

Mammography
and Related
Quality Control

乳腺X线摄影 与质量控制

主 编 燕树林 副主编 牛延涛

乳腺 X 线摄影与质量控制

Mammography and Related Quality Control

主 编 燕树林

副主编 牛延涛

 人民军医出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

乳腺 X 线摄影与质量控制/燕树林主编. —北京:人民军医出版社,2008.9
ISBN 978-7-5091-1771-2

I. 乳… II. 燕… III. 乳房疾病-X 射线检照技术-质量控制 IV. R816.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 141606 号

策划编辑:高爱英 文字编辑:任海霞 责任审读:张之生

出版人:齐学进

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927270;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927242

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

印刷:三河市春园印刷有限公司 装订:春园装订厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:24.5 字数:588 千字

版、印次:2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001~3000

定价:145.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

内 容 提 要

本书旨在指导读者进行乳腺 X 线摄影的规范化操作、标准影像的采集与显示以及严格的影像质量控制。作者分基础、临床、质量控制、附录 4 篇,从乳腺 X 线成像基础、乳腺 X 线摄影系统的构成与性能、数字乳腺 X 线摄影、乳腺癌 X 线摄影普查的有效性分析、乳腺解剖及 X 线诊断学基础、乳腺影像质量评价标准、乳腺摄影的质量控制、乳腺 X 线摄影的辐射及相关性等各个方面进行了详细介绍,并在附录部分对屏/片系统和数字乳腺成像系统的质量控制以及国际上在乳腺摄影质量控制方面具有权威性的相关文件进行了介绍。本书图文并茂,叙述简洁,编排方式方便查找和阅读,可供从事乳腺摄影工作和研究的影像技术人员、影像医生、医学物理师和医学工程人员参考学习。

编著者名单

主 编 燕树林

副主编 牛延涛

编 者 (以姓氏笔画为序)

牛延涛 首都医科大学附属北京同仁医院

刘建新 北京煤炭总医院

杜国生 北京市疾病预防控制中心

李清军 加拿大安大略省 Humber River Regional 医院

何之彦 上海交通大学附属第一人民医院

张宗锐 首都医科大学附属北京同仁医院

苗 英 浙江大学邵逸夫医院、浙江绿城医院

赵潭元 中国锐珂医疗

曹玺盛 首都医科大学附属北京同仁医院

蔡 丰 中国医学科学院北京协和医院

燕树林 首都医科大学附属北京同仁医院

前言

《乳腺 X 线摄影与质量控制》终于和大家见面啦！这首先要感谢业界同行的鼓励！也要感谢和我一起撰写这本书的其他作者以及公司的鼎力相助！

1978 年以来,我国乳腺癌逐渐上升为女性恶性肿瘤之首,而且每年以 3% 的速度上升,即每 30 名女性将有 1 人患乳腺癌,同时也是死亡率上升速度最快的恶性肿瘤。可见乳腺癌严重威胁着我国妇女的健康与生命。

就目前来讲,乳腺 X 线摄影筛查仍是乳腺癌早期发现的最有效的检查方法。根据国际癌症研究机构的调查研究分析表明:“年龄在 50~69 岁的妇女,如果定期做乳腺 X 线摄影检查,可以使死于乳腺癌的危险率降低 35%。”

2004 年“百万妇女乳腺癌普查工程”在我国启动。

2007 年“乳腺 X 线摄影技师持证上岗”制度被推行。

如此,我国乳腺 X 线摄影筛查的形势已经造就而成,它可以大大降低乳腺癌的死亡率。但是,这有依赖于高分辨力、高对比度、低剂量的乳腺摄影影像的恒定产生。说得更透彻一点,这一切必须在乳腺 X 线摄影规范的技术操作、标准的影像显示以及严格的质量控制前提下,才能达到预期的效果。

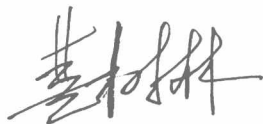
《乳腺 X 线摄影与质量控制》正是基于这种需求应运而生。本书的编写力求体现以下特点:全书内容覆盖了乳腺 X 线摄影的各个方面,图文并茂;广泛参考国际上的相关标准,融会贯通、为我所用;技术操作、影像显示以及质量控制等标准的制定,既符合国际的权威性,又具有国情的可操作性;同时吸纳了各厂家的乳腺摄影检查的最新成像技术。

全书共分四篇:基础篇、临床篇、质量控制篇、附录篇。覆盖了乳腺解剖、诊断基础、乳腺影像学报告与数据系统、摄影技术规范、影像标准、临床影像评价方法、辐射防护、屏/片系统和数字乳腺成像系统的质量控制以及在国际上具有权威性的相关文件的译文。

我们希望这本书能成为您真正的“手册”,为您在“乳腺 X 线摄影”这个特殊的专业领域里提供一些帮助和思路。本书同时也为设备验收、维修、应用技术评审等相关技师、医学物理师以及医学工程人员提供了大量的参考资料和标准。

书中不足之处,敬请广大读者与业界同仁批评指正。

主 编



目 录

基础篇

第 1 章 乳腺 X 线摄影成像基础	3
1.1 乳腺 X 线摄影的诞生与发展	3
1.2 乳腺 X 线成像的物理学基础	5
1.2.1 X 线的发现	5
1.2.2 X 线的性质	6
1.2.3 X 线的产生	6
1.2.4 乳腺 X 线影像的形成	8
1.3 X 线照片影像质量的分析	10
1.3.1 X 线影像信息的形成与传递	10
1.3.2 X 线影像质量的评价	12
1.3.3 X 线影像质量的影响因素	12
1.3.4 X 线影像质量的视觉评价	13
1.3.5 对比度	13
1.3.6 清晰度	14
1.3.7 颗粒度	21
1.3.8 影响影像质量各因素间的相互关系	22
第 2 章 乳腺 X 线摄影系统的构成与性能	25
2.1 乳腺 X 线摄影系统的构成	25
2.2 X 线发生器	26
2.2.1 高压发生器	26
2.2.2 X 线的输出	26
2.2.3 X 线质	27
2.3 X 线管	27
2.3.1 X 线管焦点	27
2.3.2 足跟效应	28
2.3.3 X 线管靶物质与滤过	29
2.3.4 钨靶 X 线管	32
2.4 自动曝光控制	35

2.4.1 自动曝光控制的作用	35
2.4.2 自动曝光控制的特性	35
2.5 乳腺摄影系统机架装置	37
2.5.1 机架类型与功能	37
2.5.2 影像接收器	38
2.5.3 准直器	38
2.5.4 滤线栅	39
2.5.5 压迫装置	43
2.5.6 机架操作控制台	45
2.6 数字影像探测器	45
2.6.1 光激励存储荧光体	45
2.6.2 荧光体电荷耦合器成像板	46
2.6.3 碘化铯/非晶硅平板探测器	47
2.6.4 非晶硒平板探测器	48
2.6.5 直接光子计数技术	48
2.7 图像采集工作站	49
2.7.1 图像采集工作站的功能	49
2.7.2 显示器阅读专用工作站的特点	50
2.8 数字乳腺摄影系统的附件和选件	51
2.8.1 系统的附件	51
2.8.2 系统的选件	51
第3章 乳腺 X 线摄影的屏/片组合与激光打印技术	52
3.1 乳腺 X 线摄影用胶片	52
3.1.1 乳腺摄影用胶片的种类	52
3.1.2 乳腺摄影用胶片的特性	52
3.2 乳腺 X 线摄影用增感屏	56
3.2.1 增感屏的荧光作用	56
3.2.2 增感屏的结构与种类	57
3.2.3 乳腺摄影增感屏的特性	57
3.2.4 乳腺摄影增感屏的使用	58
3.3 乳腺照片的自动冲洗机	59
3.3.1 自动冲洗机的结构	59
3.3.2 自动冲洗机的特点	59
3.3.3 胶片冲洗套液的配制	60
3.4 激光打印机	60
3.4.1 激光打印的优点	61
3.4.2 激光打印机的构成与工作原理	61
3.4.3 激光打印机的分类	62
3.5 激光胶片	63

3.5.1 激光胶片的分类	63
3.5.2 激光胶片的结构与特性	63
3.5.3 激光打印机与激光胶片的匹配	64
3.6 激光热成像	65
3.6.1 激光热成像胶片的构成	65
3.6.2 PTG 胶片成像层的功能	66
3.6.3 PTG 胶片的种类与成像过程	68
3.6.4 PTG 干式激光打印机	69
3.6.5 激光热成像技术(PTG)的优势	69
3.7 直热式热敏成像	71
3.7.1 微胶囊式直热热敏成像	71
3.7.2 有机羧酸银式直热热敏成像——TG 成像	72
第4章 数字乳腺摄影技术	74
4.1 概述	74
4.1.1 数字乳腺摄影与屏/片乳腺摄影的比较	74
4.1.2 数字乳腺摄影探测器的类型	75
4.2 光激励发光荧光体成像	75
4.2.1 CR 技术基础	75
4.2.2 双面阅读 CR 系统	79
4.2.3 相位对比乳腺摄影技术	80
4.3 电荷耦合器阵列探测器	85
4.3.1 电荷耦合器	85
4.3.2 小视野探测器	85
4.3.3 镶嵌型探测器	86
4.3.4 间接转换“狭缝扫描”系统	87
4.4 非晶硅平板探测器	88
4.4.1 工作原理	88
4.4.2 全野有源矩阵探测器	89
4.4.3 碘化铯的特点	90
4.4.4 碘化铯平板探测器的分辨力	90
4.4.5 非晶硅乳腺摄影系统的设计	91
4.5 非晶硒平板探测器	91
4.5.1 工作原理	91
4.5.2 非晶硒平板探测器的像素设计	93
4.5.3 视野要求	95
4.5.4 探测器的主要性能指标	96
4.5.5 X 线源	97
4.5.6 自动曝光控制	98
4.6 直接光子计数技术	98

4.6.1 固态探测器——硅硼板	99
4.6.2 X 线成像系统中硅硼探测器必须解决的问题	100
4.7 数字乳腺摄影的图像处理	101
4.7.1 均衡与性能	101
4.7.2 数字乳腺图像的后处理	103
4.7.3 计算机辅助诊断	105
4.8 数字乳腺摄影系统的新技术	109
4.8.1 数字乳腺摄影设备人性化的开发	109
4.8.2 数字乳腺体层合成	110
4.8.3 对比减影乳腺摄影技术	117
4.8.4 全野数字乳腺摄影与超声融合	119
4.8.5 数字乳腺摄影三维穿刺	119
4.8.6 数字乳腺摄影的临床潜力	122

临床篇

第 5 章 乳腺癌 X 线摄影筛查的有效性分析	127
5.1 乳腺癌流行病学分析	127
5.1.1 美国妇女乳腺癌发病率与死亡率	127
5.1.2 我国乳腺癌的流行病学分析	128
5.2 乳腺癌 X 线摄影筛查的有效性分析	129
5.2.1 国际癌症研究机构的分析	129
5.2.2 瑞典乳腺癌 X 线摄影筛查前后 20 年随访调查	129
5.2.3 美国乳腺癌 X 线摄影筛查对乳腺癌患者 死亡率的影响	131
5.2.4 荷兰城镇妇女乳腺癌 X 线摄影筛查及其 对乳房癌死亡率的影响	131
5.2.5 日本乳腺癌诊查的有效性研究	132
第 6 章 乳腺解剖及 X 线诊断学基础	134
6.1 乳腺正常解剖与 X 线影像解剖	134
6.1.1 乳腺正常解剖	134
6.1.2 乳腺正常 X 线影像解剖	138
6.1.3 乳腺的生理活动	139
6.2 乳腺疾病临床资料的采集与记录	139
6.2.1 现病史与症状	140
6.2.2 过去史	142
6.2.3 查体及体征	142
6.2.4 实验室检查	143
6.2.5 摄影技师对病史的补充记录	144
6.3 乳腺癌的临床概要	145

6.3.1 乳腺癌的发病原因	145
6.3.2 发生乳腺癌的高危人群	146
6.3.3 乳腺癌的临床分期(基于 TNM)	146
6.4 乳腺 X 线诊断基础与分析	146
6.4.1 乳腺组织学及激素对其的影响	146
6.4.2 乳腺组织结构与 X 线影像密度	148
6.4.3 乳腺实质的 X 线分型	150
6.4.4 乳腺病变的基本 X 线征象	151
6.5 乳腺 X 线诊断术语及报告书写规范	160
6.5.1 诊断描述及报告用语	160
6.5.2 报告书写规范	162
第 7 章 乳腺 X 线摄影及影像质量评价标准	166
7.1 乳腺 X 线摄影技术概述	166
7.1.1 善待受检者的理念	166
7.1.2 乳腺摄影体位的命名	168
7.1.3 乳腺摄影照片的标记	169
7.1.4 乳腺压迫	170
7.2 摄影体位选择	171
7.2.1 内外斜位(MLO)	171
7.2.2 头尾位(CC)	175
7.2.3 乳腺摄影体位选择存在的问题	177
7.2.4 附加体位	178
7.3 乳腺影像质量的显示标准	183
7.3.1 内外斜位(MLO)的显示标准	183
7.3.2 头尾位(CC)的显示标准	184
7.4 乳腺影像质量的综合评价标准	186
7.4.1 乳腺影像质量综合评价配点	186
7.4.2 诊断学要求标准	186
7.4.3 成像技术标准	187
7.4.4 乳腺平均腺体剂量标准	188
7.4.5 影像质量标准	188
7.4.6 标准影像必须遵守的一般规则	189
7.5 影响乳腺影像质量的相关因素	189
7.5.1 压迫	189
7.5.2 曝光	190
7.5.3 对比度	193
7.5.4 清晰度	194
7.5.5 噪声	196
7.5.6 伪影	196

质量控制篇

第 8 章 乳腺 X 线屏/片摄影的质量控制	201
8.1 引言	201
8.1.1 乳腺 X 线摄影质量控制的开展	201
8.1.2 乳腺摄影质量控制相关人员的构成及其职责	203
8.1.3 乳腺摄影质量控制的目标与项目	204
8.1.4 乳腺摄影质量控制实施中的注意点	209
8.2 日常质量控制项目的实施细则	211
8.2.1 暗室清洁	211
8.2.2 冲洗机质量控制	212
8.3 定期质量控制项目的实施细则	217
8.3.1 增感屏的清洁	217
8.3.2 模体影像	217
8.3.3 暗室灰雾	223
8.3.4 屏/片密着程度	225
8.3.5 压迫	226
8.3.6 观片灯和观察条件	228
8.3.7 准直的评估	229
8.3.8 系统分辨力的评估	230
8.3.9 kVp 的精度与重复性	231
8.3.10 线束质量的评估	232
8.3.11 自动曝光控制的评价	233
8.3.12 平均腺体剂量及辐射输出率	235
8.3.13 伪影评估	240
第 9 章 数字乳腺 X 线摄影成像质量及其控制	242
9.1 引言	242
9.1.1 数字乳腺摄影的必然	242
9.1.2 模拟与数字乳腺摄影的影像质量	243
9.1.3 数字乳腺摄影的成像方法	243
9.2 数字乳腺摄影成像质量的影响因素	245
9.2.1 组织覆盖范围	245
9.2.2 空间分辨率	247
9.2.3 对比度、密度和图像显示层次的要求	253
9.2.4 噪声	259
9.2.5 伪影	262
9.3 数字乳腺摄影的质量控制检测	264
9.3.1 探测器的背景噪声	264

9.3.2 系统线性和自动动态范围控制	265
9.3.3 影像探测器可重复性和像素值的一致性	265
9.3.4 流通量和影像重建时间	266
9.3.5 激光束功能(CR)	266
9.3.6 空间分辨力	266
9.3.7 金属网测试和探测器分辨力的一致性	268
9.3.8 低对比度/探测能力	268
9.3.9 距离精度测量和高宽比测试	269
9.3.10 擦除周期的完全性	270
9.3.11 剂量检测	270
9.3.12 胸壁侧遗漏的组织	271
9.3.13 探测器故障单元(DR 系统)	271
9.3.14 其他放射源的影响(CR 系统)	272
9.3.15 潜影的淡化(CR 系统)	272
9.3.16 曝光时间	272
9.3.17 伪影评估	273
9.4 数字乳腺摄影影像的显示	273
9.4.1 显示器的性能评估和质量控制	273
9.4.2 激光打印机的性能评估和质量控制	277
9.5 数字乳腺摄影质量控制计划的实施	278
9.5.1 每天质量控制的实施项目	278
9.5.2 每周质量控制的实施项目	278
9.5.3 每季度质量控制的实施项目	278
9.5.4 每年质量控制的实施项目	279
9.6 “FCR 品质管理计划”概要	279
9.6.1 引言	279
9.6.2 “FCR 品质管理计划”的构成	279
9.6.3 “FCR 品质管理计划”的工作流程	281
9.6.4 FCR 乳腺 QC 检查项目	281
第 10 章 乳腺 X 线摄影的辐射剂量及其相关性	285
10.1 乳腺摄影的辐射风险	285
10.1.1 概述	285
10.1.2 乳腺 X 线摄影检查的代价与利益分析	286
10.1.3 乳腺 X 线摄影剂量的影响因素	287
10.1.4 乳腺 X 线摄影为什么使用“平均腺体剂量”的概念	289
10.2 剂量评估方法	290
10.2.1 平均腺体剂量的获取	290
10.2.2 必要的测量	293

10.2.3 应用剂量	294
10.2.4 剂量推荐值和剂量调查值	295

附录篇

附录 A 乳腺 X 线摄影(屏/片系统)的质量控制图表	299
附录 B 美国 ACR 临床实践指南——影响数字 乳腺 X 线摄影图像质量的要素	308
附录 C 美国 ACR 筛查乳腺 X 线摄影实践指南	322
附录 D 美国 ACR 诊断性乳腺 X 线摄影指南	328
附录 E 美国 ACR 屏/片系统乳腺 X 线摄影指南	332
附录 F 美国 ACR 乳腺全野数字 X 线摄影实践 指南	337
附录 G 日本“乳腺 X 线摄影精度管理项目”列表	340
附录 H 英国“全野数字乳腺成像系统的日常质量 控制检测”	347
附录 I 英国“乳腺计算机 X 线摄影(CR)系统技术 对比报告”	361

参考文献	374
------	-----

基础篇

第 1 章

乳腺 X 线摄影成像基础

1.1 乳腺 X 线摄影的诞生与发展

从伦琴发现 X 线至今 113 年的历史中,医学影像学经历了 3 个发展阶段:X 线的临床应用、放射学的形成和现代医学影像学的形成。1895—1972 年的 77 年,基本处于传统 X 线诊断领域。而 1972 年之后,特别是进入 20 世纪 90 年代,在医学影像领域几乎每二三年就出现一项新技术。同样,乳腺 X 线摄影技术的发展也毫不例外地遵循这一规律。

乳腺 X 线摄影(mammography)(以下简称乳腺摄影)于 1913 年由德国的 Saloman 开始研究。

1930—1960 年采用工业用直接 X 线胶片(无增感屏)摄取乳腺影像。

1937 年美国卡尔森·切斯特·弗罗伊德(Chester F. Carlson),发明了静电干板摄影(xeroradiography),1960 年开始应用于医疗,这也包括乳腺影像的获取。不幸的是,干板摄影的剂量效率很低,难以得到很好的利用。

1969 年以前,乳腺摄影的实施都是使用普通钨靶 X 线管,大大限制了乳腺组织结构的分辨力。

1967 年乳腺摄影专用钼靶 X 线管及圆锥形压迫器的开发是一项重大突破(CGR Senographe)(图 1-1)。这种钼靶 X 线摄影系统可使乳腺图像的对比度明显提高,细微结构更加清晰,从而使乳腺 X 线摄影筛查成为可能。

1972 年乳腺摄影专用增感屏/胶片系统(DuPont Lo-dose system)诞生。

1976 年乳腺摄影专用稀土增感屏/胶片系统及特殊暗盒(Kodak Min-R system)诞生。

1977 年引进微病灶乳腺 X 线放大摄影技术(Radiological Sciences Inc.)。

1978 年乳腺摄影系统首次采用滤线栅。

1987 年美国放射学院(American College of Radiology, ACR)建立了非官方的乳腺摄影鉴定程序(ACR MAP)。

1992 年美国放射学院(ACR)出版了第一部《乳腺摄影质量控制手册》,到 1999 年已经是第 4 版。

1994 年美国正式颁布了《乳腺摄影质量标准法规》(Mammography Quality Standards