

WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

现代数字位

X线摄影技术学

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

WU – WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN VIENNA UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS

现代数字化 X 线摄影技术学

主 编 伍筱梅 宋玉全 何建勋

摄 影 何建勋 苏静贤 纪超祖 萧少屏

图像编辑 邓 宇 陈志远 陈智杰 温 宇

绘 图 宋玉全 伍筱梅 林海波

编 者 (按姓氏拼音字母顺序排列)

陈智杰 陈琼珠 陈志远 岑人丽 关照坤 何建勋
林海波 丘红英 宋玉全 伍筱梅 张超亮 钟志伟



NLIC2970906273



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

现代数字化X线摄影技术学 / 伍筱梅, 宋玉全, 何建勋主编. —北京: 北京理工大学出版社,
2013. 5

ISBN 978-7-5640-4700-9

I. ①现… II. ①伍…②宋…③何… III. ①X射线摄影—X射线诊断
IV. ①R814.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 117414 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京通州皇家印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 447 千字

版 次 / 2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

责任编辑 / 王玲玲

印 数 / 1 ~ 6000 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 168.00 元

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

序

作为一名呼吸内科医生，我非常清楚一份高质量的影像学照片对疾病的诊断意味着什么。今天收到伍筱梅教授送来的《现代数字化 X 线摄影技术学》一书的样稿，我欣喜地知道我的后辈中有那么些有心人，在孜孜不倦地追求着对医学影像成像技术的提高和应用。回顾放射学技术的发展历史，我看到从胶片摄影到现在的数字化摄影，成像设备和介质的变革已经使医学影像技术和诊断发生了质的飞跃。但一幅对临床诊断能起关键作用的优质图像，其产生的要素不变，人还是最关键的。《现代数字化 X 线摄影技术学》一书，从培训医学影像摄影工作者的基本技能入手，结合现代成像设备和介质的特点，以大量的实例图片生动而翔实地介绍了影像成像技术的基础知识；对复杂的头颅五官结构，又采用了三维图像加以阐述，更便于读者掌握，让人耳目一新，是一本很好的工具书。我诚恳地认为，《现代数字化 X 线摄影技术学》一定会给影像技术工作者的临床工作及医学影像专业学生的学习带来帮助，并祝愿此书能成为行内经典的参考书。

中国工程院院士 钟南山



2011. 8. 30

序

随着现代科学技术的飞速发展，医学影像技术领域已全面进入数字化时代。当今，数字化 X 线摄影设备和技术对传统 X 线摄影方法学的不断渗透，使以往的 X 线摄影技术发生了很多根本性的改变，而原有的 X 线摄影技术参考书也已不能完全反映现代数字摄影的基本内容和特点。

根据数字 X 线摄影技术的特点，本书作者以其丰富的临床实践和教学经验为基础，从 X 线影像形成的三个要素入手，系统地、有条理地阐述了 X 线影像形成的各个环节及其相关因素。全书章节编排清晰流畅，并对 X 线影像的正常解剖和影像缺陷原因进行了详细的阐述。在传统 X 线摄影技术的经典方法上，糅合了数字化技术的现代知识，继承和发展了传统 X 线摄影技术的精髓。全书以近 400 幅的图片进行对照阐述，使读者能更直接、形象地了解相关技术，是影像技术工作者及医学影像专业学生的理想的参考用书。

中华医学会影像技术分会主任委员 王鸣鹏



2011.8

前言

医学影像学跨入数字化时代已经有些年头，X 线成像介质和手段的变革使医学影像技术学发生了质的飞跃。在影像技术的临床实践和教学中，每每困扰我们的是：找不到一本既沉淀了放射技术学经典著作之精华，又散发着现代数字化医学成像气息的，且图文并茂能让读者参照着进行实操的参考书。放射学家邹仲前辈的著作《X 线检查技术学》被誉为不朽的经典，在一代代放射人中流传，但目前已是一书难求，而作为现代影像技术学的参考书，除了经典的内容外，新的技术进展也需补充进去。面对广大年轻技术人员和影像学系学生的渴求，2009 年 3 月的某天，三位主编在珠江北岸那所百年老医院医技楼二楼的一个小小办公室里，做出了一个大胆和激情的决定：自己动手编写。在三个碰撞的灵魂里，出现的是一幅幅有关这本新书的生动画面和一个个具体的注释：“这本书，必须要有大量的体位实物图！”“复杂的解剖部位最好有 3D 的结构图！”“对临床实践中容易出现成像缺陷的技术，必须写出我们的体会，让读者能避免再次犯错！”“对，既然是一本影像技术方面的书，就应该让图来说话！这应该是它的最大特点。”……就这样，这本书的框架渐渐清晰了。写作的班子很年轻，写作过程遇到的困难比预计的大得多。大家观望过、停滞过、埋怨过、懊恼过；克服困难的过程现在已经成了珍贵的经验和美好的回忆。特别想感谢一位不愿意透露姓名的好朋友，他就像圣诞老人，在写作组步履艰难的时候，驾着他的鹿车把希望送到了每一个人的心里。写作经验的不足，使这本书难免存在纰漏。希望这本用年轻的心和思想写就的参考书，能经得起读者的推敲，为你的工作带来切实的帮助；能经得起历史的推敲，为这个时代的特色留下真实的记录。更希望某一天，它也可以成为大家心目中的经典。

广州医学院第一临床学院放射学教研室
伍筱梅 宋玉全 何建勋

第一篇 数字 X 线成像原理

第一章 X 线成像的基本要素 002

第一节 X 线的产生 (射线源) 003

- 一、X 线的发现 003
- 二、X 线产生的条件 004
- 三、X 线的特性 004
- 四、连续放射与标识放射 005
- 五、X 线强度的空间分布 006
- 六、X 线的质与量 006

第二节 X 线的衰减 (被照体) 007

- 一、距离衰减 007
- 二、物质衰减 007
- 三、衰减系数 008
- 四、影响衰减的因素 008
- 五、人体对 X 线的衰减 008
- 六、X 线对比度 008

第三节 X 线影像的成像形式 009

- 一、透视成像 009
- 二、胶片成像 009
- 三、CR 成像 009
- 四、DR 成像 009

第二章 影响 X 线成像的相关因素 010

第一节 X 线管焦点 011

- 一、焦点的大小 011
- 二、X 线的几何投影 011
- 三、焦点、被照体和成像介质的投影关系 012

第二节 散射线 013

- 一、散射线的产生 013
- 二、散射线的抑制 014
- 三、散射线的排除 014

第三节 成像介质 016

- 一、屏-片系统 016
- 二、CR 系统 016
- 三、DR 系统 016

第四节 摄影条件 017

- 一、管电压 017
- 二、曝光量 017
- 三、摄影距离 017

第三章 数字 X 线成像原理 018

第一节 数字图像 019

- 一、数字图像的概念 019
- 二、数字图像的表达方式 019
- 三、数字图像的形成 019

第二节 数字图像处理技术 020

- 一、对比度处理 020
- 二、频率处理 021
- 三、动态范围压缩处理 022
- 四、减影处理 022

第三节 CR 成像原理 023

- 一、CR 系统的结构与组成 023
- 二、影像板的结构与特性 024
- 三、影像板信息的读取 024
- 四、CR 系统影像的形成 025

第四节 DR 成像原理	026
一、非晶硒平板探测器的成像原理	026
二、非晶硅平板探测器的成像原理	027
三、CCD + 影像增强器的成像原理	027
第五节 数字 X 线影像的信息转换 (四象限理论)	028
一、数字 X 线影像的信息转换方式	028
二、四象限理论	028
第四章 数字图像的存储和传输	030
第一节 PACS 的组成及原理	032
一、PACS 的组成	032
二、PACS 的工作原理	035
第二节 PACS 的功能与优势	036
一、PACS 的功能	036
二、PACS 与 HIS/RIS 的集成	037
三、PACS 的优势	039
第五章 数字图像的再现(显示)	040
第一节 数字图像的显示技术	041
一、数字图像的软阅读	041
二、显示器的比较	047
三、医用显示器的配置方法	048
第二节 数字图像的激光打印技术	049
一、激光胶片的分类	049
二、激光胶片结构特点	049
三、激光打印机	051

第二篇 数字 X 线摄影技术

第六章 数字 X 线摄影基础	060
第一节 数字 X 线摄影基本操作规范	061
一、数字 X 线设备操作规范	061
二、数字 X 线摄影原则	061
三、数字 X 线摄影步骤	062
四、数字 X 线摄影注意事项	063
第二节 数字 X 线摄影术语	063
一、数字 X 线摄影解剖术语	063
二、数字 X 线摄影体位	064
第七章 四肢数字摄影技术	066
第一节 四肢骨骼解剖	067
一、四肢骨骼解剖与体表定位	067
二、注意事项	070
第二节 手和腕	071
一、手后前位	071
二、手侧位	072
三、手后前斜位(手掌下斜位)	073
四、拇指正位	074
五、拇指侧位	075
六、第 2 ~ 第 5 指骨侧位	076
七、腕关节后前位	077
八、腕关节前后位	078
九、腕关节侧位	079
十、腕关节尺偏位	080
十一、腕关节轴位	081

第三节 前臂和肘	082
一、尺桡骨前后位	082
二、尺桡骨侧位	083
三、肘关节前后位	084
四、肘关节侧位	085
五、肘关节轴位	086
六、尺桡关节前后位	087
第四节 上臂和肩	088
一、肱骨前后位	088
二、肱骨侧位	089
三、肱骨穿胸位(肱骨近端侧位)	090
四、肩关节前后位	091
五、肩胛骨前后位	092
六、肩胛骨外展位	093
七、肩胛骨侧位	094
第五节 足和踝	095
一、足前后位	095
二、足前后内斜位	096
三、足前后外斜位	097
四、足外侧位	098
五、足负重侧位	099
六、跟骨轴位	100
七、跟骨侧位	101
八、踝关节前后位	102
九、踝关节侧位	103
第六节 小腿和膝	104
一、胫腓骨前后位	104
二、胫腓骨侧位	105
三、膝关节前后位	106
四、膝关节后前位	107
五、膝关节侧位	108

六、膝关节髁间凹后前位	109
七、髌骨轴位	110
第七节 股骨和髌关节	111
一、股骨前后位	111
二、股骨侧位	112
三、髌关节前后位	113
四、髌关节侧卧侧位	114
五、髌关节水平侧位	115
六、髌关节蛙位	116
第八节 下肢图像拼接技术	117
一、CR 系统的图像拼接技术	117
二、DR 系统的图像拼接技术	119
三、数字图像的人工拼接方法	122
第八章 脊柱数字摄影技术	125
第一节 脊柱解剖	126
一、体表定位	126
二、注意事项	129
第二节 颈椎	130
一、颈椎前后位	130
二、颈椎侧位	131
三、颈椎张口位	132
四、颈椎斜位	133
五、颈椎功能位(颈椎过伸、过屈侧位)	134
第三节 胸椎	136
一、胸椎前后位	136
二、胸椎侧位	137
三、胸椎上段侧位	138

第四节 腰椎	139
一、腰椎前后位	139
二、腰椎侧位	140
三、腰椎斜位	141
四、腰椎功能位(腰椎过伸、过屈侧位)	142

第五节 骶尾椎	144
一、腰骶关节前后位	144
二、腰骶关节侧位	145
三、骶椎前后位	146
四、骶椎侧位	147
五、尾椎前后位	148
六、尾椎侧位	149

第六节 全脊柱图像拼接技术	150
一、CR系统的图像拼接技术	150
二、DR系统的图像拼接技术	151
三、数字图像的人工拼接方法	154

第九章 胸廓数字摄影技术	158
---------------------	-----

第一节 胸廓解剖	159
一、应用解剖与体表定位	159
二、摄影注意事项	160

第二节 肋骨	161
一、膈上肋骨前后位	161
二、膈下肋骨前后位	162
三、肋骨斜位	162
四、肋骨切线位	164

第三节 胸骨	165
一、胸骨后前位	165
二、胸骨侧位	166
三、胸锁关节后前位	167

第四节 锁骨	168
一、锁骨后前位	168
二、锁骨前后轴位	169
三、肩锁关节后前位	170

第十章 骨盆数字摄影技术	171
---------------------	-----

第一节 骨盆解剖	172
一、体表定位	173
二、摄影注意事项	173

第二节 骨盆	173
---------------	-----

第三节 髌骨	175
一、髌骨前后斜位	175
二、髌髌关节前后位	176
三、髌髌关节斜位	177

第四节 耻骨和坐骨	178
一、耻骨后前位	178
二、坐骨前后位	179

第十一章 头颅数字摄影技术	180
----------------------	-----

第一节 头颅骨骼解剖	181
一、体表定位	184
二、摄影注意事项	184

第二节 颅骨摄影	185
一、头颅后前位	185
二、头颅侧位	187
三、头颅水平侧位	189
四、头颅颞顶位	191
五、颅骨切线位	193
六、蝶鞍侧位	194

七、蝶鞍切线位	196
(蝶鞍正位或蝶鞍后前位)	
八、头颅半轴位(汤氏位)	198
九、茎突前后位	200
十、茎突侧位	202
第三节 颞骨摄影	204
一、乳突劳氏位	204
二、乳突伦氏位	206
三、乳突梅氏位	208
四、岩骨半轴位(汤氏位)	210
五、内听道后前位	212
第四节 副鼻窦摄影	214
一、副鼻窦柯氏位	214
二、副鼻窦华氏位	216
(副鼻窦后前 37° 位)	
三、副鼻窦侧位	218
第五节 面颅摄影	220
一、面骨后前 45° 位	220
二、颧骨弓顶颌位(颧骨弓轴位)	222
三、鼻骨侧位	224
四、下颌骨支部侧位	226
五、下颌骨体部侧位	228
六、下颌骨后前位	230
七、下颌关节侧位	232
第十二章 胸部数字摄影技术	234
第一节 胸部解剖	235
一、体表定位	235
二、注意事项	236

第二节 胸部摄影	236
一、胸部后前位	236
二、胸部侧位	238
三、胸部前后位(仰卧或站立)	239
四、胸部右前斜位(第一斜位)	240
五、胸部左前斜位(第二斜位)	241
六、胸部半坐前后位	242
七、胸部前弓位	243
八、胸部后弓位	244
第十三章 腹部数字摄影技术	245
第一节 腹部解剖	246
一、体表定位	246
二、注意事项	248
第二节 腹部摄影	249
一、腹部仰卧前后位	249
二、腹部侧位	250
三、腹部站立前后位	251
四、腹部侧卧前后位	252
五、腹部倒立前后位、侧位	253
第十四章 高千伏与软 X 线数字摄影技术	254
第一节 高千伏摄影	255
一、高千伏摄影原理	255
二、高千伏摄影的临床应用	255
第二节 软 X 线摄影	256
一、软 X 线摄影原理	256
二、软 X 线摄影设备	256

第三节 乳腺摄影技术	256
一、轴位 (CC)	256
二、侧斜位 (MLO)	258
三、侧位 (ML)	258
四、乳腺摄影注意事项	259

第三篇 数字X线造影检查

第十五章 对比剂	262
----------	-----

一、对比剂应具备的条件	263
二、对比剂导入人体的方式	263

第一节 对比剂的种类	264
一、阳性对比剂	264
二、阴性对比剂	265

第二节 对比剂药敏试验及不良反应	266
一、碘对比剂产生不良反应的机制	266
二、碘对比剂不良反应的表现及采取的抢救措施	269
三、碘对比剂不良反应的预防	270

第十六章 泌尿系统造影	272
-------------	-----

第一节 排泄性尿路造影	274
一、适应症	274
二、禁忌症	274
三、造影前准备	274
四、造影技术	274

第二节 逆行肾盂造影	277
一、适应症	277
二、禁忌症	277
三、造影技术	277

第三节 膀胱造影	280
一、适应症	280
二、禁忌症	280
三、造影技术	280

第四节 尿道造影	283
一、适应症	283
二、禁忌症	283
三、造影技术	283

第十七章 胆系造影检查	284
-------------	-----

一、胆系生理	285
二、常见的胆系造影	285
三、胆道系统常用的造影剂	285

第一节 口服法胆系造影	285
一、原理	285
二、适应症	286
三、禁忌症	286
四、造影技术	286

第二节 静脉法胆道造影	287
一、原理	287
二、适应症	287
三、禁忌症	287
四、造影技术	287

第一篇

数字 X 线成像原理

第一章

X 线成像的基本要素

第一节 X线的产生（射线源）

一、X线的发现

德国物理学家伦琴（图 1-1-1）于 1895 年 11 月 8 日晚研究阴极射线管放电现象时，发现距离用厚黑纸包好的阴极射线管 2 m 以外的一块涂有铂氰化钡的纸板上发着绿色的荧光。伦琴根据这一发现推测：一定是从阴极射线管发出了一种新的射线，透过黑纸照射在铂氰化钡的纸板上，使纸板发出荧光，并且这种射线能使照相底片感光。他把这种不知性质的射线用数学上的未知数“X”表示，称之为“X线”（X -

ray）。1895 年 12 月 22 日晚上，伦琴亲自用这种新的射线为他夫人照了一张手的照片，经过 15 分钟的照射后，获得了人类第一张 X 线照片，清楚地显示出手部的骨骼和手上佩戴的两枚戒指（图 1-1-2）。这一天是放射学作为一门医学专业真正诞生的日子。后人为了纪念他，又将此射线称为伦琴射线。由于这一伟大发现，伦琴获得 1901 年的诺贝尔物理奖。



图 1-1-1 德国物理学家 Wilhelm Conrad Röntgen (1845—1923)



图 1-1-2 人类第一张 X 线照片——伦琴为其夫人照的手部照片

二、X线产生的条件

原子处于能量最低状态时最稳定,当原子核外电子吸收了一定大小的能量之后,就可以跃迁到能量较大的轨道而处于激励状态。处于激励状态的电子极不稳定,要跃迁回能量较低的轨道,并发出光子。光子的能量与发生跃迁的轨道电子的能量差有关。当发生跃迁的轨道电子的能量差达到一定程度时,发出的光子便是波长短、频率高的电磁波(X线)。另外,具有一定能量的高速电子撞进靶原子核附近时,在核电场的作用下,改变了运动速度和方向,造成电子能量降低而离开碰撞点,该电子损失的能量以X线的形式辐射出来。要完成原子核外电子的撞击和跃迁,必须具备三个条件:①电子源;②高速电子流;③靶面物质。原子核外电子要受到外来电子的撞击,必须要有产生电子的装置,外来电子撞击原子时,必须要有足够大的能量,才能击出内层轨道电子,因而需要在真空条件和高电压产生的强电场作用下,使电子形成高速电子流。高速电子流撞击障碍物(靶面),便使靶面物质的原子核外电子被激发,发生跃迁而产生X线。若靶面物质原子序数较低,其内层电子结合能小,高速电子撞击原子内层电子所产生的X线能量小,波长较长。原子序数较高的元素(如钨),其原子内层电子结合能大,当高速电子撞击时,便产生波长短、能量大的X线。

三、X线的特性

(一) 物理效应

1. 穿透性

由于X线的波长短,光子能量大,因此穿透物质的能力强。X线的穿透性不但与其波长有关,还与被穿透物质的性质、结构有关。物质的原子序数高、密度大、吸收X线多,X线穿透力较弱;物质原子序数低、密度小、吸收X线少,X线穿透力较强。X线对人体各组织穿透性的差异是X线成像的基础。按人体组织对X线透过性能的不同分为可透性组织(气体、脂肪组织),中等透性组织(结缔组织、肌肉组织、软骨、血液),不透过性组织(骨骼)。

2. 荧光作用

当X线照射荧光物质(钨酸钙、铂氰化钡、硫化锌镉、碘化铯、稀土元素)时,物质的原子被激发或电离,当恢复基态时,便放射出可见的荧光。透视用的荧光屏、摄影用的增感屏、影像增强器的输入屏和输出屏、间接数字摄影的平板探测器等都是利用这种特性制成的。

3. 电离作用

具有足够能量的X线光子撞击物质原子的轨道电子,使电子脱离原子,这种作用称为电离作用。脱离原子的电子获得较