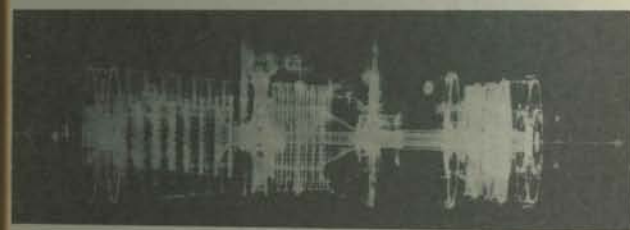




發現X光的倫琴

市立和平醫院放射線科主任 蔡春泉

放射診斷學 近期的發展



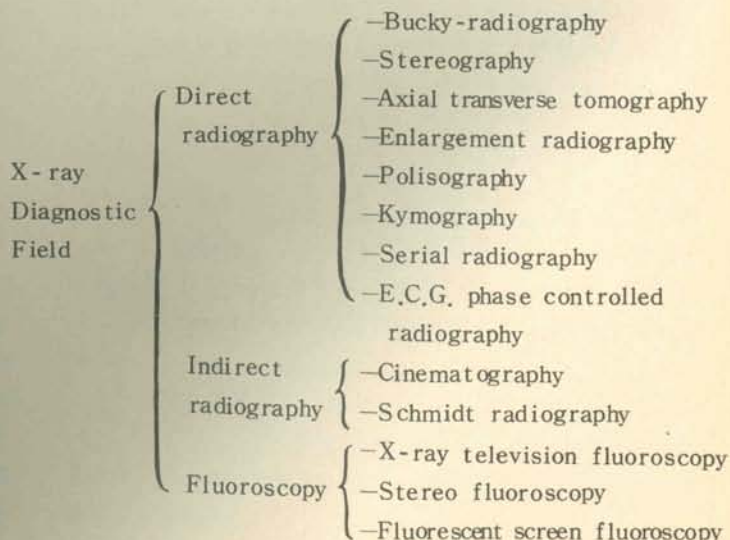
人類首批X-光片(九張)中的一張顯示的是倫琴夫人的手。



倫琴Wilhelm Conrad Röntgen 在1895年證實：在真空管中將陰極射綫打至陽極屏極(當時是用鋁板作屏極反射出來後可在真空管外的氰化鉑銀(Platino-cyanide)影屏上產生螢光，縱然用黑紙將真空管包圍起來，亦可產生螢光，而定名為「X-ray」。經過各方面研究改進，而被廣泛的用在工業、農業……及醫學上。在醫學上叫Roentgenology (Radiology)，它配合電子醫學(Medical Electronics)的迅速進步而分成：

- (1) Diagnostic Radiology 放射診斷學。
- (2) Therapeutic Radiology 放射治療學。
- (3) Nuclear Medicine 核子醫學。

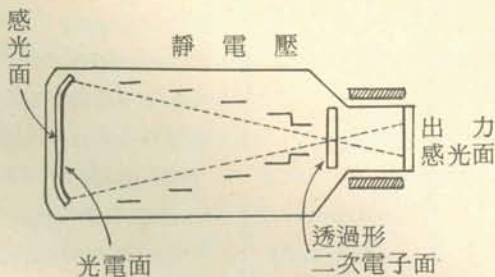
其中Diagnostic Radiology 在臨床上應用甚廣，技術上的進步再簡分如下：



X光是電磁光譜 (Electromagnetic Spectrum) 的一部份，其輻射線的波長大約在 $0.06 \sim 500 \text{ \AA}$ ，用在診斷上的X-光線波長主要在 $0.2 \sim 0.4 \text{ \AA}$ ($40 \sim 100 \text{ KV}$) 之間，電壓方面高的可用到 $150 \sim 160 \text{ KV}$ ，低的如乳房攝影 (Mammography) 可低到 $35 \sim 27 \text{ KV}$ 。X光機經多年的改進，其主要目的在求得清晰的影像對比和X光照射時間的減短。近十年來X-ray Power 的增進，快速底片交換器 (Rapid film changer) 的配合設計使用，故我們能廣泛地進行全身各血管的攝影，如心導管攝影或選擇性冠狀動脈攝影，皆已普遍應用中。

近年來內視鏡的迅速發展與革新，使 Endoscopic Retrograde Pancreatography (ERCP) 對於胆管、胰管的攝影又向前邁進一步；一般先由內視鏡專家 (Endoscopist) 將十二指腸鏡 (Duodenofibroscope) 放入十二指腸內，然後經由十二指腸鏡內之小管道將導管放入 Papilla Vata 內，X光透視主要在觀察造影劑開始注入時是否有回流，如果導管未插入或插入不完全時，造影劑會回流入十二指腸而只有少許造影劑進入胰管或胆管內。如有回流，可用X光透視發覺，如無回流，則繼續注入胰管或胆管內，而作一完整的 ERCP 攝影。

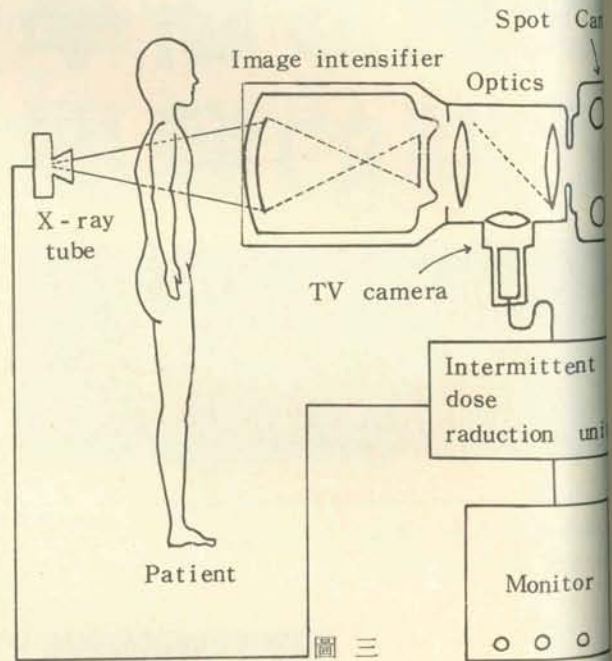
因X光特別攝影的迅速發展，X光設備亦不得不力求改進。民國51年~52年間X-ray T.V. System 問世。它使用遙控系統和 Image Intensifier，使受檢病人和工作人員所接受的X光劑量大為減少，而能普遍的用於世界各地。又消化系統的透視攝影能在一明亮的燈光下進行，使得病人有安全感。X-ray T.V. System 主要原理如下：在X光透視時，X光通過病人身體，投射在 Image Intensifier 上而產生可視光，如圖二，



圖二： Image Intensifier

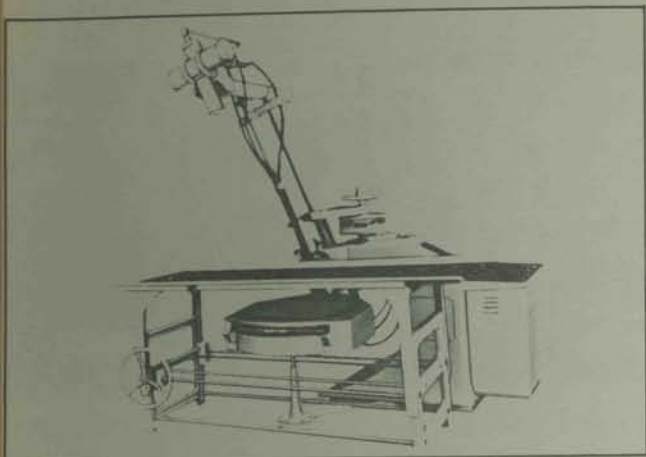
此可視光經過光電面，使光子 (Photon) 變成電子 (Electron)；Image Intensifier 管內為真空狀態，用靜電壓力的作用，將電子集束而通過二次電子面，投在出力感光面上產生可視光。由此 Image Intensifier 產之可視光 (圖三)：

- (1)可由反視鏡直接觀察。
- (2)可由照相機攝影。
- (3)可作電影之記錄片。
- (4)可經由 T.V. Camera 變成 $5 \sim 6 \text{ MHz}$ 的頻率，經路電視放大後再傳達至 T.V. Monitor 而清晰地映出透視影像。
- (5)經 T.V. Camera 後，可同時作電視錄影。

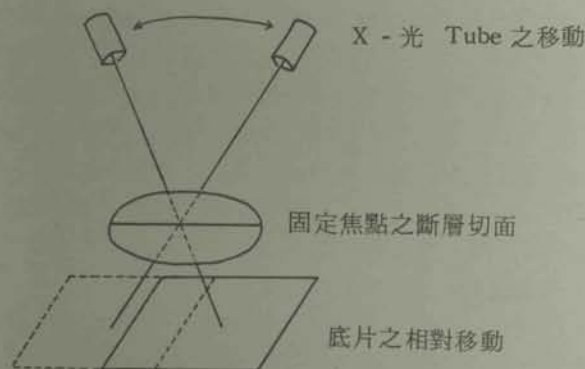


圖三

X-光用於放射診斷時，一般都用感光底片作記錄。X光因波長很短，無法像一般可視光般地經過凸透鏡便將一定距離的影像清晰的投影在底片上而感光，所以在1935年發展出切面射影，(體層攝影)。(Tomography, Layergraph, Laminography) 且用於醫學上，它使體內任何深度的組織中之一層能被清晰的顯示出來，其層深很短，使其他各層完全模糊而不能辨認。體層攝影的主要原理乃X光機放射X光時同時也作弧形或各種形狀角度的移動，並同時帶動X光片作相對的移動。如圖四：



圖四：Tomography 的原理，
上圖為實物。



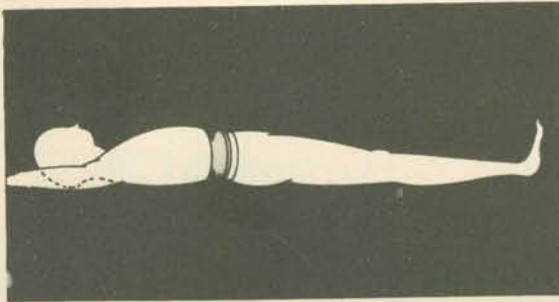
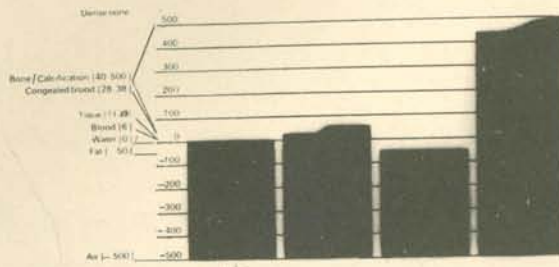
攝影、血管攝影、Pneumoencephalography 和 Radionuclide Scanning 等檢查方法有同等重要性。

一般X光攝影是用感光底片攝影，重疊之部份不容易區分，所以空氣、軟組織 (Soft tissue) 和硬骨之重疊影像常不易分清楚，也不易得到完全的診斷。設想用電腦來克服這個困難，包括數理上使用一個無限大的數字來記憶X光在三個不同方向的影像，經過電腦的再組合 (Reconstruction)，此再組合而成的影像，或許可得到其完全的真實度。但如果用一個有限的數字來記憶及再組合的影像，則未必能達到其完全的真實度。所以用切面攝影 (Tomography) 的原理，用電子偵測器代替X-ray的底片，並用一般攝影之原理來克服散射，如此就可解決影像重疊之問題。偵測器 (detector) 是一種碘化鈉晶體 (Sodium Iodide Crystal)，作掃描 (Scan) 時X光投射在此晶體上產生光子 (Photon)，光子經光子倍生管 (Photomultiplier tube) 後，被送入電腦儲存；每一個與身體垂直的切面攝影，其寬度大約8~13毫米，電腦儲存的資料可由Cathode ray (television) 變成可見光，顯現於電視銀幕 (Screen) 上。根據Mayo Clinic的報告，用C.A.T. Scanner所作的結果可使Pneumoencephalography 的檢查減少90%，血管攝影減少10~15%，Radionuclide Scan 減少60%，由此可知C.A.T. 在腦部檢查將成為首要的第一線檢查，如果有發現特別的問題，可再選擇作血管攝影或Radionuclide Scan。因血管攝影需將造影劑注入動脈血管內，血管可在X光底片顯示出影像，但造影劑 (Radiopaque Contrast Medium) 常有種種的過敏和不適 (1%) 發生，甚至導致死亡，故非必要最好少用。

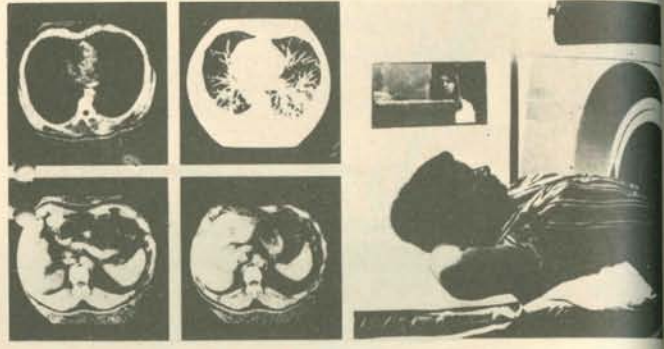
Pneumoencephalography 需抽出C.S.F., 再注入氣體於腦室內，使腦室與周圍產生較強之對比，而可在X光底片上顯示出較清晰的影像。但空氣留在腦室中常易引起頭痛、噁心及嘔吐，而且接受之放射線劑量 (Radiation Dose) 約需25~50 Rad，而用C.A.T. 檢查約只需2~4 Rad，可減少病人接受之放射線劑量，兩者好壞一比即知。

Radionuclide Scanning (Brain Isotope Scanning) 是用同位素經靜脈注射到達腦部，同位素產生之Gamma-ray 經掃描 (Scanning) 而記錄。但其靈敏度和解析度仍相當低。

一直到1972年，電腦的記憶和再組合 (reconstruction) 作用才被用於X光診斷方面，經由電腦的記憶和再組合而成的切面攝影稱為Computerized Axial Tomography，簡稱C.A.T.，此乃自1895年倫琴發現X光後的一大革新。C.A.T. 之研究起源於腦部病變之檢查，發展出來後的C.A.T. 因而可檢出腦的萎縮、變性、梗塞、出血、水腫、囊腫及腦和眼的腫瘤等病變，據Mayo Clinic的報告：用C.A.T. 作Scanning，一萬二千Scans 在兩年內的記錄只有4%的誤差，故C.A.T. 和一般頭部



圖六



用CAT Scanning 時，病人被放在一可動之床上，如果做頭部則將頭部放在X-ray和偵測器中間，用一軟的橡皮袋內裝滿水而固定，X-ray 透過水時，偵測器可將水當作一個比較性的對比之用（圖五），且減少偵測器接受之X光劑量，則電腦在再組合（Reconstruction）過程中也可減少人為因素所產生的影像（Artifacts）。在操作時，病人頭部在五分鐘的時間可作兩個斷面掃描。另外在作C.A.T. 檢查時，病人頭部如能固定不動則在再組合時也可減少人為因素產生之影像，但在一個嚴重、不安或不合作的病人這仍是個問題，故 Radiologist 再利用與放射線同位素掃描相同之原理，用含碘化合物注射入病人血管而流至腦部使在腫瘤等產生比較強之對比以助診斷。雖然過敏亦可能產生，但終究還算少數。

早在1960年Computerized Axial Tomography 的構想即已產生，但因體積太大且價格太高，故一直到1972年英國Electrical and Musical Industries Limited的 Godfrey N. Hounsfield 首先設計一種Computerized Axial Tomography 稱之為EMI Scanner，用之於醫院裏。目前在歐美有200病床或200病床以上之醫院已漸漸使用此C.A.T. Scanner。用C.A.T. 作橫切面影像再組合，在放射診斷學上是一個很大的革新與希望。種種的問題如身體軀幹在呼吸時的移動，如何使檢查時間減短？偵測器要如何才能分別出各種類的病變？……等等尚在繼續研究的階段。又如一個Body Sca-

anning 需20分鐘，則急診的病人如何安排？高昂的價如何減輕？……等皆在研究改進中。

茲簡介最早生產的EMI - Scanner CT 5000，（圖六）每一個斷面寬度約13mm（圖五），每一個斷面影像（Tomographic Slices）的檢查時間約20秒，由偵測器將「空氣」和「骨」兩種密度之間分成-500~+500個段的對比，而「水」定位為「0」（圖五）。在作C.A.T. Scanning 時，軀幹的直徑大略分成400mm、320mm，和240mm，當被檢人的身體被放入X光和偵測器的正中央位置時，由參考偵測器（Reference Detector）先行掃描以測量黑白感光度之強弱及病人位置是否正確。如果位置正確，X光強度亦自動調節完全時，便可開始掃描。每一個斷面掃描（Slice）約需20秒，大約800個Absorption Values 儲存在磁盤（Magnetic Disc）裏，每個磁盤可儲存8個病人的Absorption Values；每一個掃描作完後，大約在九十秒左右，迷你電腦可根據此資料計算出結果，再組合（Reconstruction）後，經Television Monitor 表現出病人之斷面X-ray 影像由TV-Monitor 顯現之影像也可用照相機照相。

把迷你電腦用在X-ray 診斷上，是自1895年倫發現X-ray 以來的一個最大革新，尚祈隨著科學的進步，配合各方面的因素，使之能廣泛的用於各醫院，進一步減少病人檢查時接受的放射線劑量，更希望在X光診斷能達更進一步的精確度，以配合臨床上的治療。

References :

- (1) Science Vol. 190.
- (2) Medicamundi, Vol. 19, No.3 ('74)
- Vol. 20, No.2. ('75)