

Physical Principles of Medical Imaging

医学成像的物理原理

[美] Perry Sprawls, Jr. (佩里 斯普罗斯) 著

黄治焯 (Huang Yecho) 主译



高等教育出版社

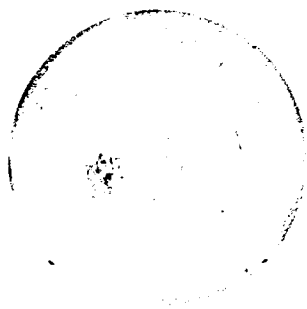
61.53

医学成像的物理原理

Perry Sprawls, Jr. 著
(佩里·斯普罗斯)

黄诒焯 (Huang Yecho) 主译

上官丰和 王芝云 王泽忠 孙步洲
仲继志 何玉琴 胡运惠 等译



高等教育出版社

9310204

(京) 112号

DS78/11
内 容 简 介

本书为医师、物理学工作者、工程师以及其它在医学成像领域内工作的专业人员提供医学图像形成的基本原理,内容涉及医学图像的性质和质量、X射线图像和现代医学图像——X射线计算机断层扫描成像、磁共振成像、超声成像和放射性核素成像。

如何选择成像因素,使它在具体临床要求下能产生最佳图像,以及如何兼顾图像质量和对患者的照射量,这都是医学成像中的重要问题,作者以此为指导思想贯穿于全书。

原著者是国际上有影响的医学物理和医学成像的教育家。书中内容深入浅出,图文并茂,着重概念分析论证,是一本了解医学成像物理原理的入门书。

责任编辑 姚玉洁

Perry Sprawls, Jr.

Physical Principles of Medical Imaging

Rockville, Maryland, Aspen Publishers, Inc. 1987

本书原文版为英文,版权属 Aspen Publishers Inc. 所有,经 Sprawls 教育基金会取得该公司授权,由高等教育出版社出版中文版。

医学成像的物理原理

Perry Sprawls, Jr. 著
(佩里·斯普罗思)

黄诒焯 (Huang Yecho) 主译

上官丰和 王芝云 王泽忠 孙步洲
仲继志 何玉琴 胡运惠 等译

*

高等教育出版社出版
新华书店总店科技发行所发行
北京市顺新印刷厂印装

*

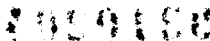
开本 850×1168 1/32 印张 16.375 字数 420 000

1993年4月第1版 1993年4月第1次印刷

印数: 0001—2 342

ISBN7-04-004055-7/TN·180

定价 10.20 元



中译本序言

1895年威尔赫姆·伦琴发现X射线辐射后，很快医学界就开始用它对人体内部结构产生图像。现在许多另外的发现和工程技术方面的进展，又使医学成像扩展到包括能穿透人体的多种不同形式的辐射。


各种成像设备的有效使用，需要成像过程物理原理和如何才能使不同的成像因素调节到对具体临床要求产生最佳图像的知识。本书就是为医师、物理学工作者、工程师以及其它在医学成像领域内工作的专业人员提供上述基础知识而写的。

书中的题目和材料是作者在亚特兰大 Emory 大学医学院放射科所教过的课程发展起来的。

将本书翻译成中文，是在黄诒焯教授主持下西安医科大学和 Emory 大学医学院之间协同合作的结果。

黄教授和我都有这样的共识，即对于各种成像方法，只有使用者对涉及的原理掌握较好的知识，才会提供较好的诊断。我深盼这个中译本会有助于中国的读者。

西安医科大学名誉教授
美国 Emory 大学教授



Ferry Sprawls, Ph.D.

佩里·斯普罗斯

1991年12月11日

前 言

任何医学成像设备的有效使用以及图像的分析解释都要求对图像形成过程的物理原理有一定的理解。这是因为要使具体解剖结构或病理情况形象化的能力，取决于特定医疗设备的固有特性和使用者所选择的成像因素的设置。可见度和成像因素之间的关系相当复杂，而且经常包含着要在图像质量各个方面之间进行兼顾和协调。

一切成像方法都会在患者身体内积存一定形式的能量，这并不总是没有危险性的。辐射的照射量通常是一个可变的因素，而且总会对图像质量有影响。一个尽可能完善的成像方法是要在图像质量和辐射照射量这两个因素上取得适当的平衡。

本书提供的物理学和科学的知识，将会使医师们在成像过程的各个阶段中能作出合理的技术决断。

本书主要是为在放射学住院医师实习计划中学习的医师们写的，但是对于天天面临涉及成像设备决策、方法和患者安全的放射学工作者也是一本有用的参考书。

本书包含的大部分材料来源于作者以前的几本书：《诊断放射学的物理原理》和《核医学的物理学和测试设备》。材料已经更新和补充，特别在计算机断层扫描成像和磁共振成像方面。

题目的选择和概念的描述是以 Emory 大学放射学住院医师实习计划的物理学部分为基础的。本书对象是那些假设没有物理学初步知识但又很希望要掌握医学成像专业的物理原理的读者。

具体目的是要在下列方面加强读者的能力：

- 理解图像形成的基本原理；
- 选择适宜于具体临床需要的成像因素；

- 就图像质量和患者照射量而论尽可能完善成像方法；
- 与技术部门成员能有效地交流联系；
- 选择设备和成像供应时能作出明智的决断。

目 录

第一章 图像特征和质量	1
1-1 引言和概述	1
1-2 图像质量	2
一、图像对比度	3
二、模糊和细节的可见度	5
三、噪声	6
四、伪迹	7
五、畸变	8
六、折衷和兼顾	8
1-3 组织特征和图像形式	8
1-4 图像观察条件	9
一、客观对比度	11
二、背景亮度	11
三、物体大小	11
四、观察距离	12
五、眩光	12
六、背景结构	12
1-5 观察者的操作	12
第二章 能量和辐射	15
2-1 引言和概述	15
2-2 能量形式和转换	16
2-3 辐射	17
一、电磁辐射	17
二、粒子辐射	18
2-4 能量单位和有关的量	18
一、焦耳	19
二、热单位	19

三、克拉德	19
四、尔格	20
五、电子伏	20
六、功率	20
七、强度	20
2-5 辐射的量子性	21
一、光子能量	22
二、频率	23
三、波长	24
2-6 电子和能量	24
一、静止质量能量	25
二、动能	26
三、势能	26
四、能量交换	26
五、能量转移	28
2-7 电学量	29
一、电流	29
二、电量和电荷	30
三、电压	30
四、功率	31
五、总能量	32
2-8 X 射线电路	32
2-9 交流电	32
第三章 辐射量和单位	34
3-1 引言和概述	34
3-2 单位制	34
3-3 辐射量	35
3-4 光子	37
一、光子浓度 (流量)	37
二、总光子数	37
3-5 照射量	38
一、概念	38
二、表面积分照射量	39

3-6 能量	41
一、能流	41
二、总能量	43
3-7 吸收剂量	43
一、概念	43
二、单位	43
三、积分剂量	44
3-8 生物效应	45
一、剂量当量	45
二、相对生物效应	47
3-9 光	47
一、发光率	47
二、光照度	48
3-10 射频辐射	49
第四章 物质的性质和结构	50
4-1 引言和概述	50
4-2 核结构	50
一、组成	51
二、核素	52
4-3 核的稳定性	56
4-4 原子核能	58
4-5 电子	59
一、电子数	59
二、能级	60
三、浓度	62
第五章 放射性转变	65
5-1 引言和概述	65
5-2 同量异位转变	67
一、 β 发射	67
二、正电子发射	70
三、电子俘获	71
5-3 同质异能转变	72
一、 γ 发射	72

二、内转换	74
5-4 α 发射	75
5-5 放射性核素的制造	78
第六章 放射性	79
6-1 引言和概述	79
6-2 放射性的寿命	79
一、半衰期	80
二、变换常数(衰变常数)	81
三、放射性物质的量	81
四、累积活度	82
6-3 活度与时间	83
剩余部分数与半衰期	84
6-4 放射性平衡	86
一、长期平衡	87
二、瞬变平衡	89
6-5 有效寿命	91
第七章 X 射线的产生	93
7-1 引言和概述	93
7-2 X 射线管	93
一、功能	93
二、阳极	93
三、设计	95
四、焦斑	95
五、阴极	95
六、管壳	96
七、机壳	96
7-3 电子的能量	97
一、势能	97
二、动能	97
7-4 韧致辐射	98
一、产生过程	98
二、光谱	98
三、 KV_p	100

7-5 标识辐射	101
一、产生过程	101
二、钨标识谱	102
三、钼标识谱	102
四、 KV_p	102
7-6 效率	103
一、概念	103
二、 KV_p	104
三、阳极材料	104
7-7 功效 (输出)	104
一、概念	104
二、 KV_p	104
三、波形	105
第八章 X 射线管的供电与控制	106
8-1 引言和概述	106
8-2 KV 的产生	106
一、变压器的原理	107
二、高压变压器	108
三、自耦变压器	109
8-3 整流	110
一、整流器	110
二、整流电路	111
三、全波	112
四、半波	112
8-4 电压波形和 X 射线的产生	112
一、单相和恒压	112
二、三相	114
8-5 电容器	116
一、电容器工作原理	116
二、能量的存储	117
三、滤波	118
8-6 高频电源	118
8-7 MA 控制	118

8-8 照射计时	120
一、手控计时器	120
二、自动曝光控制	120
8-9 质量保证措施	121
第九章 X 射线管的加热和冷却	122
9-1 引言和概述	122
9-2 热的产生	122
9-3 热容量	124
9-4 焦点区	125
一、焦点的尺寸	127
二、阳极角	128
三、阳极的旋转速率	129
四、千伏波形	129
9-5 阳极体	131
9-6 管壳	133
9-7 小结	133
第十章 辐射与物质的相互作用	134
10-1 引言和概述	134
10-2 相互作用的类型	134
一、光子的相互作用	134
二、电子的相互作用	137
三、正电子的相互作用	141
10-3 光子相互作用率	142
一、衰减	142
二、光电作用率	145
三、康普顿作用率	147
四、散射的方向	148
五、散射辐射的能量	148
10-4 相互竞争性作用	149
第十一章 辐射的穿透作用	152
11-1 引言和概述	152
11-2 光子的射程	153
11-3 半值层	154

11-4 X射线束的质量	157
11-5 滤过作用	158
11-6 散射的穿透作用	161
11-7 穿透	163
第十二章 X射线图像的形成和对比度	164
12-1 引言和概述	164
12-2 对比度类型	164
一、客观对比度	165
二、主观对比度	167
三、图像对比度	167
12-3 光子能量 (KV _p) 的影响	168
一、软组织的X射线照相术	169
二、钙	169
三、碘和钡对比度媒质	170
12-4 区域对比度	171
第十三章 散射辐射和对比度	174
13-1 引言和概述	174
13-2 对比度减小	174
13-3 准直	176
13-4 空气隙	177
13-5 格栅	178
13-6 格栅穿透	180
一、散射性穿透	181
二、原辐射穿透	182
三、对比度的改善	182
四、伪迹	185
13-7 格栅选择	186
第十四章 X射线照相接收器	188
14-1 引言和概述	188
14-2 屏的功能	189
一、X射线的吸收	189
二、光线的产生	189
三、曝光的减小	190

14-3 接收器的灵敏度	190
一、材料	191
二、光谱特征	192
三、厚度	193
四、光子能量 (KV _p)	193
14-4 图像的模糊	194
一、屏和胶片的接触	194
二、穿过	195
三、晕光作用	196
14-5 图像的噪声	196
14-6 伪迹	196
第十五章 照相过程及胶片感光度	197
15-1 引言和概述	197
15-2 胶片的功能	198
一、图像的记录	198
二、图像的显示	198
三、图像的贮存	199
15-3 光密度	199
一、光的穿透	199
二、测量方法	200
15-4 胶片的结构	201
一、基底	201
二、乳胶	201
15-5 照相的处理	202
一、潜像的形成	202
二、显影	203
三、定影	205
四、冲洗	205
五、烘干	206
15-6 感光度	206
一、成分	207
二、处理	208
三、光的颜色 (波长)	209

四、曝光时间	211
15-7 质量控制	212
伪造	212
第十六章 胶片对比度特性	213
16-1 引言和概述	213
16-2 对比度的转移	214
一、特性曲线	215
二、对比度曲线	217
三、 γ 值	218
四、平均梯度	219
16-3 胶片幅度	220
一、曝光误差	220
二、主观对比度范围	220
16-4 胶片类型	221
16-5 处理的效果	224
一、过处理	224
二、欠处理	224
16-6 胶片灰雾度	224
一、固有的原因	225
二、化学作用	225
三、热和老化	225
四、辐射照射	225
第十七章 X 射线照相光密度的控制	226
17-1 引言和概述	226
17-2 X 射线发生器	227
一、MA	227
二、照射时间	228
三、KV _p	229
四、波形	231
五、X 射线管	231
17-3 接收器的灵敏度	231
格栅	232
17-4 患者	232

17-5 距离和面积	233
17-6 自动曝光控制	234
第十八章 细节的模糊度、分辨率和可见度	236
18-1 引言和概述	236
18-2 模糊度	236
18-3 细节的可见度	238
18-4 失锐	240
18-5 分辨力	241
18-6 调制转换函数	245
第十九章 X 射线照相的细节	248
19-1 引言和概述	248
19-2 体位和放大率	248
19-3 移动模糊	251
19-4 焦点模糊	251
一、焦点尺寸	253
二、制造厂的容差	253
三、图像发晕	254
四、强度分布	254
五、阳极角度	254
六、焦点尺寸的测量	255
19-5 接收器模糊	257
19-6 复合模糊	258
第二十章 荧光透视成像系统	263
20-1 引言和概述	263
20-2 影像增强管	264
一、增益	265
二、转换系数	265
三、对比度	268
四、模糊度	268
五、噪声	269
20-3 视频系统	269
一、视频(显像)原理	269
二、对比度	272

三、模糊度	273
四、噪声	275
20-4 光学系统和摄像机	276
一、图像分配器	278
二、摄像机	279
20-5 接收器的灵敏度	281
一、荧光透视	281
二、X 射线照相术	281
第二十一章 图像的噪声	283
21-1 引言和概述	283
21-2 对可见度的影响	283
21-3 量子噪声	284
21-4 接收器的灵敏度	286
一、屏-胶片 X 射线照相术	287
二、影像增强 X 射线照相术	289
三、荧光透视	292
21-5 晶粒和结构噪声	293
21-6 电子噪声	294
21-7 对比度对噪声的影响	294
21-8 模糊对噪声的影响	294
21-9 图像积分法	295
一、人的视觉	295
二、视频摄像管	296
三、数字处理	296
21-10 图像减影	296
第二十二章 数字成像系统和图像处理	297
22-1 引言和概述	297
22-2 数字图像	297
一、矩阵的大小	298
二、像素值	298
三、图像的转换	300
四、核图像的采集	301
22-3 图像的处理	305