



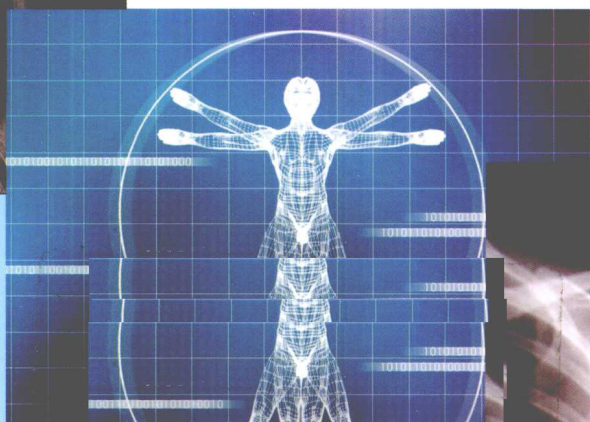
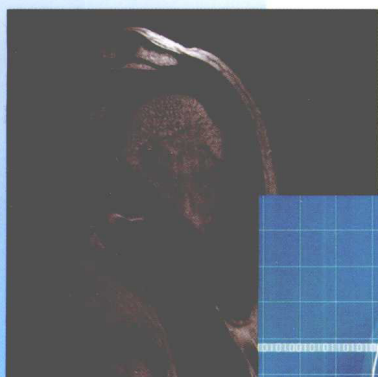
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国高等医药院校规划教材

人体形态科学

第2版

吕永利 主编



科学出版社

www.sciencep.com

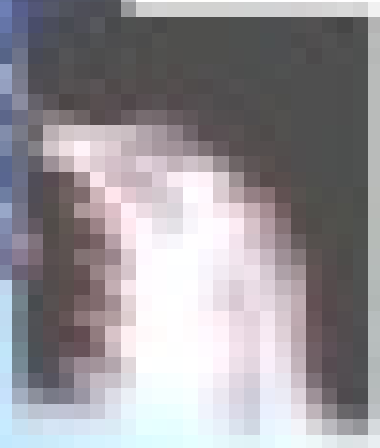
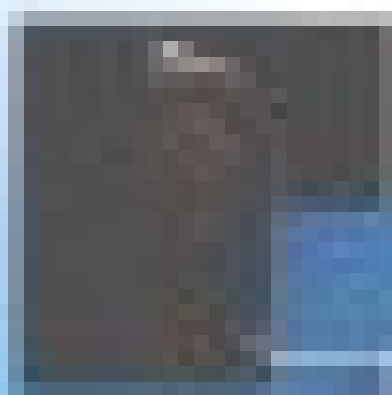
教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

人体形态科学

第2版

王树强 主编



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等医药院校规划教材

人体形态科学

第2版

主 编 吕永利
编 者 (以姓氏笔画为序)
王 玉 王 军 王占友 王振宇
王 竞 吕永利 刘元健 刘 欣

科学出版社

北 京

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303(打假办)

内 容 简 介

本教材是中国医科大学进行课程体系和教学内容改革的结晶,是该校系统解剖学、组织胚胎学、局部解剖学和影像学教研室多位专家、教授总结本校教改经验联合编写的面向 21 世纪教学改革的新教材。全书共 10 章,约 80 万字,700 余幅插图。在第 1 章人体形态科学导论和简要介绍人体 9 大系统概况的基础上,第 2~10 章按背、头、颈、胸、腹、盆、上肢、下肢和脑阐述人体各部器官的形态,位置,毗邻关系,血管、神经、淋巴分布,组织学结构及正常影像学所见,并在胸、腹、盆、背和脑部各章选用一些重要断面解剖学知识,使全书融人体解剖学、组织学、影像学于一体,并紧密联系临床实际,在许多内容描述后直接附有该形态的“临床应用”,在各章最后均附有可供 PBL 教学的“复习思考题及病例”。具有体系新、构思新、整合精神强等特点,是一本目前教学改革不可多得的教改教材。

本书可供各高等医学院校各专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

人体形态科学 / 吕永利主编. —2 版. —北京:科学出版社,2010
(普通高等教育“十一五”国家级规划教材·全国高等医药院校规划教材)
ISBN 978-7-03-026888-4

I. 人… II. 吕… III. 人体形态学-医学院校-教材 IV. R32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 034984 号

策划编辑:周万灏 李国红 / 责任编辑:周万灏 李国红 / 责任校对:邹慧卿
责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 8 月第 一 版 开本:850×1168

2010 年 3 月第 二 版 印张:29 1/4 插页:1

2010 年 3 月第二次印刷 字数:887 000

印数:3 001—5 500

定价:65.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第2版前言

《人体形态科学》(第2版)已被教育部审定为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”,该教材是中国医科大学进行课程体系和教学内容改革的成果,是该校系统解剖学、组织胚胎学、局部解剖学和影像学教研室多位专家、教授总结本校教改经验联合编写的面向21世纪教学改革的新教材。自第1版2003年问世以来,已被中国医科大学等许多医学院校作为教改教材广泛使用,收到了良好效果,得到了师生们的普遍赞誉。本书总结传统形态学教学中存在的课程门数多、教学时间多、课程内容多、重复内容多等弊端,将原来的“系统解剖学”、“局部解剖学”、“组织胚胎学”中的组织学内容、“断面解剖学”和“影像诊断学”中的正常影像学内容等属于正常人体形态科学的内容进行整合。它符合教育部关于进行课程体系和教学内容改革的精神,具有课程体系新、整合精神强等特点,是目前教学改革中一本不可多得的教改教材,可供进行这类改革的医学院校各专业使用。

本教材共分10章,第1章为导论,主要阐述形态科学中各学科的概述内容及人体各系统的概述,为学习以后各章打下必要的基础,第2~10章按背、头、颈、胸、腹、盆、上肢、下肢和脑分别阐述人体各部的组成及层次结构,所含各器官的位置、毗邻关系、大体形态、血管、神经、淋巴分布,该器官的微细结构以及正常影像学所见等。并在个别章节增加了断面解剖学知识。融人体解剖学、组织学、影像学于一体,密切联系临床实际。全书共80余万字,700余幅插图,可供220~240学时教学使用。

随着教学改革的深入发展,在总结第1版教材基础上,本教材的第2版比起第1版进行了如下的主要改动:**更加体现了课程内容的整合:**使系统解剖学、局部解剖学、组织学和影像解剖学内容尽量做到完美整合,增加了各学科间的知识联系。**教材内容上作了适当增减:**系统解剖学和组织学内容都做了适当精简,增加了某些断面解剖学内容和影像学内容,由原来九章改为十章,将脑和脑神经从头部中分离出来单列为第十章。**增设了临床应用专栏:**为使形态学密切联系临床实际,在叙述形态学内容的同时,增设了与此内容相关的“临床应用”专栏,有利于学生对此内容的理解和记忆,也便于开展PBL教学。**更新了部分教材插图:**在一版基础上,有的插图进行了更新,有的做了必要的增减。插图数量有所减少。**开辟了临床病例讨论:**为了适应开展以问题为中心,以病例为中心的PBL教学法,有利于学生自主学习和对学习结果的检验,在各章后面附有复习思考题的基础上,增加了典型临床病例讨论,可供教学中使用。

参加本教材编写的编委都是长期在人体形态科学教学第一线的专家、教授,不但具有坚实的专业知识,而且都具有参与整合教学改革的丰富经验。编写中参考了国内外多种教材和专著,并引用了其中部分插图,1版插图主要由徐国成主任为首的中国医科大学医学美术室教师绘制,2版时由刘元健教授在1版基础上做了统一修改和更新。赵海花秘书协助主编做了大量工作。由于这是一部在改革中编写的新教材,加之编者水平有限,不当之处在所难免,恳请同道和同学们不吝指正并提出宝贵意见,使教材在改革中不断完善,成为精品教材。

主编吕永利
2009年6月于沈阳

第 1 版前言

随着医学教育改革的发展,医学教学必须面向现代化、面向世界、面向未来,加强素质教育和创新教育,努力提高教学质量。根据教育部“面向 21 世纪课程体系和教学内容的改革”的总要求,国内不少医学院校正在学习国外经验,进行以课程体系和教学内容为重点的改革,构筑以学科模块方式开展教学。我校新设置的“人体形态科学”课程模块,就是总结传统形态学教学中存在的课程门数多、教学时间多、课程内容多、重复内容多等弊端,将原来的“系统解剖学”、“局部解剖学”、“组织胚胎学”中的组织学内容以及“断面解剖学”和“影像诊断学”中的正常影像学等属于正常人体形态科学的内容整合为一门课程。本书就是为适应这项改革编写的,可供进行此类教学改革的医学院校使用。

本书共分 9 章,第 1 章为导论,主要阐述形态科学中各学科的概述内容及人体各系统的概况,为学习以后各章打下必要的基础;第 2~9 章按头部、颈部、胸部、腹部、盆部、背部、上肢和下肢分别阐述人体各部的组成及层次结构,各器官的位置、毗邻关系、大体形态和血管、神经、淋巴分布,以及该器官的微细结构、正常影像学所见等,并在个别章节增加了断面解剖学知识,融人体解剖学、组织学、影像学于一体,密切联系临床实际。全书共 90 余万字,700 余幅插图,可供 220~260 学时教学使用。

本书力争体现整合精神,反映教育改革成果,总结和吸收了国内人体解剖学和组织学的教学经验,适度增加了中国人的体质调查数据和近年来人体形态科学的新理论和新知识。为了提高学生的医学英语水平,适度增加了专业英文词汇。为了便于学生自学和开展“以问题为中心、以病例为中心”的教学,各章后面均附有复习思考题。本书的解剖学、组织学名词均以全国自然科学名词审定委员会公布的《人体解剖学名词》和《组织学名词》为准。

本书已被教育部审定为“十五”国家级规划教材。编写中得到了中国医科大学领导及解剖学教研室、组织胚胎学教研室、局部解剖学教研室和第二临床学院影像学教研室同行们的热情支持,插图大部分由中国医科大学医学美术室绘制,并且,编写中参考了国内外多种教材和专著,引用了其中部分插图,在此一并表示感谢。由于这是一部在教学改革中编写的新教材,加之编者水平有限,不当之处在所难免,恳请同道和读者不吝指正和提出宝贵意见,使本书在教学中不断提高,并日臻完善。

吕永利

2002 年 12 月于沈阳

目 录

第1章 人体形态科学导论	(1)	三、MR 检查	(111)
第1节 绪论	(1)	第3章 头部	(113)
一、人体形态科学的定义和地位	(1)	第1节 颅部	(113)
二、人体形态科学的分科	(1)	一、颅骨	(113)
三、学习人体形态科学的观点	(1)	二、颅顶	(124)
四、组织、器官、系统与人体的分部	(2)	第2节 面部	(126)
五、解剖学的基本术语	(2)	一、皮肤与浅筋膜	(126)
六、组织学的研究方法和技术	(3)	二、面部的肌肉	(126)
七、影像学导论	(6)	三、腮腺	(128)
第2节 基本组织	(14)	四、面部的血管、淋巴及神经	(129)
一、上皮组织	(14)	第3节 口腔	(133)
二、结缔组织	(20)	一、口唇	(133)
三、肌组织	(39)	二、颊	(133)
四、神经组织	(45)	三、腭	(134)
第3节 各系统的概述	(56)	四、牙	(134)
一、运动系统概述	(56)	五、舌	(136)
二、内脏学概述	(64)	六、口腔腺	(138)
三、脉管系统概述	(67)	第4节 鼻	(138)
四、神经系统概述	(78)	一、外鼻	(138)
五、内分泌系统概述	(83)	二、鼻腔	(138)
六、感觉器概述	(89)	三、鼻旁窦	(139)
第2章 背部	(95)	第5节 咽	(140)
第1节 脊柱	(95)	一、鼻咽	(140)
一、椎骨	(95)	二、口咽	(140)
二、椎骨的连结	(97)	三、喉咽	(141)
第2节 背部肌肉、血管和神经	(100)	四、咽肌	(141)
一、背部肌肉	(100)	第6节 视器	(142)
二、背部血管	(102)	一、眼球	(142)
三、背部神经	(102)	二、眼副器	(148)
第3节 脊髓及其被膜、血管和脊神经根	(103)	三、眼的血管及神经	(150)
一、脊髓	(103)	第7节 前庭蜗器	(151)
二、脊髓的被膜	(108)	一、外耳	(151)
三、脊髓的血管	(109)	二、中耳	(152)
四、脊神经根	(110)	三、内耳	(154)
第4节 脊柱的正常影像学	(110)	第4章 颈部	(160)
一、X线检查	(110)	第1节 概述	(160)
二、CT 检查	(110)	一、境界与分区	(160)
		二、体表标志	(160)

第2节 颈部的筋膜与肌肉	(160)	二、腹后壁的筋膜	(227)
一、颈部的筋膜	(160)	三、腹后壁的血管	(227)
二、颈部的肌肉	(161)	四、腹后壁的神经	(231)
第3节 颈部的器官	(163)	五、腹腔神经丛	(231)
一、咽	(163)	六、腹壁的淋巴	(232)
二、食管	(163)	七、腹后壁器官	(232)
三、喉与气管	(164)	第3节 腹腔器官	(246)
四、甲状腺与甲状旁腺	(167)	一、胃	(246)
第4节 颈部的血管、神经和淋巴	(171)	二、十二指肠	(253)
一、颈部的血管	(171)	三、肝	(257)
二、颈部的神经	(173)	四、胆囊及肝外胆道	(264)
三、颈部的淋巴	(175)	五、胰	(265)
第5章 胸部	(178)	六、脾	(270)
第1节 胸壁	(178)	七、空肠与回肠	(272)
一、胸廓	(178)	八、盲肠和阑尾	(276)
二、胸壁的肌肉	(179)	九、结肠	(278)
三、胸壁的血管和神经	(182)	十、肝门静脉	(282)
四、乳房	(183)	第4节 腹膜	(287)
第2节 胸腔器官	(186)	一、概述	(287)
一、气管和支气管	(186)	二、腹膜与腹、盆腔脏器的关系	(287)
二、肺	(187)	三、腹膜形成的网膜、系膜和韧带	(288)
三、胸膜	(191)	四、腹膜皱襞、隐窝和陷凹	(291)
四、纵隔	(193)	五、腹膜腔的分区和间隙	(292)
五、食管胸段	(196)	第5节 腹部的断面解剖和正常影像学	(293)
六、心	(197)	一、腹部的断面解剖	(293)
七、出入心的血管	(206)	二、腹部的影像学检查方法	(296)
第3节 胸部的断面解剖和正常影像学	(207)	三、腹部的正常影像学表现	(296)
一、胸部的断面解剖	(207)	第7章 盆部及会阴	(303)
二、胸部的影像学检查方法	(211)	第1节 盆壁	(303)
三、胸部的正常影像学表现	(212)	一、盆壁的骨及其连结	(303)
第6章 腹部	(221)	二、盆壁的肌肉	(307)
第1节 腹前外侧壁	(221)	三、盆筋膜及间隙	(308)
一、皮肤	(221)	第2节 盆部的血管、淋巴及神经	(309)
二、浅筋膜	(221)	一、盆部的血管	(309)
三、腹肌	(221)	二、盆部的淋巴	(310)
四、筋膜	(222)	三、盆部的神经	(311)
五、壁腹膜	(223)	第3节 盆腔器官	(312)
六、腹前外侧壁的血管	(223)	一、直肠与肛管	(312)
七、腹前外侧壁的神经	(224)	二、膀胱	(314)
八、腹前外侧壁内面观	(225)	三、输尿管盆部与壁内部	(315)
九、腹股沟管	(225)	四、前列腺	(316)
第2节 腹后壁	(227)	五、输精管盆段、射精管及精囊	(317)
一、腹后壁的肌肉	(227)	六、子宫	(317)

七、卵巢及输卵管	(321)	二、下肢骨的连结	(380)
八、阴道	(326)	第2节 下肢肌	(385)
第4节 会阴	(327)	一、髂肌	(385)
一、肛区	(327)	二、大腿肌	(387)
二、尿生殖区	(329)	三、小腿肌	(388)
三、尿生殖区器官	(332)	四、足肌	(390)
第5节 盆部的断面解剖和正常影像学	(339)	第3节 下肢的血管、淋巴和神经.....	(391)
一、女盆断面解剖	(339)	一、下肢的血管	(391)
二、男盆断面解剖	(341)	二、下肢的淋巴	(394)
三、盆部的影像学检查方法	(343)	三、下肢的神经	(395)
四、盆部的正常影像学表现	(344)	第4节 下肢的局部解剖	(398)
第8章 上肢	(350)	一、臀部	(398)
第1节 上肢骨和骨连结	(350)	二、股前内侧区	(399)
一、上肢骨	(350)	三、腘窝	(400)
二、上肢骨的连结	(352)	四、踝部和足部	(401)
第2节 上肢肌	(356)	第10章 脑	(404)
一、上肢带肌	(356)	第1节 脑	(404)
二、臂肌	(357)	一、脑干	(404)
三、前臂肌	(358)	二、小脑	(418)
四、手肌	(361)	三、间脑	(421)
第3节 上肢的血管、淋巴和神经.....	(363)	四、端脑	(424)
一、上肢的血管	(363)	五、脑的被膜、脑血管及脑脊液循环	(430)
二、上肢的淋巴	(366)	第2节 脑神经	(435)
三、上肢的神经	(367)	第3节 内脏神经系统	(444)
第4节 上肢的局部解剖	(371)	一、内脏运动神经	(444)
一、腋窝	(371)	二、内脏感觉神经	(446)
二、肘前区	(372)	第4节 神经的传导通路	(447)
三、腕部	(373)	一、感觉传导通路	(447)
四、手部	(374)	二、运动传导通路	(450)
第9章 下肢	(378)	第5节 脑的正常影像学	(453)
第1节 下肢骨和骨连结	(378)	一、脑的影像学检查方法	(453)
一、下肢骨	(378)	二、脑的正常影像学表现	(453)

第 1 章 人体形态科学导论

第 1 节 绪 论

一、人体形态科学的定义和地位

人体形态科学是研究正常人体形态结构的科学,属于生物学中的形态学范畴。其任务是阐明人体各器官的形态、结构、位置、毗邻关系及其发生、发展的规律。通过人体形态科学的学习,认识、掌握和理解人体各系统各部位器官的形态结构特点及其相互间的关系。

人体形态科学与其他医学学科有密切的联系,只有在正确认识人体器官形态结构的基础上,才能判断和辨认正常与异常,区别生理与病理过程,才能在临床上进行正确的诊断和治疗。据统计,医学中应用的名词约有 1/3 来源于人体形态科学。因此,人体形态科学是医学课程中的重要组成部分,它不仅是医学基础课的基础,而且还是医学临床课的基础。它随着医学的发展而成长,同时也促进了医学的发展。在医学基础课一开始就首先学习人体形态科学,其目的就在于为学习其他基础医学和临床医学课程打下必要的理论基础。

二、人体形态科学的分科

人体形态科学由于研究的方法和目的不同,可分为解剖学、组织学和影像解剖学等分科。

解剖学主要用肉眼观察以描述人体的形态结构,又称巨视解剖学。由于研究角度、方法和目的的不同又分成若干门类。如按人体器官功能系统(如运动系统、消化系统、呼吸系统、神经系统等)阐述人体器官的形态构造的解剖学称系统解剖学;按人体的某一局部由浅入深研究其组成器官的形态以及相互位置关系的解剖学称为局部解剖学;从外科应用角度、研究人体形态结构的外科解剖学或应用解剖学;研究人体各局部或器官的断面形态结构的断面解剖学;分析研究人体运动器官的形态结构,提高体育运动效率的运动解剖学;研究个体生长发育、年龄变化的生长解剖学等。

组织学是主要以显微镜为观察手段研究人体器官、组织的微细结构的科学,又可称为微视解剖学。

影像解剖学是医学影像学的基础,通过各种成像技术使人体内部结构和器官形成各种影像,从而了解人体解剖与生理功能状况及病理变化,属于活体器官的视诊范围。

本教材是在系统解剖学概述的基础上,按背、头、颈、胸、腹、盆、四肢和脑等部位,来阐明每一个局部有关诸器官的位置、形态、毗邻、层次关系、组织学结构和影像所见等,是在医学教学改革中出现的将系统解剖学、局部解剖学、断面解剖学、组织学和影像解剖学内容整合为一体的新的整合教材。

三、学习人体形态科学的观点

学习人体形态科学必须运用形态与功能统一的观点、局部与整体统一的观点、进化发展的观点和理论密切联系实际的观点来观察和研究人体的形态结构,必须运用科学的逻辑思维,在分析的基础上,进行归纳综合,以期达到整体地、全面地掌握和认识人体各部的形态结构和特征。

(一) 形态与功能统一的观点

人体的各个器官都有固有的功能活动特点,如眼司视,耳司听等。形态结构是一个器官功能活动的物质基础;反之,功能的变化又能影响该器官形态结构的发展。因此,形态与功能是相互依存又互相影响的。一个器官的成型,除在胚胎发生过程中有其内在的因素外,还受出生后周围环境和功能条件的影响。认识和理解形态与功能相互制约的规律,人们可以在生理限度范围内,有意识地改变功能条件或增强功能活动(例如,加强锻炼,可使肌肉发达等),从而促进组织和器官的发展,达到增强体质、促进健康的目的。

(二) 局部与整体统一的观点

人体是一个完整的机体。虽然人体由许多各自执行不同功能的器官系统所构成,并可分为若干个局部,但是任何器官系统都是有机体不可

分割的组成部分,不可能离开整体而独立生存。局部可以影响整体,整体也可以影响局部。学习虽按系统或局部循序渐进地安排,但在学习任何器官系统的时候,都应该经常运用归纳综合的方法,注意局部与整体的联系,注意各器官系统或局部在整体中的地位,注意他们与其他部位的联系和相互影响,即注意从整体的角度来理解局部,借以更好地认识局部。反对局部与整体分离,只看局部不顾整体,只顾整体忽略局部的观点。

(三) 进化发展的观点

人类是由灵长类中古猿,在大约 50 万~100 万年前进化发展而来的。作为社会性的人,拥有劳动、语言、思维、阶级属性等,这是人类区别于其他动物的最根本特征。但是,作为自然界的人,人体的形态结构仍保留着与脊椎动物相类似的基本特点。从肉眼所见的器官、组织直到微观的细胞乃至分子水平,都反映了种系发生的一些类同关系。这些都说明人体经历了由低级到高级,由简单到复杂的演化过程。而且,有些类同关系在个体发生中也有所反映。在人体形态上有时出现一些变异或畸形,若从种系发生和个体发生过程加以探讨,常可发现这些形态异常或畸形只不过是返祖现象或胚胎发育不全。因此,学习人体形态科学应该运用发生、发展的观点,适当联系种系发生和个体发生知识,这样既学习了人体个体的由来、发展规律以及器官异常和畸形的理解,又使分散的、孤立的器官形态描述成为有规律性的、更加接近事物内在本质的科学知识,不断促进医学科学的充实和发展。

(四) 理论密切联系实际的观点

理论联系实际的原则,是进行科学实验的一项重要原则,学习人体形态科学更应遵循这个原则。人体形态科学是一门形态学。人体结构复杂,名词繁多,需要记忆的内容也比较多。所以在学习中要把理论和实际结合起来,把课堂讲授知识和书本知识与尸体标本和活体观察以及必要的临床应用联系起来;还要密切结合标本、模型和各种教具进行学习,以帮助记忆和加深立体印象。这样在学习中既有理论知识指导实践,又能在实践中验证理论,才能获得更完整的人体形态科学知识。

四、组织、器官、系统与人体的分部

人体是由无数微小的细胞有机组合构成的。

因此,细胞是构成人体形态结构和执行各种功能的基本单位,是一切生物进行新陈代谢、生长发育和繁殖分化的形态基础。形态相似和功能相关的细胞借助细胞间质结合起来构成的结构,称为组织。构成人体的组织有四种:上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。几种组织结合起来,共同执行某一特定功能,并具有一定的形态特点,即构成器官,如心、肺、肝、肾等。若干个功能相关的器官联合起来,共同完成某一特定的连续性生理功能,即形成系统。如口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠和消化腺等构成消化系统。食物经口裂进入人体,最终经肛门排除粪便;食物经受了物理性和化学性的消化过程,消化后的营养物质被吸收,食物残渣被排除,这就是消化系统所执行的功能。人体共由九大系统所组成,即运动系统、消化系统、呼吸系统、泌尿系统、生殖系统、内分泌系统、脉管系统、神经系统和感觉器。

虽然人体是由许多器官系统构成的,然而他们却共同组成一个完整统一的整体。各系统之间相互联系、相互影响、相互制约和相互依存,彼此协调,而不是彼此孤立的。这些器官系统在神经体液调节下既有分工、又有合作,共同完成统一的生命活动。

人体按部位可分为头部(又分为颅、面部)、颈部、背部、胸部、腹部、盆会阴部(后四部分称为躯干部)、上肢和下肢。上肢和下肢合称为四肢。

五、解剖学的基本术语

由于人体器官系统的结构复杂,要准确地描述人体方位、各部及各器官的形态、结构、位置和相互的毗邻关系,必须采用一种众所公认的解剖学姿势和术语,才能统一认识,避免混乱。学习形态科学时必须明确并牢记这些概念和术语。所谓解剖学姿势,即人体直立,面向前,两眼平视前方,两上肢下垂于躯干两侧,手掌向前,两足并立,足尖向前所成的姿势。

人体的结构基本上是两侧对称的。脊柱作为人体的中轴,居人体背侧正中线上。凡属于对称的器官结构均有左、右之分,如左、右上肢,左、右大脑半球,左、右肾,左、右迷走神经等。

(一) 人体的常用轴

按照解剖学方位,人体可有三种相互垂直的轴,即垂直轴、矢状轴和冠(额)状轴。这在描述某些结构的形态,特别是关节的运动方面是非常重要的(图 1-1)。



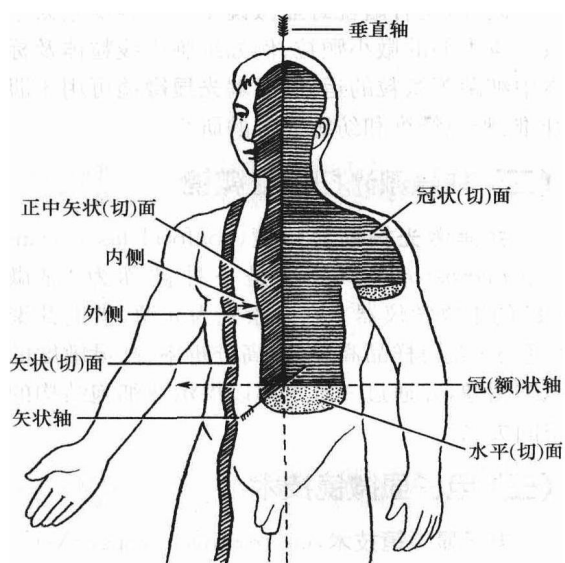


图 1-1 人体轴和面

1. **垂直轴** 即自上而下与地平面垂直,并与身体立姿势时的身体长轴平行的轴。
2. **矢状轴** 即自前(腹侧)向后(背侧),与水平面平行,并与人体长轴相垂直的轴。
3. **冠(额)状轴** 自右向左即通过身体两侧同高点的连线,与地平面平行,并与上述二轴相垂直的轴。

(二) 关系平面

在描述和观察人体器官的形态结构时,常需将其切成不同平面。按照上述三种轴,人体可以有三种相互垂直的(切)面,即矢状(切)面、冠状(切)面和水平(切)面(图 1-1)。

1. **矢状(切)面(sagittal plane)或纵切面** 是在前后方向上,按矢状轴,并与冠状面和水平面相垂直将人体或器官纵断为左、右二部的切面。若矢状面居于正中,将身体分为左、右面相等的两半,则称此面为**正中矢状(切)面(median sagittal plane)**。

2. **冠状(切)面(coronal plane)或额状(切)面** 是在左、右方向上,按冠状轴,并与矢状面和水平面相垂直将人体或器官纵断前、后二部的切面。

3. **水平(切)面(horizonatl plane)或横切面** 是与水平面平行,并与上述二平面相垂直将人体或器官横断为上、下二部的切面。

在描述个别器官的切面时,可以其自身的长轴为准,与其长轴为平行的切面称为纵切面,与长轴垂直的切面称为横切面。

(三) 方位术语

按照解剖学姿势,人们又规定了一些相对的方位名词,这些名词都是相应成对的,应用它们可以正确地描述各结构的相互位置关系。

凡距身体腹侧面近者为前(anterior)或腹侧(ventral),距背侧面近者则为后(posterior)或称背侧(dorsal)。叙述身体各部的高低时,应用上(superior, upper)和下(inferior, lower),或称颅侧(cranial)和尾侧(caudal)。靠近正中平面者为内侧(medial),远离正中平面者则为外侧(lateral)。内(internal)和外(external)是描述空腔器官相互位置关系的术语,近内腔者为内,远离内腔者为外。内、外与内侧和外侧是有显著区别的。浅(superficial)与深(profound)系指体内某点与体表间的距离关系而言,离体表皮近者为浅,远者为深,如浅静脉、深静脉。在叙述肢体的上、下端时,常采用近侧(proximal)和远侧(distal)等术语,凡靠近肢体附着端者为近侧,远离肢体附着端者则为远侧。前臂常用桡侧(radial)和尺侧(ulnar)来代替外侧和内侧,这与桡骨和尺骨的位置相当;小腿常用腓侧(fibular)和胫侧(tibial)来代替外侧和内侧,这与腓骨和胫骨的位置相当。

六、组织学的研究方法和技术

(一) 光学显微镜技术

1. **普通光学显微镜技术** 应用普通光学显微镜观察机体组织切片的微细结构是组织学研究的最基本技术。通常用的光学显微镜可放大 1500 倍左右,分辨率为 $0.2\mu\text{m}$ 。组织切片以石蜡切片最为常用。其制备的基本程序为:

(1) **取材与固定**:取人体或动物新鲜组织块,应力求小而薄(组织块厚度以不超过 0.5cm 为宜),立即投入甲醛等固定剂中进行固定,使组织中蛋白质迅速凝固,以保持生活状态下的组织结构。

(2) **脱水、透明与包埋**:把固定好的组织块经酒精脱水;经二甲苯透明后,再入已溶化的石蜡中浸透、包埋;制成有一定硬度的组织蜡块。在制作较大组织块(如眼球、睾丸等)的切片时,常用火棉胶包埋法。另外,为了较好地保存细胞内的酶活性,可快速使组织块冷冻变硬,用恒冷箱切片机制成冰冻切片后进行染色。

(3) **切片与染色**:用切片机将蜡块切成 5~

10 μm 厚的组织切片,贴于载玻片上,此切片为石蜡切片。切片脱蜡后进行染色。

(4) 封固:切片经脱水、透明,滴加中性树脂并覆以盖玻片封固,即可在光镜下观察,并长期保存。

组织学中最常用的染色方法是苏木精-伊红染色法,简称HE染色法。苏木精(hematoxylin)染液呈碱性,可使细胞核内的染色质及细胞质内的核糖体等结构染成蓝紫色,称嗜碱性;伊红(eosin)染液呈酸性,可使多数细胞的细胞质染成粉红色,称嗜酸性。

除HE染色外,还有多种染色方法。常用的碱性染料还有甲苯胺蓝、碱性品红等;酸性染料还有橘黄G、亮绿等。肥大细胞的胞质颗粒经甲苯胺蓝碱性染料染色后,不是呈现蓝色,而是呈紫红色,这种染色特性称为异染性。醛复红或地依红染液使组织内的弹性纤维染成紫色或棕褐色。有的组织成分经硝酸银处理时,可使硝酸银还原,形成银微粒附着在组织中呈棕黑色,该特性称为亲银性;有的组织结构成分,需加还原剂方能使硝酸银还原,形成棕褐色银微粒附着在组织结构上,这种性质称为嗜银性。

涂片、铺片、磨片标本的制备:涂片法是常用的一种方法,如常将血液、体液、培养细胞等直接涂于载玻片上制成涂片标本,干燥后进行固定、染色及封固。铺片法用于疏松结缔组织或肠系膜等,将其撕成薄片,铺于载玻片上,制成铺片标本。磨片法是用于坚硬组织的标本制作,如将骨和牙等坚硬组织,磨成薄的磨片标本进行观察。

2. 特殊显微镜术

(1) **相差显微镜**(phase contrast microscope):是用于观察生活细胞的形态结构及生长变化情况。活细胞常是无色透明的,细胞内各种结构间的反差很小,在普通光学显微镜下难以分辨其微细结构。相差显微镜的基本原理是把透过标本的可见光的相位差变成振幅差,从而使活细胞的不同结构出现显著的明暗反差,并具有立体感。若观察生长在培养瓶中的生活细胞,则需应用倒置相差显微镜。

(2) **荧光显微镜**(fluorescence microscope):是用于观察细胞、组织内荧光物质的分布。它是产生紫外线的光源,激发标本中荧光物质呈现出不同颜色的荧光,这是自发荧光,如维生素A呈绿色荧光。也可用荧光素或荧光染色法标记细胞内结构,通过观察荧光分布与强度来检测组织、细胞的结构成分的变化,探讨细胞的功能状态。

此外,还有暗视野显微镜用于观察反差太小或分辨力弱的微小颗粒,例如细胞内线粒体及标本中细菌等微粒的运动等;偏光显微镜可用于肌纤维、胶原纤维和纺锤体等的研究。

(二) 共焦激光扫描显微镜

共焦激光扫描显微镜(confocal laser scanning microscope, CLSM)是一种被称为“显微CT”的生物学仪器。它以激光为光源,借助共聚焦系统,获得样品高反差、高分辨率、高灵敏度的三维图像,并通过三维重建以揭示亚细胞结构的三维空间关系。

(三) 电子显微镜技术

电子显微镜技术(electron microscope, EM)是研究机体超微结构的重要手段。与光镜不同的是,电镜用电子束代替光束,用电磁透镜代替了玻璃透镜,并在荧光屏上成像,能获得极高的分辨率。常用的有透射电镜和扫描电镜。

1. **透射电镜术**(transmission electron microscope, TEM) 透射电镜是以电子束穿透标本经过聚焦与放大后成像,投射到荧光屏上进行观察。透射电镜的分辨率为0.1~0.2nm,放大倍数从几千倍~几十万倍。由于电子束穿透力弱,标本需制备成超薄切片(通常厚为50~80nm)。新鲜组织块要小(1mm³以内),常用戊二醛和锇酸进行双重固定、树脂包埋,再用超薄切片机切片,最后经醋酸铀和枸橼酸铅等进行染色,电镜下观察。

电子束投射到密度大的样品时,电子被散射的多,则投射到荧光屏上的电子少而呈暗像,称电子密度高;反之,则称为电子密度低。此外,如果观察0.5~6 μm 厚的切片,要用超高压电镜(high electron microscope, HVEM)可用于观察细胞骨架、线状溶酶体等立体超微结构。

2. **扫描电镜术**(scanning electron microscope, SEM) 扫描电镜是用极细的电子束在样品表面扫描,将产生的二次电子用探测器收集,经放大在荧光屏上显示样品(细胞、组织和器官)表面的立体构象。

冷冻蚀刻术(freeze etching) 突出的优点是能将生物膜从内部劈开,显示膜蛋微粒等内部特征。该技术是研究细胞膜相结构与功能的关系的重要手段。

冷冻断裂术(freeze cracking) 在扫描电镜下观察组织结构断面的立体图像,用于研究组织内部微细结构的相互关系。

(四) 组织化学和细胞化学技术

组织化学(histochemistry)和**细胞化学**(cytochemistry)技术的基本原理是在组织切片上或被检材料上,加一定试剂,使它与组织或细胞中待检物质发生化学反应成为有色沉淀物,用于显微镜观察;若为重金属沉淀,可以用电镜观察,称**电镜组织化学**。

1. 糖类 用于显示细胞、组织内的多糖和蛋白多糖的方法是**过碘酸-雪夫反应**(periodic acid Schiff reaction, PAS 反应)。基本原理是:糖被强氧化剂过碘酸(HIO_4)氧化后,形成二醛基;后者与 Schiff 试剂中的无色亚硫酸品红结合,形成紫红色反应产物。PAS 反应阳性部位即表示多糖和蛋白多糖的存在。

2. 酶类 细胞内含有多种酶,每一种酶可催化一定的化学反应。酶的显示法将具有酶活性的组织放入含有一定底物的溶液中孵育,底物经酶的作用形成初级反应产物,它再与某种捕捉剂反应,形成显微镜下可视性沉淀,即最终反应产物。反应产物越多,颜色越深,酶活性越强。

3. 脂类显示 脂类物质包括脂肪与类脂。标本可用甲醛固定、冷冻切片,用油红、苏丹Ⅲ、苏丹Ⅳ、苏丹黑 B、尼罗蓝等脂溶性染料染色;亦可用**铁酸**固定兼染色,脂类呈黑色。

4. 核酸显示法 显示 DNA 的传统方法为 Feulgen 反应。切片先经稀盐酸处理后,使细胞内 DNA 水解,打开 DNA 分子中脱氧核糖核酸和嘌呤碱之间的连接键,使其释放出醛基,再用 Schiff 试剂处理,形成紫红色反应产物。

如用甲基绿-派若宁反应,可同时显示细胞

内的 DNA 和 RNA,甲基绿与细胞核中的 DNA 结合呈蓝绿色,派若宁与核仁及胞质内的 RNA 结合呈红色。

(五) 免疫细胞化学技术

免疫细胞化学(immunocytochemistry)是根据抗原与抗体特异性结合的特点,用标记的抗体(或抗原)对细胞或组织内的相应抗原(或抗体)进行定位、定性、定量检测技术。如可检测细胞内某种多肽、蛋白质及膜表面抗原和受体等大分子物质的存在与分布。程序是用标记抗体与组织切片标本孵育,抗体则与细胞中相应抗原发生特异性结合,结合部位被标记物显示,则在显微镜下观察到该肽或蛋白质的分布。用**荧光素**(常用异硫氰酸, FITC)标记抗体,并于**荧光显微镜**下观察,称**免疫荧光术**。如抗体与**辣根过氧化物酶**(horseradish peroxidase, HRP)等结合,进行酶显示后,可在**光镜**或**电镜**观察,用于电镜者则称为**免疫电镜术**(immunoelectron microscopy)。此外,以**铁蛋白**标记抗体,称**铁蛋白标记法**,也能用于电镜下观察。

免疫细胞化学技术有**直接法**和**间接法**(图 1-2)。直接法是直接标记抗原的特异性抗体(又称**第一抗体**),将其孵育标本。间接法中,第一抗体不标记,标记的是**第二抗体**(抗第一抗体的抗体)。间接法敏感性较高。

近年来,免疫细胞化学各种新方法相继建立。单克隆抗体制备技术极大地提高了抗体的特异性和免疫染色的精确性。继 PAP 法之后所建立的**卵白素-生物素-过氧化物酶复合物法**(avidin-biotin-peroxidase complex method, ABC 法),至今仍然是广泛应用的一种方法。

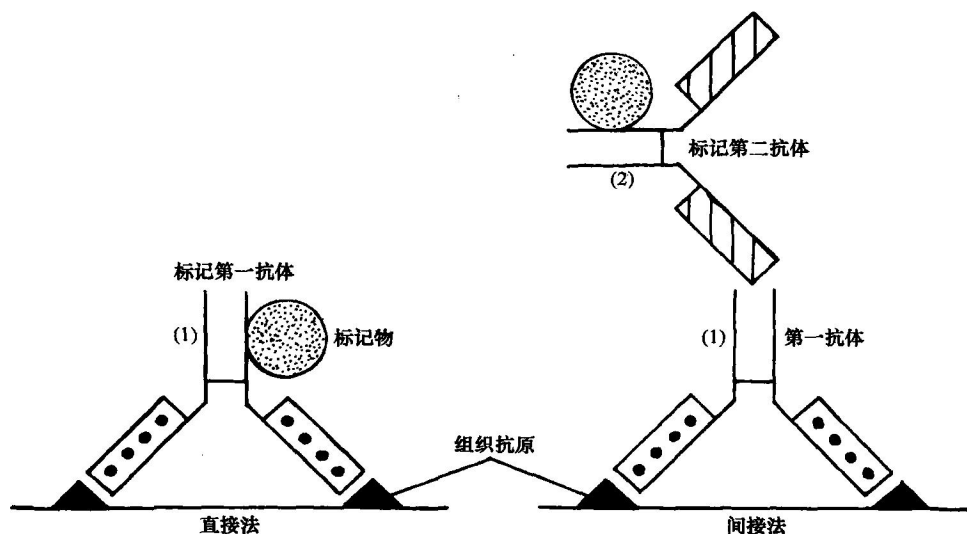


图 1-2 免疫细胞化学基本原理示意图
(1)、(2) 示反应顺序

(六) 放射自显影术

放射自显影术(autoradiography)旨在追踪某些物质在体内、组织或细胞中的分布与代谢途径。首先,将放射性核素标记的物质注入动物体内或加入培养基中,间隔一定时间后取材,制成标本(如切片),在暗室于标本的上面涂核乳胶,置暗处曝光;数日后,再经显影和定影处理,或经染色后光镜观察,在放射性核素标记物存在的部位,溴化银被还原成黑色的微细银颗粒,也可在电镜下观察,则称之为**电镜放射自显影术**。由此,可获知被检物质在机体、组织与细胞内的分布、数量及代谢途径。

(七) 原位杂交术

原位杂交(in situ hybridization, ISH)是用标记的 DNA 或 RNA 片段作为探针,在原位检测组织细胞内特定的 DNA 或 RNA 序列。根据所用探针的种类和靶核酸的不同,可分为 DNA-DNA、RNA-DNA、RNA-RNA 杂交。在光镜或电镜下观察靶核酸的存在与定位。标记物有两种:一种是放射性核素,如 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{32}P 、 ^{35}S 、 ^{125}I ,经放射自显影术处理后观察,另一种为非放射性物质,如地高辛等。原位杂交是目前研究不同细胞群中 DNA 和 RNA 细胞定位的唯一方法。

(八) 组织培养术和组织工程

组织培养(tissue culture)把生物体内取得的组织或细胞置于体外的模拟体内生理环境,在一定的培养条件下使之生存、生长、增殖或传代的技术,别称为组织培养、细胞培养。培养条件包括适宜的培养基、 O_2 、 CO_2 、生长因子、血清、pH、渗透压与温度,还需严格的无菌条件。可在倒置相差显微镜下直接观察生活细胞的运动、增殖、分化、吞噬等动态变化,并可用显微摄像、显微摄影或显微录像等真实记录生活细胞连续变化的过程。

组织工程(tissue engineering)是利用组织细胞培养术在体外模拟构建机体组织或器官的技术,旨在用于组织修复和器官移植。目前,组织工程技术已开展了许多人造组织和器官的研制,如皮肤、软骨、骨、肌腱、角膜、神经、血管、气管等,其中组织工程化皮肤和软骨已成功地应用于临床。

(九) 组织和细胞化学定量术

1. **显微分光光度术** 是应用显微分光光度

计(microspectrophotometer)对组织和细胞内化学成分进行定量分析的技术。其基本原理是细胞内某种物质的含量不同,其染色反应的深浅不一,对一定波长的光吸收也不同,可通过测定其光密度值(OD值)进行定量分析比较。

2. **形态计量术** 形态计量术(morphometry)是运用数学和统计学原理对组织和细胞内各种成分的数量、体积、表面积等的相对值与绝对值的测量,其中以研究组织和细胞内某种结构的三维立体结构的研究称体视学 stereology。应用图像分析仪(image analyzer)可进行组织、细胞三维结构及定量分析的研究;组织化学和免疫细胞化学染色、荧光素染色、放射自显影以及原位杂交等标本,均可用其来测定其光密度值进行定量分析。

3. **流式细胞术** 流式细胞术(flow cytometry, FCM)是应用流式细胞仪进行细胞定量分析研究和细胞分类研究的新技术。将细胞悬液应用荧光素染色后,使其通过流式细胞仪,该仪器能精确地计数荧光强度不同的细胞,并能使荧光强度不同的细胞向不同方向偏离,分别收集,以达到收集不同类别细胞的目的。流式细胞术用以研究细胞周期中各时相细胞的比例、细胞凋亡、细胞内 DNA、RNA 含量分析;广泛应用于细胞动力学、免疫学、血液学和肿瘤学等方面的研究。

七、影像学导论

影像诊断学是医学的重要课程之一,而影像解剖学是影像诊断学的重要组成部分,是利用各种成像手段显示人体解剖结构,为疾病时的异常影像变化提供影像基础。现代医学的临床诊断工作,除了询问病史和以视、触、叩、听为基础的体检之外,还要采用其他检查方法,如实验室检查、影像检查和病理组织检查等,以便尽早做出正确诊断。

影像学检查是一种特殊的检查方法,它是借助于不同成像手段使人体内部器官和结构显出影像,从而了解人体解剖与生理功能状况以及病理变化,以达到诊断目的。它是一种特殊的“视诊”,可以“看到”人体内部解剖结构。如“脑、脊髓、心肺、胃肠道”等,以及部分生理功能的变化,是观察活体器官和组织形态及功能最好的方法,因此它有特殊的诊断价值。

影像诊断学是一门年轻的临床学科,自1895年伦琴(Röntgen)发现X线不久就被用于人体检查,进行疾病诊断,从而形成放射诊断学

新学科,并奠定了影像医学的基础。20世纪50年代到60年代开始应用超声与核素扫描进行人体检查,出现了超声成像(ultrasonography)和闪烁成像(γ -scintigraphy);70年代以后又相继出现了计算机体层成像(X-ray computed tomography, X-ray CT或CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)和发射体层成像(emission computed tomography, ECT),70年代后在影像诊断基础上,在影像工具的监视下,从病变区采集标本对某些疾病进行治疗迅速兴起,形成了介入放射学。本世纪初出现的影像融合技术如集形态与功能成像于一体的PETCT等,形成了包括放射诊断在内的影像诊断学。分子影像学(molecular imaging)也在研究中,影像诊断学的发展还有很大潜力。

所有影像诊断工作的进行都以影像解剖学为基础,所以了解各种影像成像方法、熟悉各种影像特点,可以更好地掌握人体形态学知识,为疾病的诊断和治疗提供更多信息。

(一) X线成像

1. X线的发现和特性 X线是德国物理学家伦琴(Wilhelm Conrad Röntgen)在1895年11月8日发现的。当时,他在暗室内用高电压电流通过低压气体的可克鲁克斯管(Crookes' tube)作阴极射线研究时,偶然发现克鲁克斯管附近一块表面涂有铂氰化钡结晶的纸板上发生荧光。后来研究发现,这种荧光是由高电压电流通过克鲁克斯管时产生的一种看不见的新射线所引起。这种射线能穿透普通光线所不能穿透的纸板,并能作用于荧光屏产生荧光。当伦琴将手放在管和荧光屏之间时,在荧光屏上看到肌肉透亮,而骨骼则为黑影;他还发现这种新射线具有摄影作用,可把手放在照相板上摄成照片。由于不明了这种射线的性质,所以伦琴把这种射线称为X线,科学界又称之为伦琴线。

X线是波长很短的电磁波,以光的速度沿直线前进,波长范围为 $0.0006\sim 50\text{nm}$,是由高速运行的电子群撞击物质突然被阻时产生的,X线产生必须具备三个条件:①自由活动的电子群。②电子群以高速运行。③电子群在高速运行时突然受阻。X线诊断用的X线波长范围为 $0.008\sim 0.031\text{nm}$,在电磁辐射谱中,居 γ 射线与紫外线之间,X线具有以下几方面与X线成像相关的特性:

(1) **穿透性**:X线波长很短,具有很强的穿透力,并在穿透过程中受到一定程度的吸收。X

线穿透力与X线管电压密切相关,电压愈高,产生的X线波长愈短,穿透力愈强,另外与被照体的密度和厚度相关。X线穿透性是X线成像的基础。

(2) **荧光效应**:能激发荧光物质(如硫化锌镉及钨酸钙等),使其产生肉眼可见的荧光,是进行透视检查的基础。

(3) **摄影效应**:X线可以使涂有溴化银的胶片感光,产生潜影,经显、定影处理,感光的溴化银离子被还原成金属银,并沉淀于胶片的胶膜内,在胶片上呈黑色,未被感光的银离子被冲洗掉而显出胶片的透明本色,不同程度的感光从而产生不等的黑白影像。摄影效应是X线摄影的基础。

(4) **电离效应**:当X线穿透任何物质而被吸收时,都将产生电离作用,是放射治疗和放射防护的基础。

2. X线影像形成原理和密度

(1) **X线影像形成原理**:X线影像形成需要具备三个基本条件:①X线具有一定穿透力。②被摄物体存在密度和厚度差异。③具备显像过程(荧光透视、照片等)。

(2) **物质密度和影像密度**:在成像过程中,物质密度影响组织密度,决定影像特征,组织密度越高,X线吸收率越多,影像在照片上呈白色(高密度);组织密度低,X线吸收率低,照片上越呈黑色(低密度)。

(3) **对比**:根据组织密度的差别,人体可概括分为骨骼、软组织(包括液体)、脂肪和体内的气体四类。这种由人体不同组织间天然存在的密度差异所产生的对比叫天然对比(图1-3 A),胸部是人体天然对比最好的部位;当人体内组织器官之间缺乏天然对比,人为地将对比剂导入体内,增大密度差别,这种方法叫人工对比或造影(图1-3 B),消化道造影(钡餐透视、钡灌肠等)检查是人工对比应用最广泛的部位。

3. X线检查方法

(1) **普通检查**:①透视:运动状态(呼吸、心跳、胃肠蠕动等)的观察、介入等影像监视用。②摄影:二维成像,重叠的影像,但信息量大。

(2) **特殊检查**:①体层摄影。②荧光摄影。③放大摄影。④高千伏摄影。⑤软X线摄影。⑥立体摄影。⑦其他:记波、硒静电X线摄影。

(3) **造影检查**:①直接导入法:向自然腔隙内导入对比剂的方法,如:胃肠钡餐透视、血管造影等。②生理积聚:依靠对比剂的生理吸收与排泄,如:静脉肾盂造影、口服胆囊造影等。临床常

用的 X 线对比剂分两种：阴性造影剂即低于周围组织密度的造影剂，如 CO_2 、空气等；阳性造影剂即高密度对比剂，临床常用的包括：钡剂-纯硫

酸钡、碘剂（油脂类、水制剂）碘对比剂包括离子型和非离子型。

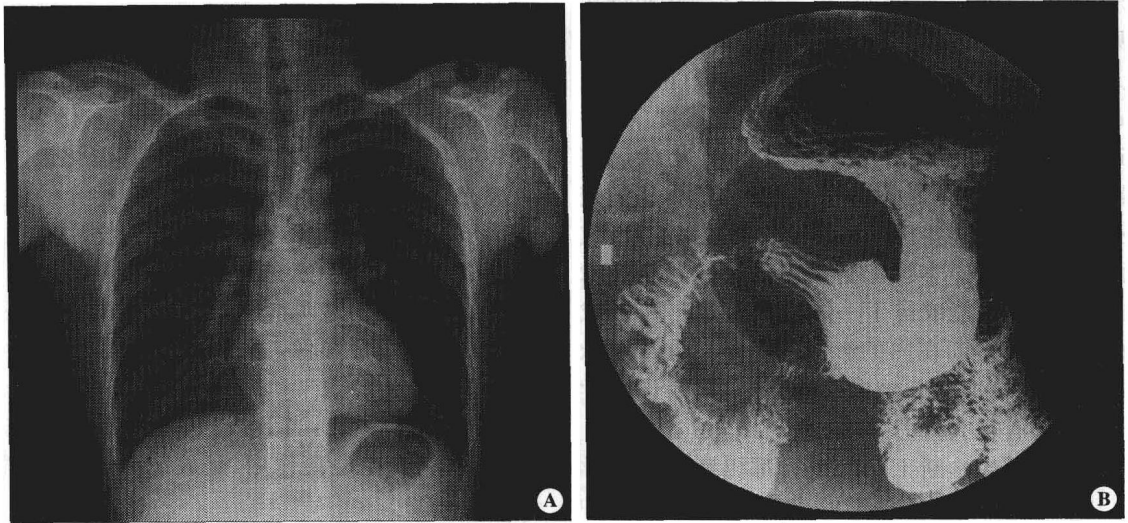


图 1-3 自然对比与人工对比
A. 自然对比(胸部正位像); B. 人工对比(胃肠透视)

4. X 线检查中的防护

(1) 保护自己：避免直接暴露在射线下；进入有放射线的环境内，必须有防护措施；尽量远离放射源（放射线与距离成 3 次方衰减）；避免一切不必要的曝线。

(2) 保护患者：避免不必要的检查；小儿、妇女注意性腺的防护；怀孕妇女尽量避免 X 线检查。

(二) 计算机体层成像

计算机体层成像 (computed tomography, CT) 是 1969 年 Hounsfield 设计成功的，于 1972 年公之于世。CT 不同于 X 线成像，它是 X 线束对人体进行层面扫描，取得信息后，经计算机处理而获得的重建图像，所显示的是断面解剖图像，其密度分辨率明显优于 X 线图像。

1. CT 成像基本原理 CT 是用 X 线束对人体某部分一定厚度的层面进行扫描，由探测器接收透过该层面的 X 线，转变为可见光后，由光电转换器转变为电信号，再经模拟/数字转换器转为数字，输入计算机处理。图像形成的处理有如对选定层面分成若干个体积相同的长方体，称为**体素**，扫描所得信息经计算而获得每个体素的 X 线衰减系数或吸收系数，再排列成矩阵，即数字矩阵。经数字/模拟转换器把数字矩阵中的每个数字转为由黑到白不等灰度的小方块，即**像素**，并按矩阵排列，即构成 CT 图像。

所以，CT 图像是由一定数目像素组成的灰阶图像，是数字图像，是重建的断层图像。每个体素 X 线吸收系数可通过不同的数学方法算出，不在此赘述。CT 设备包括普通 CT、螺旋 CT 及电子束 CT。

2. 图像特点 CT 图像是由一定数目从黑到白不同灰度的像素按矩阵排列所构成的灰阶图像。这些像素反映的是相应体素的 X 线吸收系数。不同 CT 装置所得图像的像素大小及数目不同。大小可以是 $1.0\text{mm} \times 1.0\text{mm}$ 、 $0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ 不等；数目可以是 512×512 或 1024×1024 不等。像素越小，数目越多，构成的图像越细致，即空间分辨力越高。CT 图像与 X 线图像所示的黑白影像一样，黑影表示低吸收区，即低密度区，如肺部；白影表示高吸收区，即高密度区，如骨骼。但是 CT 与 X 线图像相比，CT 的密度分辨率高，因此，人体软组织的密度差别虽小，也能形成对比而成像。所以，CT 可以更好地显示由软组织构成的器官，如脑、脊髓、纵隔、肺、肝、胆、胰以及盆部器官等，并在良好的解剖图像背景上显示出病变的影像。与 X 线图像不同的是，不仅以不同灰度显示其密度的高低，还可用组织对 X 线的吸收系数说明其密度高低的程度，具有一个量的标准。实际工作中，不用吸收系数，而换算成 CT 值，用 CT 值说明密度，单位为 HU (hounsfield unit)。水的 CT 值为 0HU，人体中密度最高的骨皮质吸收系数最