

影象解剖学

IMAGING ANATOMY

朱元业 主编



上海医科大学出版社

R813
ZYY

影像学解剖学

YH123/14

主 编 朱元业

副主编 赵世鸿

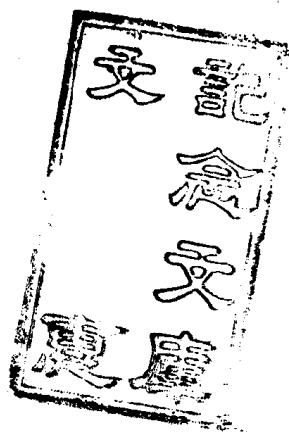
编 者 崔建华 徐 凯

赵世鸿 朱元业

审 阅 朱治远 王 绪

王平宇

绘 图 韩继新



A0278738

上海医科大学出版社

(沪)新登字 207 号

责任编辑 沈 玲
封面设计 严智敏

影 象 解 剖 学

主编 朱元业

上海医科大学出版社出版发行

上海市医学院路 138 号

邮政编码 200032

新华书店上海发行所经销

江苏省句容县排印厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 12 字数 292 000

1995 年 2 月第 1 版 1995 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—5 000

ISBN 7-5627-0247-0/R·231

定价: 15.00 元

内 容 提 要

本书包括总论、器官组织的影像解剖学概述、四肢、脊柱与脊髓、头面部、颈胸部、腹盆部等七章。各章分节介绍解剖学概述、X线解剖、CT解剖、MRI解剖、超声解剖和核素显象等基本内容，书中选配插图 229 幅。全面展示正常人体结构的影像特征。具有简明、通俗、科学、实用等特点。

本书主要读者对象为医学院校的学生，特别适合医学影像学专业教学之用。影像解剖学作为影像诊断学的基础学科，本书也可作为低年资各科医生的参考书。

前言

影象解剖学是人体解剖学的一个特殊分科,是医学影象诊断和治疗的基础学科,是X线解剖学的进一步充实和发展。熟练地掌握影象解剖学的知识对疾病诊断和治疗具有重要的意义。鉴于目前国内医学影象学专业尚无适合不同层次要求的教材问世,作者在参考国内外有关书籍和文献的基础上,结合教学实践,以原讲义为基础,编写了这本《影象解剖学》。其目的一是为了满足教学的急需,二是以此推动这一学科的进一步发展。

本书从临床应用的角度出发,以强化基本理论、基础知识为指导思想,按人体局部分章。全书共分总论、器官组织的影象解剖学概述、四肢、脊柱与脊髓、头面部、颈胸部、腹盆部等七章。每章分节介绍该局部的解剖学概述、X线解剖、CT解剖、MRI解剖、超声解剖和核素显象等基本内容。每章末均附有若干思考题,供读者复习使用。为了使读者能够对各种成像方法优化选择或综合应用,在注意科学性、系统性的基础上,从比较影象学的角度考虑,在各章具体内容安排上,着重介绍常规普通X线解剖和普及较广泛的CT解剖,力求实用。本书还选配线条插图229幅,以求图文并茂,便于读者自学。

在本书的编写过程中,得到了许多专家的精心指点和领导、同仁们的大力支持。特别应当提到的是国内外许多佳作,为本书提供了极有价值的参考资料,谨表谢意。本书完稿之时正值盛夏高温之季,殷崇泉、韩继新和王长贵同志为清稿和绘图工作付出了艰辛的劳动,借此谨致衷心的感谢。

由于作者水平所限,缺点错误之处,希望读者在使用中提出宝贵意见,以便日后修改完善。

编者

1994.7

目 录

第一章 总论..... 1

第一节 人体影像解剖学简介..... 1

第二节 影像解剖学的应用原理和特点..... 1

一、X线成象..... 1

(一) X线的特性和作用..... 1

(二) 普通X线解剖的应用原理和特点..... 1

(三) X线计算机体层摄影应用原理和特点..... 3

二、超声成象..... 5

(一) 超声成象的原理和分类..... 5

(二) 超声影像解剖的特点..... 5

三、磁共振成象应用原理和特点..... 5

(一) 磁共振成象的应用原理..... 5

(二) 磁共振影像解剖的特点..... 6

四、影像解剖学的展望..... 7

第三节 影像解剖学的常用技术..... 7

一、X线解剖常用技术..... 7

(一) 透视..... 7

(二) 摄片..... 7

(三) 造影..... 7

(四) CT 影象的常用技术..... 7

二、超声影像解剖常用技术..... 8

(一) 静态扫描..... 8

(二) 实时扫描..... 8

三、磁共振影像解剖常用技术..... 8

(一) 磁共振信号的处理再建..... 8

(二) 磁共振多层面技术..... 8

(三) 特殊磁共振技术..... 8

第四节 标准体位和常用术语..... 9

一、标准体位..... 9

(一) X线投照的体位..... 9

(二) CT、MRI 扫描的标准体位和切面..... 9

(三) 超声影象的标准体位和切面..... 9

二、影像解剖学常用术语..... 10

第二章 器官组织的影像解剖学概述..... 11

第一节 骨与关节..... 11

一、骨与关节的解剖学..... 11

(一) 骨的解剖学..... 11

(二) 关节的解剖学..... 12

二、骨与关节的影像解剖学..... 12

(一) 骨与关节的X线解剖学..... 12

(二) 骨的放射性核素成象..... 17

第二节 软性器官组织..... 18

一、软性器官组织的解剖学..... 18

(一) 肌组织..... 18

(二) 脂肪和骨髓..... 18

(三) 心和血管..... 18

(四) 脏器..... 18

二、软性器官组织的影像解剖学特征..... 18

(一) 肌肉组织..... 18

(二) 脂肪组织和骨髓..... 19

(三) 心和血管..... 19

(四) 脏器..... 19

第三章 四肢..... 20

第一节 四肢的解剖学概述..... 20

一、上肢的解剖学..... 20

(一) 上肢骨与关节..... 20

(二) 上肢的脉管..... 21

(三) 上肢的其他软组织..... 21

二、下肢的解剖学..... 21

(一) 下肢骨与关节..... 21

(二) 下肢的脉管..... 22

(三) 下肢的其他软组织..... 22

第二节 上肢的影像解剖学..... 22

一、上肢骨及骨连结的影像解剖..... 22

(一) 上肢骨与关节的X线解剖..... 22

(二) 上肢骨与关节的核素显影..... 28

二、上肢脉管的影像解剖..... 28

(一) 上肢的动脉..... 28

(二) 上肢的静脉·····	28	(二) 椎管空气造影的侧位片象·····	49
(三) 上肢的淋巴·····	29	(三) 髓核造影·····	50
三、上肢其他软组织的影象解剖·····	29	二、脊髓的血管造影·····	50
四、上肢重要层面的 CT 解剖·····	29	第四节 脊柱的 CT、MRI 解剖学·····	50
(一) 第二胸椎体层面·····	30	一、脊柱的 CT 解剖·····	50
(二) 上臂中段·····	30	(一) 颈椎颈 ₃ 段层面·····	50
(三) 前臂中段·····	30	(二) 颈椎颈段椎间盘层面·····	51
(四) 腕中部层面·····	31	(三) 脊柱胸段层面·····	51
第三节 下肢的影象解剖学·····	31	(四) 脊柱腰段层面·····	52
一、下肢骨及骨连结的影象解剖·····	31	(五) 脊柱腰段椎间盘层面·····	52
(一) 下肢骨与关节的 X 线解剖·····	31	(六) 脊柱骶段层面·····	52
(二) 下肢骨与关节的核素显象·····	37	二、脊柱的 MRI 解剖·····	53
二、下肢脉管的影象解剖·····	37	(一) 颈椎矢状面 MRI 解剖·····	53
(一) 下肢的动脉·····	37	(二) 胸椎矢状面 MRI 解剖·····	54
(二) 下肢的静脉·····	38	(三) 腰椎矢状面 MRI 解剖·····	54
(三) 下肢的淋巴·····	38		
三、下肢其他软组织的 X 线影象解剖·····	39	第五章 头面部·····	56
四、下肢重要层面的 CT 解剖·····	39	第一节 颅骨与脑、脑的保护营养装置解剖学概述·····	56
(一) 髋关节层面·····	39	一、头颅骨的解剖学·····	56
(二) 大腿中上段层面·····	40	(一) 脑颅骨·····	56
(三) 膝关节层面·····	40	(二) 面颅骨·····	56
(四) 小腿上段层面·····	41	二、脑及保护营养装置解剖学·····	56
		(一) 脑·····	56
第四章 脊柱与脊髓·····	43	(二) 脑的被膜、脑室、脑池·····	57
第一节 脊柱与脊髓的解剖学概述·····	43	(三) 脑血管·····	57
一、脊柱骨与骨连结的解剖学·····	43	第二节 头颅骨的 X 线解剖·····	58
(一) 椎骨及其连结·····	43	一、脑颅骨的 X 线解剖·····	58
(二) 椎管·····	43	(一) 颅盖骨的 X 线解剖·····	58
(三) 脊柱的整体观·····	43	(二) 颅底骨的 X 线解剖·····	60
二、脊髓的解剖学·····	44	(三) 脑颅骨的 X 线测量·····	61
(一) 脊髓的外形和被膜·····	44	二、面颅骨的 X 线解剖·····	62
(二) 脊髓的血管·····	44	(一) 眼眶的 X 线解剖·····	62
第二节 脊柱的 X 线解剖学·····	44	(二) 鼻腔和鼻窦的 X 线解剖·····	62
一、各部椎骨的 X 线解剖·····	44	(三) 口腔的 X 线解剖·····	63
(一) 颈椎的 X 线解剖·····	44	三、婴幼儿颅骨的 X 线解剖·····	63
(二) 胸椎的 X 线解剖·····	46	(一) 婴幼儿脑颅骨的 X 线解剖·····	63
(三) 腰椎的 X 线解剖·····	47	(二) 婴幼儿面颅骨的 X 线解剖·····	63
(四) 骶骨、尾骨的 X 线解剖·····	48	第三节 脑及保护营养装置的 X 线解剖·····	64
二、椎管的测量·····	48	一、脑室系统的 X 线解剖·····	64
第三节 脊髓造影的 X 线解剖学·····	49	(一) 侧脑室的 X 线解剖·····	64
一、椎管内造影·····	49	(二) 第 3 脑室的 X 线解剖·····	65
(一) 碘苯酯和碘水造影的正、侧位象·····	49	(三) 中脑水管的 X 线解剖·····	65

(四) 第4脑室的X线解剖.....65	(二) 胸壁软组织.....85
(五) 脑室径线的测量.....66	二、胸膜与胸膜腔.....85
二、脑膜的X线解剖.....66	(一) 胸膜.....85
(一) 蛛网膜下隙的X线解剖.....66	(二) 胸膜腔.....85
(二) 硬膜下积气的X线解剖.....68	三、咽、食管、喉、气管.....85
三、脑血管造影的X线解剖.....68	(一) 咽.....85
(一) 颈内动脉造影.....68	(二) 食管.....85
(二) 椎动脉造影.....70	(三) 喉.....86
四、颅脑的CT解剖.....72	(四) 气管.....86
(一) 颅脑CT解剖影像特征.....72	四、支气管和肺.....86
(二) 颅脑CT轴位主要层面的解剖.....72	(一) 支气管.....86
(三) 造影增强CT图象.....76	(二) 肺.....86
第四节 颅脑MRI解剖.....76	五、纵隔和膈.....88
一、颅脑组织的影像信号特征.....76	(一) 纵隔解剖.....88
二、颅脑冠状面MRI主要层面解剖.....77	(二) 膈.....89
(一) 视交叉层面.....77	六、心脏和大血管.....89
(二) 垂体层面.....77	(一) 心脏.....89
(三) 丘脑下部层面.....77	(二) 大血管.....90
(四) 松果体层面.....78	第二节 颈胸部X线解剖.....90
三、颅脑矢状面MRI解剖.....78	一、胸壁和呼吸器的X线解剖.....90
(一) 正中矢状面.....78	(一) 胸壁的X线解剖.....90
(二) 丘脑层面.....79	(二) 咽、喉、气管和支气管的X线解剖.....92
第五节 颅脑的超声解剖.....79	(三) 肺的X线解剖.....98
一、颅脑声象图的方位和特点.....79	(四) 胸膜的X线解剖.....103
二、颅脑的中线结构和中线波图.....80	二、纵隔和膈肌的X线解剖.....105
(一) 中线结构.....80	(一) 食管的X线平片和造影.....105
(二) 中线波图.....80	(二) 心脏和大血管的X解剖.....107
三、脑室的超声测量.....80	(三) 纵隔整体X线解剖.....117
四、婴幼儿脑的声象图.....81	(四) 膈肌的X线解剖.....119
(一) 冠状断面超声图.....81	第三节 颈胸部超声解剖.....119
(二) 矢状断面超声图.....82	一、甲状腺超声解剖.....119
(三) 旁正中矢状断面超声图.....82	二、乳腺超声解剖.....120
第六节 核素显象在中枢神经系统中的	三、胸膜、肺和纵隔超声解剖.....120
应用.....83	四、心脏超声解剖.....120
一、核素脑血管造影.....83	(一) 心脏超声解剖的标准断面.....120
二、核素的脑显象.....83	(二) 心脏诸结构的超声断面解剖.....121
三、核素的脑脊液显象.....83	第四节 颈、胸部主要层面的CT、MRI
四、脑单光子发射计算机断层.....83	解剖.....124
第六章 颈胸部.....85	一、颈胸部主要层面的CT解剖.....124
第一节 颈胸部解剖学概述.....85	(一) 甲状腺的CT解剖.....124
一、胸壁.....85	(二) 鼻咽部CT解剖.....125
(一) 胸廓.....85	(三) 喉的CT解剖.....125

(四) 胸部 CT 解剖.....	126	(二) 肾上腺的 X 线解剖.....	154
二、胸部 MRI 解剖.....	133	(三) 输尿管造影的 X 线解剖.....	155
(一) 胸部 MRI 综合影像.....	133	(四) 膀胱的 X 线解剖.....	155
(二) 胸部 MRI 断面影像.....	134	(五) 尿道的 X 线解剖.....	156
三、胸部核素显象.....	135	(六) 男性生殖系统的 X 线解剖.....	156
(一) ^{201}Tl 心肌显象.....	135	(七) 女性生殖系统的 X 线解剖.....	157
(二) 心肌 SPECT 显象.....	135	第三节 腹盆腔超声解剖.....	158
(三) 肺灌注显象.....	135	一、肝、胆、胰的超声解剖.....	158
第七章 腹盆部.....	137	(一) 肝脏超声解剖.....	158
第一节 腹盆部的解剖学.....	137	(二) 胆囊及胆道超声解剖.....	164
一、消化管的解剖学.....	137	(三) 胰腺的超声解剖.....	164
(一) 胃的解剖.....	137	二、泌尿生殖器的超声解剖.....	165
(二) 十二指肠的解剖.....	137	(一) 肾脏超声解剖.....	165
(三) 空回肠的解剖.....	138	(二) 膀胱的超声解剖.....	166
(四) 大肠的解剖.....	138	(五) 女性盆腔及内生殖器超声	
二、肝、胆、胰、脾的解剖学.....	138	解剖.....	166
(一) 肝的解剖.....	138	第四节 腹盆部主要层面的 CT、MRI	
(二) 胆囊和胆道的解剖.....	139	解剖.....	168
(三) 胰的解剖.....	139	一、腹盆部主要层面的 CT 解剖.....	168
(四) 脾的解剖.....	139	(一) 肝脏的 CT 解剖.....	168
三、泌尿生殖系统的解剖学.....	139	(二) 胰腺的 CT 解剖.....	170
(一) 肾的解剖.....	140	(三) 肾脏、肾上腺的 CT 解剖.....	171
(二) 输尿管的解剖.....	140	(四) 盆腔的 CT 解剖.....	172
(三) 膀胱的解剖.....	140	二、腹部 MRI 解剖.....	174
(四) 尿道的解剖.....	140	(一) 腹部 MRI 综合影像.....	174
(五) 输精管、射精管和精囊腺的		(二) 腹部 MRI 主要层面解剖.....	175
解剖.....	141	三、盆腔 MRI 解剖.....	175
(六) 输卵管和子宫的解剖.....	141	(一) 盆部 MRI 综合影像.....	175
第二节 腹盆部的 X 线解剖.....	142	(二) 男性盆腔 MRI 主要层面解剖	
一、消化器的 X 线解剖.....	142		176
(一) 胃造影的 X 线解剖.....	142	(三) 女性盆腔 MRI 主要层面解剖	
(二) 小肠的 X 线解剖.....	145		176
(三) 大肠的 X 线解剖.....	147	第五节 腹腔脏器的放射性核素显象.....	177
(四) 肝、胆、胰的 X 线解剖.....	149	一、肝脏的显象方法和解剖.....	177
二、脾的 X 线解剖.....	152	(一) 肝平面显象解剖.....	177
(一) 脾的平片象.....	152	(二) 肝 SPECT 显象解剖.....	177
(二) 脾的气腹造影像.....	152	二、肾的显象方法和解剖.....	178
三、泌尿生殖系统的 X 线解剖.....	152	(一) 肾动态显象.....	178
(一) 肾的 X 线解剖.....	152	(二) 肾静态显象解剖.....	178
		参考文献.....	179

第一章 总 论

医学影像学(Medical Imaging)是利用现代放射学、微电子学、电子计算机、图象处理等最新成就,用于诊断、治疗疾病的学科。现代医学成像技术飞速发展,无论是普通X线、核素、超声还是X线计算机体层摄影、磁共振成像等技术,影象的密度分辨率与空间分辨率无不日益改进,可以更清晰地展示人体的器官结构,为诊断和治疗疾病提供有利条件。

第一节 人体影象解剖学简介

人体影象解剖学(Imaging Anatomy)是利用各种医学影象技术来研究正常人体器官结构图象的学科,它是人体解剖学的一个分支,又是临床医学影象诊断、治疗的基础学科。要正确地掌握医学影象学,必须具备人体解剖学和人体影象解剖学的基本知识,方能有效地摄取和准确地辨识人体影象图片。影象技术种种不一,显示影象各有特色,如X线平片显示的是局部器官的重叠影象;X线计算机体层摄影、磁共振成像显示的是断面上的器官配布影象;超声和数字减影技术则可获得器官的动态图象和血管分布情况等等。

影象解剖学不仅能观察到人体的较大结构,而且利用某些技术可显示一般解剖难以看到的微细结构或者内部构造。因此,学习人体影象解剖学在现代医学影象诊断、治疗和科学研究中有广阔的应用前景。

第二节 影象解剖学的应用原理和特点

一、X 线 成 象

(一) X线的特性和作用

X线是一种波长很短的电磁波,具有以下特性和作用。

1. 物理效应 包括①穿透性:X线对低原子量的物质穿透性较强,对原子序数较高的物质(如铁、铅等)则难以穿透;②荧光作用:X线照射某些荧光物质(钨酸钙等)时,可激发或使其电离产生可见的荧光,透视用的荧光屏就是利用这一原理;③电离作用:足够能量的X线光子,可使空气分子分解为正、负离子;测量空气中的电离程度,可测定X线照射量。

2. 化学效应(感光作用) X线能使胶片上的溴化银感光,经显影处理分解为黑色的银粒和溴化物,定影后,银粒收敛硬化固定在胶片上,溴化物则被溶去,X线胶片上呈现黑白不同的影象。

3. 生物效应 X线是电离辐射。细胞特别是增殖性细胞,经一定量照射后,可以产生抑制甚至破坏作用,这便是放射治疗的根据。X线对正常人体也有一定损害,需注意防护。

(二) 普通X线解剖的应用原理和特点

1. 普通X线解剖(Radioanatomy)的应用原理

(1) 物质对 X 线的吸收: 当 X 线通过物质时, 部分被物质吸收。不同物质吸收 X 线的量不同, 其吸收量①与物质密度成正比; ②与物质厚度成正比; ③与 X 线的波长成正比。而 X 线穿透力与波长成反比。

(2) 天然对比和人工对比: 人体各组织结构密度不同, 吸收 X 线的量各异, 在 X 线胶片或荧光屏上显示黑白不同的阴影。利用这种天然黑白对比可显示人体多种解剖结构。但是, 许多器官和脉管由密度接近的软组织和体液组成, 单靠天然对比不能显示, 必须采用人工方法, 即造影后使其显示。常用的造影剂包括钡剂、碘剂和比重轻的气体。通常用钡剂显示消化管, 用碘油显示支气管, 用气体注入显示脑室等, 通过这些方法显示器官的内腔形态。

2. 普通 X 线解剖的特点

(1) 重叠和假象: 普通 X 线所得的图象都是人体不同平面结构影象重叠在同一平面上的表现。其中密度相同的结构影象难以区别, 密度不均匀的影象容易掩盖密度均匀的影象。密度差别较大的影象, 掩盖一般密度的影象。因此, 许多重叠的结构往往不易区别, 需要以不同方位投照来对比观察。例如胸部正、侧位片相结合, 可以观察心脏的立体形态和正确的位置。

影象重叠也常会造成某些假象, 即在影象中出现实际上并不存在的某种“结构”, 它是重叠影象的阴影所组成的假象。重叠和假象给初学者造成较大的困难, 必须通过 X 线解剖的深入学习, 逐步提高辨识能力。

(2) 放大和虚影: X 线球管发出 X 线呈锥形散射, 穿过人体结构投照到荧光屏或胶片上, 产生放大的影象。在物一片距离不变的情况下, 光源至胶片(或荧光屏)的距离与物象的放大率成反比, 光源—屏片距离愈大, 放大率愈小; 反之则大。在光源—屏片距离不变的情况下, 物体至胶片的距离与物象放大率成正比, 物一片距离愈大, 放大率愈大, 反之则小(图 1-1)。由于物体有一定厚度, 接近胶片的部分一般放大较小, 远离胶片的部分放大较多。所以, X 线解剖的影象只能基本上反映实物的大小和形状, 而不能与实物完全一致。

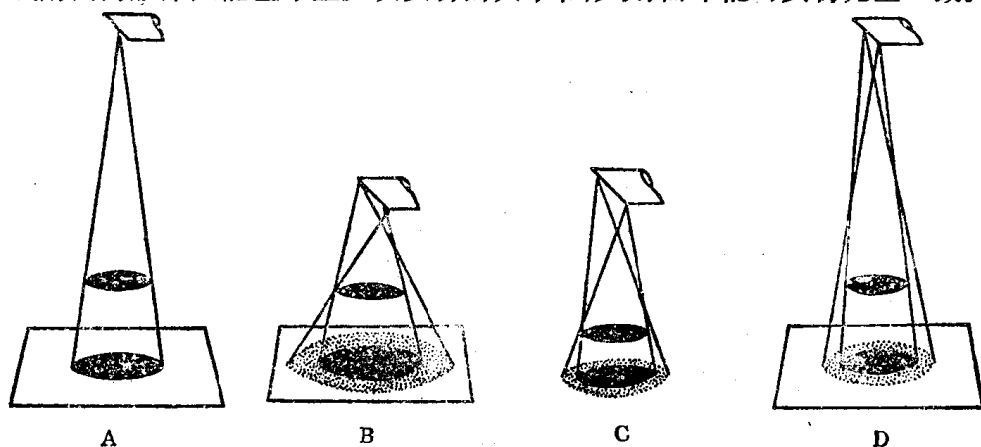


图 1-1 放大与虚影

A.D. 有效焦点大小对影象的影响

B.C. 物一片距离对影象的影响

B.D. 靶一片距离对影象的影响

B.C.D. 放大与虚影关系

另一方面, 由于 X 线球管有一定体积, 由其不同位点射出的 X 线通过物体照射到胶片

上便出现了虚影(图1-1)。通常物体放大愈多,虚影愈大,边界就模糊。因此,尽可能地减小物一片间距,增大光源一片间距是减少虚影的重要手段。一般讲,光源一片距应是物体厚度的5倍。

(3) 变形:长形物体若不与胶片平行,所得影象会部分缩短而与原形状不相符合;圆盘状物体侧位投射X线时,可呈现椭圆形阴影(图1-2);而弯曲的锁骨,通常若不采用与其弯曲平行的角度投照,X线胶片上便不能如实显示弯曲的形态。当X线斜射物体时,由于物体两侧的片距不同,近距离侧的影象放大较少,比较清晰;而远距离侧影象放大较多,比较模糊,会出现变形失真的影象(图1-3)。

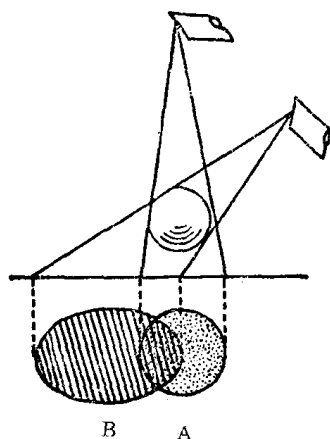


图 1-2 变形

A. 正面投照 B. 斜照变形影

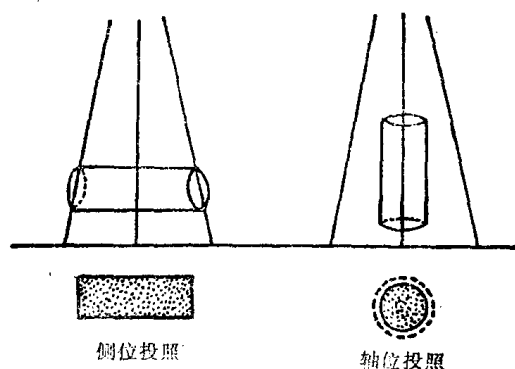


图 1-3 不同投照方位时的影象变化

(三) X线计算机体层摄影应用原理和特点

1. 计算机体层摄影(Computed Tomography, CT)的应用原理

(1) CT影象与CT值:CT是电子计算机与X线技术相结合的产物。其实质是以人体组织对X线衰减系数为基础的影象。它利用X线体层扫描测得的各点吸收X线的数据,通过计算机的高速运算及图象重建,显示出横断面或冠状面的解剖图象。

图象重建时用以合成图形的格栅状阵列称矩阵(Matrix)。矩阵由纵横排列垂直相交的两组直线构成,各直线间距相等。将受检层面分割为众多的小立方体,称为像素(Voxel)。很显然,在同一显示屏上,像素越小、越多,构成的影象也就越细致越清晰;反之则模糊、粗糙。

如前所述,不同组织对X线的吸收量不同。组织对X线的吸收数又称线性衰减系数(μ 值)。Hounsfield对线性衰减系数作了以水为“0”值的调整,将从空气至致密骨之间的 μ 值划分为2000u,称为CT值(Computerized Tomography Number),每个单位称为1个亨氏单位(简称为Hu)。它是CT图象中各组织与X线衰减系数相当的对应值。对X线吸收能力大即衰减系数大的高密度组织,CT值大;反之,密度低者其CT值小。值得注意的是,CT值并非绝对值,而是以水为“0”的相对值。人体组织的CT值(表1-1)常因创伤、感染、肿瘤及代谢的改变而异。

(2) 窗宽与窗位:人体组织的CT值虽可分为2000Hu,但人肉眼只能分辨16个灰度线。因此,CT机也设计为16个灰阶,即人肉眼所能分辨的CT值为 $2000/16=125\text{Hu}$;只有当两种组织的CT值相差125Hu以上时,肉眼才能分辨出来。为了提高组织微细结构的显示,使CT值差别不大的两种组织易于分辨,可采用不同的窗宽和窗位进行观察。

表 1-1 正常人体组织器官的 CT 值(Hu)

组织器官	平 扫	增 强
脑	25~45(平均30)	
灰质	35~60	
白质	25~38	
基底节	30~45	
脑室	0~12	
肺	-500~-900	
甲状腺	100±10	
肝	40~70	60~90
脾	50~70	60~90
胰	40~60	50~70
肾	40~60	60~120
主动脉	35~50	50~90
肌肉	35~50	50~70
淋巴结	45±10	
脂肪	-80~-120	无增强
前列腺	30~75	
骨	150~1 000	无增强
椎间盘	50~110	
子宫	40~80	
精囊	30~75	
水	0	
空气	-1 000(-745±53)	

窗宽(Window Width, WW)是指显示图象时所选用的一定 CT 值范围。窗宽的宽与窄直接影响图象的对比度与清晰度。窗宽越窄组织对比度越强,反之则较差。

窗位(Window Level, WL)是指窗宽上下限 CT 值的平均数。要观察某一微细结构,就应以该组织的 CT 值为中心扫描,从而获得较满意的图象。

(3) 部分容积效应与分辨率

部分容积效应: CT 图象上的每一象素代表相应单位组织容积全体物质的 CT 平均值。而不是其中一种物质的 CT 值,这就称为部分容积效应。

分辨率: CT 影象的分辨率包括密度分辨率和空间分辨率。前者指能显示最小细节的差别,后者指能显示的最小细节。取决于①探测器的孔径和聚焦点的大小的组合;②测量点的分离程度;③显示象素的数目。CT 图象的密度分辨率比普通 X 线照片高得多,但空间分辨率却不如 X 线照片,这是由于 CT 检测器的孔径不可能像 X 线胶片的颗粒那样细小的缘故。

2. CT 影象解剖学特点 CT 影象较普通 X 线摄影质量更高。这是由于①消除了大量的重叠影象信息,更真实地展示局部的解剖结构;②有很高的密度分辨率和较好的空间分辨率,使影象更加逼真,CT 对显示密度较小的软组织尤为优越;③借助计算机软件,可重建三维影象,快速、准确地展示人体某一层面多角度投影断面的解剖图;④扫描吸收系数数字化后,可存贮于计算机内,为转录和观察形态变化提供数据;⑤CT 图象记录着组织器官“电子密度”的情况,而磁共振成象则代表氢质子的分布。

二、超 声 成 象

(一) 超声成象的原理和分类

超声波是一种人耳听不到的机械波。超声成象(Ultrasound Graphy)是利用超声波的基本特性设计而成,其步骤包括:

- (1) 单轴超声束照射入人体,其束愈窄,成象愈佳。
- (2) 超声扫查的方式包括线扫、扇扫、弧扫等方法,声束有规律地移动,可对人体部位作“超声切割”。
- (3) 回声辉度的调制,使其形成声象图。
- (4) 对界面微弱的回声放大并进行图象前处理,使其轮廓适中,图象清晰。
- (5) 数字扫描转换,使其图象稳定。
- (6) 将图象记录下来。

超声图象仪种类繁多,常见有 A、B、M、C、F 型和超声多普勒等。其中 B 型超声具有使用方便,容易掌握等优点,为最常使用的机型。随着科学技术的发展,目前已有类似 CT 的超声计算机断层扫描,使超声成象更为清晰可靠。

(二) 超声影象解剖的特点

- (1) 由于超声波在介质中传播是通过不同声阻抗介质的分界面反射实现,所以,获得的图象是人体内部结构中力学性质的差异,而且对软组织具有良好的分辨率。
- (2) 超声波较易以束状定向,指向性好,且具有灰阶度的断面图象,层次清楚,接近于真实解剖结构。
- (3) 对活动界面能作实时显示便于动态观察,且毋需用造影剂便可显示腔内结构,如大血管、肝内的管道等。
- (4) 无放射性损伤,能反复多次地进行动态观察,为诊断和研究提供了较大的方便。

三、磁共振成象应用原理和特点

(一) 磁共振成象(Magnetic Resonance Imaging, MRI)的应用原理

MRI 的基本原理是将受检物体置于强磁场中,某些质子的磁矩即沿磁场方向排列,并以一定的频率围绕磁场方向运动;在此基础上使用与质子运动频率相同的射频脉冲(RF)激发质子磁矩,使其发生能级转换,引起共振即核磁共振,这一过程为吸收能量的过程。当 RF 激发停止后,原子核的相位和能级恢复至激发前状态,这一过程称弛豫。在弛豫过程中释放出吸收的能量并发生磁共振信号。接收线圈获取上述信号后,通过放大器进行放大,并输入计算机进行图象重建,从而获得磁共振影象。

1. 利用磁共振原理可用磁场值标记受检体共振核的空间位置 发生共振的频率与它所处位置的磁场强度成正比。如果能使空间各点的磁场值互不相同,各处的共振频率也就不同;再把共振的频率分布显示出来,实质上就是显示共振核的空间分布,即磁共振自旋密度图象。

2. 体素编码 由于人们不可能在同一时刻里使三维空间中各点具有不同的磁场值,所以,首先要对观测对象进行空间编码,简化为若干小体积(体素),然后采用依次测量每个体素或将其排列为线条(或面)的信息量,再根据各体素的编码与空间位置一一对应关系,实

现图象重建。因此, MRI 也像 CT 一样是以部分容积效应为基础的。

3. 重建成象 磁共振成象过程是一个十分复杂的过程, 通过计算机的帮助, 完成信号的重建图象。由于成象的灵敏度、分辨率、成象时间和信噪比等的要求不同, 图象重建的方法也就不同, 常用的方法为富里叶转换技术、二维空间富里叶转换技术或三维空间富里叶转换技术。

4. 组织显示 由于不同组织有着不同的组织密度, 在磁场内磁化的时间(弛豫时间)也不同, 反映自旋核把吸收的能传给周围核所需要的时间称为 T_1 弛豫; 反映高能级自旋核的能传给低能级自旋核所需要的时间称 T_2 弛豫。所以, 当使用不同自旋回波脉冲序列时, 就产生了不同的组织信号强度(表1-2)。图象信号由强至弱, 色度也由白色递减至灰色、黑色, 在成象中就有不同的组织密度。

表 1-2 组织器官在不同成象参数加权扫描中的 MR 信号强度

组织器官	P	T_1	T_2
脂肪	脂	脂	脂
骨髓	+++	+++	+++
脑灰质	++	++	++~+++
脑白质	++	++~+++	++
肝脏	++	++	+
肾脏	++	++	+++
肌肉	++~++	++~++	++~++
软骨	+	+	+
骨皮质	0~+	0~+	0~+
血管	0~+	0~+	0~+
体液	0~+	0~+	+++~脂
气体	0	0	0

注: 卅为强信号, +++较强信号, ++中等强度信号, +弱信号, 0无信号

(二) 磁共振影象解剖的特点

MRI 提供的信息量, 大于其他成象技术, 而且具有特殊的优越性。其特点如下:

(1) MRI 可以通过计算机调节三维的梯度磁场方向, 直接作出人体任意断层的图象。如横断面、矢状面、冠状面和各种斜面的体层解剖图象。

(2) MRI 技术可得到分子水平的信息, 能反映受检体的器官代谢功能, 生理、生化信息, 可观测血液循环及流速分布等。

(3) MRI 技术无需造影剂便可显示心血管腔和骨髓腔等。

(4) MRI 断面上的图象十分清晰, 尤以脑(如脑干)等的白质显示最清楚。

(5) 与 CT 相比, MRI 没有电离辐射, 对人体无害。

MRI 与其他影象相比有很多优点, 但 MRI 出现伪影(假影)多。较常见的有化学位移伪影、部分容积效应伪影和运动伪影等, 这些伪影可通过技术和条件的选择使其消除, 如利用心电门控技术可控制心脏、大血管搏动的运动伪影。

四、影象解剖学的展望

医学影像学是一门新兴综合学科,正方兴未艾。作为医学影像学基础的影象解剖学,是在X线解剖学的基础上逐渐发展起来的,超声、CT、MRI的广泛应用,使解剖学这一古老学科如虎添翼,有了新的发展。此外,还可借助核素、数字减影技术、正电子发射断层扫描,MRI电影和超声计算机体层摄影等手段观察研究人体结构,不用解剖刀而洞察活体结构已成为现实。今后,随着科技的进步,影象解剖学还将更加发展。

影象解剖学的各种方法,各有特点,学习时需要相互配合参照,印证补充,更全面、更真实地掌握人体器官的形态结构,有效地为临床医师提供诊断、治疗的依据。

第三节 影象解剖学的常用技术

一、X线解剖常用技术

(一) 透视

利用X线的穿透性可在荧光屏上直接观察人体结构。如可观察心跳、膈肌运动和胃肠道蠕动等。透视时可转动人体,行多方位观察,即可获得立体形象。

(二) 摄片

常用的方法有:

1. 普通摄片(简称平片) 利用X线对胶片的感光作用,使人体结构透视影象可在X线胶片上感光、显影。平片显影较清晰,易于保存、对比,用途广泛。

2. 断层摄影 利用专用装置,可使人体某一选定的层面投影在X线胶片上,同时又可使与其重叠的其他层面的影象模糊,以消除阴影,只显示选定层面的结构影象。

3. 高千伏影象 采用120kV以上的电压发射X线进行摄片,因其穿透力强,对密度差别较大的组织,对比度更明显。

4. 软X线摄影 利用40kV以下电压产生低能量X线透射摄影,因其波长较长,故穿透力较弱,对人体软组织显影,层次较佳。

(三) 造影

注入造影剂使器官结构与其周围密度相近的组织结构形成对比,从而达到显影的目的。常用造影剂有空气、钡、碘等,根据造影剂注入的途径不同,可分为:

1. 直接注入法 造影剂可通过开口的孔道注入或经体表穿刺引入体内腔道进行造影。前者如口服钡餐作胃肠道造影;由喉腔注入碘油作支气管造影;或经尿道、膀胱注入碘剂作膀胱造影和逆行肾盂造影等。后者如血管造影和气脑造影等。

2. 生理排泄法 造影剂经口服或静脉注入,经血液循环,到达体内某一器官内,造影剂短暂停留在器官腔内,此时,掌握最佳时间摄片,可获得该器官影象,如静脉尿路造影或胆道造影等。

(四) CT影象的常用技术

用CT机对人体作断层扫描,常用方法有两种:

1. 平扫 即不用造影剂(腹部除外),借组织密度的天然差异扫描成象。

2. 增强扫描 为了使扫描图象更加清晰,可采用造影剂增强组织的对比度作增强扫描。CT 造影的给药方式有两类:

(1) 腔内给药:包括肠道、膀胱、脑脊膜间隙内给药。所用造影剂有水、泛影葡胺等。

(2) 血管内给药:血管内给药时,各种组织间隙分布有时间依赖性;器官对比度不但决定于用药剂量,也受药物动力学(血液动力学改变,组织间隙及排泄经路)的影响。静脉注入造影剂行增强扫描时,造影剂的选择应根据不同器官而定,常用药物有水溶性碘造影剂。

CT 扫描尚可采用诸如薄层扫描技术、重叠扫描技术等特殊方法来确定微细结构和减少容积效应。

CT 图象上有时会因呼吸、身体移动、心搏、肌肉抽搐而造成条状、环状、星云状、片状的伪影,应注意克服和识别。

二、超声影像解剖常用技术

用超声探测人体结构有两种常用方式,一是直接探测,探头与体表直接接触,探头上涂一层导声的耦合剂,以减少空气间隙引起的超声衰减。二是间接探测,探头与体表相距 1.5 cm,其间以无菌盐水为导体作间接检查。

超声扫描有两种:

(一) 静态扫描

静态扫描脏器或组织的断面成象慢,扫描时受检者必须暂停呼吸,不得移动体位以避免图象失真。

(二) 实时扫描

实时扫描能以足够快的速度产生图象,以避免顺序显示时发生闪烁。实时扫描还可定格某一帧感兴趣的图象来研究。

三、磁共振影像解剖常用技术

(一) 磁共振信号的处理重建

MRI 信号的处理是成象的关键技术,获取的信号经组建,再编译得到二维图象。在此基础上通过三维影象技术重建,可获得连续薄层影象。

(二) 磁共振多层面技术

系在一个重复脉冲时间(TR)内同时获得多个层面影象,为常用的方法。在这同一 TR 内射频脉冲分别激励各层切面,并依次收集各层切面的信号,重建再现多层面影象。

(三) 特殊磁共振技术

为了减少伪影或其他特殊需要,可采用心搏门触发、呼吸门触发、血流象、化学位移象及磁共振谱等技术,使图象更加清晰。

对中枢神经系统,可给予 Gd-DTPA(钆-二乙三胺五乙酸)行 MRI 增强造影,效果更佳。