

PETER ARMSTRONG
MARTIN L. WASTIE

FOURTH EDITION

DIAGNOSTIC IMAGING

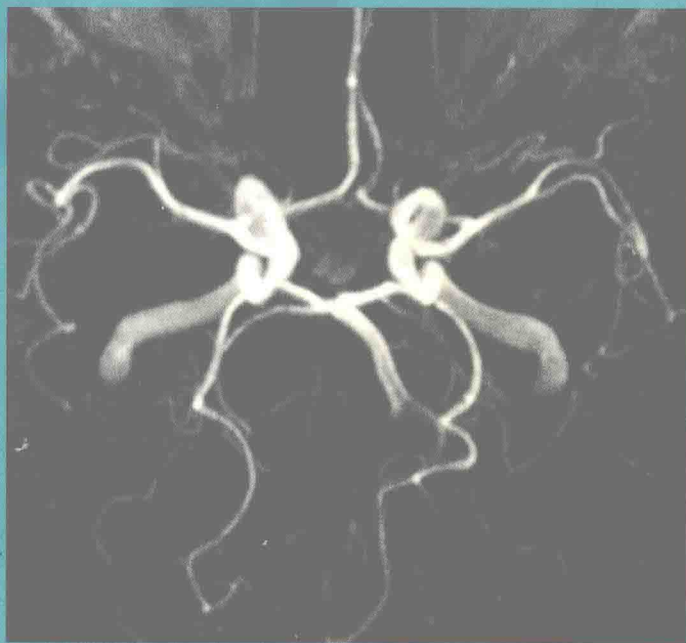
國泰綜合醫院放射線科主任
臺大醫院影像醫學部兼任主治醫師
臺大醫學院醫學系兼任講師

鄭慶明 編譯

Armstrong

醫學影像診斷學

第4版



Blackwell Science Ltd.

合記圖書出版社 發行

Armstrong

醫學影像診斷學

DIAGNOSTIC IMAGING 4/e

原著

PETER ARMSTRONG

MARTIN L. WASTIE

國泰綜合醫院放射線科主任

國立台灣大學醫學院醫學系講師

醫師 鄭慶明 編譯

Blackwell Science Ltd

合記圖書出版社 發行

國家圖書館出版品預行編目資料

Armstrong 醫學影像診斷學 / Peter Armstrong,
Martin L. Wastie 原著 ; 鄭慶明 編譯 . -- 初版. --
臺北市 : 合記, 民 90
面 ; 公分
含索引
譯自 : Diagnostic Imaging, 4th ed.
ISBN 957-666-735-6 (平裝)

1. 影像診斷

415.21

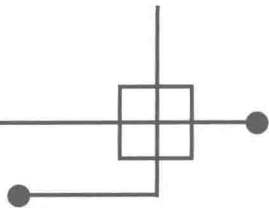
90006546

書 名 Armstrong 醫學影像診斷學
編 譯 鄭慶明
執行編輯 程慧娟
發行人 吳富章
發行所 合記圖書出版社
登記證 局版臺業字第 0698 號
社 址 台北市內湖區(114)安康路 322-2 號
電 話 (02)27940168
傳 真 (02)27924702

總 經 銷 合記書局
北 醫 店 臺北市信義區(110)吳興街 249 號
電 話 (02)27239404
臺 大 店 臺北市中正區(100)羅斯福路四段 12 巷 7 號
電 話 (02)23651544 (02)23671444
榮 總 店 臺北市北投區(112)石牌路二段 120 號
電 話 (02)28265375
臺 中 店 臺中市北區(404)育德路 24 號
電 話 (04)22030795 (04)22032317
高 雄 店 高雄市三民區(807)北平一街 1 號
電 話 (07)3226177

郵政劃撥 帳號 19197512 戶名 合記書局有限公司

中華民國 九十 年 六 月 十 日 初版一刷



原著序

“影像檢查”在“病患處置 (patient management)”中的角色愈來愈重要，當醫學生面對稱為“醫學影像診斷學 (Diagnostic Imaging)”的驚人大量資訊時，其迷惑是可以諒解的。由於傳統放射線學 (conventional radiology) 在大部分影像診斷部門中仍舊是主要的檢查方式，因此在這一版“醫學影像診斷學 (Diagnostic Imaging)”中也照例對它們作適當的強調。自前一版本在六年前出版之後，超音波 (ultrasound) 和電腦斷層攝影 (computed tomography, CT) 的應用都持續增加，磁共振造影 (magnetic resonance imaging, MRI) 的成長更是顯著。目前 MRI 在內科和外科的許多領域都有用途，而且它在某些方面更成為最適當的影像檢查方式。由放射線科醫師施行治療步驟而介入放射線學 (interventional radiology) 也愈來愈重要，而這些治療原屬於外科醫師的專業範圍。

根據目前對各種不同造影技術的廣泛使用，很顯然同一病況有許多不同的檢查方法可資使用。我們盡量避免提到每一所醫院裡的慣用作業

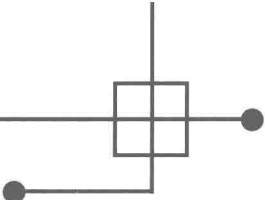
方式，因為它們會因臨床醫師和放射線科醫師的個人偏好，以及設備和專門技術的齊全與否而有所不同。

我們仍舊試著配合醫學生和受訓年輕醫師的需要，說明在影像診斷學中所用到的技術，以及它們在使用時的適應症。就如往常，本書大部分內容都在幫助讀者瞭解判讀 (interpretation) 的原則，包括 X 光素片 (plain film) 和利用其他造影方式得到的影像。

很不幸的，要完整描述各種影像表現的病理學，確實超過這麼一本小書的範圍。同樣的，在探討“影像檢查”在“臨床處置 (clinical management)”中的角色時，我們也大部分專注在外科、內科和病理學方面。最後要強調，這本書是不能單獨閱讀的，它必須和其他相關資料一同研讀。

彼德·阿姆斯壯 (Peter Armstrong)

馬丁 L·華斯泰 (Martin L. Wastie)



致謝辭

如果沒有眾多放射線科醫師提供意見、寶貴的建議和鼓勵，這一次改版可能就無法順利進行。我們要特別感激諾丁漢大學醫院 (University Hospital, Nottingham) 和倫敦聖巴索羅美醫院 (St Bartholomew's Hospital, London) 的放射線科同仁。我們也要感激 Jackie Chambers、Rachel Vincent、Rodney Reznick、Geraint Roberts 和 Alan Wilson 等教授；Gnana Kumar、Roger Gregson、Bryan Preston、Robert Kerslake、Stewart Dawson、Simon Whitaker、Ian Holland、Sat Amar、John Somers、Tim Jaspan、Judith Webb 和 Nick Perry 等醫師的提供圖片。

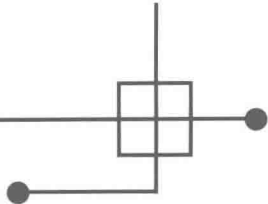
我們也要同時感謝許多其他曾經在過去提供插圖的人士：Theodore Keats、Robin Wilson、Philip McMillan、Janet Dacie、Wayne Cail、Keith Dewberry、Paul Dee、Spencer Gay、

Denny Watson、Brent Harrison、Scott McPherson 等醫師；Paramsothy、Joginder Singh、Donald Longmore、Andreas Adam 和 Janet Husband 等教授；Norman Brenbridge、Tony Buschi、Andrew McLeod、Mark Monaghan、Olle Nylen 和 Bjorn Linden 等醫師。

我們也要衷心地感謝諾丁漢大學醫院和倫敦聖巴索羅美醫院醫學插圖科 (Departments of Medical Illustration) 的攝影師。

如果沒有諾丁漢大學醫院的 Linda Hopkinson 和倫敦聖巴索羅美醫院的 Julie Jessop 提供優異的文書處理協助，這本書根本就完全不可能完成。Veronica Nettleship 和 Tiina Wastie 兩人也提供了文書處理協助。對他們的協助，我們由衷的感謝。

最後，我們要向 Alice Emmott 和布拉克威爾有限公司 (Blackwell Science Ltd) 的員工表達我們的感激。



譯者序

對於中、高年級醫學生的“影像醫學課程”教學水準而言，彼德·阿姆斯壯 (Peter Armstrong) 和馬丁L. 華斯泰 (Martin L. Wastie) 兩人所撰著的“醫學影像診斷學 (Diagnostic Imaging)”確實很討人喜愛。本書對現代醫院中所使用的各種影像檢查方式，都能利用淺顯的文字及典型的影像作提綱挈領的介紹。這對初步體驗臨床業務的中高年級醫學生而言非常重要，因為在現代醫院的“影像診斷部門”中充滿了各式各樣的“影像檢查儀器”，而對許多疾病的現代處置方式中，也牽涉到利用“影像檢查”擷取重要診療訊息的步驟。若在課堂上沒有深入淺出的預備充實，將使醫學生在進入臨床階段，或在成為住院醫師時，可能會面對繁雜的“影像訊息”而手足無措。

譯者和阿姆斯壯與華斯泰兩氏的這本書似乎特別有緣。譯者在1987年拜讀其第2版時，就迫不及待地私下將它譯成中文，但到完稿時卻很遺憾竟遇上“版權法”的實施，在無法取得翻譯權的情況下，只好將譯稿束之高閣。到1994年，藝軒出版社送來實習醫師的第3版譯稿要我進行審訂，於是這本書就有了繁體字中文版。它的第4版在1998年問世，這次是“合記圖書出版社”的吳貴宗先生邀我翻譯。譯者與“合記”曾合作多次，承蒙吳先生的信任再次交付重任，特此表達謝意。

近年來，“影像醫學”在進步神速的電腦科技搭配之下，更是日新月異，在每一年接二連三的各場“國際影像醫學研討會”中，世界各國的領先廠商都莫不先仆後繼地發表最新研究成果，並將它們在各自推出的新機種中實踐應用，而我們這些使用

者也只好緊追不捨地探索它們在臨床上的用途，惟恐疏漏了新知識，而沒對患者提供最先進的服務。

為了讀者的方便，譯者偏好在每一頁文字中對初遇的專有名詞或容易引人誤會的文字附註原文。這對讀者在習慣使用原文單字來溝通的國內臨床環境，也許不無幫助。此外，阿姆斯壯和華斯泰兩氏用“英國字”著作，而本地主要應用美國語文，為牽就國內讀者的習慣，有些附註原文也改用“美國字”，例如：oedema改用edema、haemangioma改用hemangioma、goitre改用goiter等。

譯者數年來在“影像醫學”方面的翻譯作品已有6冊，對每一本書的一筆一劃都莫不反覆斟酌慎重下筆，以祈對讀者有所交代。基本上，譯者非常反對出版社直接採用醫學生或實習醫師的翻譯稿，畢竟每一種專業學問光照字面翻譯，經常會有所偏差，自己還不太熟悉的知識要如何向他人正確詮釋呢？

譯者近日也將推出個人利用國人材料編著的“實用影像診斷學”，翻譯和著作基本上都需絞盡腦汁，同樣費時耗力。本書之順利完成，幸有愛妻月紅的諒解與鼓勵，兩子賀維、賀璿，兩女賀晴、賀雙的習以為常，很虧欠地剝削了陪伴他們的時間。此外，張嘉凌、曾映華兩同事「很耐繁又耐煩」的協助，在此一併致謝。

學海無涯，譯者仍恐本書有所疏漏，尚祈方家讀者不吝指正！

鄭慶明 謹識
於國泰綜合醫院



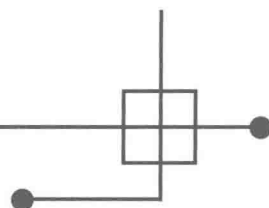
目錄

著者序	i
致謝辭	ii
譯者序	iii
第 1 章 導論	1
第 2 章 胸部	17
第 3 章 心臟血管系統	103
第 4 章 腹部 X 光素片	135
第 5 章 胃腸道	147
第 6 章 肝膽系統、胰臟和脾臟	193
第 7 章 泌尿道	219
第 8 章 女性生殖道	263
第 9 章 產科	273

第 10 章 腹腔和腹膜後腔	285
第 11 章 骨骼疾病	299
第 12 章 關節	333
第 13 章 脊椎	351
第 14 章 骨骼損傷	375
第 15 章 頭顱和腦部	389
第 16 章 鼻竇、眼眶和頸部	421
第 17 章 血管和介入放射線學	431
附錄：腹部 CT 解剖學	445
索引	451

◎在第 14 和 15 頁、第 110 和 111 頁及第 326 和 327 頁之間附有彩圖

導論 (Introduction)



影像部門的應用

(The use of the imaging department)

影像部門必須妥善經營和有效應用，才能降低輻射危險並符合經濟效益。影像部門雖然由放射線科醫師 (radiologist) 和放射師 (radiographer) 所主導成立，但它的應用方式卻主要由照會的臨床醫師來決定。臨床醫師和放射線科醫師之間的良好溝通非常重要。放射線科人員必須瞭解臨床問題才能進行適當的檢查，並有效地研判檢查結果。臨床醫師也必須瞭解所獲得答覆的效力和其限制。

適當選擇影像檢查方法很重要。這方面有兩套相對的理論。一套是針對病人臨床症狀的方向去選取一系列檢查，希望能夠從中得到一些結果。另一套則是用“嘗試和錯誤 (trial and error)”的方式，先決定一或兩種最接近的診斷，然後選擇適當的檢查去確認或排除這些可能性。每一套方法都有使用者，我們比較喜好選擇性方式，因為毫無疑問的，這種方式通常比較便宜，又較少干擾病人就能獲得解答。這種方法必須有敏銳的臨床判斷相配合，醫師愈有經驗，他們所選擇的檢查就愈適當。

要對各種影像檢查列出準確的指引很困難，因為每個醫院處理患者的方式不同，它們所要求的訊息也有異。

- 所請求的檢查必須有合理的目的能影響對患者的處置。在請求每一項檢查時都必須附有問題，例如：對一張胸部 X 光片要問“這名患者的咳血

(hemoptysis) 原因為何?”

- 追蹤檢查的時間間隔 (time interval) 要合理，例如：患者一旦被診斷為肺炎，除非臨床表現顯示有併發症，在 7-10 天之後才去評估其演變也很安全。
- 對於疑問部位必須明確。當臨床症狀顯示肩部 (shoulder)、肱骨 (humerus) 或其附近發生異常時，就對肩部、肘部 (elbow) 和前臂 (forearm) 進行 X 光檢查，這顯得非常失當。比較合理的是設計一套檢查計劃，並在得到所要的正確結果時，就請示放射線科醫師取消其他檢查。
- 細心考慮那一種影像檢查最容易提供有效的訊息，例如：對搜查無症狀骨骼轉移 (asymptomatic bone metastases)，應該以放射核種骨骼掃描 (radionuclide bone scan) 為初步篩檢方法，而不是進行骨骼普查 (skeletal survey)。
- 儘可能選擇能減少或避免游離輻射 (ionizing radiation) 的檢查。

X 光 (X-rays)

X 光的產生 (Production) (圖 1.1)

在所有傳統放射線攝影 (conventional radiography) 和電腦斷層攝影 (computed tomography, CT) 中都用到 X 光。當極高電壓在真空管 (evacuated tube) 內通過兩個鎢電極 (tungsten terminal) 時，就會產生 X 光。其中一個電極—陰極 (cathode) 加熱到白熱化之後，就會放出游離電子 (free electron)。當通常為 50-150kV

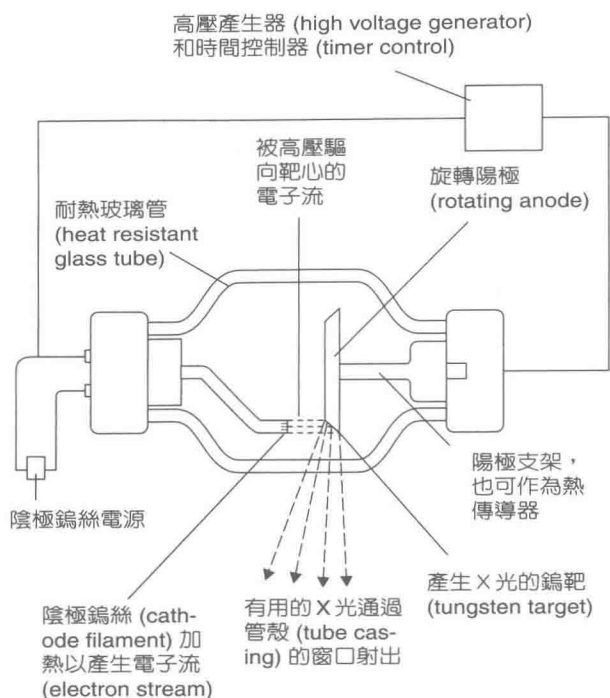


圖 1.1 X 光管簡圖。

範圍的高壓電通過兩極時，電子就會以高速被吸向陽極 (anode)。當電子撞擊陽極靶心 (anode target) 時，就會產生 X 光 (或稱：X 射線)。

X 光的吸收 (Absorption)

X 光和 CT 影像的產生主要依 X 光通過人體時會被不同程度吸收的現象而定，而各種正常構造或病變的顯影也依這類不同的吸收而定。

傳統放射線攝影 (Conventional radiography)

在傳統放射線攝影中共有四種基本密度：氣體 (gas)、脂肪 (fat)、所有其他軟組織 (soft tissue) 和鈣化組織 (calcified structure)。通過氣體的 X 光被吸收得最少，所以在 X 光片上呈現為最黑影，而鈣質最會吸收 X 光，因此骨骼和其他鈣化組織就會呈現白影。除了脂肪之外

的軟組織，例如：實體內臟、肌肉、血液、腸壁等，對 X 光都具有相同的吸收能力 (absorptive capacity)，因此在傳統 X 光片上呈現相同的灰影。脂肪只會吸收較少 X 光，因此比其他軟組織呈現稍暗色調。

傳統放射線攝影的投照 (Projections in conventional radiography)

X 光攝影的投照通常以 X 光束 (x-ray beam) 的路徑來表示。因此後前觀 (posteroanterior view, PA view) 一詞表示 X 光從背後射向前面，這是例行胸部 X 光像的標準投照。前後觀 (anteroposterior view, AP view) 則是 X 光從身體前面向後面照射。“正面投照 (frontal projection)”一詞可以指 PA 或 AP 投照。

X 光片上的影像屬於二維性 (two-dimensional)。所有在 X 光通過路徑中的構造都會被投照到軟片上的同一位置。因此經常至少需要取得兩方向觀 (two views) 的影像，才能獲得第三維 (third dimension) 的訊息。這兩方向觀通常需互相垂直，例如：胸部的 PA 像和側面像 (lateral view)。有時只有互相垂直的兩觀投照仍嫌不足，另需用斜位觀 (oblique view) 來補充。

水平 X 光像 (Horizontal ray film)

氣-液界面 (air-fluid level) 是重要的放射線學徵象。需要使用水平 X 光束投照才能偵查它，例如：站立像 (erect film) 或側臥像 (lateral decubitus film)。氣-液界面只能在水平射束投照的 X 光像中看出來，其理由想像一下盛水玻璃杯中的水面就能理解。要觀看氣-液界面的唯一方法就是從旁邊觀看，亦即：從水平方向觀看。

移動型 X 光像 (Portable film)

移動型 X 光機可以為躺在在床上或在手術室中的病人攝影。這種機器所能完成的曝照 (exposure) 有所限制。這表示需要用較長的曝照時間 (exposure time)，而影像品質也較差。對臥床病人的擺位 (positioning) 和輻射防護 (radiation protection)，都比在 X 光科所能達到的要差。因此移動型 X 光攝影必須在無法將病人安全或舒適地送到 X 光部門時才申請。

X 光攝影中的放大 (Magnification in radiography)

所有傳統 X 光影像中都有些放大效果，這是因為 X 光管 (x-ray tube) 射出發散型 X 光束 (diverging beam of x-ray) 的緣故。被照物愈靠近軟片，其放大程度就愈小。

傳統斷層攝影 (Conventional tomography)

當 X 光管和軟片以欲檢查層次為軸心移動時，在所產生的斷層像 (tomogram) 中的預選平面 (selected plane) 會顯現明確焦點，而重疊構造卻顯得模糊。

目前電腦斷層攝影已取代大多數傳統斷層攝影檢查。

電腦斷層攝影 (Computed tomography, CT)

電腦斷層攝影就像傳統放射線攝影一樣，需靠 X 光射過 (transmitted) 身體來產生。CT 和傳統 X 光攝影不

同之處在於它使用比攝影軟片 (photographic film) 更敏感的 X 光偵測系統 (x-ray detection system)，稱為氣體偵測器 (gas detector) 或晶體偵測器 (crystal detector)，並利用電腦處理資料。X 光管和偵測器會繞著病人旋轉 (圖 1.2)。CT 的特點在於它能顯示差異極小的 X 光吸收值 (x-ray absorption value)。和傳統 X 光攝影比較，CT 所能記錄的密度範圍提高大約 10 倍。它不但能區分脂肪和其他軟組織，也能分辨軟組織內的密度等級，例如：能區別腦組織和腦脊液 (cerebrospinal fluid, CSF)，或腫瘤和周圍的正常組織。

進行 CT 檢查時，必需將患者要接受檢查的部位移到安裝 X 光管和偵測器的機架 (gantry) 內。雖然 CT 也能進行其他切面的檢查，水平軸狀切面 (horizontal axial section) 仍是最常使用的切面。要攝取影像的切片位置 (section level) 和切片厚度 (section thickness) 都可由操作人員選定。一般切片厚度在 1.0 和 10mm 之間。在移動病人通過機架後，就能獲取多張相鄰切片的訊息，可用來構成身體影像。較薄的切

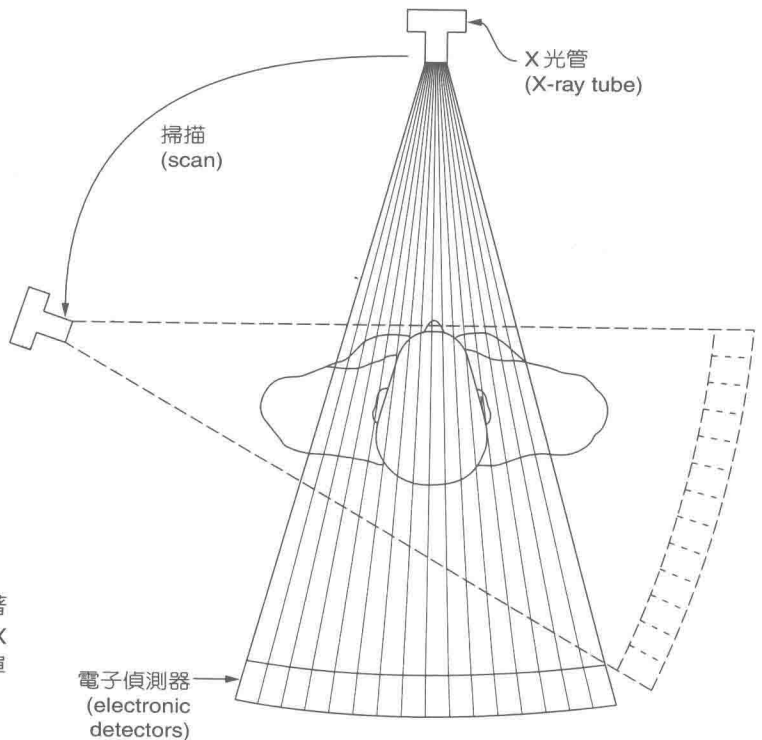


圖 1.2 CT 的原理。X 光管和偵測器繞著病人移動，以產生構成身體各不同部分的 X 光吸收值圖像。用來曝照的時間可以秒為單位調整。

片能獲得較準確的訊息，但卻必須對該單位體積的組織取得較多切片。

進行CT掃描 (scanning) 的方式有兩種：一片接一片 (slice-by-slice) [通常稱為“傳統”CT ("conventional" CT)] 和體積獲取 (volume acquisition) [通常稱為“螺旋”CT ("spiral" CT 或 "helical" CT)] (圖 1.3)。在傳統的一片接一片方法中，載著患者的檢查檯需在每一切片位置停下。在“螺旋”CT中，患者則被連續送過掃描儀，這時X光束就會描出一道螺旋路徑，而資料則被連續收集，並在電腦的記憶體中產生“資料體積” (volume of data)。螺旋CT的優點有：

- 顯著縮減掃描時間 (scan time)，因此整個器官都能在在一次閉氣 (single breath-hold) 完成掃描；
- 影像切片能在真正沒有不穩定呼吸引起的縫隙或重疊的情況下連接起來；
- 要重建 (reconstruction) 成其他平面影像的效果較好，也有進行3維重建 (three-dimensional reconstruction) 的可能性。

在每組曝照 (exposure) 中所得到的資料可經由電腦處理重建成影像。電腦會計算每一個圖像元素 (picture element) [在電腦術語中簡稱為像素 (pixel)] 中的X光衰減 (吸收) 值 [attenuation (absorption) value]。每個像素的直徑為0.25-0.6mm，它依機器的解析度 (re-solution) 而定，而其高度就是所選用的切片厚度。由於每一個像素都有一確定體積，而X光衰減值就代表該組織體積 (volume of tissue) [體積元素 (volume element)，體素 (voxel)] 中的平均值。最後可將得到的影像呈現在電視顯示器 (television monitor) 上，也可將影像攝成相片作為永久記錄。此外，其基本資料也可以儲存在光碟 (optical disc) 或磁帶 (magnetic tape) 裏。

CT的X光衰減值 (attenuation value) 以一組隨意設定的度量法 [豪斯費爾單位 (Hounsfield units)] 來表示。其中的水密度設定為0值，空氣密度為-1000單位，骨骼密度為+1000單位 (圖 1.4)。在顯示時所採用的密度範圍和平均值可以選擇性在電腦上操控。在一張影像中所見到的密度範圍稱為“窗寬 (window width)”，而密度的平均值稱為“窗位 (window level)”或“窗中心 (window centre)”。

人類肉眼只能分辨有限的數種灰影 (shades of grey)。在選取“寬”窗寬時能見到所有構造，但卻無法分辨細微的密度差異 (density difference)。在選取“窄”窗寬時，能分辨少量豪斯費爾單位的密度變化，但整張影像會呈現全黑或全白，在這些區域中就無法獲得有用的訊息。在圖 1.5 和圖 2.6 (第 23 頁) 中展示不同窗寬和窗位的效果。

其他平面的影像重建 (Reconstruction to other planes)

CT通常以軸面 (axial plane) 進行檢查。然而也可以重建成其他切面的影像。在電腦的記憶體中存著每一體

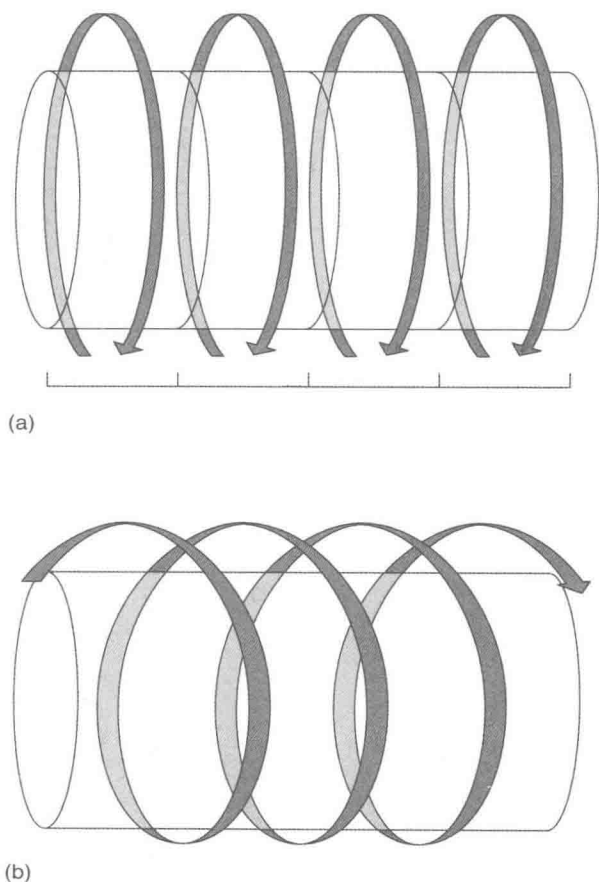


圖 1.3 兩種普遍使用的CT資料收集 (CT data collection) 方法：(a) 傳統切片接切片掃描法 (conventional slice-by-slice scanning) 和 (b) 螺旋CT [spiral (helical) CT]。其X光管連續旋轉時，患者緩慢通過掃描儀，因而使X光束的有效路徑形成螺旋形。

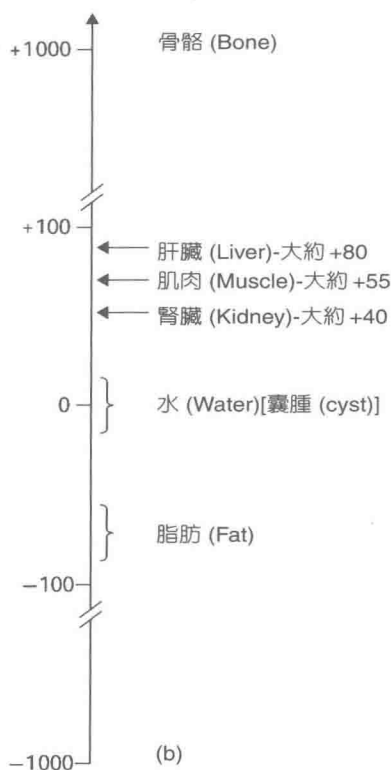


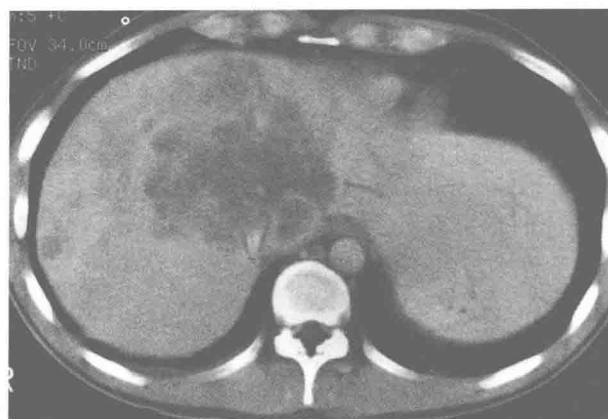
圖 1.4 各種正常身體組織的 CT 密度 (CT density) [豪斯費爾單位 (Hounsfield units)] 的度量法。

素 (voxel) 的 X 光衰減值，因此可以將資料組成任何切面的影像，例如：冠狀 (coronal) 或矢狀 (sagittal) 切面。利用一般 8-10mm 切片時，會構成細長方塊的體素，其空間解析度 (spatial resolution) 因此較差。但如果切片厚度極薄，例如：1.0 mm，就能獲得較理想空間解析度的重建影像。

螺旋 CT 能實際改善其他影像平面的重建影像，也能完成 3 維影像重建 (three-dimensional image reconstruction) (圖 1.6)，因為其影像資料是以連續螺旋的方式取得，而非獨立的切片塊。

部分體積效應 (Partial volume effect)

由於每個體素都具有確定高度，通常是 10mm，因此一個構造或病變就可能有一部分存在切片內，而另一



(a)



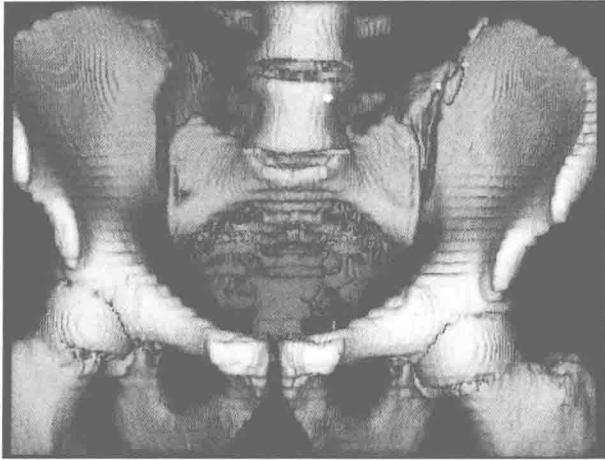
(b)

圖 1.5 改變窗寬 (window width) 的效果。(a) 和 (b) 的窗中心 (window center) 都固定在 65HU。在 (a) 的窗寬 (window width) 為 500HU；而 (b) 的窗寬只有 150HU。注意在窄窗寬影像 (b) 能比較清楚看到轉移病變，但肝臟以外的構造卻在 (a) 中比較清楚。

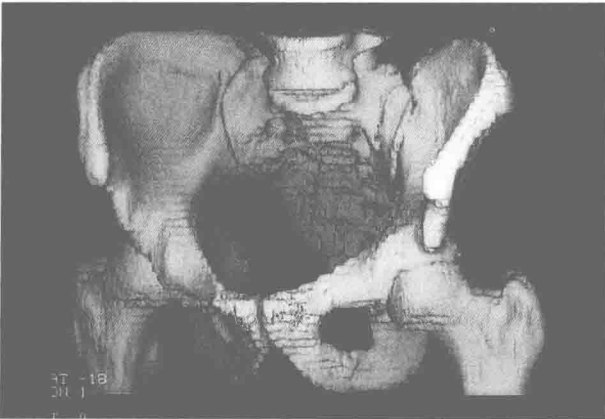
部分在切片外。由於所顯現的影像是利用整個體素的平均 X 光衰減值來構成，因此“部分位在體積內”的構造的密度，就無法真正代表該構造，其體積也可能並不正確 (圖 1.7)。

假影 (Artefact)

CT 的假影有多種。其中兩種常見的假影是由移動 (movement) (每次曝照通常需 1-2 秒) 和極高密度物



(a)



(b)

圖 1.6 以螺旋 CT 資料產生的三維重建像 (three-dimensional reconstruction) (a、b)。骨盆骨、下脊椎和股骨都能在三維重建像中顯現。只要給電腦適當的指令就能從任何方向觀看其資料。

質所造成，後者包括腸中的鋇劑 (barium)、金屬植入物 (metal implant)、牙齒填充品 (dental filling) 或手術鉗 (surgical clip) 等。兩類假影都會造成輻射線狀條紋 (radiating linear streak)。它們的主要問題是會使影像品質變差。

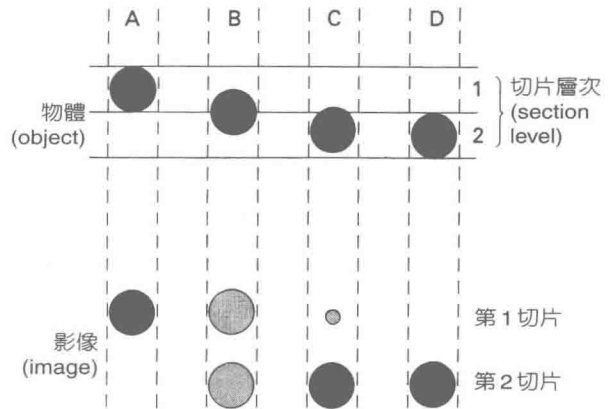


圖 1.7 部分體積效應 (partial volume effect)。物體 A 和 D 佔據切片的整個厚度，因此它們的直徑與密度都能精確地在第 1 與第 2 切片的影像中表現出來。物體 B 有一半位於第 1 切片中，一半位於第 2 切片中。它的影像正確地顯示其直徑大小，但在這兩張影像中所顯示的密度只有真正密度之半。物體 C 大部分位於第 2 切片中，但有小部分伸入第 1 切片中，因此上層影像可能低估其直徑及密度，但下層影像除稍低估其密度外，其餘大致都屬正確。使用較薄的切片時，由部分體積所引起的誤差就會降低，但同一體積的組織卻需較多切片才能完成檢查。

在傳統 X 光攝影和 CT 中應用的造影劑 (Contrast agents in conventional radiography and CT)

造影劑可用來顯現原來無法看到的構造或病變。鋇劑 (barium) 普遍用來顯現胃腸道的輪廓；所有其他阻光性藥物 (radio-opaque medium) 都仰賴溶液中的碘 (iodine) 來吸收 X 光而成為造影劑。含碘溶液可以在泌尿道攝影 (urography)、血管攝影 (angiography) 和電腦斷層攝影 (computed tomography) 的經靜脈注射對比增強 (intravenous contrast enhancement) 中使用。一般都需使用大量的造影劑，並且經常要快速注射。由於它們的唯一目的是產生顯影效果 (opacification)，因此以藥理性質惰性者最理想。目前仍沒完全達到這一要求，但在引進低滲透性藥物 (low-osmolality agent)，例如：非離子性造影劑 (non-ionic medium)，

就正確地跨出了一大步。造影劑的許多不良反應都和其滲透度有關，在使用低滲透度造影劑時，這些不良反應就較少發生，而且通常也不嚴重。以下的討論特別以舊式離子性造影劑為主。新型造影劑的缺點在於它比傳統藥物昂貴甚多，而高價位使它在許多醫院被限制使用。

大多數病人在注射造影劑之後，會感到一陣傳遍全身的溫熱感覺；有些病人會對此感到不舒服。有時以慢速注射高濃度造影劑時，病人的上臂和肩膀會因藥物滯留在靜脈而發生疼痛，這在注射完後抬高病人的手臂就會改善。意外將造影劑注射到靜脈之外時會很痛，所以應小心避免發生。

有少數人會發生噁心 (nausea)、嘔吐 (vomiting) 或頭暈 (light-headedness)；有些會發生蕁麻疹樣紅斑 (urticarial rash)。所有這些現象通常都會自動消失。

支氣管痙攣 (bronchospasm)、喉頭水腫 (laryngeal edema) 或低血壓 (hypotension) 等偶而也會發生，有時可能會嚴重到威脅生命。因此對處置這種危險性反應的準備很重要，必須備有急救設備和藥物。大約有十六萬分之一的病人會因注射離子性造影劑而死亡。這種危險雖小，卻不可忽視。

曾發生過敏性反應的病人，特別是有氣喘病者，比較可能發生不良反應。同樣的，曾因造影劑發生不良反應者，在檢查中的危險性比一般人高。這些病人通常會使用非離子性造影劑，並先給予類固醇 (steroid)，最好能在檢查前至少 18 小時給藥。抗組織胺 (antihistamine) 藥物也可在注射造影劑之前給予。

在經靜脈注射造影劑時，發生併發症的危險性比一般人要高的患者有：

- 嬰兒會因所注射造影劑的高滲透度 (high osmolality) 使其血漿滲透度 (plasma osmolality) 急速升高而造成危險。即使是使用低滲透度造影劑，其注射速度也應盡可能緩慢；
- 老人對造影劑的耐受力經常較差；
- 心臟病患者有引發心律不整 (arrhythmia) 的危險；
- 腎衰竭 (renal failure)、骨髓瘤 (myeloma) 和嚴重糖尿病 (diabete) 患者——在檢查前如果禁止這些病人攝取液體，造影劑很可能會使其腎功能惡化。

對上列高危險群患者採用低滲透度造影劑有助於

減少併發症。

超音波 (Ultrasound)

在診斷性超音波檢查中，極高頻率音波經由和皮膚接觸的換能器 (transducer) 射入身體內。為了達到良好的音波接觸 (acoustic contact)，通常需在皮膚塗上一層膠狀物。在音波穿過身體時，會由組織界面 (tissue interface) 反射而產生回音 (echo)。回音被同一個換能器接收後，就被轉換成電子信號 (electrical signal)。

由於空氣、骨骼和其他有顯著鈣化物質，會將音波幾乎完全吸收，因此超音波在肺部和骨骼疾病的診斷用途很少。在腹部超音波檢查中所得到的訊息，可能會因音波傳導 (sound transmission) 受到腸氣嚴重干擾而影響效果。

液體是音波的良導體 (good conductor)，因此超音波是診斷囊腫 (cyst) 及檢查填充液體的構造，例如：膀胱 (bladder) 和膽道系統 (biliary system)，以及顯示羊膜囊 (amniotic sac) 內胎兒的特別良好成像方法。

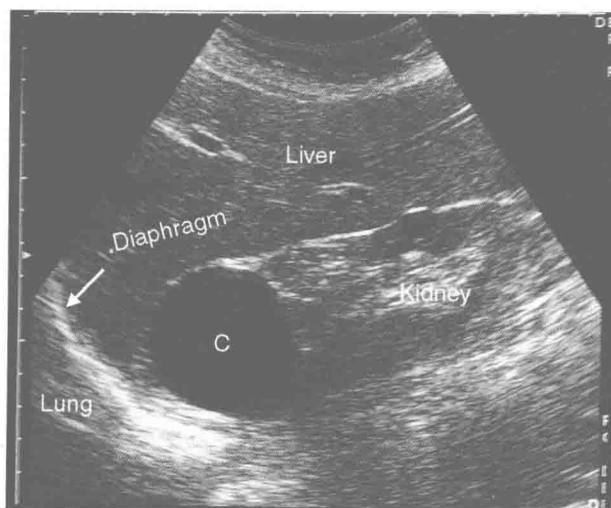


圖 1.8 通過肝臟和右腎的縱切面超音波掃描像。在腎臟上極 (upper pole of the kidney) 有一囊腫 (C)。Liver = 肝臟、Diaphragm = 橫膈、Kidney = 腎臟、Lung = 肺臟。

超音波也可用來顯現和周圍組織含有不同音波阻抗 (acoustic impedance) 的實體構造，例如：轉移病變 (metastases)。

超音波經常被用於判斷構造究竟屬於實體或囊狀 (圖 1.8)。囊腫或其他填充液體構造的外壁會產生強烈回音，但其中所含液體卻不會產生回音。此外，從囊腫背後的組織也可接收到較強的回音，這種效果稱為“音增強 (acoustic enhancement)”。相反的，會穿透鈣化構造，例如：膽結石 (gall stone) 的音波明顯減少，因此在結石背後會出現回音減弱帶 (band of reduced echo)，稱為“音影 (acoustic shadow)”。

超音波由一種以預定頻率振動 (oscillate) 的特殊晶體所產生。它會在每秒傳出大約 500 次的百萬分之一秒極短脈衝音波。這個晶體不只傳送音波脈衝，也“接聽”反射回音，後者經過電子化加強 (圖 1.9)，就成為能顯現在電視顯示器上的信號。其影像可以拍

成照片作為永久記錄。

每一次回音返回換能器所需要的時間和經過的距離成正比。在能知道發出回音的組織界面 (interface) 的深度時，就能產生影像；而知道音波在各組織中的速度 (velocity)，也就有可能量出兩組織界面之間的距離。這在產科的應用很重要，例如：測量胎頭大小已成為估計胎齡 (fetal age) 的標準方法。

在掃描時，當電子化超音束 (ultrasound beam) 掃過病人身體之後，就會即時顯示一層內部解剖的切片 (section)，它就構成一張切片像 (slide)。因此要作三維評估 (three-dimensional assessment) 時，就必須移動或傾斜換能器產生許多切片像。

超音波和其他影像檢查儀器不同的是它沒有固定的投照方式，其影像的產生和結果的判讀也非常仰賴操作者在檢查時的觀察。超音波影像能提供非常精密的信息，例如：它能顯示非常小的構造 (圖 1.10)

最近的進步是開發了能放到非常靠近受檢部位的超音波探頭 (ultrasound probe)，因而能產生非常精密的影像，但它的檢查範圍卻限制在數毫米之內。用來檢查攝護腺 (prostate) 的直腸探頭 (rectal probe) 和檢查骨盆構造 (pelvic structure) 的經陰道探頭 (transvaginal probe) 就是例子。在內視鏡末端也可以附上細小的超音波探頭。對食道 (esophagus)、心臟 (heart) 和主動脈 (aorta) 的病變可以利用放到食道內的內視鏡探頭來檢查，而胰臟 (pancreas) 的病變可以利用放進胃部 (stomach) 和十二指腸 (duodenum) 的內視鏡探頭來偵查。

目前在診斷性超音波中使用的能量和劑量，仍沒有報告顯示會對任何組織產生傷害效果。

超音波造影劑 (ultrasound contrast agent) 目前正在研開發中。這些造影劑中含有能強化由探頭所接收回音的微氣泡 (microscopic air bubble)。氣泡形成穩定形態，因此能在檢查期間持續存在。

都卜勒效應 (Doppler effect)

從移動構造反射的聲音會隨構造的移動速度 (speed of movement) 改變頻率 (frequency)。能轉換成可聽信號 (audible signal) 的頻率變換 (frequency shift)，就是在產科中用來傾聽胎心 (fetal heart) 的都卜勒探頭 (Doppler probe) 的基本原理。

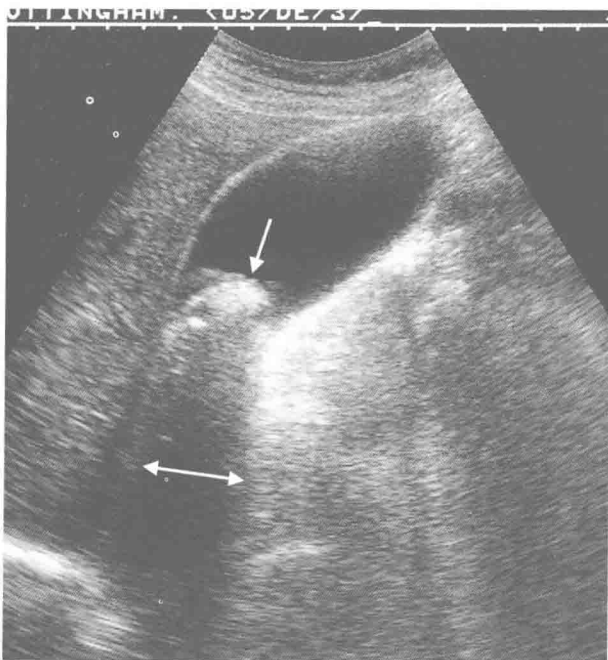


圖 1.9 膽囊超音波掃描像顯示在膽囊頸部有一大結石 (白箭號)。注意在結石背後的音影 (acoustic shadow) (水平箭號)。

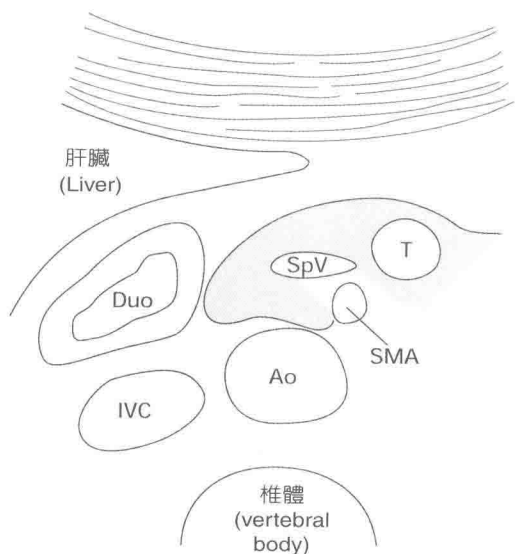


圖 1.10 胰臟超音波掃描像顯示在胰臟的頭部和體部連接處有一 1 cm 腫瘤 (T) [這是一個胰島素瘤 (insulinoma)]。塗上陰影者是胰臟，Ao=主動脈、Duo=十二指腸、IVC=下腔大靜脈、SMA=上腸繫膜動脈、SpV=脾靜脈。

都卜勒效應也可用來顯示流過心臟或血管的血流。這時音波從流過血管的血球 (blood cell) 反射 (見第 14 頁，彩圖 1)。

當血液朝向換能器流動時，接收信號 (received signal) 的頻率會比射出頻率 (transmitted frequency) 要高；而當血流從換能器的方向流走時，則出現相反的現象。這種射出和接收音波之間的頻率差，稱為“都

卜勒頻率變換 (Doppler frequency shift)” *。它能用來判定血流的方向，朝向換能器的血流經過協議以紅色顯示，而離開換能器的血流則以藍色顯示。

在檢查中，可以顯示和記錄血流速度波形 (flow velocity waveform)。有些特殊的動脈和靜脈的波形具有特徵性形態，因此能查出血流異常。在知道都卜勒角 (Doppler angle) (彩圖 1) 時，就可算出流動血液的速度，而在知道該血管的直徑時，也就能算出血流量。

都卜勒檢查可用來偵測靜脈血栓 (venous thrombosis)、動脈狹窄 (stenosis) 和阻塞 (occlusion)，特別是用在頸動脈 (carotid artery)。在腹部方面，可用都卜勒技術判斷構造是否屬於血管，因此可用來評估腫瘤的血流分布。在產科方面，都卜勒超音波主要用來測定流過臍動脈 (umbilical artery) 的胎兒血流 (fetal blood flow)。利用都卜勒心臟超音波 (Doppler echocardiography) 可以顯示通過閉鎖不全瓣膜 (incompetent valve) 的逆流 (regurgitation)，也可用來計算跨越瓣膜的壓力差 (pressure gradient)。

放射核種造影 (Radionuclide imaging)

在診斷影像中所使用的放射活性同位素 (radioactive isotope)，會在衰變 (decay) 時射出伽瑪射線 (gamma rays)。由核子 (nucleus) 的放射活性衰變所產生的伽瑪射線屬於電磁輻射 (electromagnetic radiation)，就像 X 光一樣。許多自然產生的放射活性同位素 (radioisotope)，例如：鉀 (potassium)-40、鈾 (uranium)-235 的半衰期 (half life) 長達數百年，因此不適合在診斷成像中使用。在醫療診斷中使用的放射同位素 (radioisotope) 是人工合成品，其半衰期大多很短，通常只有

* 其公式為：

$$\text{頻率變換 (frequency shift)} = \frac{2Fi \times V \times \cos \theta}{c}$$

[音波在組織中的速度 c 和音波入射頻率 (incident frequency) Fi 都是常數。如果將都卜勒角 (Doppler angle) θ 維持固定時，則頻率變換就會直接依血流速度 (blood flow velocity) V 而定。]

數小時或數天。爲了使病人受到最少的輻射劑量 (radiation dose)，必須儘量選用最低劑量的短半衰期同位素。這些放射性藥劑 (radiopharmaceutical) 也應該沒有不良的生物性效應，而且也能在檢查後迅速從身體排出。

放射核種造影主要是應用某些物質會選擇性聚積在身體不同部位的原理，而放射核種可以用化學方法黏附在這些物質。有時放射核種也會以其離子形態 (ionic form) 選擇性聚積在某一器官中，因此就不必將它黏附在另一化合物上。最常用的放射核種是 ^{99m}Tc 銻 (technetium-99m, ^{99m}Tc)。它可先備妥。它有適中的 6 小時半衰期，而所射出的伽瑪輻射 (gamma radiation) 含有容易偵測的適當能量。其他常用的放射核種包括銦 (indium)-111、鎵 (gallium)-67、碘 (iodine)-123 和鉍 (thallium) -201。

銻 (technetium)-99m (^{99m}Tc) 可以離子形態 (ionic form) [製成高錳酸鹽 (pertechnetate)] 供甲狀腺和血管成像使用；或也可將它黏附在其他物質上，例如：以 ^{99m}Tc 標示的有機磷複合物 (organic phosphate) 會被骨骼攝取，因此可用來顯影骨骼 (圖 1.11)。其顆粒可用來進行肺臟灌注檢查 (lung perfusion study)。將體積爲 $10\text{--}75\mu\text{m}$ 的白蛋白巨集體 (macroaggregate of albumin) 的顆粒經靜脈注射後，就會嵌在肺部微血管中，因此在這類巨集體標上 ^{99m}Tc ，就可用來顯示進入肺部的血流。此外也可將病人自己的紅血球標上 ^{99m}Tc 用來探測心臟功能，或將銦 (indium) -111 或 ^{99m}Tc 標在白血球上用來探查膿腫 (abscess)。吸入小量放射性活性氣體，例如：氙 (Xenon) -133、氙-127、或氪 (Krypton) -81m 也可來檢查肺臟的換氣 (ventilation)。所有這些放射性藥劑都毫無副作用。

由同位素射出的伽瑪射線可以用伽瑪相機 (gamma camera) 偵測並產生影像。在伽瑪相機中具有一個直徑通常爲 40 公分的碘化鈉晶體 (sodium iodide crystal) 和許多光強化管 (photomultiplier tube) 結合。當伽瑪射線撞擊和激動碘化鈉晶體時，就會產生光線。這些光線經由電子化增強後就可轉變成電子脈衝 (electrical pulse)。電子脈衝經由處理機增強和分析後，就可作成記錄。一般也可將電腦連接到伽瑪相機上，以迅速攝取一系列影像，必要時也可用電腦增強影像的表現。

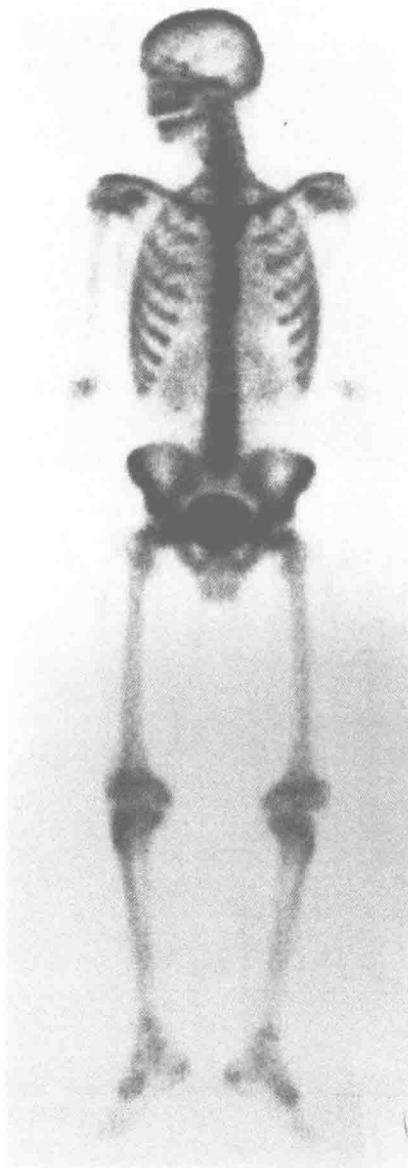


圖 1.11 正常的放射核種骨骼掃描。此病人先由靜脈注射標示 ^{99m}Tc 的骨骼掃描劑（一種複雜的有機磷）。此藥物會依骨骼代謝及血流多寡的比例而被骨骼攝取。