

X线测量与投照

齐石源 编著

中华医学会湖南省郴州市分会



封面设计 齐石源

封面题字 成 滔

X 线 测 量 与 投 照

编著制图 齐石源

〔内部发行〕

中华医学会湖南省郴州分会印行

787×1097毫米 16开本 13.5印张 421千字

印数 0,001—8,500 册

编著单位：湖南省郴州地区职业病防治研究所

湖南省郴州地区印刷厂印刷

1981年12月

前 言

放射工作者在进行X线诊断时，除应具有丰富的专业知识和一定的临床经验以外，尚需有位置正确、质地良好的X线照片。在工作中常常借助画线测量来提供量的鉴别，并以此作为诊断、科研、动态观察和学术交流的手段，有时甚至将其作为确诊的唯一依据。随着放射学科的发展，在很多书籍杂志中有关X线测量的介绍与日俱增。为了促进知识整体化，本人经长期积累并结合临床体会于1976年11月编写成《常用X线测量与投照》一书，将各种测量方法系统起来，对测量中所不可缺少的X线检查技术也作了重点介绍，博采百家，自成一体，以适应现代科学继续高度分化，开始高度综合的特点。书中附有线图439帧，分为投照技术，测量方法，数据与诊断，可供放射工作者查阅、应用，也可作为各科临床医生的参考。

本书历时虽长，脱稿已久，却因循坐误，迟迟未能与广大读者见面，及至此次经高津、陈永铭等同道一再举荐，在邓日、郑旗林两同志的努力下，获得了郴州行署卫生局领导的重视，才能得以问世。《征订启事》寄出后，不少同志来信，给予了极大的关怀鼓励，同时也提出了一些建议和要求，为此，本着深入浅出、面向基层的原则，在内容上作了较大幅度的增删。

书中引用了很多作者、前辈的文献、资料，并承张辉明、吴利邦、童发科、成志三等同道的具体帮助，一并致以衷心的感谢。

本人才疏学浅、经验不足，加之命途多蹇，力不从心，编写、制图中的缺点、错误在所难免，敬请同志们批评、指正。

编 者

一稿于汝城 二稿于郴州

一九八一年七月

6417-3

目 录

第一章 总 论	1
一、概述.....	1
二、测量的意义及方法.....	2
三、常用名称及术语.....	3
四、X线检查技术.....	6
第二章 骨骼系统	42
正常成年人关节间隙宽度.....	42
骨龄估计.....	43
骨化中心的出现与愈合.....	53
骨松质的测量与投照.....	57
锁骨骨皮质厚度测量与投照.....	60
女性肱骨骨皮质厚度测量与投照.....	61
长骨实长测量与投照.....	63
指及掌骨的测量与投照.....	64
食指软组织测量对诊断肢端肥大症的意义.....	66
腕关节的测量与投照.....	67
掌腕关节的测量.....	70
前臂骨旋转方向和程度的测定与投照.....	71
正常下桡尺关节的分型.....	76
肘关节的测量与投照.....	76
肩关节的测量与投照.....	81
足踵皮肤厚度的测量与投照.....	83
足的测量与投照.....	85
足弓的测量与投照.....	88
跟骨的测量与投照.....	91
踝关节的测量与投照.....	93
膝关节的测量与投照.....	94
髋关节股骨头干角的测量与投照.....	97
股骨颈骨折头旋转位置的测定.....	103
创伤后股骨头坏死塌陷的早期预测.....	105
髋关节值 (HV) 评定法.....	106

股骨干的测量.....	107
脊柱的体表标志.....	108
颈椎的测量与投照.....	110
颅脊椎区稳定性的慢性动力性破坏及其指标.....	114
颈椎椎管造影测量与投照.....	116
胸椎旁线测量与投照.....	117
腰椎不稳定测量与投照.....	120
脊柱滑脱测量.....	122
骶角的测量.....	126
腰椎曲线测量.....	128
腰椎椎管造影测量.....	129
腰椎椎体厚度及椎间隙测量.....	131
椎弓根间距离测量.....	132
脊柱侧凸的测量与投照.....	135
骨骼系统的投照要点.....	137
第三章 呼吸系统.....	138
鼻咽软组织的测量与投照.....	138
鼻咽腔的测量.....	141
腭与咽的测量.....	142
颈部软组织的测量与投照.....	144
胸骨后纵隔前软组织间隙测量.....	146
声带的测量.....	149
支气管分叉的测量.....	150
新生儿气管内径的测量及胸部侧位投照.....	151
气管分叉移动度的测量与投照.....	153
RPS的测量和意义.....	154
肺门测量.....	155
横膈呼吸功能的测量与投照.....	158
肺纹理动度率的测量与投照.....	159
肺内孤立球形病灶的测量.....	160
肺内孤立球形病灶体积倍增时间 (td) 的计算.....	161
肺结核空洞的测量.....	166
在胸部平片上有关肺气肿测量分度的参考值.....	166
气胸时肺组织被压缩程度的测定.....	167
胸部平片诊断尘肺的有关数据.....	168
Kerley 氏线的数据及意义.....	169
胸部体层摄影深度与肺段、气管之间的数据及关系.....	170
呼吸系统的投照要点.....	176

第四章 循环系统	180
心型测量	181
心/胸比率及面积比率的测量	182
左侧位的心/胸比率测量	184
心脏横径与身長体重的关系	186
心脏面积的测量	188
心脏体积(容量)的测量	192
心脏各房室的测量	198
左心室的测量	199
左心房的测量	201
右心房的测量	202
主动脉的测量	203
主动脉指数	206
肺动脉段的测量	208
颈动脉分叉部的高度及其对称性测量和动脉造影的诊断原则	209
法鲁氏四联症肺动脉狭窄的X线分析	210
两肺降支动脉及奇静脉的测量	212
下腔静脉与左心室的定位观察对房室间隔缺损鉴别诊断的意义	215
心脏计波摄影检查的测量	216
正常心血管造影各部显影时间及分析方法	218
循环系统的投照要点	221
第五章 颅脑及五官	222
头颅指数的测量	222
不同年龄的头面部生长比例及发育	225
鼻窦的测量与投照	226
内听道的测量与投照	231
中耳体层摄影的测量与投照	233
眼眶的形态大小及眶上裂测量	235
视神经孔的测量与投照	236
乳突窦的测量与投照	238
蝶鞍的正常变异	240
蝶鞍的测量	241
松果体的定位测量	243
颅底孔的测量与投照	247
颅底陷入的测量	250
脑室测量与投照	252
大脑中动脉的测量与投照	261
脑岛三角的测量与投照	264

脑岛上沟的标志和测量.....	267
静脉角的测量.....	268
牙齿的生长程序及投照.....	269
颅脑及五官的投照要点.....	273
第六章 消化及泌尿系统.....	277
食管移动度的测量与投照.....	277
胃及十二指肠的测量与投照.....	280
胃后间隙的测量与投照.....	282
胃下垂及胃无力测量与投照.....	283
十二指肠球部定位与肝脏大小的关系.....	285
成人十二指肠乳头的测量.....	285
盲肠和回盲瓣的测量.....	285
小肠造影及Cole分组法.....	286
直肠后间隙测量.....	287
胃肠道动力测量.....	288
肝脏的测量与投照.....	290
胆系造影所见和测量的有关数据.....	296
胆系造影所见和肝功能之关系.....	300
脾静脉及门静脉测量.....	302
脾脏测量与投照.....	306
肾脏测量与投照.....	308
肾上腺测量.....	314
正常尿路在侧位照片上的定位法.....	315
平片肾盂结石之定位法.....	316
后尿道膀胱角的测量.....	317
消化及泌尿系统的投照要点.....	318
第七章 女性生殖系统.....	319
金属避孕环的X线检查及孕妇腹部平片投照.....	319
女性骨盆测量及投照.....	322
骨盆分型及与分娩的关系.....	328
胎头测量.....	329
胎儿的投照及骨龄估计.....	331
胎盘的测量与投照.....	332
子宫输卵管的测量与投照.....	334
女性生殖系统的投照要点.....	336
第八章 异物定位与测量.....	338
一、多轴透视定位法.....	338
二、直角定位法.....	339

三、平行移动定位法.....	340
四、双相移动定位法.....	341
五、管——屏联动定位法.....	342
六、标记定位法.....	342
七、平行移动指示盘透视定位法.....	344
八、定位器透视、摄影比较法.....	347
九、等腰直角三角形定位法.....	348
十、立体定位测量法.....	348
十一、固定双球管定位法.....	349
十二、眼内异物定位.....	353
眼内异物定位的种类及要点.....	353
异物定位的投照要点.....	363
第九章 体层摄影及读片.....	365
一、体层摄影的基本技术.....	367
二、常摄部位的体层方法.....	368
三、提高体层摄影的一些技术措施.....	372
四、体层摄影读片的注意事项及方法.....	381
附：有关 X 线防护的参考数据及放射性损伤分度.....	399

第一章

总 论

在放射学科领域里，目前已由单纯的X线透视、摄影及同位素检查、诊断，发展到红外线、灰阶超声诊断、放射性核素成像等检查、诊断方法。放射诊断学已从黑白发展到灰阶，从静态进入到实时。日后必将有更多的放射源，以各种不同形式加入到放射诊断学的范畴，从而不断开辟新的途径，创建新的境界。仅就X线检查诊断而言，也已由普通的透视、摄影，发展成CT扫描、电视（XTV）、电影、彩色摄影、显微摄影、电子X线摄影、快速X线摄影、组织放射线摄影以及立体摄影、低剂量摄影等，但上述种种并非意味着以一持万，而是互为补充，彼此核实的。我国的放射事业，特别是我国广大基层的放射事业，现在仍以X线透视及平片检查诊断为主要内容，因此，在向现代化进军的同时，不断提高实际水平，充分发挥其潜在作用，对保障人民健康将具有积极的现实意义，X线测量与投照就是本着这一目的编写而成的。

一、概 述

医用X线检查是利用X线照射机体，使其在荧光屏或黑白负性胶片上产生影像，从而显示出活体内部组织或/和器官的形态。而X线诊断则是对这些形态加以认识，分别出正常与异常，从而解释机体内部的病理、生理变化。

由于X线诊断的主要依据是影像而不是实体，专业从事诊断的人员对影像的判断，往往来自于感性认识，因此容易产生主观臆断，甚至带着先入为主的结论，去寻找X线征象而后加以附和，难免作出主观上的肯定；也可由于诊断时集中注意于某一“主要”征象，从而忽视了“次要”征象，以及该征象与整个肌体或与另外其他征象的关系，而导致形而上学的结论，为了克服上述弊端，在X线诊断学中，就必须采用更多的指标，来作为客观诊断的依据，X线测量就是为达到这一目的而发展起来的一门学科。它是依据大量资料的积累，在不同的个性中找出共性，利用量（数值）的变化来标志正常或异常状态，从而避免主观臆断，因此具有其实用价值。无庸讳言，编者所搜集的资料中，尽管绝大部分测量方法及数据已为国内外所公认，但其中某些径（轴）线及数据，是作者个人的认识，因而缺乏广泛的代表性，为此，在个别病例的判断上，必须结合全面的X线征象和有关临床资料，进行综合诊断，切不可片面地单纯凭借测量结果而作为诊断依据。对某些国外资料则应考虑到由于种族、地理、气候、习惯等的不同，而具有一定的

局限性，在洋为中用的同时，应根据我国民族的特点，冷静地作出分析。目前X线测量在临床应用中，仍然是一门新的学科，任何测量方法都有其一定的条件和片面性，有待我们在今后的工作中不断充实、改进、完善、提高，这不仅在径线的设计方面尚有大量的工作可做；在数值的统计分析、摄影方式和投照方法等方面也有进一步开拓的必要，以便积累更多的资料、统计更多的数据、设计出更为合理的径线，尽量客观准确地反映出我国民族的特点，适应我国人民的需要。

由于人体是一个立体结构，同一部位可因检查位置不同而产生不同形态，加之出自种种原因，照片或荧光屏上所形成的影像，本身就存在固有的失真，这就为正确诊断疾病带来一定困难，因此X线检查有赖于位置正确、质地良好的照片，特别是用于X线测量的照片因为要在影像中找出不同测点，作出各种径线，明确径线之间的关系，故对其质量要求更高，为此对X线检查技术必须要有正确的认识、一致的标准、合理的操作步骤和程序，不断改善和提高照片质量，尽可能客观准确地反映出机体内部的形态、性质和变化，从而保证测量诊断的准确性。

二、测量的意义及方法

在日常的X线诊断中，一般都是根据病变的部位、范围、形态、数量、周边、密度、与周围组织的关系、正常生理功能以及病理所致的改变等进行逐一观察，同时结合患者的症状、体征、实验室检查结果以及病史、职业史、家族史等进行综合分析，而后建立诊断的。X线测量也不能脱离上述方法而孤立地进行诊断，只是在应用上述方法的同时，着重于数值的分析计算，使之由一般概念进入到量的指标，提供量的鉴别，如此除可克服主观臆断外，尚有利于动态观察中的对比和临床治疗效果检验，更适用于教学或科研中的统计、分析和交流，是放射工作者的必修课程，也可作为临床各科熟悉X线解剖的参考。

X线测量在骨科方面应用最为广泛，是判断骨折、脱位、韧带损伤、关节分离及先天性畸形等不可缺少的方法；是衡量整复或矫形术后对位、对线是否符合功能要求的必要手段，特别是对儿童的外伤脱位及先天性畸形等，可以解决其骨骼尚未出现与愈合、关节之间距离较宽而难以确诊的困难。对某些内分泌方面的罕见疾患，往往只有利用画线测量及骨龄估计才能确立诊断。用于产科方面的骨盆测量，估计分娩方式。用于眼科及战伤的异物测量，决定异物的位置、切口的选择等，则更为人们所熟悉。颅脑松果体钙化斑的测量，是利用头颅平片，诊断颅脑占位性病灶唯一的可靠方法。咽喉部软组织测量，则是诊断五官疾病较为有价值的方法之一。避孕环的X线测量定位，是计划生育工作中的一项重要内容。循环和呼吸系统的X线测量，常用于病例随访检查，进行治疗前后比较，判断疾病的演变，有助于统计分析和科研交流。即令某些X线测量方法已为新兴技术所代替，如肝脏大小的测量，可凭借超声波进行诊断，但遇有气腹病例或结肠造影者，在观察其它疾病的同时，对全面分析照片所见也有所助益，并可根据测量结果计算出肝脏体积的大小，这是其他检查方法目前所未能做到的。

X线测量是以组织或/和器官在照片或荧光屏上的投影作为诊断依据的,根据光学几何中相似三角形的原理,放大率的大小与靶片距离成反比,与物片距离成正比。如按标准位置检查,一般靶片距与物片距变化不大,在测量时以直接量取的数值为准,无需另行换算,而另一些部位则需根据投影的大小,按照几何公式计算出受检部位的 actual 值。例如眼球异物定位,心脏、骨盆、松果体等的测量,作者已按放大率制定了特定的图表、标尺,而其他一些部位的测量则需掌握当时、当地的放大率,而后进行换算,为了简化这一手续,保证测量的准确性,对所用照片必须强调下列条件:

1.应具有明确的测量标记:这包含两个内容,一为应具有清晰的影像,以便确定诸测点,联成诸轴线;其次则应按要求设置测量标记,或进行造影检查。

2.标准化的检查方法:各部位的测量方法,都是根据标准的投照位置,结合长期实践而确定的;有些则系根据生理功能及解剖特点而设置的,应用时必须严格遵守指定的检查方法进行工作。至于很多改进了的投照位置,在简化操作、利于显像和减轻患者痛苦等方面虽有其特点,但因其缺乏数据分析,故不宜用于测量。

3.统一的测量方法和必要的辅助指标:测点的选择和作图,均应根据要求绘制,对测量某些部位的辅助指标(如身高、体重等),也应配备齐全。由于个体差异的影响,测量结果必须考虑正常变异而后作出结论。某一部位或病变的首次测量值对诊断可能无所助益,但在自身对比的观察中,即能反应出数据的变化,从而得出肯定的结论。

三、常用名称及术语

X线检查技术常涉

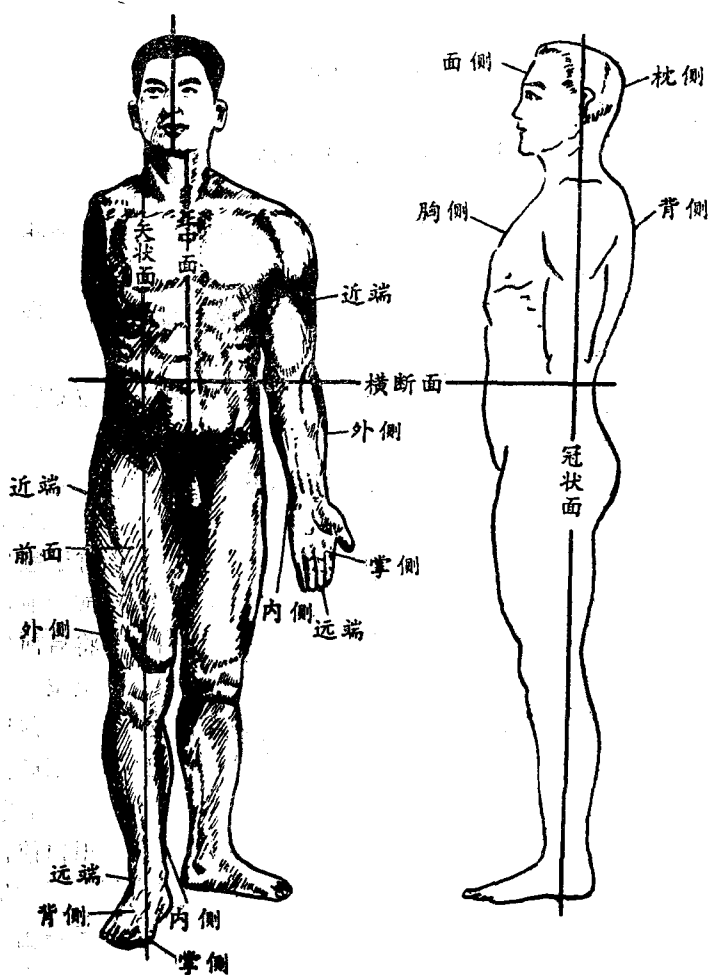


图1—1 人体解剖学方位和常用术语

及到很多解剖学的方位名称和投照技术专用术语，现分别介绍如下：

(一) 解剖学常用的方位名称 (图 1—1、1—2)

前和后：头部一般称为面侧、枕侧。胸部则称为胸侧、背侧。腹部名之为腹侧、背侧。大、小腿谓之曰前侧、后侧。

上和下：近头端的部位称为上；近足端的部位称为下。检查四肢时，常用“近端”、“远端”来代替上、下之分，离心脏近者称为近端，远离心脏者谓之远端。

内和外：近正中面者称为内侧，远离正中面的部分名曰外侧。

正中面：将身体分为左右相等的矢状面。

矢状面：身体或器官沿前后方向的垂直面与正中面相平行，故正中面又称为正中矢状面。

冠状面：又称额状切面，是沿身体或器官的左右方向，将其分为前后两部分的切面，该切面与正中面相垂直。

横断面：又称水平切面，是沿水平方向把人体或器官分为上、下两部分的切面，垂直于矢状面和冠状面。

(二) 投照技术学的常用术语 (图 1—3)

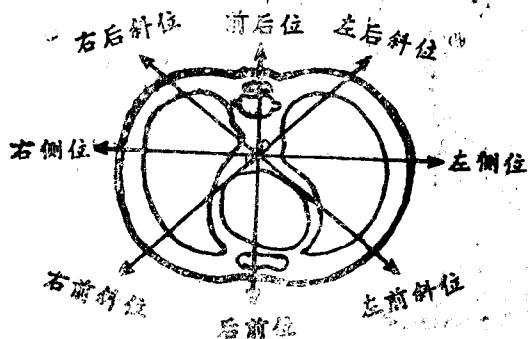


图 1—3 X线投照方向与名称示意图

侧位：左侧贴近暗盒（荧光屏），X线从右侧射入。

仰卧位：受检者仰卧于检查台上，投照方向与前后位相同。为尿路检查的常规位置。

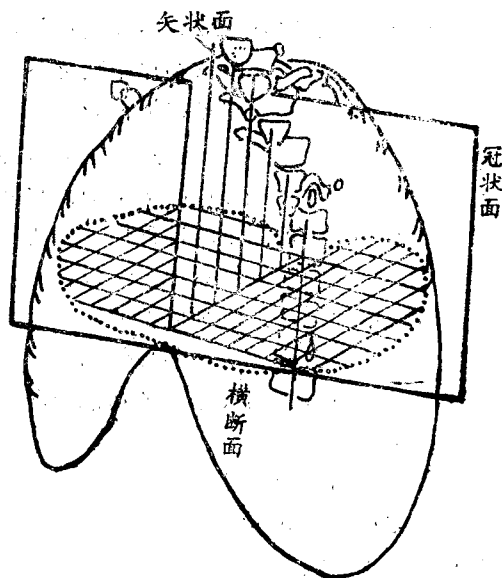


图 1—2 胸部剖面示意图

正位：肢体呈解剖位置，X线垂直于冠状面。正位中一般分为前后位或后前位，在手及腕部的投照时，常将后前位称为掌下位；前后位称为掌上位。

前后位：X线从受检肢体的前面射至后面，如腹部平片的常规位置。

后前位：X线从受检肢体的后面射向前面，如胸部平片的常规位置。

右侧位：右侧贴近暗盒（荧光屏），X线由左侧射入。

左侧位：左侧贴近暗盒（荧光屏），X线从右侧射入。

俯卧位：受检者俯卧于检查台上，投照方向与后前位相同。如胆囊造影的常规投照位置。

侧卧位：可分为左侧卧位和右侧卧位。患者以身体的左侧或右侧卧于检查台上，投照方向相同于左侧位或右侧位。常用于椎体侧位投照。

侧卧后前位或前后位：受检者以身体的一侧卧于摄影台上。前者X线从后面水平穿过受检肢体垂直于暗盒；后者则系X线从前面水平穿过受检肢体垂直于暗盒。常用于检胸腔积液。

仰卧侧位或俯卧侧位：前者为患者仰卧，X线与冠状面相平行，从受检肢体的一侧射向另一侧。如患者俯卧，X线与上述方向相同，则为俯卧侧位。常用于胸腔、腹腔或后腹腔的投照。

右前斜位：又称第一斜位。受检肢体的右侧贴近暗盒或屏面，矢状面与暗盒或屏面成 45° 角，X线从左后方射至右前方，常用于心脏、食管投照。

左前斜位：又称第二斜位。受检者的左侧贴近暗盒或屏面并与之呈 45° 角，X线从右后方射至左前方。如心脏的检查位置。

右后斜位：受检者右背侧贴近暗盒或屏面并与之呈 45° 角，X线从左前方射至右后方。多用于颈椎椎间孔或腰椎斜位的投照检查。

左后斜位：受检者左背侧贴近暗盒或屏面并与之呈 45° 角，X线从右前方射向左后方。常用于检查椎柱。

轴位：X线投射方向与身体长轴近乎平行。如髌骨或跟骨的轴位投照。

切线位：又称切面位。X线从病灶的边缘通过，垂直于暗盒。如腮腺、额部或体表肿块的投照位置。

前弓位：或称前凸位。受检者的腹部前凸，背向后仰，X线自前面射向后面。主要用于检查肺尖病灶。

额鼻位：患者俯卧，前额和鼻尖贴近暗盒，X线自枕部射向面部。常用于头颅检查。

鼻颌位：患者俯卧，鼻尖和下颌靠近暗盒，X线自枕部射向面部。常用于鼻窦检查。

颌下顶位：头顶紧靠暗盒，矢状面与暗盒垂直或稍成角，X线垂直射入暗盒。常用于检查颅底。

顶颌位：患者下颌紧靠暗盒，X线与矢状面平行，从头顶垂直射至下颌下方。常用于颅底或蝶窦的检查。

枕顶位：患者俯卧，头顶贴于暗盒，X线自枕骨射向顶骨。多用于检查枕骨病变及外伤。

此外尚有以个体纵轴为轴心，作关节旋转运动的内旋位、外旋位；以及在形成关节的骨与骨之间作角度增大或减小的投照检查，名为外展位、内收位、伸展位、屈曲位等。如投照股骨大粗隆常采用足内旋位，投照小粗隆常采用足外旋位。观察舟骨则采用腕关节外展位，观察豆骨则采用腕关节内收位。伸展位也称之为过伸位，屈曲位亦名过曲位，多用于功能照片检查，如观察腰椎的持重线是否正常。此外尚有持重位，穿胸位等。

四、X 线 检 查 技 术

X线影像的形成是一个极为复杂的过程，它必须具备一定的物理条件、化学条件与几何条件。物理条件包括电源质量、机械设备和投照条件等；化学条件包括胶片性能、显影剂和定影剂的成分、质量、温度及操作等；几何条件系指体位选择、球管角度及摄影方式等，X线检查技术就是掌握和运用这些知识的一门专业，具体约可分为：检查方法、机电技术、投照技术及暗室技术等，仅就国内现行检查方法而言，即包含很多内容（表1—1）。

表1—1

X 线 的 检 查 方 法

X 线 检 查 方 法	一般检查——透视、平片	
	特殊摄影	体层摄影 { 单向体层摄影——水平移动式、圆弧移动式、倾斜式、曲面式、同时多层摄影
		多向体层摄影
		电子计算机用于横断体层摄影
	记波摄影	连续性记波摄影（动栅式）
		阶段性记波摄影（动片式）
		电记波摄影
造影检查	其他——放大摄影、重复摄影、高千伏摄影，快速连续摄影，硒静电 X 线摄影，谐波法、减影法、浮雕法、X 线电影摄影，X 线电视录像以及立体摄影、荧光缩影、软组织摄影等	
	直接引入法——	胃肠、支气管、泌尿系、子宫输卵管、胆囊、胆道、血管、气脑与脑室、关节、腹腔、椎管、髓核、椎间盘、纵隔、淋巴系、唾液腺、泪道、肠道痿管、鼻窦窦等
		生理排泄法——静脉泌尿系造影，胆系造影，脾造影等。

涉及到很多专门知识，并各有专著，不可能逐一详细地讨论，现就影响照片质量诸因素中，日常遇到的一些问题及其解决方法作一概述，希望能取得质量较高的照片，以便最大限度客观如实地反映出机体的内部结构和变化。

(一) 影响平片质量的诸因素

现在国外有人用调制转换功能 (MTF) 测量照片上的清晰度、密度等的联合效应，计算和比较出所得影像与各种因素之间的关系，作为评价照片质量的标准。众所周知：X线在通过人体以后在照片（荧光屏）上所得影像、不可能是被照体的解剖形态，这除因立体结构在平片上成影的本身局限性以外，在复杂的成像（照片、荧光、电视）过程中，机体的医学信号总量由于一系列的理化作用，将受到改变（损耗），这种信号改变即谓之“调制”。MTF代表所记录的信号与信号总量之间的比值，其值永远不可能大于1。通过测量计算，如果MTF愈接近于1，则说明信号总量损失得愈少，愈接近被照体的实际情况，从而便于控制照片质量，提高被照体在照片上的表现能力。

国内目前仍按X线形成影像的基本要素来评价照片质量，归纳起来即为适当的密度；鲜明的对比度；微小的失真度；良好的清晰度。

适当的密度 密度又称黑化度或浓淡度，即为胶片受X线作用后所产生黑白深浅的程度。与还原金属银的多少成正比。如使用投照条件太高，还原后的金属银沉积在胶片上的量多，吸收和阻挡外部光源的作用愈大，照片显示愈黑，反之，因还原后的金属银的沉积量少，胶片的透明度高。因此密度可以根据透光率和阻光率来测量，其公式为：

$$D = \lg \frac{I_0}{I_1}$$

D为密度；I为光源强度； $\frac{I_1}{I_0}$ 为透光率； $\frac{I_0}{I_1}$ 为阻光率；阻光率是透光率的倒数，故密度也就是阻光率以10为底的对数。

在X线诊断中，都是以肉眼的识别能力来判断照片密度的，由于人体的生理条件不同，故对适合诊断密度的要求有别，其范围在0.25~2.0之间，有人认为在通常照度的看片灯下，理想的胸片密度以1.4~1.6D为宜。借助强光可以提高识别密度的能力。

密度是胶片对感光效应的记录。我们观察到的照片密度，除了感光作用所产生的密度以外，尚包括胶片本底的灰雾度，这种灰雾度一般在0.12以下。影响密度的主要原因有：

1. 千伏值：管电压对照片密度的影响最为明显。在同一类型胶片和同一厚度肢体的投照中，如使用管电压不同，则所得结果差距很大，这种效应约等于KV值的 n (2.0~4.5) 次方，例如在其他因素不变，KV从50增加至60时，则胶片密度将是 $60^4:50^4=2.07$ 即管电压增加10KV，密度将增加一倍，随着管电压不断增高， n 数值将不断减小，对照片密度的影响也将逐渐下降，根据这个原理，人们提出了“一成法则”即“管电压增加一成 (1/10)，毫安秒减少一半”。在通常情况下可以认为：管电压控制照片的对比度，管电流控制照片的密度。在实际应用中，随着千伏值的增高，所选用的毫安值将相应降低，照片的密度也随之减少，因此尽管增加管电压比增加管电流对影响照片密度的

效率要高，但照片的对比度亦将有所下降，故对整个照片质量的影响是不利的。

2.毫安秒：在正确的曝光条件下，照射量与密度是成比例变化的，但胶片特性决定了它所能反映出的密度不是始终与照射量成正比的关系，当照射量超过一定限度时，密度将反而下降，一般认为胸片的照射量以30mAS最为适宜。

3.焦片距：根据光源强度与距离平方的反比定律，当距离增加1倍时，光源强度将减少4倍。单纯从考虑照片的密度而言，距离愈短，利用X线量的感光性愈多，其密度也就愈高，如此则将增加照片的模糊度及放大率。因此在实际工作中应以不增加机器负荷，又能得到良好的清晰度为调整焦——片距离的原则，如胸部照片距离一般采用150~200厘米较为适宜。根据X线机的结构参数及多方面的实践，各部位的投照距离，都有所规定，不宜随意变更。

4.胶片的感光度：所谓“感光度”是指感光材料对光敏感的程度，通俗地解释为感光材料的感光速度。为达到一定密度所需的曝光量愈少，其胶片感光度愈高，即感光度同曝光量成反比关系，其公式如下：

$$S = \frac{K}{H}$$

式中：S、代表感光度；H、代表在一定显影条件下达到一定密度所需的曝光量；K、为常数。我国感光材料感光度暂行标准中规定：黑白高速胶片以能产生密度为基本灰雾度 $D_0+0.1$ 所需曝光量为基准密度点，此曝光量的倒数即为感光度。X光胶片的感光度按下式求取：

$$S = \frac{1}{H(D_0+0.5)}$$

在实际应用中，用不着去计算这些数值，但应当考虑的是：在同一曝光量下，感光度高的胶片，所获得的密度大，因此在使用每一种不同胶片以前必须事先了解其感光度，以便及时修改投照条件中的曝光量，从而使照片获得满意的密度。

5.增感屏的增感效率：当X线通过肢体照射到胶片上时，只有2%的X线能起摄影作用，其余均穿透而过。为了提高照片密度则需使用增感屏，并可因此使曝光时间相对缩短至原来的1/20~1/50。随着增感纸上所涂布荧光物质晶粒大小的不同，可分为高、中、低速三种，高速屏所含荧光物质的晶粒大，荧光的扩散面大，故感光作用强，但由于荧光的相互干扰（直射、折射），因此所获照片的清晰度低；低速屏的感光作用弱，但清晰度高；中速屏则介于二者之间，其增感率一般为20~25。

增感屏的增感速度和作用可因温度升高而减弱，例如当温度为75°F时，其增感速度为100%，温度下降至50°F时，增感速度为75°F时的122%，如温度上升至115°F时，增感速度却下降为75°F时的62%，在低温下，屏发出的荧光更强，故不宜在高温的情况下使用。以便提高增感效率。

6.受检肢体的厚度及疾病的性质：由于受检肢体和病变的厚度或因其主要组成的元素不同，对吸收X线量的多少也不一致，因此，在荧光屏上存在明暗之分，照片上也表现为密度有别，用肉眼观察人体组织在X线下大致可分为四种密度。（表1—2）

表 1—2

人体组织在X线影像中的几种密度

密 度	组 织 成 分	荧光屏上显示	照 片 上 显 示
高 密 度	骨骼 (含钙68%以上)	黑 色	白 色
中 等 密 度	软组织(内脏、肌肉等) 体 液(血、尿、等)	灰 黑 色	灰 白 色
半 透 明	脂 肪 组 织	灰 白 色	灰 黑 色
透 明	气 体	白 色	黑 色

即令同一组织(器官),如果在某一特定条件下(生理或病理上的原因),也能产生不同密度,例如要使肺的吸气照片与呼气照片获得同一密度的影像, X线量差约30~40%;至于器官或组织的病理原因(气肿、体液渗出、组织增生或破坏、钙化或脱钙等)所造成密度的差别,其变化范围更大,在同一照片上为了使不同部位(病变)获得同一密度,有时必须采用补偿过滤板,这在“机电技术”一节及有关投照技术中将有叙及。

7.显影液的质量:显影液的质量、效力(新旧)、温度以及显影时间的长短和操作等,均能影响照片的密度,如将一张显影三分钟最为恰当的照片,将其毫安秒减少30%,其余条件不变,而将显影时间延长至五分钟,也能获得同样的密度。

此外,影响照片密度的原因尚与是否使用滤线装置,定影是否合理等因素有关。

鲜明的对比度 对比度亦称反差,即邻近组织在照片上所显示深浅差别的程度。照片或荧光屏上的对比度,是射线对比度被胶片或荧光屏放大的结果,射线对比度则是机体对X线吸收的结果,这种差异又反映在机体对X线的吸收能力。照片或荧光屏上对比度的形成,就是X线影像的形成。对比度过高或过低均能影响照片的清晰度甚至造成废片。

根据检验对比度的方法,可分为物理对比度和生理对比度两种,前者是通过仪器测量的结果;后者则系指人的视力对密度差的辨别能力,在一般情况下明暗要相差0.02以上,肉眼才能辨别清楚。

按照形成对比度的原因则可分为被照体对比度、射线对比度以及胶片对比度等,现将这几个因素的构成和提高对比度的有关方法,略述如下:

1.被照体对比度:被照体的对比度可分为自然对比和人工对比两种。自然对比又可分为机体结构对比和病变密度对比;人工对比中则可分为高原子量造影剂的对比和低原子量造影剂的对比。

(1) 机体结构对比:不同物质吸收X线量的多少,首先取决于物质的密度(比重)及X线所通过物质的厚度,X线吸收的系数(比率)与元素的原子序数的四次方成正比;在投照条件相同的条件下,被摄肢体愈厚,吸收的X线量也越多,反之则少;其次,X线波长愈短被肢体吸收的可能性愈小,吸收的程度与波长的立方成正比。构成人体基础物质(蛋白、脂肪、糖、无机盐等)的五十余种主要元素中,碳、氢、氧、氮四种元素占人体重量的96%。68%的钙及50%的镁存在于骨骼中。60~70%的铁存在于红细胞及血红蛋白中。40%的碘集中于甲状腺内。17%的磷存在于牙的釉质中。其他元素则