

全国卫生职业教育护理及相关专业“十二五”规划教材

人体形态学基础

REN TI XING TAI XUE JI CHU

主编 张衍兴 杨爱红
季亮 卢鹏



第二军医大学出版社
Second Military Medical University Press

全国卫生职业教育护理及相关专业“十二五”规划教材

人体形态学基础

主 编 张衍兴 杨爱红 季 亮 卢 鹏
副 主 编 施仁国 孙胜利 宋 斌 时念新
编 者 (按姓氏笔画排序)

卢 鹏 孙胜利 宋 斌 张衍兴
时念新 李 明 杨建山 杨爱红
陆源远 季 亮 施仁国 徐 静
徐慧慧 殷 凯 高 峰 黄淮平
葛新娅

版社

Press

内 容 提 要

本书是依据本学科的教学大纲,结合执业护士考试的考点和历年高频考题所编写。内容包括人体解剖学、细胞学、组织学和胚胎学四部分的基础内容,全书共 12 章(含绪论)。教材针对人才紧缺的市场需求和护士执业资格标准,突出了针对性、实践性和技能型。每一节前均有学习目标提示,在每一章尾,按照执业考试题型设计了适量练习题。

本书适合卫生职业教育护理及相关专业的学生使用,也可供临床护士工作及考试时参考。

图书在版编目(CIP)数据

人体形态学基础/张衍兴,杨爱红,季亮等主编. —
上海:第二军医大学出版社,2013.9

全国卫生职业教育护理及相关专业“十二五”规划
教材

ISBN 978-7-5481-0685-2

I. ①人… II. ①张… ②杨… ③季… III. ①人
体形态学—卫生职业教育—教材 IV. ①R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 189901 号

出 版 人 陆小新

责任编辑 陈 晓 高 标

人体形态学基础

主 编 张衍兴 杨爱红 季 亮 卢 鹏

第二军医大学出版社出版发行

上海市翔殷路 800 号 邮政编码:200433

电话/传真:021-65493093

<http://www.smmup.cn>

全国各地新华书店经销

江苏天源印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.00 字数:346千字

2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷

印数:1~4 000册

ISBN 978-7-5481-0685-2/R·1452

定价:28.00元

丛书编委会

主 编 卢根娣 张玲娟 陈锦治

副主编 李 强 李振宇 卢 鹏

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁小萍	丁运良	于有江	王小萍
王世英	王信隆	王 蓓	卢 鹏
卢根娣	刘文演	朱一明	朱友明
朱春梅	吴晓童	张 薇	张丽岩
张来平	张金来	张 玲	张玲娟
张衍兴	时念新	李 强	李运华
李建光	李振宇	杨亚娟	杨明鄯
杨爱红	苏传怀	陈 强	陈卫红
陈光忠	陈宜刚	陈艳东	陈锦治
季 亮	岳立萍	绍兴明	金燕梅
候黎丽	徐一新	高明灿	盛树东
龚益生	董惠娟		

前 言

《人体形态学基础》是根据教育部、卫生部关于职业教育人才培养目标和全国卫生职业院校规划教材的要求编写的。在编写过程中,力求做到科学性、思想性、实用性、创新性和可读性;力求体现岗位对卫生职业人才知识和能力的要求,体现社会对卫生职业教育和人才的要求,结合护士执业资格考试要求,做到“三基五性”。全书融入体解剖学、细胞学、组织学与胚胎学于一体,并且紧密联系临床实际,定位准确,突出卫生职业教育的实用性。全书构思新颖,内容系统,图文并茂。

全书共 12 章,内容包括绪论、细胞和基本组织、运动系统、消化系统、呼吸系统、泌尿系统、生殖系统、循环系统、感觉器、神经系统、内分泌系统和人体胚胎学概要,插图共 300 余幅。全书围绕培养目标,注重理论与实际相结合。在每章中设计了内容精致的“相关链接”和“临床应用”插入到相关正文中,将理论知识与日常生活和临床实际相结合,引起学生的兴趣,提高学习效率;扩大知识面,开阔学生的视野;同时培养学生运用知识的思维与能力。为便于学生学习,每章或节后设置了精练的小结和练习题,供学生课后复习参考,巩固所学习的理论知识。本书可供三年制和五年一贯制护理专业及助产、药学、医学检验技术、眼视光技术、口腔医学技术、医疗美容技术、康复医疗技术、医学影像技术等相关医学专业使用。

由于编者水平有限,不妥之处恐仍难免,恳请广大师生和同行专家提出批评和建议,使教材的内容随着卫生职业教育的改革与发展而不断提高并日臻完善。

编 者

2013 年 7 月

目 录

绪 论	(1)
第一节 正常人体形态学基础研究内容及人体组成	(1)
第二节 常用术语、体表标志线和腹部分区	(2)
第三节 发展简史和学习方法	(4)
第一章 细胞与基本组织	(6)
第一节 细胞	(6)
第二节 细胞增殖	(8)
第三节 基本组织	(12)
第二章 运动系统	(24)
第一节 骨与骨连结	(24)
第二节 肌	(43)
第三章 消化系统	(58)
第一节 消化管	(58)
第二节 消化腺	(68)
第三节 腹膜	(72)
第四章 呼吸系统	(77)
第一节 呼吸道	(77)
第二节 肺	(81)
第三节 胸膜与纵隔	(84)
第五章 泌尿系统	(87)
第一节 肾	(87)
第二节 输尿管	(93)
第三节 膀胱	(93)
第四节 尿道	(95)
第六章 生殖系统	(97)
第一节 男性生殖系统	(97)
第二节 女性生殖器	(103)
第三节 乳房和会阴	(110)
第七章 循环系统	(113)
第一节 心血管系统	(113)
第二节 淋巴系统	(137)
第八章 感觉器	(143)
第一节 视器	(143)

第二节 前庭蜗器	(147)
第三节 皮肤	(150)
第九章 神经系统	(153)
第一节 概述	(153)
第二节 中枢神经系统	(154)
第三节 周围神经系统	(166)
第四节 神经传导通路	(177)
第十章 内分泌系统	(184)
第一节 垂体	(184)
第二节 甲状腺和甲状旁腺	(186)
第三节 肾上腺	(187)
第四节 其他内分泌腺	(188)
第十一章 胚胎学	(190)
参考文献	(200)

绪 论

学习目标

- 1) **掌握** 正常人体形态学常用术语、人体的组成、人体体表的标志线及腹部分区。
- 2) **熟悉** 正常人体形态学的任务、基本观点和方法。
- 3) **了解** 正常人体形态学的发展简史。

第一节 正常人体形态学基础研究内容及人体组成

一、正常人体形态学基础的研究内容

正常人体形态学基础(basis morphological of normal human)是研究人体正常形态结构及其在护理及相关医学工作中应用的一门科学,涵盖了人体解剖学、细胞学、组织学、胚胎学的内容。

人体解剖学(human anatomy)是研究人体正常形态结构的一门科学。广义的解剖学包括宏观解剖学(以肉眼观察的解剖学)、组织学(微观的以显微镜观察的解剖学)、细胞学和胚胎学(加上时间轴的解剖学)。学习人体解剖学的任务在于理解和掌握人体各器官和系统的形态结构、位置毗邻及相关联系(功能及临床)。细胞学(cytology)是研究细胞的形态、结构和功能与细胞的生理、生长、分化、遗传等生命活动的学科。组织学(histology)是借助显微镜观察研究人体器官、组织微细结构的科学。胚胎学(embryology)主要是研究人体发生、发展规律的科学。

正常人体形态学基础是各医学相关专业的重要医学基础课程,其目的是使医学相关专业学生理解和掌握人体各器官系统的正常形态结构、位置毗邻和生长发育规律,掌握发生、发展和演变规律,正确判断人体的正常形态与异常形态,并针对护理实践技能操作提供应用性形态学知识,为学习其他医学基础课程和临床课程奠定基础。

二、人体的组成与分布

人体最基本的形态结构和功能单位是细胞。许多形态和功能相同或相近的细胞借细胞间质结合在一起,构成组织。几种不同的组织结合在一起,构成具有一定形态、完成一定功能的器官。许多功能相关的器官结合在一起,共同完成某一特定的生理功能,构成系统。人体有运动、消化、呼吸、泌尿、生殖、内分泌、循环、感官和神经九大系统。

细胞→组织→器官→系统→人体

按照人体的形态,可将人体分为头、颈、躯干和四肢四大部分。头的前部称为面,颈的后部为项。躯干又可分为胸部、腹部、背部和会阴四部。四肢包括上肢和下肢,上肢又可分为肩、臂、前臂和手四部,下肢亦可分为臀、股、小腿和足四部分(图0-1)。

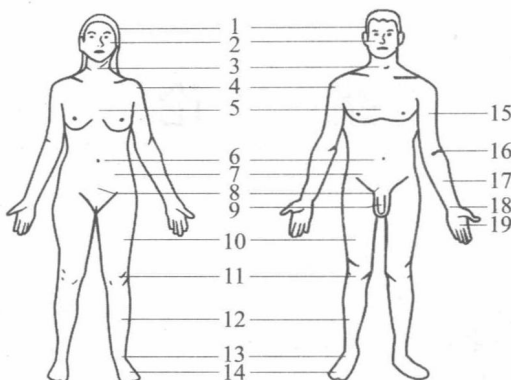


图 0-1 人体外观分布

- 头颈** 1. 头部;2. 脸部-前额-眼-耳-鼻-口-舌-齿-颚;3. 颈部-喉结。
- 躯干** 5. 胸部(前)-乳房-背部(后)-脊部;6. 肚脐;7. 腹部;8. 腹股沟;9. 阴茎。
- 四肢** 下肢: 10. 大腿;11. 膝盖;12. 小腿;13. 脚踝;14. 足部。
- 上肢: 4. 肩膀;15. 上臂;16. 肘;17. 前臂;18. 腕;19. 手-手指。

第二节 常用术语、体表标志线和腹部分区

人体的结构十分复杂,为了正确描述人体各部位、各器官的位置关系,必须使用国际通用的标准和常用描述术语。

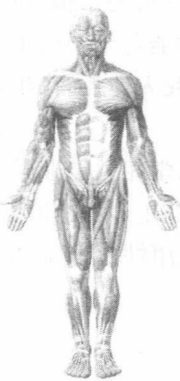


图 0-2 人体的解剖学姿势

一、标准解剖学姿势

为了说明人体各局部或各器官及结构的位置关系,特规定一种标准解剖学姿势,即: 身体直立,两眼平视正前方,上肢下垂于躯干两侧,手掌向前,双足并拢,足尖向前(图 0-2)。在描述人体各部位结构的相互关系时,不论标本或模型以何种方位放置,都应以标准姿势进行描述。

二、常用方位术语

有关方位的术语,是以标准解剖学姿势为准,用以描述人体结构的相互位置关系,常用的如下所述。

1. 上和下 靠近头顶的为上,也称头侧;靠近足底的为下,也称尾侧。
2. 前和后 近腹者为前或腹侧,近背者为后或背侧。
3. 内和外 是表示与空腔器官相互位置关系的术语。在腔内或近内腔者为内,远离内腔者为外。
4. 内侧和外侧 近正中矢状面的为内侧,远离正中矢状面的为外侧。
5. 近侧(端)和远侧(端) 多用于四肢。距肢体附着部较近者为近侧(端),较远者为远侧(端)。
6. 浅和深 近体表者为浅,远离体表者为深。

三、轴和面

1. 轴 是根据标准姿势,假设人体有 3 种互相垂直的轴(图 0-3)。

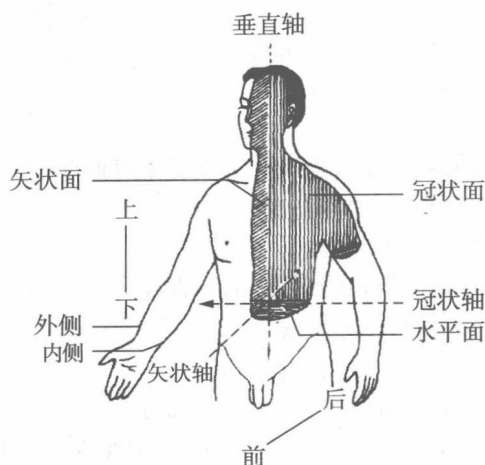


图 0-3 人体的轴和面

- (1) 垂直轴 呈上下方向,与人体的长轴平行,即与地平面相垂直的轴。
- (2) 矢状轴 呈前后方向,与水平面平行,与人体的长轴相垂直的轴。
- (3) 冠状轴 呈左右方向,与水平面平行,与人体的长轴和矢状轴均垂直的轴,又称额状轴。

2. 面 人体或其任一局部均可在标准姿势条件下作互相垂直的 3 个切面。

(1) 矢状面 按矢状轴方向,将人体纵切为左右两部的面为矢状面,此切面与地平面垂直。通过正中线的矢状面为正中矢状面或正中面,将人体分成左右对称的两半。

(2) 冠状面 按冠状轴方向,将人体纵切为前后两部的面为冠状面,又称额状面。

(3) 水平面 又称横切面,即与水平面平行,而与矢状面和冠状面都互相垂直的面,将人体分为上下两部。

在描述器官的切面时,则以其长轴为准,和长轴平行的切面称纵切面,和长轴垂直的切面称横切面,而不用上述三个面。

四、人体体表的标志线及腹部分区

人体的许多器官都位于胸、腹腔内,它们的位置一般较恒定。为了便于描述各器官的位置和体表投影,通常在胸、腹部体表确定若干标志线和分区(图 0-4)。

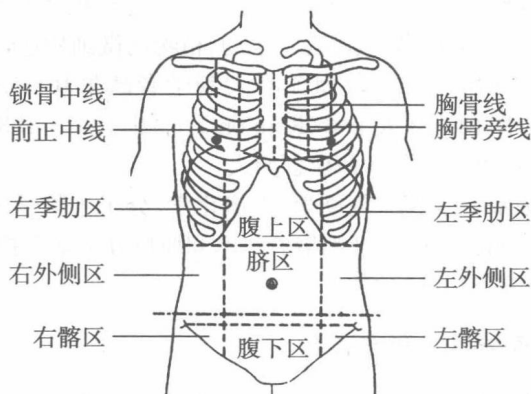


图 0-4 胸部标志线和腹部分区

1. 胸部的标志线

- (1) 前正中线 沿身体前面正中所作的垂直线。
- (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 在胸骨线和锁骨中线连线中点所作的垂直线。
- (5) 腋前线 通过腋前襞所作的垂直线。
- (6) 腋后线 通过腋后襞所作的垂直线。
- (7) 腋中线 位于腋前线和腋后线连线中间的垂直线。
- (8) 肩胛线 通过肩胛下角所作的垂直线。
- (9) 后正中线 沿身体后面正中中线所作的垂直线。

2. 腹部分区 通常用 2 条横线和 2 条纵线,将腹部分为 9 个区。2 条横线分别是两侧肋弓最低点的连线和两侧髂结节的连线,将腹部分为上腹部、中腹部、下腹部;2 条纵线是通过左、右腹股沟韧带中点的垂线。4 条线将腹部分为 9 个区,即:上腹部的左季肋区、腹上区、右季肋区,中腹部的左腹外侧区、脐区、右腹外侧区,下腹部的左腹股沟区(或左髂区)、耻区(腹下区)和右腹股沟区(或右髂区)。

在临床工作中,又常以前正中线和通过脐的水平线,将腹部分为左上腹部、右上腹部、左下腹部和右下腹部 4 个区。

第三节 发展简史和学习方法

一、正常人体形态学发展简史

解剖学是一门历史悠久的科学,两千年前出现了《黄帝内经》和《Hippocrates 文集》两部解剖学的奠基之作;古罗马人盖伦(Galen,公元 130—200 年)的《医经》是第一部比较完整的解剖学著作,对血液运行、神经分布及诸多脏器已有较详细而具体的记叙;意大利人达·芬奇(Leonardo da Vinci,1452—1519 年)所绘的解剖学图谱极其精确细致。现代人体解剖学的奠基人——比利时人维扎里(Andress Vesalius,1514—1564 年)的《人体构造》,较系统完善地记叙了人体各器官系统的形态和构造。英国学者哈维(William Harvey,1578—1657 年)提出了心血管系统是封闭的管道系统的概念,创建了血液循环学说,从而使生理学从解剖学中分立出去。我国清代解剖学家王清任(1768—1831 年)所著《医林改错》对我国解剖学发展起到很大作用。意大利人马尔匹基(Malcell Malpighi,1628—1694 年)用显微镜观察了动、植物的微细构造,开拓了组织学。18 世纪末,研究个体发生的胚胎学开始起步。19 世纪意大利学者高尔基(Camello Golgi,1843—1926 年)首创镀银浸染神经元技术,西班牙人卡哈(Rom on Y cajal,1852—1934 年)建立了镀银浸染神经元纤维法,从而成为神经解剖学公认的两位创始人。

随着科学技术的迅猛发展,生物学、免疫学、组织化学、分子生物学等向解剖学渗透,一些新兴技术如示踪技术、免疫组织化学技术、细胞培养技术和原位分子杂交技术等,在形态学研究中被广泛采用,神经解剖学有了突飞猛进的发展。

二、学习正常人体形态学观点和方法

人体解剖学是阐述正常人体形态结构的一门科学,是一门重要的医学基础课程。恩格斯曾说过“没有解剖学就没有医学”,精辟地论述了解剖学在医学中的地位。因此,掌握好人体形态结构的

理论知识,对学习其他基础和临床医学课程,有着重要的意义。学习正常人体形态学必须运用辩证唯物主义的观点和方法,去观察、研究人体,全面正确地认识人体的形态结构及其变化规律。

(一) 进化发展的观点

人类是由动物经过长期进化发展而来的。人类一直处于不断发展变化中,不同年龄,不同社会生活、劳动条件等,均可影响人体形态结构的发展以及疾病的变化;不同性别、不同地区、不同种族的人,也可产生一定的差异。因此,以进化发展的观点研究人体的形态结构,可以更好地认识人体。

(二) 形态与功能相互协调的观点

人体的每个器官形态结构是功能的物质基础,其形态结构的病理变化必将导致功能的改变,功能的变化也会影响器官的形态结构。因此,结构和功能是相互协调的。

(三) 局部与整体统一的观点

人体是一个有机的统一整体。任何一个器官或局部都是整体不可分割的一部分,局部和整体在结构和功能上是互相联系又互相影响的。例如,局部的损伤不仅影响局部的组织或器官,还可影响到整体。因此,要用整体与局部统一的观点来指导学习。

(四) 理论与实践相结合的观点

形态学是以实验为基础的学科,注重模型、标本及活体触摸和观察。学会运用图谱、多媒体等形象教材,加深理解,增强记忆。在学习中有注意理论联系实际、联系护理临床应用,把书本知识与标本和模型的观察结合起来,提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。

小 结

人体形态学基础是研究和阐明正常人体结构和发生、发展规律的科学,包括解剖学、细胞学、组织学和胚胎学基础内容,解剖学多是指系统解剖学,它是将人体诸多器官按功能划分成若干系统(如运动系统、消化系统、呼吸系统等),凭借肉眼观察的方法研究各系统器官的形态结构的科学。细胞学是研究细胞的形态、结构和功能与细胞的生理、生长、分化、遗传等生命活动的学科。组织学是借助显微镜技术研究正常人体器官微细结构的科学。胚胎学是研究正常人体在发生、发育过程中,形态结构变化规律的科学。解剖学方位术语是以解剖学姿势为标准确立的。

练习题

一、名词解释

1. 内侧和外侧
2. 矢状面
3. 冠状轴
4. 器官

二、问答题

1. 描述解剖学姿势。
2. 人体有哪些轴、面和方位?
3. 试述人体的组成。

第一章 细胞与基本组织

细胞是人体形态结构、生理功能和生长发育的基本单位。组织则由细胞和细胞间质构成。根据组织结构与功能特点,将人体组织分为上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织 4 类基本组织(图 1-1)。

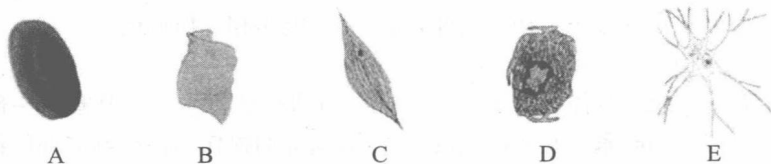


图 1-1 人体 4 种基本组织

注 A: 红细胞; B: 脂肪细胞; C: 肌肉细胞; D: 骨细胞; E: 神经细胞。

第一节 细 胞

学习目标

- 1) 掌握 细胞的基本结构、染色体的概念。
- 2) 熟悉 细胞器的种类和形态特点。
- 3) 了解 细胞膜、细胞核的结构。

人体细胞的大小形态不一,光学显微镜下一般可分为三部分,即细胞膜、细胞质和细胞核。

一、细胞膜

细胞膜是包裹于细胞外表面的一层薄膜,也称质膜。细胞膜可以维持细胞的完整性,使细胞具有一定构型,参与细胞与外界进行物质、能量、信息交换,同时具有细胞识别、细胞免疫等方面的作用(图 1-2)。关于细胞膜的分子结构,目前公认的是“液态镶嵌模型”学说,细胞膜主要由双层排列的类脂分子和嵌入的球状蛋白质构成,类脂分子呈液态,嵌入的蛋白质可随脂质流动而移动。

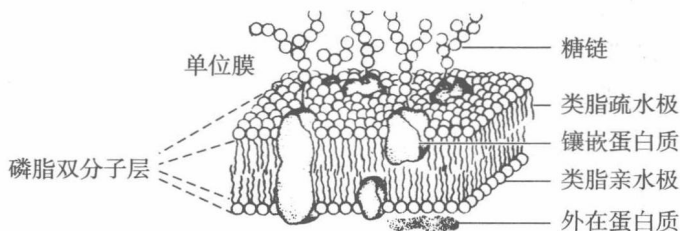


图 1-2 细胞膜分子结构示意图

二、细胞质

细胞质位于细胞膜与细胞核之间,由基质、细胞器和内含物组成。

(一) 基质

基质又称细胞液,也称细胞溶胶,是细胞质的基本成分,呈透明胶状物,填充于细胞质的有形结构之间。

(二) 细胞器

细胞器悬浮于细胞基质内,具有一定形态结构和生理功能。细胞器包括核糖体、内质网、线粒体、高尔基复合体、中心体、溶酶体、微体、微丝、微管和中间丝等(图 1-3)。

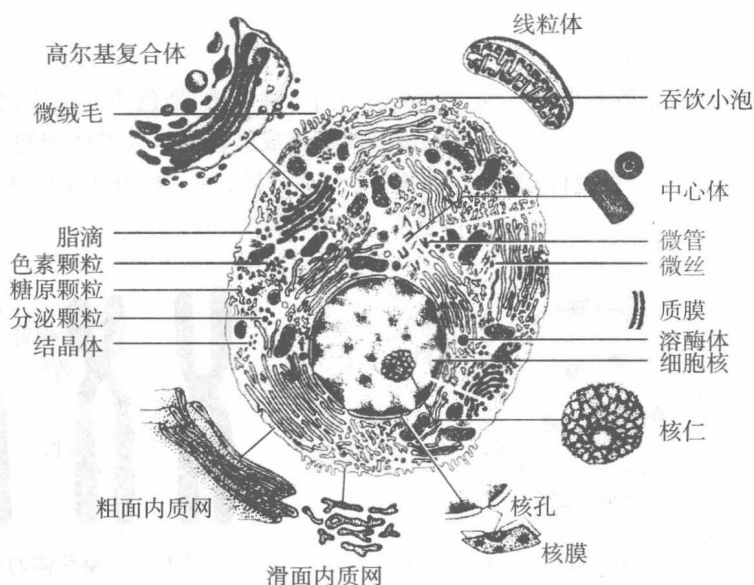


图 1-3 电镜下的细胞结构示意图

1. 核糖体 又称核蛋白体,呈颗粒状结构,主要由核糖核酸(RNA)和蛋白质组成。核糖体的功能是合成蛋白质。

2. 内质网 由一层单位膜围成的囊状和小管状结构,互相沟通,连接成网。分为粗面内质网和滑面内质网。内质网在细胞内构成支架,具有支持和运输作用,同时可协助分泌物的排出。

3. 线粒体 散在分布于胞质中,呈长椭圆形,由双层单位膜构成。线粒体的主要功能是合成三磷酸腺苷(ATP),为细胞活动提供能量。

4. 高尔基复合体 由多层扁平囊、小泡和大泡组成。它与细胞分泌活动和溶酶体的形成有关。

5. 中心体 位于细胞中心附近,由一对互相垂直的中心粒和周围致密的细胞基质组成,呈圆筒状。中心体在细胞分裂中起重要作用。

6. 溶酶体 由单位膜包裹,大小不等、形状多样。可分为初级溶酶体、次级溶酶体和残余体。溶酶体含有 60 多种酸性水解酶,它是细胞或细胞外消化的主要场所。

(三) 内含物

内含物是细胞质中具有一定形态的各种代谢产物和贮存物质的总称,包括分泌颗粒、糖原、色素颗粒、脂滴等。它们不属于细胞器,并随细胞的生理状态不同而变化。

三、细胞核

人类除成熟的红细胞无细胞核外,其余的细胞都有细胞核。细胞核由核膜、核仁、染色质(或染色体)及核基质组成(图 1-4),是细胞遗传和代谢活动的控制中心。

(一) 核膜

核膜是细胞核表面的界膜。由内、外两层单位膜构成,内、外核膜常在某些部位融合形成环状开口,称核孔。

(二) 核仁

核仁是细胞核内的细胞器,一般呈圆形小体,无质膜包裹,其中心为纤维状结构,周围是颗粒状结构。

(三) 染色质和染色体

染色质和染色体是细胞周期中不同功能阶段的同一种物质,染色质的主要化学成分是 DNA 和蛋白质。在细胞进行分裂过程中染色质螺旋盘曲聚缩成染色体。人类体细胞有 46 条染色体,组成 23 对,其中 22 对是常染色体,其形态在男、女性都一样;另一对为性染色体,决定人类的性别,男性为 XY,女性为 XX。染色体是遗传物质的载体(图 1-5)。

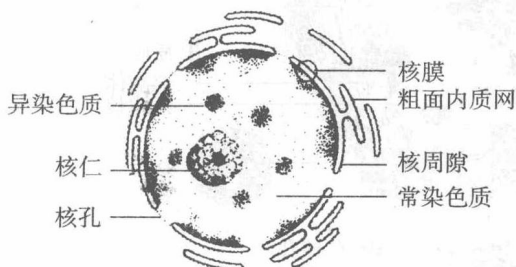


图 1-4 细胞核电镜结构模式图

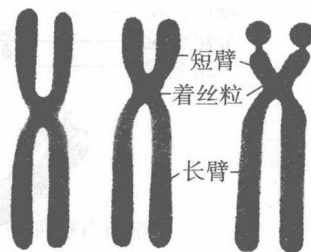


图 1-5 染色体的形态

(四) 核基质

核基质又称核液,为核内无定形的胶状物质,主要由水、蛋白质及矿物质等组成。

第二节 细胞增殖

学习目标

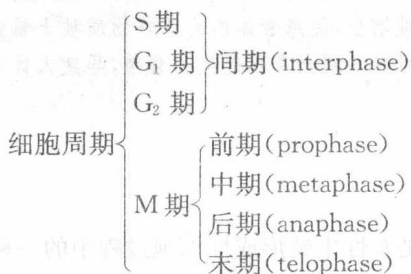
- 1) **掌握** 细胞增殖的概念,有丝分裂、减数分裂的意义。
- 2) **熟悉** 有丝分裂、减数分裂各期特点。
- 3) **了解** 有丝分裂、减数分裂的区别。

细胞增殖是生物体的重要生命特征,细胞以分裂的方式进行增殖。细胞增殖是生物体生长、发育、繁殖和遗传的基础。单细胞生物,以细胞分裂的方式产生新的个体。多细胞生物,以细胞分裂的方式产生新的细胞,用来补充体内衰老和死亡的细胞。多细胞生物可以由一个受精卵,经过细胞的分裂和分化,最终发育成一个新的多细胞个体。根据细胞增殖的特点,又分为有丝分裂(mitosis)和减数分裂(meiosis)形式。

一、有丝分裂

(一) 细胞增殖周期概念

细胞增殖周期指连续分裂的细胞从细胞前一次分裂结束开始,到下次分裂结束所经历的过程,分为间期与分裂期两个阶段。癌变的细胞以及特定阶段的胚胎细胞常常有异常的分裂周期。



(二) 有丝分裂过程

有丝分裂是真核细胞中的一种体细胞分裂方式,遗传物质从母细胞均等地分给两个新形成的子细胞,所以新形成的两个子细胞在遗传物质上跟原来的细胞是相同的(图 1-6)。

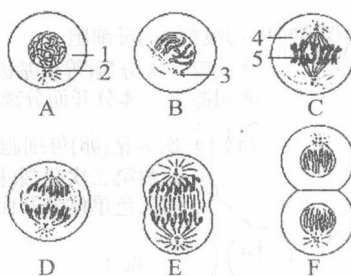


图 1-6 动物细胞的有丝分裂

注 A: 分裂间期;B: 分裂期的前期;C: 分裂期的中期;D、E: 分裂期的后期;F: 分裂期的末期。

1. 核仁;2. 中心粒;3. 星射线;4. 纺锤体;5. 染色体。

1. 细胞分裂间期 细胞从一次分裂结束到下次分裂开始的一段时期称为细胞分裂间期。间期又分为 3 期,即 DNA 合成前期(G_1 期)、DNA 合成期(S 期)与 DNA 合成后期(G_2 期)。间期的细胞核处于新陈代谢高度活跃状态,包括 DNA 的复制加倍,组蛋白、RNA 及有关酶的增加。

G_1 期: 有丝分裂结束与 DNA 合成开始前的间隙,又称合成期前或复制准备期。

S 期: DNA 合成期。

G_2 期: 合成后期。DNA 合成结束与有丝分裂开始的间隙。

2. 细胞分裂期

(1) 前期 ①染色质纤丝螺旋缩短变粗。②染色单体并列,着丝粒清楚。③前期末,核仁逐渐消失,核膜崩解。④纺锤体形成,动物、低等植物的中心粒分开。

(2) 中期 ①染色体随机移到赤道,着丝粒区域排列在赤道板上。②纺锤体的细丝——纺锤丝与染色体的着丝点连接。

(3) 后期 ①着丝粒分裂为二,相互离开,被纺锤丝拉向两极,同时并列的染色单体分开。②分离中的染色体因着丝粒的部位不同而有其不同的形状。

(4) 末期 ①两组子染色体到达两极后聚成团失去螺旋结构。②纺锤体消失,核膜形成,核

仁出现。③胞质分裂。

相关链接

细胞 是组成人体的基本结构和功能单位,有序的细胞增殖和分化,是保证机体生长发育和生命代谢的基础。如果细胞疯狂增殖或不能顺利老化并凋亡,就会形成肿瘤。恶性肿瘤就是人们所说的癌症。癌细胞的特点是 unlimited、无止境地增生,使患者体内的营养物质被大量消耗;癌细胞释放出多种毒素,使人体产生一系列症状;癌细胞还可转移到全身各处生长繁殖,导致人体消瘦、无力、贫血、食欲不振、发热以及严重的脏器功能受损等。

二、减数分裂

减数分裂又称成熟分裂,是有性生殖形成性细胞过程中的一种特殊的有丝分裂形式,经过两次连续的细胞分裂来完成,而染色体只复制一次,染色体数目减半(图 1-7、图 1-8)。

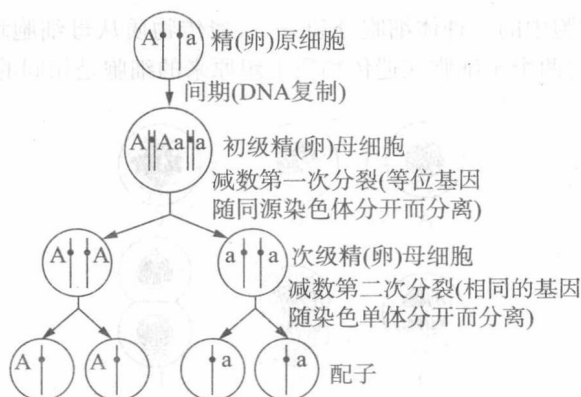


图 1-7 减数分裂

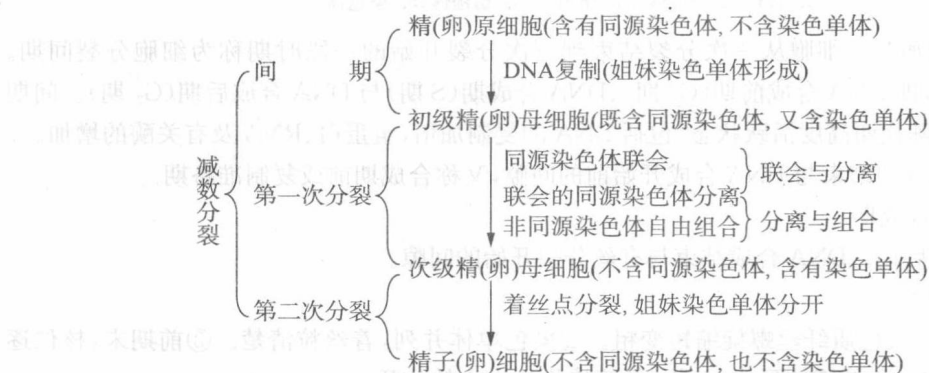


图 1-8 减数分裂结构图

(一) 减数分裂第一次分裂过程

1. 前期 I (时间最长,细胞核比有丝分裂明显增大)

(1) 细线期 染色体呈细线状盘绕成团,由两条染色单体组成,但看不出是成双的。

(2) 偶线期 同源染色体开始联会,染色体由 $2n$ 条单价体开始变成 $3n$ 条二价体,但这时染