

影像解剖学

第3版

ANATOMY IN DIAGNOSTIC IMAGING

THIRD EDITION

作者 [丹] Peter Fleckenstein
[丹] Jørgen Tranum-Jensen
[丹] Peter Sand Myszetzky

主译 闫东 刘德泉
主审 程晓光

北京科学技术出版社

WILEY

影像解剖学

第3版

ANATOMY IN DIAGNOSTIC IMAGING
THIRD EDITION

作者 [丹] Peter Fleckenstein
[丹] Jørgen Trantum-Jensen
[丹] Peter Sand Myschetzky

主译 闫 东 刘德泉

主审 程晓光

译者 (按姓氏拼音排序)

蔡 韦 高 璇 邵季超

 北京科学技术出版社

Title: Anatomy in diagnostic imaging, third edition by Peter Fleckenstein, Jørgen Trantum-Jensen, Peter Sand Myschetzky
ISBN: 978-1-4051-3991-5

This third edition first published 2014, ©Peter Fleckenstein, Jørgen Trantum-Jensen and Peter Sand Myschetzky. First edition 1993
© Munksgaard/Blackwell/Saunders, second edition 2001 © Munksgaard/Blackwell.

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited.
Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with Beijing Science and Technology Publishing Co., Ltd. and is
not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written
permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited. Copies of this book sold without a Wiley sticker on the
cover are unauthorized and illegal.

著作权合同登记号 图字: 01-2017-6987

图书在版编目(CIP)数据

影像解剖学: 第3版 / (丹) 弗莱肯施泰因 (Fleckenstein, P.), (丹) 詹森 (Jensen, J.T.), (丹)
米歇茨基 (Myschetzky, P.S.) 编著; 闫东, 刘德泉主译. —北京: 北京科学技术出版社, 2018.6

书名原文: Anatomy in Diagnostic Imaging, 3e

ISBN 978-7-5304-9672-5

I. ①影… II. ①弗… ②詹… ③米… ④闫… ⑤刘… III. ①影像-人体解剖学
IV. ①R813

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 085957 号

影像解剖学 第3版

作 者: [丹] Peter Fleckenstein [丹] Jørgen Trantum-Jensen [丹] Peter Sand Myschetzky

主 译: 闫 东 刘德泉

责任编辑: 张真真

责任校对: 贾 荣

责任印制: 吕 越

封面设计: 华 艺

出 版 人: 曾庆宇

出版发行: 北京科学技术出版社

社 址: 北京西直门南大街 16 号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086-10-66135495 (总编室)

0086-10-66113227 (发行部)

0086-10-66161952 (发行部传真)

电子信箱: bjkbj@bjkjpress.com

网 址: www.bkydw.cn

经 销: 新华书店

印 刷: 北京捷迅佳彩印刷有限公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

字 数: 700 千字

印 张: 32.75

版 次: 2018 年 6 月第 1 版

印 次: 2018 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5304-9672-5/R · 2485

定 价: 298.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。
京科版图书, 印装差错, 负责退换。

译者序

医学影像学诞生已百余年，虽然新技术日新月异、新方法层出不穷，但是形态学诊断依然是医学影像诊断的基础并占据重要地位。因此，影像解剖学作为解剖和影像间的桥梁，其作用不言而喻。

翻阅近十几年来我国编写或翻译的影像解剖相关著作，虽然数量众多，但集 X 线平片、CT、MR、PET、超声和核医学于一体，同时涵盖诸多解剖系统并中英文对照解剖标注的图谱却寥寥无几。由丹麦 Peter Fleckenstein、Jørgen Tranum-Jensen 等人编著、北京积水潭医院放射科副主任医师闫东等主译的《影像解剖学》第 3 版将弥补相关领域的缺憾。而作为一本重要的医学影像工具书，其第 1 版和第 2 版已经过市场检验，得到同行的一致肯定和好评。

该书第一部分深入浅出地阐述了与影像诊断相关的 X 线、CT、MR 等成像技术的基本概念和原理。之后通过近 1000 幅精挑细选的清晰影像图像，将各个系统的正常解剖结构从不同方位精确、完美地展示出来。与前两版相比，第 3 版与时俱进地增加了多幅骨肌关节的 MR 影像图像，这对骨放射科和骨科临床医生提高 MR 诊断水平是个很大的帮助；产科超声图像的扩充，为产检提供了全面、标准的范例；另外，大量老旧图像的更换也进一步提高了本书的品质。

《影像解剖学》第 3 版凝聚了原著作者和译者的辛勤汗水，其成像方式多样、图像清晰、中英对照解剖标注翔实，相信以它的全面性、实用性必将成为放射科医师和临床医师手中的一本必备参考书。

北京积水潭医院放射科

2018 年 5 月 7 日

译者前言

近年来,随着影像技术的不断发展,医学影像学检查在临床诊断和治疗中发挥了越来越大的作用。影像解剖学作为影像诊断的基础,无论对放射科医师,还是临床医师都有着重要意义。

Peter Fleckenstein 医师及合著者所著的《影像解剖学》,不仅涉及人体诸多解剖部位,而且涵盖了X线平片、CT、MR、PET、超声波和核素显像等多种成像方式,作为一本全面解析正常影像的参考书,第2版译著于2003年1月出版后,深受广大影像学及临床相关学科医师和医学生的喜爱与好评,重印10余次之多。

此次第3版在保持原有特色的基础上与时俱进,增加了近300幅图像,使总图像达到了近1000幅,同时更换了大量老旧、模糊图像,特别是颅脑CT图像,使解剖部位更加详尽,影像图像更加清晰。尤其值得一提的是增加了诸如肩、膝、踝等大关节及眼眶、腰椎的MR图像,极大地满足了运动损伤相关专业医师日益增长的骨关节MR图像细节解剖的需求,对全民健身运动的顺利开展、对运动损伤的及时诊断和治疗提供了有力的帮助。与此同时,第3版译著保留了解剖部位的英文标注,中英文双语对照也是本书的特色之一,帮助读者在学习医学影像的同时,提高医学英语水平,适应国际化学习与交流的需求。

本书翻译过程中,我们力求准确并忠于原著,但难免有不当之处,恳请同道们不吝赐教和斧正。

承蒙各位参译人员的通力协助与帮助,在此我对他们的辛勤劳动表示最衷心的感谢和诚挚的谢意。

最后,衷心感谢我的研究生导师、亚洲骨放射学会主席、北京积水潭医院放射科主任程晓光教授在百忙之中为本书审校、作序。

北京积水潭医院放射科

闫东

2018年5月7日

原著前言

《影像解剖学》第1版已出版近20年，我们受到第2版的鼓舞，觉得是时候准备第3版了。作为一本全面解析正常影像的参考书，第3版保持了既往版本的范畴，以满足学生和从事影像诊断工作的专业医务人员的需求。

随着影像技术的不断发展，在第3版，我们增加了主要关节的MR成像，如肩关节、肘关节、髋关节、膝关节和踝关节的两或三平面图像。同时添加了颅骨CT图像，替换了老旧的颅脑CT图像。产科超声检查部分也被极大扩充，已涵盖正常妊娠期间进行的所有标准检查。此外，我们还增加了一个眼眶的MR序列图像和一个新的腰椎序列图像，其他图像也进行了补充或取代。

第3版对导言一章已经重新做了修订和更新，但秉承的宗旨未变，即通俗易懂地介绍影像诊断原理和成像技术。

原著致谢

在第3版的编撰过程中，我们再次得益于许多同仁的慷慨帮助：哥本哈根 Rigshospitalet 医院的 Connie Jørgensen 和 Peter Oturai；哥本哈根 Hamlet Private 医院的 Anne-Mette Leffers；哥本哈根 Hvidovre 医院的 Henrik Lundell 和 Glostrup 医院的 Martin Vinten，以及 Gentofte 医院 X 线普放中心的所有同事和工作人员，我们还要感谢哥本哈根大学细胞和分子医学部的摄影师 Keld Ottosen 在制作摄影底片上的帮助。

我们还要感谢 Wiley Blackwell 在编写第3版过程中所表现出的优秀合作素质以及极大的耐心。

第3版的准备和编撰令人兴奋，但与此同时也极大地减少了陪同家人的时间，在这里，对于家人们再次的慷慨和支持，表示我们深深的、无比的感谢！

Peter Fleckenstein
Jørgen Trantum-Jensen
Peter Sand Myschetzky

目 录

第一章 影像诊断的原理和技术

第一节 以 X 线为基础的技术 3

X 线的产生和特性 3

X 线与物质的相互作用 4

常规 X 线成像 6

数字 X 线摄影 10

计算机 X 线断层摄影 12

X 线对比剂 17

第二节 基于磁共振的技术 19

磁共振扫描原理 19

磁共振成像模式与脉冲序列 29

第三节 以超声波反射为基础的技术 34

超声的产生与特性 34

超声与组织的相互作用 35

超声成像模式 37

多普勒频移和多普勒成像 39

第四节 以放射性核素为基础的技术 41

放射性核素显像 41

单光子发射计算机断层扫描仪 (SPECT) 和正电子发射
计算机断层扫描仪 (PET) 42

第五节 术语和定位 44

第二章 上 肢

第一节 肩和上臂 49

肩, 前后位 X 线片 49

肩, 轴位 X 线片 49

锁骨, 前后位 X 线片 50

肩胛骨, 斜位 X 线片 50

肩和上肢, 1 岁儿童, 前后位 X 线片 50

肩和上肢, 5 岁儿童, 前后位 X 线片 51

肩和上肢, 12 岁儿童, ^{99m}Tc -亚甲基二膦酸盐,
骨显像 51

肩部扫描定位像 52

肩, 横断位 MR 52

肩部扫描定位像 60

肩, 冠状位 MR 61

上臂, 上 1/3, 横断位 MR 66

上臂, 中段, 横断位 MR 66

第二节 肘关节 67

肘, 前后位 X 线片 67

肘, 侧位 X 线片 67

肘关节定位像 68

肘, 横断位 MR 68

肘关节定位像 73

肘, 矢状位 MR 73

第三节 前 臂 75

前臂, 前后位 X 线片 75

前臂, 2 岁儿童, 前后位 X 线片 76

前臂, 旋后, 中段, 横断位 CT 77

前臂, 旋前, 中段, 横断位 MR 77

第四节 腕关节和手 78

腕, 背掌位 X 线片 78

腕, 侧位 X 线片 78

腕和手定位像 79

腕, 横断位 CT 79

手掌和手指, 横断位 CT 82

腕, 冠状位 MR 83

腕, 腕管, 冠状位 MR 83

左手, 背掌位 X 线片 84

手的骨龄 84

手, 退变, 背掌位 X 线片 93

手, 背掌位, 12 岁儿童, ^{99m}Tc -亚甲基二膦酸盐,
骨显像 93

第五节 动脉和静脉 94

肩, 前后位 X 线片, 动脉造影 (数字减影) 94

前臂, 前后位 X 线片, 动脉造影 94

手, 背掌位 X 线片, 动脉造影 95

手, 桡侧优势, 背掌位 X 线片, 动脉造影
(数字减影) 95

肩, 前后位 X 线片, 静脉造影 96

第三章 下 肢

第一节 骨 盆 99

骨盆, 女性, 倾斜, 前后位 X 线片 99

骨盆, 男性, 倾斜, 前后位 X 线片 99

骶髂关节, 横断位 CT (骨窗) 100

骨盆, ^{99m}Tc -亚甲基二膦酸盐, 骨显像 100

第二节 髋和大腿 101

髋, 前后位 X 线片 101

髋, Lauenstein 位 (髋关节屈曲外展、外旋)

X 线片 101

髋, 3 个月儿童, Lauenstein 位, 前后位 X 线片 102

骨盆, 7 岁儿童, Lauenstein 位, X 线平片 102

髋, 横断位 CT 103

髋和男性骨盆定位像 104

髋和男性骨盆, 横断位 MR 104

髋和男性骨盆定位像 113

髋和男性骨盆, 冠状位 MR 113

髋, 3 个月儿童, 冠状面超声 115

大腿, 横断位 MR 116

第三节 膝关节 118

膝, 前后位 X 线片 118

膝, 屈曲, 侧位 X 线片 118

膝, 半屈曲, 髌间窝位, 倾斜投照 X 线片 119

膝, 屈曲, 轴位 X 线片 119

髌骨变异 (2%), 前后位 X 线片 119

膝, 屈曲, 老年, 侧位 X 线片 120

膝, 11 岁儿童, 侧位 X 线平片 120

膝和小腿, 新生儿, 前后位 X 线片 121

膝, 12 岁儿童, ^{99m}Tc -亚甲基二膦酸盐, 前后位
骨显像 121

膝关节定位像 122

膝, 横断位 MR 122

膝关节定位像 128

膝, 矢状位 MR 128

膝关节定位像 137

膝, 冠状位 MR 138

第四节 小 腿 142

小腿, 前后位 X 线片 142

小腿, 6 岁儿童, 前后位 X 线片 143

小腿, 1 岁儿童, 前后位 X 线片 144

小腿, 12 岁儿童, ^{99m}Tc -亚甲基二膦酸盐,
骨显像 144

小腿, 中段, 横断位 MR 145

小腿, 下 1/4, 横断位 MR 145

第五节 踝和足 146

踝, 前后位 X 线片 146

踝, 侧位 X 线片 146

足, 背跖位 X 线片 147

足, 侧位 X 线片 148

足, 斜位 X 线片 148

足, 3 个月儿童, 斜位 X 线片 149

足, 5 岁儿童, 背跖位 X 线片 149

踝和足定位像 150

踝和足, 横断位 MR 150

踝和足定位像 163

踝和足, 矢状位 MR 163

踝和足定位像 169

踝, 冠状位 MR 170

跖骨, 横断面 MR 172

足, 14 岁儿童, ^{99m}Tc -亚甲基二膦酸盐, 骨显像 172

第六节 动脉和静脉 173

髂动脉和股动脉, 前后位 X 线片, 动脉造影 173

腘动脉, 侧位 X 线片, 动脉造影 173

下肢深静脉, 轻度旋转, 前后位 X 线片 174

小腿深静脉, 不同角度旋转, 前后位 X 线片 175

第七节 淋巴管 176

下肢淋巴管, 前后位 X 线片, 淋巴造影 176

第四章 脊 柱

第一节 颈 椎 179

颈椎, 前后位 X 线片 179

寰椎和枢椎, 张口位, 前后位 X 线片 179

颈椎, 侧位 X 线片 180

颈椎, 斜位 X 线片 180

定位像 181

寰椎和枢椎, 横断位 CT 181

寰椎和枢椎, 冠状位 CT 181

颈椎, 横断位 CT 182

颈椎, 正中层面 MR 183

颈椎, 旁正中层面 MR 183

第二节 胸 椎 184

胸椎, 前后位 X 线片 184

胸椎, 侧位 X 线片 185

胸椎, 横断位 CT 186

第三节 腰 椎 187

腰椎, 前后位 X 线片 187

腰椎, 侧位 X 线片 188

腰椎, 斜位 X 线片 189

骶骨, 侧位 X 线片 189
腰椎, 横断位 CT 190
腰椎, 矢状位 MR 192
腰椎, 冠状位 MR 195
腰椎, L5~S1, 斜轴位 MR 196
胸椎, 横断位 CT, 脊髓造影 198
腰椎, 横断位 CT, 脊髓造影 198
胸腰椎, 新生儿, 侧位 X 线片 199
胸腰椎, 12 岁儿童, 侧位 X 线片 199
胸腰椎, 老年, 侧位 X 线片 200

第五章 头

第一节 颅骨 203

颅骨, 前后位 X 线片 203
颅骨, 侧位 X 线片 203
颅骨, 汤氏位 X 线片 204
颅骨, 老年, 侧位 X 线片 204
颅骨, 5 个月儿童, 前后位、倾斜投照 X 线片 205
颅骨, 5 个月儿童, 侧位 X 线片 205
颅骨, 侧位和后位像, ^{99m}Tc - 亚甲基二膦酸盐, 骨显像 206
颅底, 横断位 CT 206
颅骨定位像 207
颅骨, 横断位 CT 207
头, 冠状位 CT 定位像 213
头, 冠状位 CT 214

第二节 耳 219

岩骨, 横断位 CT 定位像 219
耳, 横断位 CT 219

第三节 眼 224

泪道, 前后位 X 线片, 泪囊造影 224
眼, 横断位超声 224
眼眶定位像 225
眼眶, 横断位 MR 225
眼眶, 冠状位 MR 229

第四节 鼻窦 230

鼻窦, 前后位 X 线片 230
鼻窦, 前后位、倾斜投照 X 线片 230
鼻窦, 定位像 231
鼻窦, 冠状位 CT 231

第五节 颞下颌关节 235

颞下颌关节, 经上颌窦, 斜位 X 线片 235
颞下颌关节, 斜位 X 线片 235
颞下颌关节, 体层摄影, 侧位 X 线片 236

颞下颌关节, 冠状位 CT (骨窗) 236

第六节 牙 237

牙, 成人, 旋转全景 X 线片 237
牙, 5 岁儿童, 旋转全景 X 线片 238
牙, 全口检查 X 线片 (包括 4 张殆翼片) 239
牙, 第一前磨牙, X 线片 240

第七节 腺体 241

腮腺, 斜位 X 线片, 涎腺造影 241
下颌下腺, 侧位 X 线片, 涎腺造影 241

第八节 头部动脉 242

颈动脉, 侧位 X 线片, 动脉造影 242
颈动脉, 侧位 X 线片, 数字减影动脉造影 242

第六章 脑

第一节 脑 245

脑, 横断位 CT 定位像 245
脑, 横断位 CT 245
脑, 横断位 MR 定位像 255
脑, 横断位 MR 256
脑, 冠状位 MR 定位像 276
脑, 冠状位 MR 277
脑, 矢状位 MR 定位像 305
脑, 矢状位 MR 306

第二节 动脉和静脉 316

MRA 定位像 316
脑动脉, Willis 环, MRA 316
MRA 定位像 318
脑动脉, Willis 环, MRA 318
颈内动脉, 动脉造影, 前后位 X 线片 320
脑静脉, 动脉造影静脉期 (数字减影), 前后位 X 线片 320
颈内动脉, 动脉造影, 侧位 X 线片 321
脑静脉, 动脉造影静脉期 (数字减影), 侧位 X 线片 321
椎动脉, 动脉造影, 前后位 X 线片 322
脑静脉, 动脉造影静脉期 (数字减影), 前后位 X 线片 322
椎动脉, 动脉造影, 侧位 X 线片 323
脑静脉, 动脉造影静脉期 (数字减影), 侧位 X 线片 323
脑, 儿童, CTA 324

第三节 新生儿颅脑 326

颅脑, 新生儿, 超声 326

第七章 颈

第一节 喉 333

喉, 前后位 X 线片 333

喉, 侧位 X 线片 333

第二节 咽 334

喉, 吞钡后, 前后位 X 线片 334

喉, 吞钡后, 侧位 X 线片 334

第三节 横断位 CT 335

颈, 横断位 CT 定位像 335

颈, 横断位 CT 336

甲状颈干, 动脉造影, X 线片 343

第四节 甲状腺 344

甲状腺, 横切面, 超声 344

甲状腺, 前位像, ¹³¹I 碘显像 344

第八章 胸

第一节 胸廓 347

胸骨, 斜位 X 线片 347

胸廓, 前后位 X 线片 347

胸, ^{99m}Tc-亚甲基二膦酸盐, 骨显像 348

胸, 1 个月儿童, 前后位 X 线片 348

胸, 深吸气, 后前位 X 线片 349

胸, ¹³³X 吸入, 放射性核素显像 349

胸, 侧位 X 线片 350

老年胸, 侧位 X 线片 350

第二节 横断位 CT 351

横断位 CT 定位像 351

胸, 横断位 CT 352

第三节 心脏和大血管 384

心脏, T6、T7 和 T8 水平, 横断位 MR 384

心脏, 冠状位 MR 385

主动脉弓和大动脉, 主动脉造影, 前后位 X 线片
(轻度斜位) 386

主动脉弓和大动脉, 主动脉造影, 斜位 X 线片 386

心脏, 前后位, 儿童, 心血管荧光电影照相术 387

心脏, 侧位, 儿童, 心血管荧光电影照相术 388

肺动脉, 动脉造影, 前后位 X 线片 389

肺动脉, 动脉造影, 侧位 X 线片 389

左心室, 心血管造影, 侧位 X 线片 390

左冠状动脉, 动脉造影, X 线片 391

右冠状动脉, 动脉造影, X 线片 392

二尖瓣和主动脉瓣, 胸骨旁, 长轴切面, 超声 393

右心室和左心室, 胸骨旁, 短轴切面, 超声 394

二尖瓣, 胸骨旁, 短轴切面, 超声 395

主动脉瓣, 胸骨旁, 短轴切面, 超声 395

四腔心, 探头置于心尖部, 超声 395

第四节 食管 396

食管, 吞钡, 前后位 X 线片 396

食管, 吞钡, 侧位 X 线片 396

第五节 乳房 397

乳房, 青年人, 乳房钼靶摄影, 斜位 X 线片 397

乳房, 中年人, 乳房钼靶摄影, 斜位 X 线片 397

乳房, 老年人, 乳房钼靶摄影, 斜位 X 线片 398

乳房, 导管造影, 侧位 X 线片 398

第六节 胸导管 399

胸导管, 淋巴造影, 前后位 X 线片 399

第九章 腹部

第一节 横断位 CT 403

腹, 站立位, 前后位 X 线片 403

腹, 横断位 CT 定位像 404

腹, 横断位 CT 405

男性盆腔, 横断位 CT 416

女性盆腔, 横断位 CT 定位像 420

女性盆腔, 横断位 CT 420

第二节 胃和十二指肠 425

胃和十二指肠, 气钡双重对比造影, 斜位 X 线片 425

胃和十二指肠, 气钡双重对比造影, 侧位 X 线片 425

十二指肠, 气钡双重对比造影, 前后位 X 线片 426

第三节 小肠 426

空肠和回肠, 钡餐造影, 前后位 X 线片 426

第四节 结肠和直肠 427

结肠, 钡灌肠, 单对比造影, 前后位 X 线片 427

结肠, 双重对比造影, 前后位 X 线片 427

直肠, 双重对比造影, 前后位 X 线片 428

直肠, 双重对比造影, 侧位 X 线片 428

第五节 肝和胰腺 429

胆道, 内镜下逆行胰胆管造影 (ERCP), 前后位
X 线片 429

胆道, ^{99m}Tc-HIDA, 核素显像, 前位像 430

胆囊, 深吸气, 肋下矢状面, 超声 431

肝, 肋下, 斜横切面, 超声 431

上腹部, 正中矢状面, 超声 432

上腹部, 横切面, 超声 432

胰管, 内镜下逆行胰管造影, 前后位 X 线片 434

上腹及胰腺,横断位 MR 434

第六节 脾 435

脾和肝,脾-门静脉造影,前后位 X 线片 435

脾,肋间横切面,超声 435

第七节 动脉和静脉 436

腹主动脉,矢状面,超声 436

腹主动脉,主动脉造影,前后位 X 线片 436

腹腔干,动脉造影(动脉期),前后位 X 线片 437

门静脉,腹腔动脉造影(静脉期),前后位 X 线片
(见图 9-48) 437

肠系膜上动脉,动脉造影,前后位 X 线片 438

肠系膜下动脉,动脉造影,前后位 X 线片 438

腹腔干和肠系膜上动脉,变异(15%),动脉造影,
前后位 X 线片 439

肠系膜上静脉,经肝静脉造影,前后位 X 线片 440

下腔静脉,静脉造影,前后位 X 线片 440

第八节 淋巴系统 441

腰淋巴系,淋巴造影,第一天,前后位 X 线片 441

腰淋巴结,淋巴造影,第二天,前后位 X 线片 441

腰淋巴结,淋巴造影(第二天)和静脉尿路造影,
侧位 X 线片 442

腰淋巴结,淋巴造影和口服对比剂后,横断位 CT 442

第十章 泌尿生殖系统

第一节 肾 445

尿路,静脉尿路造影,前后位 X 线片 445

肾动脉,动脉造影,前后位 X 线片 445

肾,静脉和口服对比剂后,横断位 CT 446

肾,冠状位 MR 446

肾,纵切面,超声 447

肾,^{99m}Tc-碘马尿酸钠,核素显像(肾造影),
后位像 447

第二节 膀胱和尿道 448

膀胱,男性,静脉尿路造影,前后位,倾斜
X 线片 448

膀胱,女性,静脉尿路造影,前后位,倾斜
X 线片 448

尿道,男性,尿道造影,斜位 X 线片 449

尿道,女性,阴道-膀胱-尿道造影(KCU),
排尿中,侧位 X 线片 449

第三节 男性生殖器官 450

男性盆腔,正中位 MR 450

男性盆腔,横断位 MR 450

男性盆腔,冠状位 MR 451

阴茎和阴囊,冠状位 MR 451

阴茎,海绵体造影,前后位 X 线片 452

阴茎,海绵体造影,侧位 X 线片 452

睾丸,横断面,超声 453

前列腺,横切面,超声 453

阴茎,横断面,超声 454

第四节 女性生殖器官和胚胎 455

子宫,子宫输卵管造影(HSG),前后位 X 线片 455

女性盆腔,正中位 MR 455

子宫,矢状面,超声 456

子宫,宫底横切面,超声 456

妊娠子宫,矢状面,超声 456

卵巢,超声 457

胚胎,孕龄 3w6d 457

胚胎,孕龄 7w6d,顶臀长(CRL)15mm 458

胚胎,孕龄 8w2d 458

第五节 胎儿 459

孕龄 9w4d, CRL23mm 459

孕龄 10w5d, CRL40mm 459

孕龄 11w4d,胎头横切面 459

孕龄 12w3d,颈部,颈项透明层(NT)检查,
矢状面 460

孕龄 14w5d,胎头,矢状面 460

孕龄 14w5d,脑部,横切面 460

孕龄 14w6d,胸腔,横切面 461

孕龄 15w0d,脊柱,冠状面 461

孕龄 15w0d,脊柱,正中矢状面 461

孕龄 15w2d,四腔心切面 462

孕龄 15w2d,主动脉弓,彩色多普勒血流成像 462

孕龄 15w2d,上腹部,横切面 462

孕龄 15w2d,脊柱,冠状面 463

孕龄 15w0d,男性胎儿 463

孕龄 14w3d,下肢 463

胎儿,双绒毛膜双胎,彩色多普勒血流成像 464

孕龄 19w1d,脑部,横切面 464

孕龄 19w6d,脑部,横切面,“小脑切面” 464

孕龄 22w0d,脑部和眼,横切面,“丘脑切面” 465

孕龄 21w1d,面部,矢状面 465

孕龄 21w1d,面部,冠状面 465

孕龄 20w3d,唇,冠状面 466

孕龄 19w0d,脊柱,矢状面 466

孕龄 19w4d,躯干,横切面 466

孕龄 21w0d,心脏和大血管,斜切面 467

孕龄 19w5d,心脏,四腔心切面 467

孕龄 21w4d,胸部和大血管,横切面 468

孕龄 21w1d,心脏和动脉导管,彩色多普勒血流
成像 468

孕龄 21w1d,脐静脉,彩色多普勒血流成像 469

孕龄 19w0d, 肾脏, 冠状面 469
孕龄 19w0d, 肾动脉, 冠状面, 彩色多普勒血流
成像 469
孕龄 19w6d, 膀胱和脐动脉, 彩色多普勒血流成像 470
孕龄 21w1d, 腹部, 冠状面 470
孕龄 21w1d, 脐带 470
孕龄 18w6d, 股骨长 (FL), 骨化骨干长度 30mm 471
孕龄 22w2d, 足 471
孕龄 19w6d, 前臂 471

孕龄 16w0d, 手 472
孕龄 23w0d, 三维超声图像 472
胎儿, 18w, CRL140mm, 流产, 前后位 X 线片 473
胎儿, 18w, CRL140mm, 流产, 侧位 X 线片 474

影像诊断检查方法及相关概念 475

索引 483

第一章

影像诊断的原理和技术

影像诊断学通过应用几种物理学原理，使生命体的结构、组成和功能可视化。对成像技术和基本物理原理的初步了解是充分认识诊断可能性和全面、精准解析图像的前提。

本章摒弃了冗杂的技术细节和深奥的数学公式，简明扼要地介绍与影像诊断相关的一些基本物理原理、成像技术和概念。

第一节 以 X 线为基础的技术

X 线的产生和特性

X 线是一种具有一定频谱范围的电磁波,用于诊断成像的波长在 $0.006\sim 0.06\text{nm}$ 之间。与可见光不同,X 线不能被镜头或类似设备发现和检出,因此,X 线的衍射和波动等光学特性在影像诊断中被极大忽略。把 X 线理解成线性传播的、连续的能量量子(光子)流是非常有用的。因此,人们通常将光子能量作为 X 线的特征,而非其波长或波频。因为 X 线是电子在千伏特(kV)等级的电场加速后,通过能量转换而产生的,所以 X 线光子的能量单位是千电子伏特(keV),与诊断相关的范围是 $20\sim 200\text{keV}$ (图 1-1)。

电磁波的传播速度(c)是常数(在真空中): $3\times 10^{17}\text{nm/s}$,与波长(λ)和频率(ν)的关系是: $c=\lambda\times\nu$ 。

电磁波以不连续的能量量子(光子)形式发射,光子的能量(E)与其频率(ν)的关系是: $E=h\times\nu=h\times c/\lambda$,h 是 Planck (普朗克)常数。如果能量 E 用 keV 表示,波长 λ 用 nm 表示,则关系式变为 $E=1.24/\lambda$ 。

1 电子伏特(eV)是 1 个电子通过 1 伏特梯度电压加速后获取的能量。 $1000\text{eV}=1\text{keV}$ 。

X 线管

X 线管是影像诊断用 X 线的发生器(图 1-2)。在 X 线管内,钨丝(阴极)通电加热后产生的窄电子束在真空管内加速撞击阳极靶,此时发生能量转换,入射电子能量很小的一部分($0.2\%\sim 2\%$)形成 X 线,剩余能量转换成热能。阳极靶通常由具有高热稳定性的钨合金构成,呈圆盘状并高速旋转,以利于将产生的热能均匀、广泛地散出去。

X 线管产生的 X 线能量(波长)主要通过

阴阳两极间的电位差(加速电压)来调节。高电压是由整流和变压器产生的,通常将 $50\sim 60\text{Hz}$ 的交流电转换成 50000Hz 的交流电。高电压呈波形,并以此显示峰值电压和最小电压的不同,后者用峰值电压的百分比表示(通常为绝大多数高压发电机峰值电压的 $5\%\sim 10\%$)。X 线管的高电压设置通常是指峰值电压,并且用 kVp 表示。

在一定的电压下,X 线管产生的 X 线强度是由撞击阳极靶的电子数量决定的,即由从阴极到阳极经过真空管的电子束形成的电流决定,我们称其为束电流或管电流,单位为毫安培(mA)。当加速电压在 40kV (饱和电压)以上时,管电流很大程度上取决于阴极灯丝的温度,也可由加热灯丝的供电电流来调节。

X 线的辐射剂量与管电流及时间成正比,用毫安秒(mAs)表示。阳极发射的 X 线光子具有不同的能量,当管电压最大时,X 线谱中的光子能量也达到最大。因此,X 线束是多变的,即使管电压不变,X 线束仍然多变,这与 X 线在阳极产生过程中的特性(韧致辐射)有关,在此不详细叙述。

能量低于 20keV 的光子不能用于 X 线成像,这是因为它们无法穿透人体的受检部位。而且由于其能量被受照部位的浅表组织(尤其是皮肤)吸收,对人体是有害的。在 X 线束通过的路径上插入薄铝片或铜片以去除这些低能的光子,这一过程称为滤过(图 1-3)。滤过使光子平均能量增加,此时 X 线束称为硬 X 线。乳腺摄影则应用最低能量的 X 线($25\sim 30\text{keV}$),通过正常组织和癌组织对 X 线吸收的微小差别来发现病变。

X 线管被一铅罩包绕,仅留一窗口让 X 线束通过。窗口的大小和形状通过调节光圈来改变(图 1-2)。

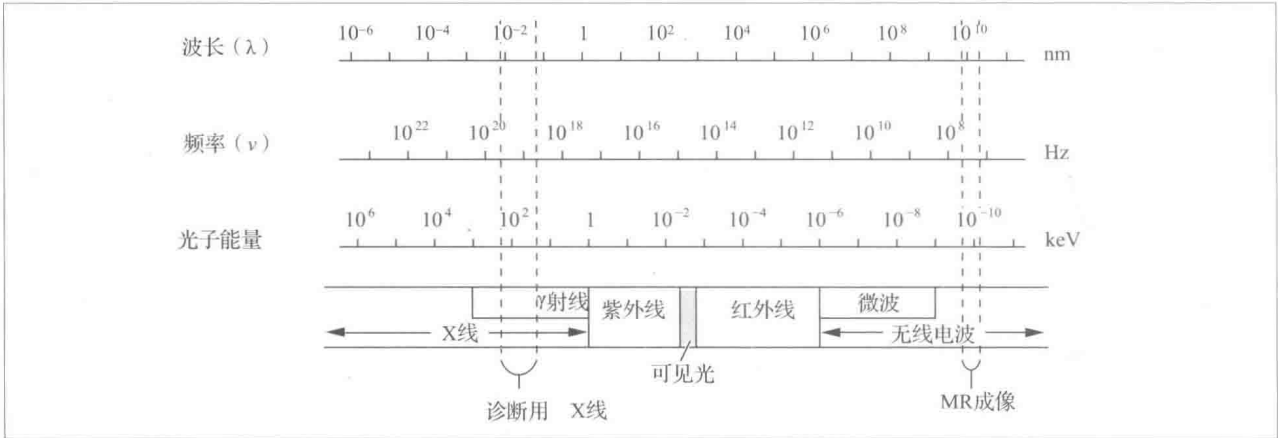


图 1-1 电磁波谱及其对应的波长、频率和光子能量

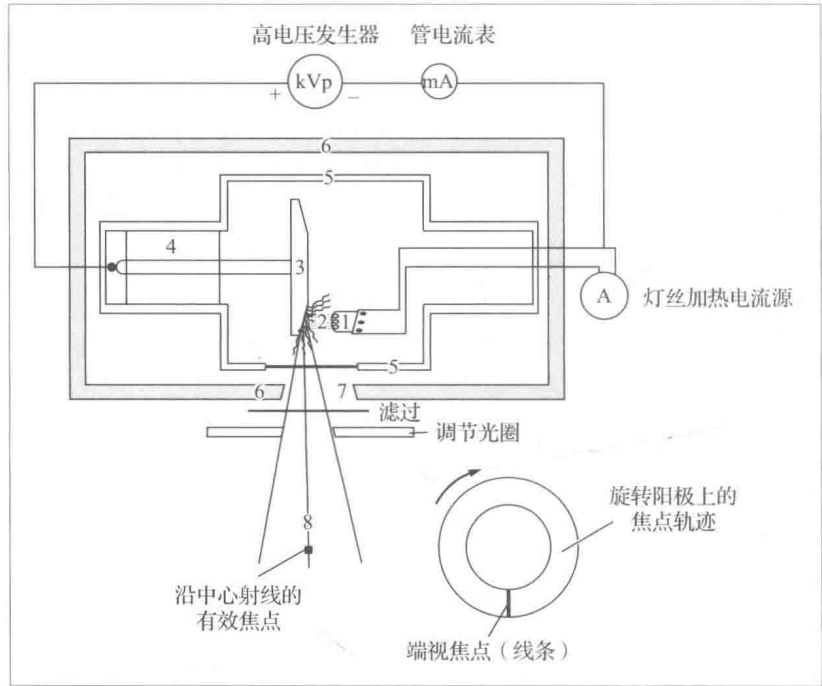


图 1-2 诊断用 X 线管基本构造示意图（电路细节未提供）

- 1. 阴极灯丝
- 2. 电子束
- 3. 旋转阳极
- 4. 阳极电机驱动装置
- 5. 真空管
- 6. 铅罩
- 7. 窗口
- 8. 中心射线

X 线以发散的形式自阳极电子束撞击处（焦点）向外辐射，并受 X 线管出口孔径大小的限制。线束的中轴称为中心射线，沿此轴看到的焦点叫作有效焦点。有效焦点尺寸越小，所获影像的分辨率越高。它们几乎都是 1mm^2 或更小；在乳腺摄影时甚至达到 0.1mm^2 以下，以便发现恶性肿瘤经常出现的微小钙质沉着。

X 线束应当被光圈严格限制，使所需投照的身体区域最小化，尽量减少辐射暴露，这种调整被称为准直。

X 线与物质的相互作用

用于影像诊断的 X 线能量有三种相互作用形式，即弹性散射、光电效应和非弹性散射（康普顿效应）。

弹性散射：仅改变光子方向，而无能量损失。与诊断相关的光子都会发生弹性散射，但仅占总散射率很小的一部分。

光电效应（图 1-4）：入射的 X 线光子将能量全部传递给原子核外某一内层电子，该电子获得

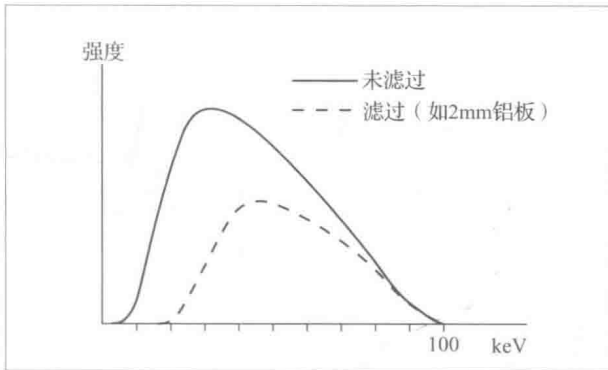


图 1-3 滤过对 X 线束光子能量分布的影响（管电压 100kVp）

即便未经滤过，当 X 线束通过 X 线管壁时，最低能量的线束也已经被滤去。附加的滤过降低了整体能量，但却增加了光子的平均能量

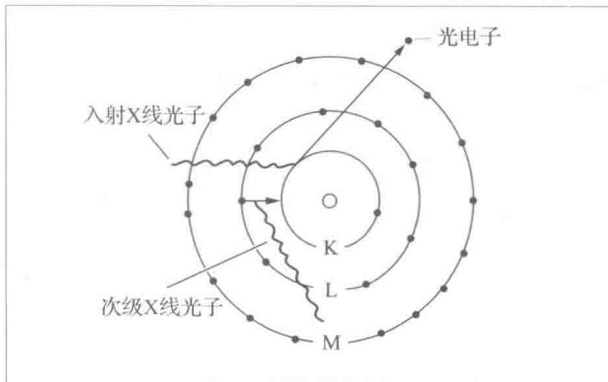


图 1-4 光电效应

能量后脱离原子核束缚成为自由电子，又被称为光电子。内层电子被激发后，较外层的电子填补空位，多余能量随之释放，产生方向随机的新的 X 线光子，该光子具有可确定物质元素组分和含量的特征性能量。新光子的能量比先前光子的能量低，它可以作为次级射线辐射出去，但更多的是被新的相互作用所吸收。原子电离后释放的电子与其他原子碰撞，产生数量更多的次级电离。当入射光子能量略高于内层电子与原子核的结合力时，光电效应会很强。在诊断相关的 X 线能量范围内，只有最内层（K 层）2 个电子拥有足够高的结合能时才会产生光电效应。我们将恰好能使 K 层释放出 1 个光电子的光子能量，称为 K 临界值，X 线就以此能量作为阈值，出现衰减的急剧增加（图 1-5）。不同元素各自具有特征性

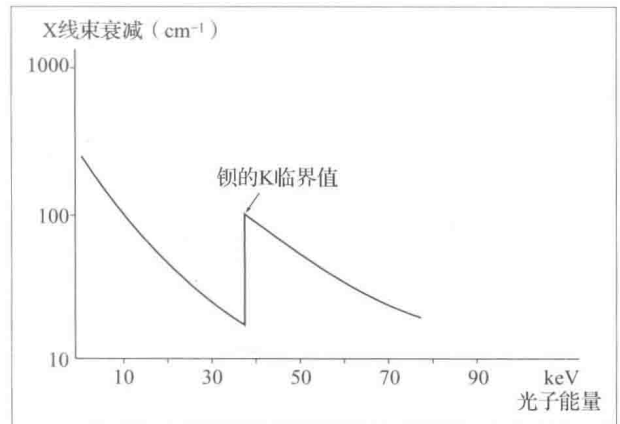


图 1-5 K 临界效应

当光子能量等于 K 层电子的结合能时，X 线吸收急剧增加，这就是所谓的 K 临界值

表 1-1 不同元素的 K 临界值

元素	K 临界值 (keV)
碳	0.3
氮	0.4
氧	0.5
磷	2.1
钙	4.0
碘	33.2
钨	37.4
铅	88.1
铁	7.1

的 K 临界值（表 1-1）。由低序数元素（碳、氮、氧）组成的软组织，当光子能量大于 35keV 时，光电衰减在数量上即变得不重要。而由于高序数元素（如钙）的 K 层电子结合力高，对于骨成像来说，即便光子能量达到 50keV，光电效应在数量上仍然非常重要。钨和碘具有很高的 K 临界值，分别为 37.4keV 和 33.2keV，因此在 X 线检查时作为对比剂使用。

非弹性（康普顿）散射（图 1-6）：是 X 线光子与外层电子间相互作用的结果，后者被撞出离子外（即反冲电子），入射光子能量减少且方向