

# 放射诊断影像 质量管理

主编 燕树林 副主编 苗英

QUALITY MANAGEMENT  
OF IMAGES IN DIAGNOS-  
TIC RADIOLOGY

浙江科学技术出版社

---

# 放射诊断影像质量管理

## QUALITY MANAGEMENT OF IMAGES IN DIAGNOSTIC RADIOLOGY

---

主 编 燕树林  
副主编 苗 英

编 者

牛延涛

首都医科大学北京同仁医院

苗 英

浙江大学医学院附属邵逸夫医院

周启甫

卫生部工业卫生实验所

赵 波

首都医科大学北京同仁医院

燕树林

首都医科大学北京同仁医院

---

**图书在版编目 (CIP) 数据**

放射诊断影像质量管理/燕树林主编. —杭州:  
浙江科学技术出版社, 2001. 7  
ISBN 7-5341-1469-1

I. 放… II. 燕… III. ①影像-诊断-技术②放射  
诊断-影像-质量控制 IV. R814.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 46436 号

书名: 放射诊断影像质量管理

主编: 燕树林

出版: 浙江科学技术出版社

发行: 浙江省新华书店

印刷: 浙江印刷集团公司

规格: 开本 787×1092 1/16

印张: 18.25

字数: 454000

版次: 2001 年 7 月第 1 版

印次: 2001 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1-3000

---

书号: ISBN 7-5341-1469-1/R · 237

定价: 55.00 元

---

责任编辑: 刘 丹

封面设计: 孙 菁

# 前 言

从1895年伦琴发现X线至今,已走过了106年的历程,X线摄影已成为临床不可或缺的诊断方法之一。自1972年以来,医学影像技术取得了飞速发展,相继出现了计算机体层摄影(CT)、数字减影血管造影(DSA)、磁共振成像(MRI)、发射型计算机体层扫描(ECT)、计算机X线摄影(CR)、数字X线摄影(DR)等新技术,为临床提供了更直观、更早期、更具特异性的诊断信息,从而使得医学影像技术学从侧重成像技术向侧重影像质量、成像方法的方向发展,这必然会推进影像质量标准及其管理的进程。因此,现实对影像质量管理以及医学影像技术人员提出了更高的要求,迫使我国影像技术队伍从“X线技术人员”向注重于影像质量管理的“医学影像物理师”的方向迈进。

同时,国家卫生部于1993年、1995年分别以卫生部第34号和43号令形式,颁布了《医用X射线诊断放射卫生防护及影像质量保证管理规定》和《大型医用设备配置与应用管理暂行办法》。由此,医学影像质量管理纳入了法制化和规范化的轨道。

为了适应这一需要,我们编写了这本《放射诊断影像质量管理》。内容包括基础篇、实践篇与附录篇3部分。

本书的编写力求体现以下特点:

- 基础理论与管理的实践相结合,突出实用性,并提出相应标准。
- 设备应用质量的检测方法与实际案例相结合。
- 明确影像质量管理用语的概念,起到工具书的作用。
- 附录编辑信息量大,起到资料查询的作用。

本书未能收纳数字减影血管造影及磁共振成像的质量检测及其标准,这主要是我们对此还缺乏更成熟的临床实践,容后再版时补充。

我们希望这本书能成为您工作的有力助手,为您在影像评价与质量管理中提供一些新思路 and 切实可行的方法。本书同时也为设备验收、维修、应用技术评审以及质量管理等相关人员提供了大量参考资料和标准。

当然,限于我们的水平和经验,可以肯定在编写中存在许多不足之处,也希望读者竭诚相助,提出修改意见。

编 者  
2001年3月

# 目 录

## 引言

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 我国医学影像技术人员的生存空间与发展 ..... | ( 1 ) |
|--------------------------|-------|

## 基础篇

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| 第一章 X 线信息影像的形成与传递 .....       | ( 6 )  |
| 第一节 X 线信息影像的形成与传递 .....       | ( 6 )  |
| 第二节 X 线照片影像的形成 .....          | ( 7 )  |
| 第二章 X 线照片影像质量的分析基础 .....      | ( 9 )  |
| 第一节 影响影像质量的基本因素 .....         | ( 9 )  |
| 第二节 对比度 .....                 | ( 10 ) |
| 第三节 清晰度 .....                 | ( 11 ) |
| 第四节 颗粒性 .....                 | ( 15 ) |
| 第五节 影响影像质量因素间的相互关系 .....      | ( 18 ) |
| 第三章 放射诊断影像质量的评价 .....         | ( 21 ) |
| 第一节 影像质量的主观评价 .....           | ( 21 ) |
| 第二节 影像质量的客观评价 .....           | ( 29 ) |
| 第三节 影像质量的综合评价 .....           | ( 38 ) |
| 第四章 影像质量的管理程序 .....           | ( 51 ) |
| 第一节 医学影像质量管理的发展历程 .....       | ( 51 ) |
| 第二节 影像质量管理活动与现状分析 .....       | ( 61 ) |
| 第三节 案例:X 线照片影像全面质量管理的建立 ..... | ( 68 ) |
| 第四节 放射诊断防护与影像质量的关系 .....      | ( 72 ) |

## 实践篇

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| 第五章 感光测定及其在影像质量管理中的应用 ..... | ( 75 )  |
| 第一节 感光测定的定义与条件 .....        | ( 75 )  |
| 第二节 特性曲线 .....              | ( 76 )  |
| 第三节 医用 X 线胶片的感光测定方法 .....   | ( 81 )  |
| 第六章 自动冲洗机的质量控制 .....        | ( 85 )  |
| 第一节 自动冲洗机药液性能的管理 .....      | ( 85 )  |
| 第二节 自动冲洗机的动态管理 .....        | ( 93 )  |
| 第三节 自动冲洗机质量控制的统计学分析 .....   | ( 100 ) |
| 第四节 自动冲洗机故障分析程序 .....       | ( 112 ) |
| 第五节 照片冲洗伪影的分析 .....         | ( 115 ) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 第七章 乳腺摄影的质量管理程序 .....       | (120) |
| 第一节 乳腺癌的发病率与 X 线摄影检查 .....  | (120) |
| 第二节 乳腺摄影的技术规范 .....         | (120) |
| 第三节 乳腺摄影影像质量的分析程序 .....     | (124) |
| 第四节 乳腺摄影的质量保证计划 .....       | (130) |
| 第五节 乳腺摄影的质量控制程序 .....       | (133) |
| 第八章 激光打印机的应用质量检测 .....      | (138) |
| 第一节 SMPTE 推荐的检测方法 .....     | (138) |
| 第二节 IEC 推荐的稳定性检测方法 .....    | (143) |
| 第三节 激光打印机的校准 .....          | (147) |
| 第九章 X 线诊断装置的应用质量检测 .....    | (151) |
| 第一节 概述 .....                | (151) |
| 第二节 X 线质的检测 .....           | (152) |
| 第三节 X 线诊断装置特性的检测 .....      | (156) |
| 第四节 X 线管焦点的检测 .....         | (162) |
| 第五节 自动曝光控制精度的检测 .....       | (167) |
| 第六节 X 线装置准直器特性的检测 .....     | (173) |
| 第七节 X 线诊断检查受检者剂量的检测 .....   | (176) |
| 第十章 X 线摄影相关器材的应用质量检测 .....  | (179) |
| 第一节 增感屏感度一致性的检测 .....       | (179) |
| 第二节 屏-片系统密着状态的检测 .....      | (182) |
| 第三节 屏-片系统调制传递函数的测试 .....    | (184) |
| 第四节 屏-片系统颗粒度的检测 .....       | (188) |
| 第五节 散射线含有率及滤线栅性能的检测 .....   | (190) |
| 第六节 X 线照片观片灯的性能检测 .....     | (195) |
| 第十一章 CT 扫描装置的性能检测 .....     | (200) |
| 第一节 概述 .....                | (200) |
| 第二节 CT 扫描装置高压特性的检测 .....    | (201) |
| 第三节 CT 扫描装置低对比度分辨率的检测 ..... | (202) |
| 第四节 CT 扫描装置空间分辨率的检测 .....   | (205) |
| 第五节 CT 值及其线性的检测 .....       | (207) |
| 第六节 CT 影像噪声的检测 .....        | (208) |
| 第七节 CT 扫描辐射剂量的检测 .....      | (209) |
| 第八节 CT 影像均匀性的检测 .....       | (211) |
| 第九节 CT 扫描层厚的检测 .....        | (215) |
| 第十节 螺旋 CT 的相关性能检测 .....     | (216) |

## 附录篇

|     |                                                                  |       |
|-----|------------------------------------------------------------------|-------|
| 附录一 | 影像质量管理用语及其概念(中英文对照) .....                                        | (222) |
| 附录二 | 欧洲放射诊断影像质量标准导则<br>——欧共体工作文件(EUR 16260 EN. 1996. 6) .....         | (235) |
| 附录三 | 计算机体层摄影(CT)的质量标准<br>——欧共体工作文件(EUR 16262EN. 1997. 4) .....        | (244) |
| 附录四 | 医用 X 射线诊断放射卫生防护及影像质量保证管理规定<br>——卫生部令第 34 号 1993. 10. 13 .....    | (272) |
| 附录五 | 大型医用设备配置与应用管理暂行办法<br>——卫生部令第 43 号 1995. 7 .....                  | (275) |
| 附录六 | X 射线计算机体层摄影装置(CT)应用质量检测与评审规范<br>——全国大型医用设备应用技术评审委员会编. 1997 ..... | (278) |
| 附录七 | 国外影像质量管理检测仪及模体产品(部分)一览表 .....                                    | (282) |

# 引 言

## 我国医学影像技术人员的生存空间与发展

21 世纪是一个“知识经济时代，巨变的时代”。在 21 世纪已经到来的此时此刻，人们将如何定位、如何选择、如何发展、如何能适应“最适者生存的境界”是一个必须作出回答的问题。

我们设想从以下 5 个方面评述一下“我国医学影像技术人员的生存空间与发展”。

- 医学影像技术的发展动向——形势
- 医学影像技术的未来引发的思考
- 当前我国医学影像技术人员的生存空间——现实
- 国际医学影像技术人员的发展路径——道路
- 我国医学影像技术人员今后的走向——发展

### 一、医学影像学的发展

我国工程院院士、医学影像学专家刘玉清教授曾指出，医学影像学的发展经历了 3 个阶段：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，77 年中基本处于传统 X 线诊断领域；而 1972 年之后，特别是进入 20 世纪 90 年代，几乎每二三年在医学影像领域就出现一项新技术。

现在我们仅就 CT 扫描技术的发展，体会一下医学影像技术的发展速率：

- 1985 年 现代滑环 CT 技术
- 1988 年 固态探测器系统
- 1989 年 螺旋 CT

1991 年 亚毫米层厚扫描，双探测器螺旋 CT

1993 年 实时 CT

1995 年 近亚秒级扫描

1998 年 亚秒级扫描，多层螺旋 CT

#### (一) 医学影像学发展的总趋势

##### 1. 医学影像学发展的总体走向

医学影像学发展的总体走向是建立现代医学影像学（具备诊断与介入治疗的双重内涵）。

●从大体形态学向分子、生物、功能代谢/基因成像过渡。

●从胶片采集、显示向数字采集/电子传输发展。

●对比剂从一般性组织增强向组织/疾病特异性增强发展。

●介入治疗以及与内窥镜、微创治疗/外科的融合、发展。

##### 2. 医学影像技术发展的具体走向

●影像信息更加具有敏感性、直观性、特异性、早期性。

●影像分析由定性向定量发展，由显示诊断信息向提供手术路径方案发展。

●影像采集与显示，由二维模拟向三维全数字化发展。

●影像存储由胶片硬拷贝向软拷贝无胶片化，乃至影像传输网络化发展。

●从单一影像技术向综合影像技术发展。

●介入治疗已成为继内科、外科之后的第三大治疗学。

## (二)CT 扫描技术的进展

●亚秒级扫描、亚毫米级层厚、亚秒级重建的多层螺旋 CT,同时为心血管病的诊断开辟了新的途径。

●6.4MHU 以上热容量的大功率螺纹 X 线管的开发。

●CT 连续成像技术(CT continuous imaging,CTI)的成功开发,每秒可达 6~8 帧,为 CT 透视引导下的 CT 介入提供了必备条件。

●CT 仿真内窥镜技术(CT virtual endoscopy,CTVE)的临床应用更加广泛和普及。

●三维重建技术(表面重建、最大强度投影重建、容积重建等)的临床应用越发广泛,特别是为手术方案的设计、病例筛选提供了直观、形象的模拟路径。

●利用曲面重建功能,了解口腔上、下咬合面情况及种植牙数目和深度。

●电子束 CT(EBCT)设备的开拓,为心脏大血管等运动器官的诊断提供了前所未有的机遇。

## (三)MRI 扫描技术的进展

●一种发展方向是从高、中场强技术向低场强移植,并开发了开放式 MR、专用 MR(四肢、乳腺)。

●另一种发展方向是向 3.0T,甚至 4.7T 超高场强发展,同时结合实时交互成像,实现采集、显示,以及操作人员与影像之间的每秒 15 幅的频率相互交流。这对于心脏等快速运动器官的检测是非常重要的。

●增大梯度场强,缩小视野,增大矩阵,减小层厚,从而提高影像分辨率。

●提高梯度场强的切换率,使单次激发多次成像(EPI)成为可能。

●功能性成像技术(fMRI)的开发。如通过脑功能成像进行脑认知的活动、在感觉和听力功能的应用研究。MR 功能成像需要高场强的设备。

●MR 弥散成像技术(diffusion weighted, DW)可提高脑中风的早期诊断率。MR 灌注成像技术(perfusion weighted, PW)对肿瘤的恶

化程度、预后及鉴别复发和放疗后的变化提供了有益的信息。

●MRA(MR. angiography)、MRCP (MR. cholangio pancreatography)、MRU (MR. urography)、MRM(MR. myelography)等功能技术的广泛应用。

●MR 透视的开发为开放式 MR 介入创造了条件。

●表面线圈是 MR 成像质量的重要因素之一。柔性正交线圈、相控阵线圈已得到普及;多用途稳态腔内线圈及血管内线圈,可配合 MR 介入的应用。

●MR 对比剂由离子型向非离子型,由单一的钆对比向其他元素的化合物综合开发,由非特异性增强向组织与器官特异性,甚至向病变特异性增强发展。

## (四)常规 X 线摄影的数字化

CT、MRI、DSA、ECT、US 等影像均已成为数字化,当前的突破点在于常规 X 线摄影的数字化。

●CR(computed radiography)、DR(digital radiography)的开发已成为常规 X 线摄影数字化的两条技术路线。其中除 CR 已发展成熟之外,DR 中直接转换技术(direct conversion technology)的非结晶硒平板探测器(flat panel detector, FPD)在 1998 年、1999 年有了重大突破,可以同时进行静态摄影、动态透视(30 帧/秒)检查。DR 中间接转换技术(indirect conversion technology)的非晶硅平板探测器已在 2000 年形成了 X 线诊断系统的全系列化装置。

●原有 X 线照片数字化,可以通过激光扫描、CCD、TV 摄像机的模/数(A/D)转换等形式建立。

## (五)影像存储传输系统的建立

●医学影像的全部数字化,为影像存储传输系统(picture archiving and communication systems, PACS)的实现提供了基础条件。

●影像数字化又为远程放射学的建立提供了条件。

●影像数字化的存储,将最终实现医学影像学科的无胶片化。

●PACS的建立,将成为医院信息一体化(医院信息系统、放射学科信息系统、患者信息系统或称患者电子记录系统)中不可或缺的一环。

## 二、医学影像技术的未来引发的思考

我们认为,从医学影像技术学的角度讲,其未来发展将集中体现以下3个特点。

●医学影像技术的数字化。

●医学影像技术的网络化。

●医学影像技术的融合化(即不同设备、不同图像、不同专业人员之间的融合)。

在此基础上,将会引发出一系列新的观点:

### (一) 影像方法学的建立

由于信息技术的发展,使得每2~3年就出现一项新的成像技术,再加上影像处理软件及工作站的开发、计算机辅助诊断(CAD)系统的应用,使得影像信息更具有直观性、早期性、特异性、敏感性。这必然迫使人们将研究的重点转向影像方法学的建立。

### (二) 诊断、技术、工程三融合观点的建立

未来影像学科具有的三大特点——数字化、网络化、融合化,必然涉及到图像的后处理技术(如三维重建技术、手术引导技术等)、信息技术(如PACS、远程放射学等)、综合图像技术(如功能图像与解剖图像、CT与MRI、超声与X线影像的融合等)。为了适应这个更加广阔的现代医学影像学的需求,必须建立诊断、技术、工程3个专业融合的观点,单一专业已不能完成现代医学影像学科的功能。这一局面将会对专业人员培养的对象、层次、内容以及在职人员的终身教育产生深远影响。与此同时,我们还要指出影像技术人员在这一融合技术中要把研究重点放在:

●影像形成的前期条件——影像方法学的建立。

●影像形成的后期处理——图像重建技术

的选择。

●PACS的构建及医院信息一体化的建立。

### (三) 适应未来影像学发展的3个转变

医学影像技术人员从现在起要把技术路线向以下3个方面转移:

●从灯箱上的照片硬拷贝,向软拷贝的影像质量评价转移。

●从单一的图像技术,向具有综合图像诊断技术的能力转移。

●从单纯的技术操作,向发挥设备、软件功能最优化的能力转移。

## 三、我国医学影像技术人员的生存空间

医学影像技术的飞速发展,对我国医学影像技术人员提出了什么问题?

●加速度的、不断更新与继续/终身教育已成为必需。

●人机英语对话、网络化英语传输已不能回避。

●作为医院工程人员,对高科技的大型医疗设备的维修已不能承受。

●对于MR扫描技术,可以说它是由人们根据建立立体解剖、病理基础和物理学的理解去“制造”影像的一种技术。

●21世纪医学影像全数字化引发的各种创新思考。

●一方面影像信息越来越直观,诊断率越来越高;而另一方面,医学影像学的医师近十年来培养出了大批的硕士生和博士生。

●我国医学影像技术人员的培养主体依然是中专生,显然已力不从心。

因此可以肯定地说,照此下去,我国医学影像技术人员的生存空间会越来越狭小,这已经是我们面临的无法回避的现实。

## 四、我国医学影像技术人员未来发展的走向

应明确指出:医学影像学的发展,需要大批

的技术人才,前程似锦。重要的是如何建立高层次的培养渠道及强化在职人员的继续教育。

那么,我国影像技术人员今后发展的路径将是什么呢?

我们可以借鉴国际影像技术人员的成长过程:他们是从“操作员”、“技术人员”到“高级技师”;从“医学影像物理师”到“影像技术专家”,由两个专业渠道进行培养。现在,美国医学院都有由 QA 高级技师、医学物理师和拥有健康教育、管理知识的硕士、博士学位的技术专家等组成的技术支援小组。这也正是我国医学影像技术人员未来发展的走向,即向培养“高级技师”及“医学影像物理师”的两个方向努力。

虽然我国影像技术专业教育滞后,但是随着影像技术学的发展,在我国已经成长了一批基础理论扎实、实践经验丰富、卓有成效的专业人员。这主要取决于技术人员自身的努力及继续教育的开展。1993 年,中华影像技术学会的成立,标志着我国影像技术人员已形成了自己的专业力量 and 影响。

在此,我们还要提出一个非常重要的问题,就是影像技术人员在医学影像科管理上的作用。20 世纪 70 年代,当美国医院发现自己像需要影像诊断医师一样需要管理人员时,就开始提升技术人员到管理层面上来,出现了“部门经理”的职称。我们深信,10 年之后我国大型综合医院也将提升一批高层次的技术人员或 MBA 从事管理工作。我们认为,从现在起应在硕士生培训中增加管理课程。

## 五、我国医学影像技术人员未来发展的对策

我国医学影像技术人员未来的发展,中心问题是教育与人才培养。

### (一) 必须建立高等专业教育体制

目前我国已有 14 所高等医学院校建立了影像技术专业,并有一处硕士生培训基地,这是可喜的。但是,现行本专业教育培养体制还存在

着许多问题,如无统一的正式教材,师资水平不平衡,教学设备缺乏,毕业生只能在地区内分配,如果可以取得全国范围的分配渠道将会增强全国技术队伍的建设。

同时,建议在具有医学工程专业的院校,在本专业中分出一部分学员转向“医学影像物理师”的培养,为临床影像质量保证提供人才,进而向“技术专家”的方向发展。

### (二) 大力推动继续/终身教育

在目前阶段,这是一个非常现实的做法。以行政法规的方式推动在职人员的继续/终身教育是十分必要的,也是最有力的措施。

同时,我们也认为,技术人员自身应有一种紧迫感,充分利用 21 世纪“知识共享”的有利形势,加快技术储备。

### (三) 未来影像技术人员的结构

为适应 21 世纪影像学的发展,技术人员的结构应作以下调整。

(1) 作业层由影像技术专业的大专生构成(取消中专教育),主要负责各项影像检查的操作。

(2) 现场监督层由本科生构成,负责影像质量控制及现场管理工作。

(3) 部门管理层由研究生构成,负责执行医学影像物理师的工作及科室的经营管理。

### (四) 制定国家级影像质量标准、建立各省市质量控制中心

美国食品和药物管理局、美国放射学院、欧洲联盟共同体、国际电工委员会均颁布了大量影像质量评价方法和标准。然而,我国在临床影像质量标准上是一片空白。设想远程放射学在没有统一影像标准的情况下,如何实现?这需要政府制定政策,具体标准可由相关学会编制,然后由各省市的影像质量控制中心负责监督执行,这是一项非常重要的基础工程。

### (五) 加快技术储备步伐

充分利用信息技术获取共享的知识。我国医学影像技术界同道,既要清醒地意识到现有技术水准下生存空间狭小的现实,又要看到柳暗花明又一村的前景,也就是说挑战与机

遇并存。人活在世上就要有个目标，要有个追求。生活要有压力，压力等于动力。问题的焦点是认明方向，积极进取，在医学影像界占有应当属于我们的一席之地。

我们编写的这本《放射诊断影像质量管

理》，正是为我国医学影像技术人员从“技术人员”向“医学影像物理师”的过渡提供了必须掌握的知识与技能。换句话说，正是“我国医学影像技术人员生存空间与发展”的现实，给我们提出了这个课题。

# 基础篇

## 第一章 X 线信息影像的形成与传递

### 第一节 X 线信息影像的形成与传递

#### 一、摄影的基本概念

摄影：摄影是应用光或其他能量来表现被照体信息状态，并以可见光学影像加以记录的一种技术。

像：像是用能量或物性量，把被照体信息表现出来的图案。在此把能量或物性量，称作信息载体。

信息信号：就是由载体表现出来的单位信息量。

成像系统：将载体表现出来的信息信号加以配列，就形成了表现信息的影像。此配列称为

成像系统。

摄影程序：光或能量→信号→检测→图像形成。

#### 二、X 线信息影像的形成与传递

X 线透过被照体时，因物体的吸收、散射而减弱，透射线仍按原方向直进，作用在某种接受介质上，从而形成了可见的 X 线影像。

如果把被照体作为信息源，X 线作为信息载体，那么 X 线诊断的过程就是一个信息传递与转换的过程，如图 1-1 所示。

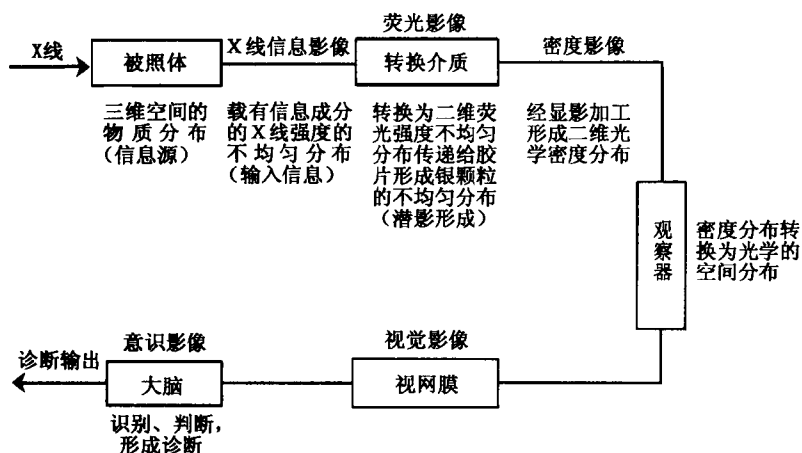


图 1-1 X 线信息影像的形成与传递

X线信息影像的形成与传递可分为5个阶段。

第一阶段：X线对三维空间的被照体进行照射，从而取得载有被照体信息成分的强度不均匀分布。此阶段信息形成的质与量，取决于被照体因素（原子序数、密度、厚度）和射线因素（线质、线量、散射线）等。应当指出，X线影像是在此阶段形成的，只是不能为肉眼识别，将其称为X线信息影像。

第二阶段：将不均匀的X线强度分布，通过接受介质（增感屏-胶片系统、荧光屏、影像增强器系统、电影等）转换为二维的光强度分布。如果以增感屏-胶片系统作为接受介质，那么这个荧光强度分布传递给胶片，形成银颗粒的分布（潜影形成），再经显影加工处理就成为二维光学密度的分布。此阶段的信息传递与功能转换，取决于荧光体特性、胶片特性及显影处理条件。此阶段是把不可见的X线信息影像转换成可见的密度影像的中心环节。

第三阶段：借助观片灯，将密度分布转换成

可见光的空间分布，然后投影到视网膜。此阶段信息传递的质量，取决于观片灯亮度、色光、观察环境以及视力。

第四阶段：通过视网膜上明暗相间的图案，形成视觉影像。

第五阶段：最后通过识别、判断，作出评价或诊断。此阶段信息传递取决于医师的学历、知识、经验、记忆和鉴别能力。

X线摄影的目的，就是掌握和控制X线影像形成的条件，准确大量地从被照体中取得有用的信息，并真实地转换成可见影像。或者说，在允许的辐射剂量内，获得最有效的影像信息，其中有两点很关键：一是当X线通过被照体时，究竟以多大程度把客观的信息准确地传递出来；二是从信息接受介质来讲，又以何种程度把信息真实地再现成可见影像。前者取决于X线机的性能、X线的特性、摄影条件和摄影体位的选择；后者取决于接受介质的转换功能及显影加工技术。这也正是推行影像质量保证（QA）与质量控制（QC）的目的。

## 第二节 X线照片影像的形成

作为放射诊断影像的主体——X线照片影像，仍占医学影像学检查总数的70%。1995年美国放射学院一项调研表明，120家被调研的临床机构中，有48%认为常规X线摄影是最适宜首选的诊断方法。

所谓X线照片影像，指的是以增感屏-胶片系统作为信息的接受介质，而形成的X线影像。

X线透过被照体时，由于被照体的吸收、散射而减弱，透射线仍按原方向直进（散射线不形成影像），作用于屏-片系统，经显影加工后，则形成了密度不等的X线照片影像（图1-2）。

X线照片影像的形成，利用了X线具有的穿透、荧光、感光等特性，以及被照体对X线吸收差异的存在。因此，X线照片影像可以看做

是X线通过被照体内部所产生的吸收现象的记录。

X线照片影像是X线诊断的依据，医师通过对照片的观察，对构成这幅影像的点、线赋予一定的内容，并理解其中的含义，这就是诊断。对此重要的是，什么样的点和线可以在X线照片上显示出来，并能为人眼所识别，这也就是医师最关心的影像细节的微小变化，因为它是疾病早期诊断的征象。X线照片影像的质量实质上指的就是微小细节的信息传递问题，即影像的清晰度。

概括地讲，影像细节的表现主要取决于构成照片影像的五大要素：密度、对比度、锐利度、颗粒度及失真度。前四者为构成照片影像的物理因素，后者为构成照片影像的几何因素。

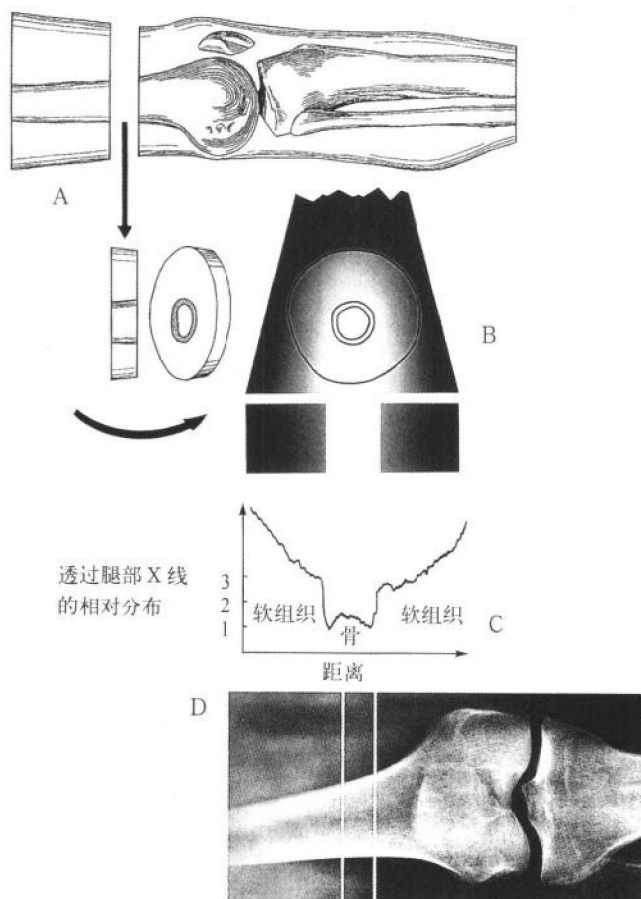


图 1-2 照片从曝光到冲洗的多个步骤

A. 远端股骨的横断切片显示出大腿下段组织的吸收效应 B. 大腿的内部结构引起空间影像形成中一次 X 线束的分布改变，此影像以潜影的方式记录在射线照片中。线束穿过大腿后，因骨骼比周围软组织吸收更多的 X 线，故骨骼后的 X 线分布低于软组织后的射线分布 C. 用于显示透过大腿 X 线束产生的分布变化图。透过软组织的射线超过骨组织的 3 倍，故这些结构间的物体对比度为 3 D. 横断切片在前后位照片上的显示

## 参考文献

- 〔1〕袁聿德，曹厚德，燕树林，等．X 线影像学．北京：人民卫生出版社，1999. 150
- 〔2〕Robert J. Pizzutiello, John E. Cullinan. Introduction to Medical Radiographic Imaging. New York; EASTMAN KODAK COMPANY, 1993. 39

## 第二章 X 线照片影像质量的分析基础

### 第一节 影响影像质量的基本因素

#### 一、X 线影像质量的评价

X 线影像质量的评价经历了一个从主观评价到客观评价的逐渐完善的过程，目前又进入了一个新的领域——综合评价阶段。

##### （一）主观评价

通过人的视觉在检出识别过程中，根据心理学规律，以心理学水平进行的评价，称为主观评价或视觉评价。以往，主观评价方法主要有金属网法、Burger 法、并列细线法等。目前，主要应用 ROC 曲线（receiver operating characteristic curve, ROC 曲线），它是一种以信号检出概率方式，对成像系统在背景噪声中微小信号的检出能力进行解析与评价的方法，也称观测者操作特性曲线。这一概念是对主观评价的新发展。

##### （二）客观评价

对导致 X 线照片影像形成的密度、模糊度、对比度、颗粒度以及信息传递功能，以物理量水平进行的评价，称为客观评价。其主要是通过特性曲线、响应函数等方法予以测定、评价。

##### （三）综合评价

综合评价是以诊断学要求为依据，以物理参数为客观手段，再以能满足诊断要求的技术条件为保证，同时充分考虑减少辐射量的评价方法。

无论是主观评价、客观评价还是综合评价，其评价的前提是必须了解影响影像质量的基本因素。

#### 二、影响 X 线影像质量的基本因素

从诊断角度讲，评价影像质量的第一要素是，看是否符合诊断学要求。我们认为，为了对

X 线影像质量有一个恰当的分析，首先要了解影像构成的要素及其相关的影响因素。

从 X 线摄影技术来讲，X 线照片影像，从 X 线的发生到在胶片上形成一幅固定的影像，其间要发生许多改变，这是一个复杂的信息形成与传递的过程。因此，一幅照片影像质量的评价、分析与控制应当是全过程的、全面的、全员的，即全面质量管理（total quality management, TQM）的模式。也就是说，要提高一幅照片影像的质量，必须对所包含的每个步骤、过程加以检测。

在上述影响影像质量的诸多因素中，我们认为最重要的影响因素是对比度、清晰度和颗粒度三大因素。这三大因素存在着相关性，它们之间相互存在着许多方式的影响。但是，从总体来看也存在着随机的相关性。据此，这些因素也可以认为具有一定的独立性。

#### 三、影像质量的肉眼观察及其物理量

当人们用肉眼对 X 线照片影像质量进行评价时，很难对上述三大因素作出十分清楚的区分，所看到的影像是 3 个因素相互作用的结果。因此，人们要对照片影像进行更加科学的分析性评价，就需要有使用物理参量对“总体影像质量”或“诊断价值”进行表达的一些方式。目前对此评价的最新视觉评价方法是借助统计学的 ROC 曲线。即使如此，这种方法也未完全或充分得到认可。

当三大因素完全满意，或完全不满意，或一种因素相对于另外两种因素具有悬殊很大的影响时，对总体的影像质量评价会十分容易。但是，实际上有些照片影像显示出高清晰度，而颗

粒性差；也可以是低清晰度，而有良好的颗粒性。此外，照片影像质量的评价还受其他因素的影响，如医师的“偏爱”和所检查器官、组织的类型等。总之，一条基本的结论是：目前还没有制定出一个具有概括性的结论和方法。

结果是，在肉眼观察与物理参量之间还没有建立一个完全的统一。这也是为什么“综合评价”观点出现的原因。然而在当前，以数学方式表达影像质量的应用方法，即客观评价方法，可以毫无疑问地说它能提供影像质量提高的有价值的数

## 第二节 对比度

### 一、对比度的概念

X 线摄影学中对比度的概念十分重要，它是形成 X 线照片影像的基础。这中间涉及了 3 个基本概念，即射线对比度、胶片对比度和 X 线照片对比度。

#### （一）射线对比度

X 线到达被照体之前不具有任何的医学信号，它是强度分布均匀的一束射线。当 X 线透过被照体时，由于被照体对 X 线的吸收、散射而减弱，透射线则形成了强度的不均匀分布，这种强度的差异称为射线对比度。此时即形成了 X 线信息影像。

#### （二）胶片对比度

射线对比度所表示的 X 线信息影像是不能为肉眼所识别的。只有通过某种介质的转换才能形成可见的影像，如 X 线照片影像，这个转换介

质可以是胶片或屏-片系统。那么，X 线胶片对射线对比度的放大能力，即称为胶片对比度。它取决于胶片的最大斜率（ $\gamma$  值）或平均斜率（ $\bar{\gamma}$ ）。

#### （三）X 线照片对比度

X 线照片上相邻组织影像的密度差，称为照片对比度。照片对比度依存于被照体不同组织吸收所产生的射线对比度，以及胶片对射线对比度的放大结果。

### 二、影响影像对比度的因素

X 线影像形成的实质，是被照体对 X 线的吸收差异。X 线照片影像形成的物理因素为密度、对比度、锐利度、颗粒度，其几何因素为失真度（影像的放大与变形）。影像的基础是密度的存在，而对比度是影像形成的根本。

图 2-1 表示在 X 线影像形成过程中其对比度的影响因素。

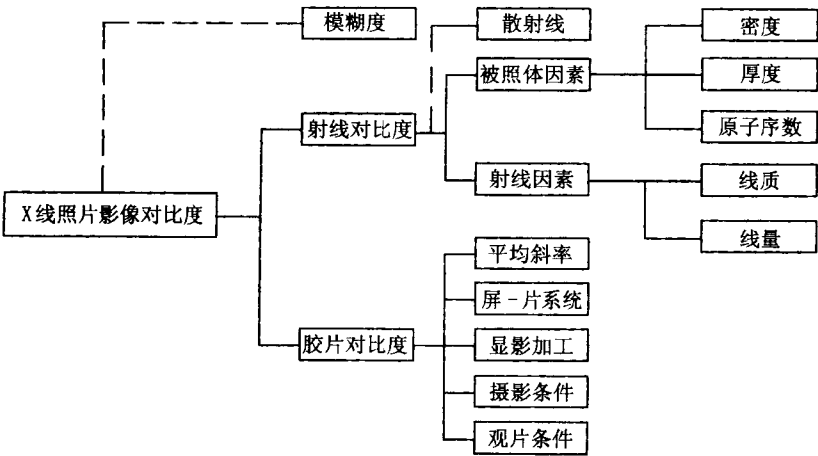


图 2-1 影响 X 线照片影像对比度的因素