BIRDING

影像诊断学

原著　（美）阿姆斯特朗 (Armstrong,P)
（美）瓦斯蒂 (Wastie,M)
译　邱健泰　王仲祺　黄忠英　林怡年
审　张晓鹏

辽宁科学技术出版社
沈　阳

图书在版编目 (CIP) 数据

影像诊断学 / (美) 阿姆斯特朗 (Armstrong,P.), (美) 瓦斯蒂 (Wastie,M) 原著 ; 邱健泰等译 . — 沈阳 : 辽宁科学技术出版社 , 2016.3

ISBN 978-7-5381-9662-7

Ⅰ . ①影… Ⅱ . ①阿…②瓦… ③邱… Ⅲ . ①影象诊断 Ⅳ . ① R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 014531 号

出版发行：辽宁科学技术出版社
（地址：沈阳市和平区十一纬路29号　邮编：110003）
印 刷 者：辽宁新华印务有限公司
经 销 者：各地新华书店
开　　本：787 mm × 1092 mm 1/16
印　　张：29.5
插　　页：2
字　　数：500 千字
出版时间：2016 年3月第1版
印刷时间：2016 年3月第 1 次印刷
责任编辑：倪晨涵
封面设计：于　浪
版式设计：于　浪
责任校对：王春茹

书　　号：ISBN 978-7-5381-9662-7
定　　价：198.00 元

投稿热线：024-23284370
邮购热线：024-23284502
E-mail:lkzzb@mail.lnpgc.com.cn

序 1

德彼阿姆斯特隆（Peter Armostrong）与马丁威斯泰（Martin L Wastie）二君所撰之 Diagnostic Imaging 一书，在 1981 年出版其前身 X-ray Diagnosis，到 1987 年增修发推出第二版，改名 Diagnostic Imaging 。笔者于 1988 年初见此书，即对深入浅出、普遍涵盖之编写法极为欣赏，认为十分适合推荐给初修放射线诊断学之医学生采用，随即着手进行翻译。为讲究译笔之通顺流畅、前后连贯及向读者负责之态度，凭过去编译数书之经验，仍坚持独立完成全部译稿，且反复校修五遍以上。惟平日医务繁忙，拖延至 1990 年才完稿。斯时注重著权法之观念已日趋成熟，原约定出版社在未获授权及可能即将改版之双重顾虑下，不敢贸然付梓。果然，其第 3 版及在亚洲区行销之所谓“四小龙版”真于 1992 年问世。新旧两版相较之下，乍见应用科学类西洋书之“新版本”，确实令人耳目一新，不仅收录了最新之相关资料，也删除了过时落伍的内容，对西方学者治学之认真求实，不由敬佩之至。

第 3 版 Diagnostic Imaging 经国立阳明大学医学系毕业的邱健泰医师等初译后，蒙专门出版医学图书之“艺轩出版社”东主董水重先生诚意邀请为其鉴修。基于对编译西书及引介放射线学论著之兴趣，在繁忙医务中仍接下重任。译书一事应求“信、达、雅”，不独人文书籍如此，科学书籍亦然；若属医书，更非苛求不可。因此自去年 7 月接稿后，仍本一贯秉持之译书原则，不厌其烦地将全稿十三万余字字斟句酌，历经三次校修方始完稿。医学乃实证科学，若无临床经验，单作字面转译，恐或无法充分表达原意或扭解字义，在所难免。笔者凭多年从事放射线诊断业务之经验，在鉴修过程中极尽“吹毛求疵”之能事，偶遇难解不顺之处，甚至舍弃原译稿，重新另译，因此比约定交稿时间拖延甚久。此实印证所谓改衣服比做衣服还难的道理。幸此追求品质与向读者负责之用意虽延误时日，皆获董先生支持与配合。然而，虽力求完美，仍恐挂万漏一，尚祈方家斧正。

在放射学领域中，自从引进超声波成像（ultrasonography）与磁共振成像（magnetic resonance imaging）两种检查之后，由于两者与 X 光皆无关，因此近代放射线学者乃倡议将放射线学（radiology）改称影像学（imageology）较合实情，于是相继有医院将放射科（部）（department of radiology）或放射诊断科（部）（department of diagnostic radiology）改称影像科（部）（department of imaging）、医学影像科（部）（department of medical imaging）或影像诊断科（部）（department of diagnostic imaging）等。以上也就是本书作者将原名 X-ray diagnosis 改为 Diagnostic Imaging 之缘由，笔者乃将之译为“影像诊断学”。

笔者于数年前翻译本书第 2 版时，耗时两年余始完成：恰逢次子贺璿出生，近日鉴修此第 3

版中，又逢次女贺双出生，期间终日埋首书室，皆获内人月红无限宽容与激励，益增鹣鲽情深。修毕全书时，适为先父辞世27周年忌日，亦以为志。

郑庆明

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

序 2

医学进步日新月异，而特别是造影方面的进展更是令人难望其项背。为因应科技的进展，专科及次专科应运而生以期能追上其脚步，放射学也是如此。

医学造影由传统检查到最近热门的 MRI，总数不下百种。有些由于敏感性不高，有些因为其危险性或其他原因逐一被淘汰，而一些新的检查也翻陈出新。拜这些前辈的智慧与努力，使医学诊断更确实而救人无数。但是随科技而来的是科技没有选择性滥用、造成保险费暴增。

造影技术是吾辈学子不可不学的重要工具，但其使用选择也是门艺术，非投入心力不可。而 Peter Armstrong 等人所著的 Diagnostic Imaging 是绝佳的入门书籍。内容精简扼要，图片清楚典型，深受老师们推荐，同学们欢迎。本书第三版在艺轩图书公司董水重先生联络下，正式得到授权翻译；更在国泰医院放射科郑主任的支援、审阅下，得以呈现给各位。此外本书的出版，更要感谢与我合作的伙伴——王仲祺，黄忠英、林怡年等人，以及邱健庭与林碧雅协助索引的完成。

本书虽校阅再三，仍未臻完美，还请不吝赐教。

邱健泰

序 3

医学生面对以“影像诊断”为标题所提供的庞大讯息，所产生的迷惑与挫折是足以原谅的。传统的放射学检查仍然是大多数造影部门最主要的检查工具，而且我也在这版 Diagnostic Imaging 中一再强调。由于前一版是 5 年前出版的，其间在超声波、计算机断层，尤其磁共振成像的使用都大大增加。当在写上一版时，磁共振成像正值婴儿期，但今日它已成为重要的造影方法，且成为某些情况下的首要检查。我们相信每位医生要了解这些技术，如同了解传统放射检查一样。

我们已尽力将每个检查的潜力一一说明，但不可能过于琐碎，不然这本书会厚得令人受不了。我们知道有些我们的建议无法适用在每个医院，因为这取决于临床医师与放射医师的个人因素，及医院的设备与经验。

我们借由解释影像检查技术及其适应症，一再尝试迎合医学生及年轻训练师的需要。一如以往，这本书大部分篇幅是来帮助读者了解判读的原则，这包括一般 X 光及其他造影所得的影像。

要完整地描述各种表现的病理变化，实在超过这本小书的范围。相同地，要充分地讨论造影在临床上的角色，可能需要分别在外科、内科及病理辟一大篇幅讨论。因此，这本书不可单独地阅读，它必须再伴随研读其他的书籍。

Peter Armstrong

Martin L. Wastie

目　录

第 一 章　导论（INTRODUCTION）　1
第 二 章　胸部（CHEST）　15
第 三 章　心血管系统（CARDIOVASCULAR SYSTEM）　101
第 四 章　腹部 X 线平片摄影（PLAIN ABDOMEN）　135
第 五 章　胃肠道（GASTROINTESTINAL TRACT）　147
第 六 章　肝胆系统、胰腺及脾脏（HEPATOBILIARY SYSTEM, PANCREAS AND SPLEEN）　195
第 七 章　泌尿系统（URINARY TRACT）　223
第 八 章　女性生殖系统（FEMALE GENITAL TRACT）　265
第 九 章　产科（OBSTETRICS）　273
第 十 章　腹腔与腹膜后腔（PERITONEAL CAVITY AND RETROPERITONEUM）　287
第十一章　骨骼疾病（BONE DISEASE）　299
第十二章　关节（JOINT）　333
第十三章　脊柱（SPINE）　351
第十四章　骨骼损伤（BONE TRAUMA）　375
第十五章　颅骨和脑（SKULL AND BRAIN）　387
第十六章　鼻窦、眼眶与颈部（SINUSES, ORBITS AND NECK）　419
第十七章　血管造影与介入放射学（ANGIOGRAPHY AND INTERVENTIONAL RADIOLOGY）　429
附录　腹部 CT 解剖学（CT Anatomy of Adbomen）　439
索引　445

第一章　导论

（introduction）

影像部门（Imaging department）的应用

为了降低辐射危害以及符合经济效益，X光与影像部门必须妥善经营及有效的加以利用。如何组织一个影像部门固然是放射线科医师及放射线技师的职责，但如何利用这部门则绝大部分取决于转介病患的临床医师。因此建立临床医师与放射线科医师间良好的沟通是十分重要的。放射线科医师必须知道并了解病人的临床问题所在，如此才能做适当的检查，以及正确地研判检查的结果；同样的，临床医师也必须了解影像检查所能提供的效力及其限制。

另一个重要的概念是如何合理地选择检查方法。在获得一个诊断的途径中，有两种背道而驰的理论基础；其中一种方法是针对病人临床症状的方向，选取一系列的检查方法，希望能够从中得到一些有意义的结果。另一种则是抱持“尝试与错误”（trial and error）的原则，先决定一到两种最可能的诊断，然后选择适当的检查去肯定或否定这些可能性。每一种方法都有其支持者，但我们较喜好选择性的方式，因为毫无疑问的在这种方式下通常花费较少，病人也较少困扰就能获得解答。当然这种方法必须要有敏锐的临床判断才行。因此愈有经验的医师，愈能够准确地选择适当的检查。

要针对各种影像检查的需求时机，列出准确的指引是很困难的，因为每个医院处理患者的方式都不同。它们所要求的患者资料也显著不同。下述几点原则值得参考：

1．所选择的检查，必须有充分的理由显示它会影响对患者的处理时才去作。因此在选择每一项检查前都必须附有问题，例如要求照一张胸部X线片时的问题是：病人咳血的原因为何？

2．追踪检查的前后相隔时间应当合理。例如患者已被诊断为肺炎后，除非临床表现显示发生并发症，否则在7～10天内才另照胸部X线片就足以安全地评估其演变了。

3．对于患病部位必须明确了解。如已由临床症状判断病变发生在肩关节或其附近，去针对锁骨、肩部、肱骨、肘关节及前臂进行X光检查，就显得十分失当。设计一套检查计划是合理的，但在流程中已经得到预期的结果时，就应该要求放射线科医师取消剩余的其他检查。

4．必须仔细考虑哪一种影像检查最容易提供有效的资料。例如针对无症状的骨骼转移（bone metastases），应该选择放射核素骨骼扫描（radionuclide bone scan）作其初步筛检方法，而非选择骨骼普查摄影（skeletal survey）。

5．尽可能选择产生辐射量最少的检查。

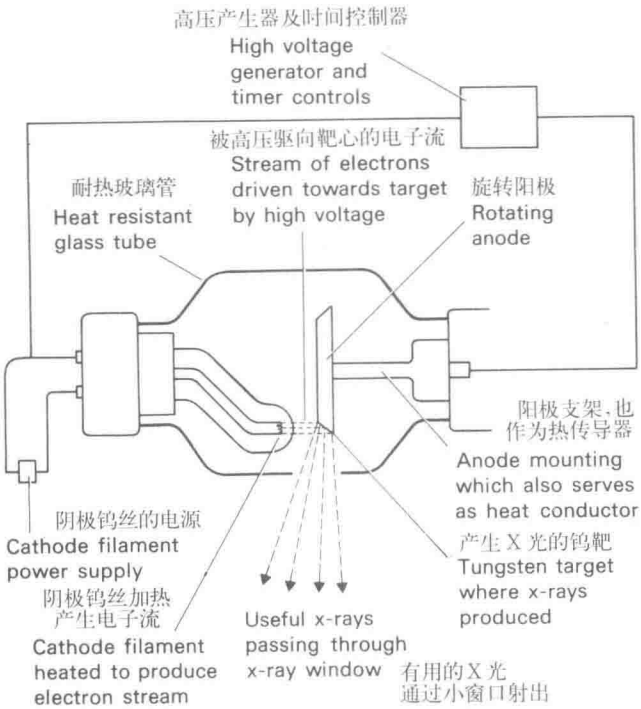


图 1.1 X线球管简图。

X线（X-rays）

X线的产生（图 1.1）

X线是电磁谱中的一部分。所有传统的放射线摄影及电脑断层扫描（CT）都利用到X线。它们是高速运动电子在迅速减速时产生的射线。在放置于真空管内的两个电极间，通过非常高的电压就能获得这种结果。作为电极之一的阴极是以钨合金丝作成，另一端的阴极则由嵌在铜盘上的钨合金靶心所构成。将阴极通电加热到白热化后，就会释出游离电子。当一高压电（通常在 50～150kV 之间）通过两极间时，游离电子就会被高速吸往阳极。当它们撞击阳极的钨靶时就会产生X射线。

只有一小部分的X光射线能从包着X线管的金属容器的开口射出，其余大部分都被这金属外壳吸收。

X线的吸收（Absorption）

X线影像的产生主要依靠X线通过人体时所产生的各种程度的吸收而定。各种构造或病变的显影就全靠这种不同程度的吸收。在传统X线摄影中，由各种阴影所构成的影像，可以利用胶片（film）作记录或在荧光屏（fluorescent screen）上观察。其中包含了四种基本密度：气体（gas）、脂肪（fat）、其他软组织及钙化组织。通过气体的X线最少被吸收，在X线片上呈现最黑影响，而钙质最会吸收X线，骨骼和其他钙化组织就会呈现白影。除了脂肪之外的软组织，例如实体脏器、肌肉、血液及肠壁等，对X线都具有相同的吸收能力，因此在传统X线片上呈现相同的灰影。脂肪吸收X线的能力较差，所以在X线片上会显得比其他软组织稍暗。

计算机体层摄影将由不同方向投影所得到的资料利用电脑处理后，所能显现的密度层次就能扩充成 2000 种以上的灰影。

传统放射线摄影（Conventional radiography）

摄影效果（Photographic effect）

X线会使相片上的乳剂（emulsion）在冲洗后变黑。在应用时，X线的效果通常可利用荧光屏（fluorescent screen）来增强。后者在受到X线照射时会发光，摄影软片就夹在特别防光的片匣（cassette）内的两片荧光屏（增感屏）之间。当软片受到X线的照射时，会使增感屏发出亮光，这是使软片在冲洗后变黑的主要原因。

传统放射线摄影的投影（projection）

X线摄影的投影通常以X线束的行进路径来表示。因此后前位像（PA view，即 posterio-anterior view）表示X线从背后射向前面，这是例行的胸部X线像的标准投影。AP像（AP view）则是X线自身体前方向后照射。正面投影（frontal projection）一词可以涵盖PA或AP投影。

X线片上的影像属于二维空间投影，X线通过路径中的所有结构全都投射到软片上的同一位置因此我们通常需要至少取得两个方向的影像，才能获得三维空间的资料。

欲准确地定位某一阴影所在，就必须有单一以上的投影；而且它们必须互相垂直才行，假如胸部的PA像与侧面相（lateral view）。有时只有互相垂直的两次投影仍嫌不足，应该再以斜位像（oblique view）补充之。

水平位X线像（Horizontal ray films）

气-液平面（air-fluid level）是重要的放射线学征象，其探测需要使用水平X线投影，例如摄影站立像或侧卧像。气-液平面只能由水平X线投影像中看出来的道理，可由盛水玻璃杯中之水面来理解。观察气-液平面的惟一方法是由侧面观看，亦即由水平方向观看。

滤线器（Grids）

当X线照射在目标上时，其中有些光束会发生散射，因而降低X线影像的品质。我们可以应用滤线器来克服这个问题。滤线器是由许多平行的细铅条所构成，这些铅条之间利用能让基本放射线穿透无阻的材料隔开，因此斜向散射的光束就会被滤线器的铅条所吸收（图1.2）。

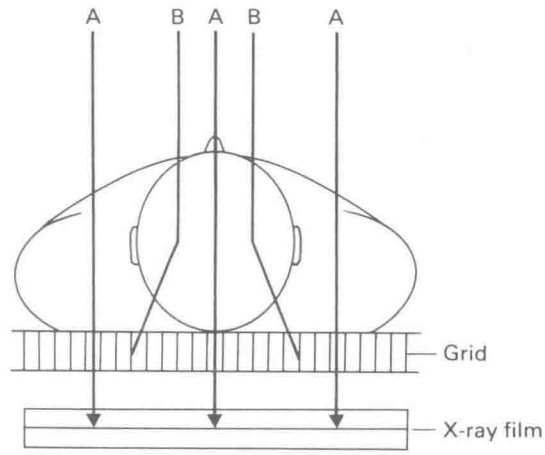


图1.2 滤线器的原理。标示A的光束可通过病人与滤线器触及胶片。图中标示B的两道光束在人体内偏向散射；它们被滤线器的条板所吸收，因而无法到达胶片。

移动型X线摄影（Portable radiography）

我们可以利用移动型X线机，为躺在床上或在手术室中的病人摄影。这种机器在曝光效果上受到限制，这表示需要应用较长的曝光时间并且影像品质较差。卧床病人的检查姿势及辐射防护，都会比在X线室所能作到的要差。因此必须在病人无法送到放射科接受检查时才申请移动型X线摄影。

X线摄影中的放大（magnification）

所有传统X线影像中都有些放大效果，这是因为X线管射出的X光射线属于放射状光束之故。因此被照物愈靠近软片，其放大的程度愈小。

传统断层摄影（Conventional tomography）

断层摄影的目的是要使身体中预先选定的平面能表现明确焦点，而其周围的结构却变模糊。这种效果只需将X线管及胶片，以所欲

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

检查的位置为轴相对移动就能达到。

目前电子计算机体层摄影已取代大部分的传统断层摄影检查。

对比剂（Contrast agent）在传统X线摄影及CT中的应用

对比剂可用来显现原来无法看到的结构或病变。钡剂(barium)普遍用于呈现胃肠道的轮廓;其他阻光性药剂(radio-opaque media),则仰赖溶液中的碘来吸收X线而成为对比剂。这些物质在泌尿道摄影(urograhpy)、血管摄影(angiography)及电子计算机体层摄影的对比增强(contrast enhancement)中使用。对比剂的剂量通常都很高,而且经常都需以很快的速度注射。由于注射对比剂的惟一目的只是为了产生显影效果,因此以药理作用属于惰性者最理想。但目前仍无法完全做到这点,不过目前已引进的低渗透性(lowosmolality)对比药物,例如非离子性对比剂(non-ionic media),可以说是跨出了一大步。这些新对比剂的优点,在于它比原先普遍使用的离子性对比剂(ionic contrast media)含有较低的渗透压;而这些新药物的缺点是比传统药物昂贵甚多,因此许多医院都设定了其使用限度。对比剂的许多不良反应,都与其渗透压有密切关系,在使用低渗性对比剂后,这些不良反应就较少发生,而且通常也较轻微。以下的讨论主要适用于旧的离子性对比剂。

大多数病人在注射对比剂后，会感到一阵传遍全身的温热感觉；有些病人会对此感到不舒服。有时病人的上臂及肩膀在注射中会感到疼痛，这种现象在以慢速注射高浓度对比剂时特别常见，这是药物滞留在静脉之故。当这状况发生时，在注射完后抬高病人的手臂就能改善。对比剂被意外注射到静脉之外时，会令人感到十分疼痛，所以应特别小心避免发生。

有少数病人在注射对比剂之后，会发生恶心、呕吐或头晕；有些则会发生荨麻疹样红斑(urticarial rash)。所有这些现象通常都会自动消失。

支气管痉挛（bronchospasm）、喉头水肿(layngeal edema）或低血压等现象偶尔也会发生，有时甚至严重到危及生命。因此必须准备随时应付这种危险性反应，并备有急救用具及药物来克服它们。大约有十六万分之一的病人，会因注射离子性对比剂而死亡，发生率虽然很小，却不可忽视。

曾发生过敏性反应的病人，特别是有气喘病者，比较可能发生不良反应。即使是正常人也会出现临床上不明显的支气管痉挛；因此气喘病患者在使用对比剂之后会使气喘恶化，或者有时甚至出现可危及生命的发作等情形。同样的，曾因对比剂发生不良反应的病人，在重复检查时发生副作用的危险性会比一般人高。这类病人通常可以先服用类固醇（steroid）预防副作用，而且最好能在检查前至少18小时以上服用。抗组织胺（antihistamine）药物也可在注射对比剂之前给予。

在经静脉注射对比剂时，发生并发症的危险性比一般人要高的病人，包括：

1.婴儿——所注射的高渗对比剂,有使婴儿的血浆渗透压急速升高的危险。即使是使用低渗对比剂,其注射速度也应尽可能缓慢。

2.老人通常对对比剂的耐受力较差。

3.心脏病患者——有发生心律不齐的危险。

4.肾衰竭、骨髓瘤(myeloma)及严重糖尿病患者——这些病人在检查前若缺乏摄取水分,则对比剂很可能会使其肾功能恶化。

有许多医院都针对这些高危险群患者采用低渗透度对比剂,以减少注射对比剂所引起的并发症。

超声波（Ultrasound）

在进行超声波检查时，可经由触及皮肤的探头或称换能器（transducer）将极高频率的超声波射入体内。为了使声波能完整进出人体，通常会先在皮肤上涂抹一层胶状物。当声波穿过人体时，它会由不同的组织界面反射产生回声（echo）。这些回声被同一个换能器接收后，会被转换成电子讯号。

空气、骨骼及其他有显著钙化的物质，几乎会将超声波完全吸收，因此超声波在诊断肺及骨骼疾病方面的作用很少。在进行腹部超音波检查时，肠气也会显著干扰声波的传导，而影响检查结果。

液体是超声波的优良导体，因此超声波十分适合用于判断囊肿及检查充填液体的构造，例如膀胱及胆道系统；也可用于显现羊膜囊内的胎儿。此外，超声波也可用来显影含有声波阻抗（acoustic impedance）与周围组织不同的固体构造，例如转移癌。

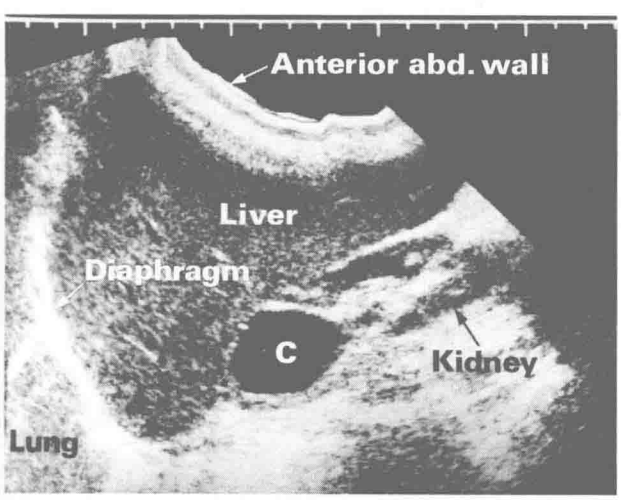


图 1.3 超声波扫描。顶端的距离尺以 cm 为单位。此影像是穿越肺脏下部、肝脏及右侧肾脏的纵向扫描图。在肾脏上极有一囊肿（c）。

超声波经常被用于判断一构造属于固体性或囊状（图 1.3）。在囊肿或其他充填液体的构造的外壁会产生强烈回声，但其中所含的液体并不会产生回声。此外，也可由囊肿背后的组织接收到比一般情况要强的回音，这就是所谓声增强（acoustic enhancement）的效果。相反的，在一钙化构造中，例如胆结石，会穿透的声波显著减少，因此在结石背后会出现一回声减弱的带状区，称为声影（acoustic shadow）。

超声波是由一种特殊晶体以预定频率振动而产生的，其声波以每秒大约 500 次的百万分之一秒的极短脉冲传出。这个特殊晶体不只传送声波脉冲，也可收听反射的回声。后者经由电子仪器增强后，就可呈现为电视显示器上的讯号。从显示器上所摄取的影像，就可以作为永久记录。

每一回声返回换能器所需要的时间，与所经距离成正比。能探测到产生回声的组织界面的深度时，才能产生影像。此外如能测出在各组织中的声波传导速度，就能测量两组织界面间的距离。这在应用上很重要，例如在产科中测量胎头大小，已成为估量胎儿年龄的标准方法。

在进行超声波扫描时，超声波束由电子仪器射出扫过病人身体，在显示器上立刻就能获得内部解剖学的断层像，所得到的影像是一切片（slice）。因此我们想进行三维空间的评估时，就必须移动或倾斜换能器以产生一组切片。

超声波与其他影像检查仪器不同的是，它没有固定的投影方式，其影像的产生及结果的判读，大部分有赖于操作者在检查时的观察。

目前在诊断性超声波使用的能量与剂量，仍没有对任何组织产生伤害的报告。

多普勒效应（Doppler effect）

声音从移动中的物体反射时，会随其移动速度而改变频率。频率的改变可转换成可听到的讯号。在产科中利用多普勒探头（Doppler probe）倾听胎儿心音，就是利用这种原理。

多普勒效应也可用来显示流过心脏或血管的血流。这时声波是由流过血管的血流所反射（见彩图 1）。当血液朝换能器方向流动时，所接收到的频率会比射出的频率要高；相反的，当血流顺着换能器的方向流走时，则接收频率会较低。这种射出与接收声音之间的频率差，称为“多普勒频率变换”（Doppler frequency shift）*。

在检查中，可以显示及记录血流速度的波形。有些特定动、静脉的波形有特征性形态，因此可查出血流之异常。在知道多普勒角（Doppler angle）（见彩图 1）时，就可算出流动血液的速度。如果该血管的直径也能量到的话，则也能算出血流量。

彩色多普勒超声波（colour Doppler）是更进一步的发展。其中将以颜色表现的多普勒资料重叠在标准的超声波影像上（见彩图 2）。在事先决定血流方向的情形下，习惯上将朝换能器方向流动的血流，以红色表示，而离开换能器方向的血流则以蓝色表示。

多普勒检查可用来探测静脉血栓（venous thrombosis）、动脉狭窄（stenosis）及阻塞，尤其是颈动脉的变化。在腹部方面，可用都

* 其公式为：

$$\text{频率变换（frequency shift）} = \frac{2IF \times FV \times \cos\theta}{c}$$

〔其中 c 表示声波在组织中的速度；IF 表示声波入射频率（incident frequency），是一常数；θ 为多普勒角（Doppler angle）。多普勒角维持固定时，则频率变换直接依血流速 FV 而定。〕

普勒技术判断一构造是否为血管，因此可用于评估肿瘤的血流分布。在产科方面，多普勒超声波主要用来测定流过脐动脉（umbilical artery）的胎儿血流状况。利用多普勒心脏超声波（Doppler echocardiography），可以显示通过闭锁不全瓣膜的逆流（regurgitation），因此也可计算跨越瓣膜的压力差（pressure gradient）。

放射核素显像（Radionuclide imaging）

诊断影像中所使用的放射性同位素在衰变（decay）时，会射出伽玛射线（gamma rays）。伽玛射线与 X 线同样都属于电磁辐射，它是经由原子的放射活性衰变而生。许多天然的放射活性同位素，如钾-40、铀-235 等的半衰期长达数百年中，因此并不适合在诊断影像中使用。在医疗诊断中使用的放射性同位素是人工合成品，其半衰期大都很短通常只有数小时至数天。为了降低病人受到的辐射剂量，必须尽量选用最低剂量及短半衰期的同位素。这些放射性药剂（radiopharmaceuticals）也应该没有不必要的生物反应，而且也能在检查后尽快从体内排出。

放射核素成像的原理主要是应用某些物质会选择性沉积在体内不同部位的现象。放射核素可以化学方法粘附在这些物质上。有些放射核素也会以其离子形态选择性地沉积某一器官中，因此就不必将它粘附在其他化合物上。最常用的放射核素是锝-99m（technetium-99m，^{99m}Tc）。它可事先备好，其半衰期仅 6 小时，相当理想，其释出的伽玛射线含有易于探测的适当能量。其他常用的放射核素，包括铟-111（indium-111）、镓-67（gallium-67）、碘-123 以及铊-201（thallium-201）。

锝-99m可以离子形态（ionic form），即高锝酸盐（pertechnetate）进行甲状腺及血管摄影；也可将它黏附在其他物质上使用，例如以锝-99m标示的有机磷复合物会被骨骼摄取，因此可用于显影骨骼（图1.4）。另外可用小颗粒进行肺脏灌注检查（lung-perfusion study）。体积为10～75μm的白蛋白（albumin）巨集体（macroaggregate）颗粒经静脉注射后，会嵌在肺微血管中。若将此巨集体标上^{99m}Tc，就可用以显示肺的血流状况。此外我们也可将病人本身的红血球标上^{99m}Tc后，用来探测心脏功能，或将铟-111标在白血球上用来探查脓肿（abscess）。吸入小量含有放射活性的气体，例如氙-133（Xenon-133）、氙-127或氪-81m（Krypton-81m）等也可检查肺脏的换气（ventilation）状况。以上这些放射性药剂都无副作用。

由同位素射出的伽玛射线，经由伽玛相机（gamma camera）探测后就能产生影像。在伽玛相机中含有一个与许多光电倍增管（photomultipler tube）结合的圆形碘化钠晶体，其直径通常为40厘米。当伽玛射线撞击及激活碘化钠晶体时，就会产生光线。这些光线经由电路放大后可转变成电子脉冲。电子脉冲经处理机扩大及分析后，就会产生影像。我们常会将具有某些功能的电脑连结到伽玛相机上，以便迅速获得一系列影像，而且必要时也可用电脑增强影像中的表现。

有些病人在必要时可进行发射断层摄影（emission tomography）。在此检查中的伽玛相机会绕着病人旋转。电脑处理所获得的资料后，可产生类似CT的断层影像。发射断层摄影能查出标准影像无法看到的病变。由于在此检查方法中，每一次衰变（disintergration）只射出一束可用光子（photon），所以这技术又被称为单光子发射计算机体层摄影（single photon emission computed tomography，简称为SPECT）。

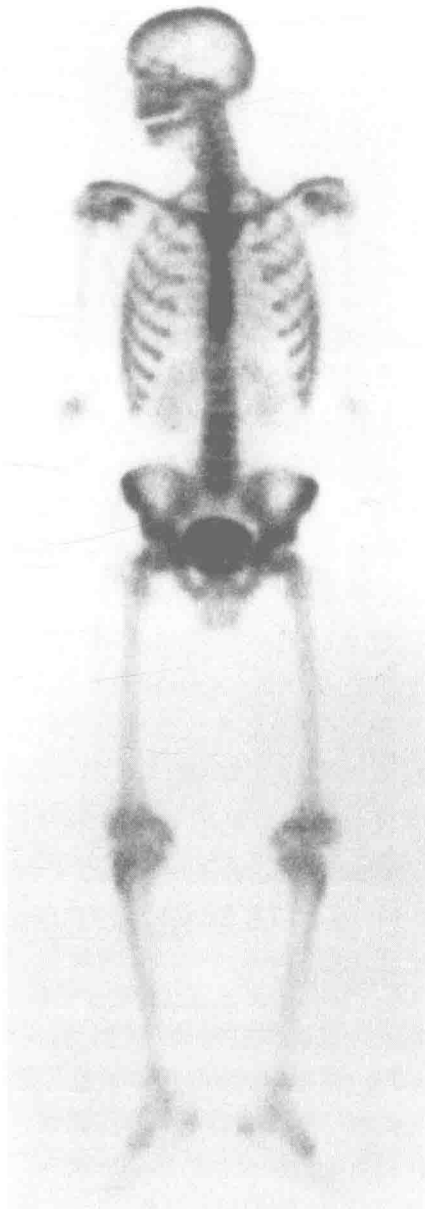


图1.4 正常的放射核素骨骼扫描。此病人先由静脉注射标记^{99m}Tc的骨骼扫描剂（一种复杂的有机磷盐）。此物质会依骨骼代谢及血流量多寡的比例被骨骼所摄取。

核医学技术可用来测量器官功能及产生解剖影像。虽然其解剖影像的产生与功能有关，例如骨骼扫描（bone scan）即靠骨骼的翻转（turnover）而产生。但它所提供的解剖形态资料却很有限，因为与传统放射线摄影、超声波或 CT 比较，其空间分辨率（spatial resolution）相当差。

正电子发射断层摄影（Positron emission tomography），简称 PET

正电子发射断层摄影采用半衰期很短的发射正电子同位素（positron emitting isotope）。当每个正电子销毁时会产生两道伽玛射线，此射线可利用特殊的伽玛相机探测。所得到的影像就反映放射性同位素的分布情形。在检查中采用的同位素属于具有重要生物功能的元素时，例如碳或氧，则可用 PET 来探查组织的血液灌注情形、物质（例如葡萄糖）的代谢状况及复杂的生化路径，例如神经传导物质的贮存与结合。此外病变组织的代谢变化也可用它检查。

由于 PET 中所用到的同位素必需利用回旋加速器（cyclotron）产生，因此目前 PET 仍局限在大型研究中心使用。

电子计算机体层摄影（Computed tomography）

电子计算机体层摄影（CT）与传统 X 线摄影不同，在 CT 中使用比摄影胶片敏感的 X 线探测系统，亦即气体或晶体探测器，并利用电子计算机处理探测器所得到的资料。在这两种检查系统中都使用大致相同的方法产生 X 线。在 CT 中的 X 线管会绕着病人旋转。有些 CT 系统中的探测器也会移动，但有些则制成围绕着病人的固定环（图 1.5）。CT 的特点在于它能区别差异极小的 X 线吸收值。与传统 X 线摄影比较，CT 能区分的密度范围多达 2000 级以上，而传统 X 线片则大约只能区分 20 级密度。这种密度分辨率，不仅能区分脂肪与其他软组织，也能分辨软组织的密度等级，例如能区分脑脊液（CSF）和脑组织及区分肿瘤与周围的正常组织。这种 20 世纪 70 年代首次引进的革命性技术显著地改变了许多疾病，尤其是颅内病变的诊断方式。

在进行 CT 检查时，病人先躺到检查台上，然后将要检查的部位移到装置 X 线球管及探测器的检查机架（gantry）内。虽然 CT 也能进行其他切面；但水平轴位断面（horizontal axial section）是目前最常应用的断层面。断层的层厚与部位都由检查人员决定。常用的层厚在 1.0～10 米间。移动病人通过检查机架后，就能陆续获得能组合成身体架构的多张相接影

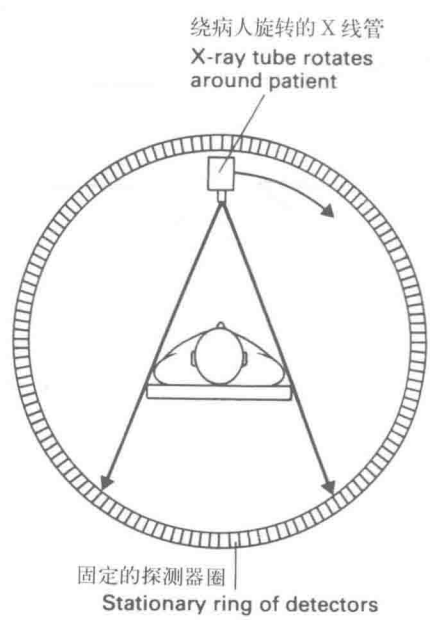


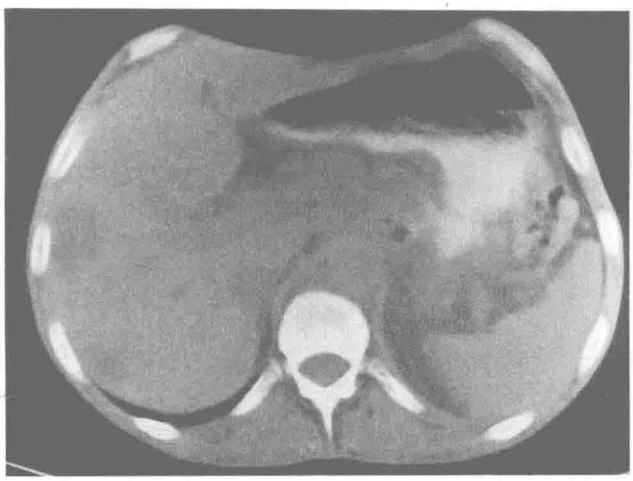
图 1.5 CT 的原理。X 线球管绕着病人旋转。其探测器（detector）可能会移动，但也可能如此图固定不动。X 线球管每次绕完 360°的时间通常需 1～2 秒。

像。利用较薄的层厚能获得较准确的资料，但这些却必须对某一体积的构造进行较多断层扫描才行。

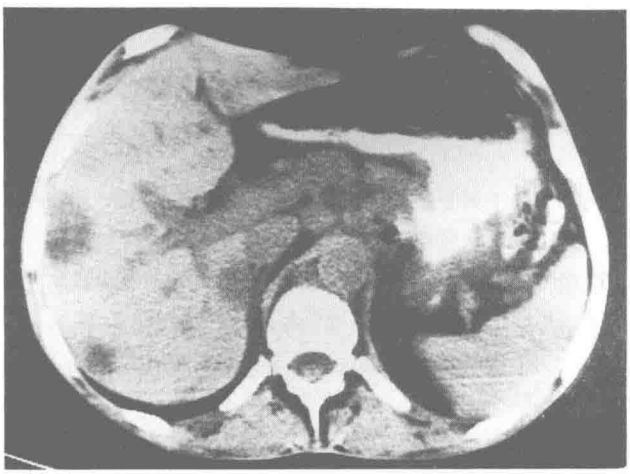
在每组曝光中所得到的资料可经由电脑重建成影像。电脑会计算每个图像元素〔picture element，在电脑术语中简称为像素（pixel）〕中的X线衰减（吸收）值（attenuation value）。每个像素的直径约为0.25～0.6毫米，此数值依机器的分辨率而定。每个像素都具有一定体积，其高度与所选用的层厚一致，在电脑中所记录的X线衰减值就代表该组织体积，亦即体积元素〔volume element，简称体素（voxel）〕的平均值。电脑最后可将所得到的影像呈现在电视显示器上，也可将影像摄成相片以作永久保存。此外，其基本资料也可以储存在光碟或磁带里。

CT的X线衰减值是一组随意设定的刻度，以亨斯菲耳德氏单位（Hounsfield unit）为其单位。其中将水的密度设定为0值，而空气的密度为－1000单位、骨骼密度则是＋1000单位。在显示时所采用的密度范围及平均值则可以在电脑上操控。在一张影像中所见到的密度范围称为窗宽（window width），而密度平均值则称为窗位（window level）或窗中心（window centre）。

人类肉眼只能分辨数种灰阶（shades of grey）。在选取宽窗时，能见到所有结构，但却无法分辨微小的密度差异。在选取窄窗时，又只能分辨小范围亨氏单位的密度变化。这时整张影像中大部分不是全黑就是全白，由这些区域并不能获得有用的诊断资料。在图1.6与2.6中可见到不同窗宽窗值的效果。



(a)



(b)

图1.6 改变窗宽（window width）的效果。（a）与（b）中的窗中心值皆固定为30HU。在（a）中的窗宽为600HU；而（b）中的窗宽只有100HU。注意在使用较窄窗宽的（b）影像中，能分辨肝中的微小密度差别，因此要诊断肝转移癌相当容易；但影像中大部分呈非白即黑，其中只能获得少量资料。改变窗中心值造成的变化请见20页图2.6。

其他平面的影像重建（image reconstruction）

CT通常进行轴向横断面检查。不过我们也可以利用这些横断面所得到的资料，重建成其他切面。在电脑中贮存着每一体素（voxel）的X线衰减值，因此我们可以将这些资料组成任何其他切面，例如冠状（coronal）或矢状（sagittal）切面。不过其中的困难在于每个

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com