环境中特异性化学性刺激的蛋白质;种类甚多的膜蛋白质酶,参与生化反应;还有和免疫功能有关膜蛋白以及具有细胞识别功能的寡糖链,是由质膜糖蛋白和糖脂伸出,是细胞识别形成的分子基础,如决定血型的红细胞表面抗原,即红细胞质膜上的糖鞘脂。且不同细胞都有其特有的膜蛋白质,这是决定细胞在功能上特异性的重要因素。总之,细胞膜的主要功能是物质运送、能量转换、信息识别与传递、细胞运动及为多种酶提供结合位点,使酶促反应高效而有序地进行等。

2. 细胞质 cytoplasm 又称胞浆,是由基质、内膜系统、细胞骨架和包含物组成(图1-2)。

(1)基质 ground plasm 存在于质膜与核被膜之间的均质状半透明的原生质称为细胞基质。由蛋白质、糖、无机盐和一些吸收物质等组成。其形态随细胞的机能状态而变化。基质的主要功能是为细胞器维持其正常结构提供相对稳定的离子环境和完成其功能活动供给所需的一切底物;同时控制基因的表达,与细胞核一起参与细胞的分化;并与蛋白质的合成、选择性降解、运输、细胞运动和信号传递等生化反应有关。

(2)内膜系统 endomembrane system 即细胞器 organelles,在结构上形成的一个连续的膜体系。因细胞器是细胞中具有可辨认形态及能够完成特定功能的结构,包括内质网、线粒体、高尔基复合体、溶酶体等。这些结构均由生物膜围成,且互相分隔形成封闭性区室,各具备一套独特的酶系,执行专一的生理功能,共同构成了内膜系统。并将细胞质分隔成不同的区域。使细胞内表面积增加了数十倍,使各种生化反应能够有条不紊地进行,且细胞代谢能力大为提高。同时内膜系统的各组成结构的大小、形状及数量随细胞的不同或同一细胞的不同发育阶段和生理状态而有很大变化。

①线粒体 mitochondria 在电镜下线粒体常为杆或椭圆形,具有双层膜,外膜光滑,外膜与内膜之间有膜间腔;内膜向内折叠形成线粒体嵴,嵴扩大了内膜

面积。代谢率高,耗能多的细胞,嵴多而密集,如心肌细胞。嵴之间为嵴间腔,充满线粒体基质,其中含有颗粒、DNA、RNA 和多种酶等。嵴膜上附着许多有柄小球体,即基粒。基粒中含有 ATP 合成酶,能利用呼吸链产生的能量通过氧化磷酸化合成 ATP。细胞生命活动所需能量约 95% 由线粒体以 ATP 的方式供给。线粒体不仅是细胞能量代谢中心。并且参与细胞内蛋白质的合成(图 1-4)。



a. 示板层状嵴

b. 示小管状嵴

图 1-4 线粒体电镜(左)与模式图(右)

长期系统的运动训练可使细胞内线粒体体积增大、数量增多。

②内质网 endoplasmic reticulum 内质网是膜性管状结构,呈泡状或扁囊状,根据其表面是否附着有核糖核蛋白体,可分为粗面内质网和滑面内质网两种。

粗面内质网 呈排列整齐的扁囊状,常分布在细胞核周围呈同心圆状排列(图 1-5 左)。表面附有大量的核糖核蛋白体。它是合成分泌蛋白质(如免疫球蛋白、消化酶等)和制造某些结构蛋白质(如膜镶嵌蛋白质、溶酶体酶等)的场所。合成的蛋白质可通过粗面内质网管道输送到细胞表面。在分泌蛋白旺盛的细胞,如浆细胞、腺细胞,粗面内质网特别发达,占据细胞质很大一部分空间。一般说来,可根据粗面内质网的发达程度来判断细胞的功能状态和分化程度。



图 1-5 内质网电镜(左)与模式图(右)

滑面内质网 呈分支管道或小囊泡状。其功能随细胞不同而不同。在分泌类固醇激素的细胞中,参与类固醇激素的合成;在小肠吸收细胞及肝细胞中与脂

类代谢、糖原合成、分解及解毒作用有关；横纹肌细胞中的滑面内质网又称肌浆网，其膜上有钙泵，通过 Ca^{2+} 泵入、贮存、释出，控制肌细胞收缩；胃底腺壁细胞的滑面内质网有氯泵，当分泌盐酸时将 Cl^- 释放，参与盐酸的形成。

内质网的功能 一是对细胞有机支持作用；二是细胞内的循环系统，使细胞基质与内膜系统之间进行物质交换；而且可将细胞内合成的物质运输到细胞外。

③高尔基复合体 Golgi complex 位于细胞核附近，其形状和数量依细胞的类型不同而异。由扁平囊、小泡和大泡三部分组成。扁平囊有3—10层，平行紧密排列构成主体，其一面常凸起称生成面，另一面凹陷称成熟面。扁平囊上有孔穿通，并朝向生成面。小泡由附近粗面内质网芽生而来，是将粗面内质网中合成的蛋白质转运至扁平囊，其位于生成面，故又称运输小泡。大泡位于成熟面，是高尔基复合体的生成产物，包括溶酶体、分泌泡等。大泡逐渐移向细胞表面，而后与细胞膜融合，将所含内容物排出细胞外，即胞吐。

高尔基复合体的功能是将来自粗面内质网的蛋白质进行加工、修饰、糖化与浓缩，使之成为成熟的蛋白质。如在胰岛B细胞中将前胰岛素加工成为胰岛素。并具有多种糖基转移酶，许多蛋白质在此被糖化形成糖蛋白。此外，各种溶酶体也在高尔基复合体浓聚形成初级溶酶体(图1-6)。故在蛋白质分泌旺盛的细胞中高尔基复合体发达，在衰老的细胞中，则缩小而退化。

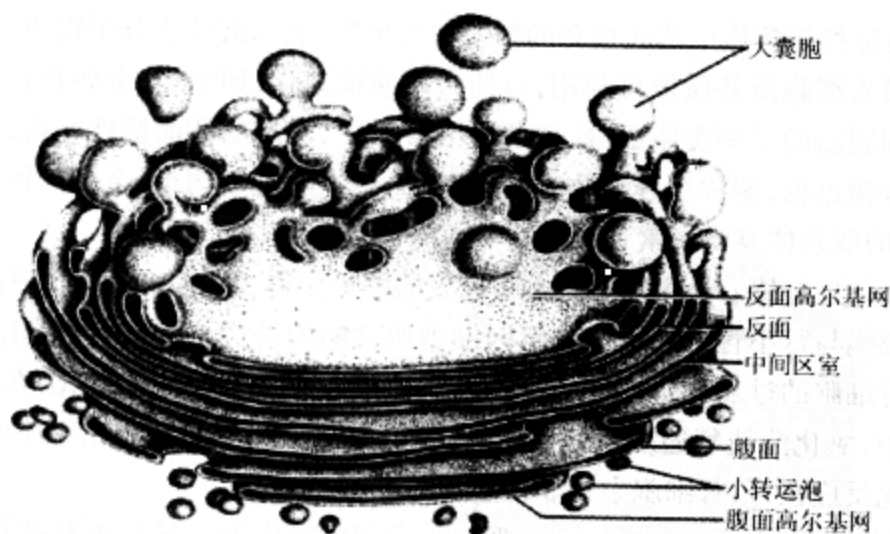


图1-6 高尔基复合体结构模式图

④溶酶体 lysosome 由一层膜所包裹的能进行细胞内消化的液泡。其内的最适pH约为5.0。内含多种酸性水解酶，如酸性磷酸酶、组织蛋白酶、胶原蛋白酶、核糖核酸酶、葡萄糖苷酸和脂酶等，能分解各种内源性或外源性的蛋白质、脂类、糖

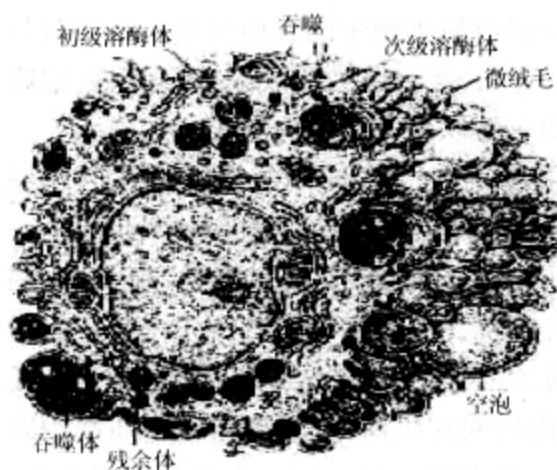


图 1-7 溶酶体模式图

可被释放到细胞外发挥水解作用。

次级溶酶体也称吞噬性溶酶体,是由次级溶酶体和各种吞噬底物融合成,体积较大,形态多样。根据其不同的底物来源,分为自噬性溶酶体和异噬性溶酶体。自噬性溶酶体作用底物是内源性的,即来自细胞内的衰老和崩解的细胞器或局部细胞质等。异噬性溶酶体作用底物是由细胞吞饮或吞噬而被摄入细胞内的外源性物质,多见于吞噬了细菌的中性粒细胞和吞噬了异物的巨噬细胞。异噬性与自噬性溶酶体中的底物有的被分解为单糖、氨基酸等小分子物质,可通过溶酶体膜入细胞质基质被再利用;有的则不能被消化,如尘埃、金属颗粒等异物及衰老细胞器的某些类脂成分,残留于溶酶体中,当溶酶体酶活性耗竭,其内完全被残留物占据,则称为残余体 residual body。在哺乳动物,残余体滞留在细胞中,常见的残余体有脂褐素颗粒和髓样结构。

过氧化物酶体 peroxisome 是由膜包裹的圆形小体,直径为 $0.2\sim 0.4\mu\text{m}$,多见于肝细胞与肾小管上皮细胞。不同细胞所含酶的种类不同,但过氧化氢酶则存在所有细胞的过氧化物酶体中。各种氧化酶能使相应的底物氧化,在氧化底物过程中,氧化酶使氧还原成过氧化氢,而过氧化氢酶能使过氧化氢还原成水。这种氧化反应在肝、肾细胞中是非常重要的。

(3) 细胞骨架 cytoskeleton 主要分布于细胞质中的一种纤维状结构系统,包括微管、微丝和中间纤维。它们是由不同的蛋白质亚单位(骨架蛋白)以特定的方式聚合形成的。细胞骨架在细胞内形成支持网络系统,以维持细胞形态。各种细胞运动如肌肉收缩、鞭毛摆动、纤毛煽动、有丝分裂期由微管组成的纺锤丝的延长与缩短及染色体移动等均与细胞骨架有关。

等物质。不同细胞中的溶酶体不尽相同,但均含酸性磷酸酶,故该酶为溶酶体的标志酶。细胞受伤或缺氧,溶酶体通透性改变,其中的酶渗出,可引起细胞自溶。按溶酶体是否含有被消化底物,可将其分为初级溶酶体、次级溶酶体和残余小体(图 1-7)。

初级溶酶体也称原溶酶体。一般呈圆形或椭圆形,直径多介于 $25\sim 50\text{nm}$ 。在少数细胞,如破骨细胞和炎症部位的中性粒细胞,溶酶体酶