

Medical image system

Radiographic Equipment

沈里國 講師

Li-Kuo Shen, R.T., B.S., M.S.

台北醫學大學 醫檢生技系
雙和醫院 影像醫學部
shen-l-k@yahoo.com.tw

1

學習目標：醫學影像系統 放射線診斷設備

- 放射線診斷設備：
 - 瞭解X光機結構與原理。
 - 透視X光機、雙能X光骨質密度儀的結構與工作原理。
 - 乳房攝影系統的工作原理與臨床應用。
 - 電腦斷層儀(CT)的結構與工作原理。
 - 磁共振造影儀(MRI)的結構與工作原理。
 - 超音波儀(Ultrasound)的結構與工作原理。
 - 電腦放射影像(CR)、數位放射影像(DR)原理。
 - 醫療影像儲存傳輸系統(PACS)之架構。
 - 輻射防護之基本概念。

2

參考資料

- 莊克士，醫學影像物理學，合記圖書出版社。
- 莊奇容，基礎磁共振造影：MRI的基本原理，合記圖書出版社。
- Stewart C. Bushong., Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology, and Protection (9e). Mosby.

3

影像醫學發展史

年代 大事紀
1895 德國物理學家倫琴發現 X 光
1896 愛迪生製造 X 光透視機
1898 居里夫婦發現鈾及鐳
1901 倫琴得第一屆諾貝爾物理獎
1903 居里夫婦得第三屆諾貝爾物理獎
1934 Irene Curie 及 Frederic Joliot (居里夫婦的大女兒及女婿)
因製造人工同位素，得諾貝爾物理獎。
1949 美國醫師 Howry 建立初步超音波儀器
1952 發現核磁共振現象的 Bloch 和 Purcell 獲諾貝爾物理獎
1971 首部頭部型 CT 在英國發明
1972 首部 CT 在美國展示
1977 首部 MRI 問世
1978 台灣引進第一部 CT (台北榮總)
1979 CT 發明人英國的 Hounsfield 及 Cormack 得諾貝爾醫學獎

4

影像醫學發展史

年代 大事紀
1985 FDA 核准 MRI 臨床使用
1989 台灣引進第一部 MRI (台中榮總)
1991 發明核磁共振高解像技術的 Ernst 獲諾貝爾化學獎
1995 PET (正子造影) 由 FDA 認可臨床使用
2002 發明核磁共振三度空間解像的 Wuthrich 獲諾貝爾化學獎
2003 MRI 發明人 Lauterbur 和 Mansfield 獲諾貝爾醫學獎

CT : Computed Tomography 電腦斷層攝影
MRI : Magnetic Resonance Imaging 磁共振造影
PET : Positron Emission Computed Tomography 正子造影

5

影像醫學發展史

年代 大事紀
近五年諾貝爾醫學獎得主
2005 華倫 (澳洲)、馬歇爾 (澳洲)
證明胃黏膜層幽門螺旋菌是慢性胃炎和消化性潰瘍最大元兇。
2004 阿克塞爾 (美國)、巴克 (美國)
在氣味受體和嗅覺系統組織的研究，揭開人類嗅覺的奧秘。
2003 羅特柏 (美國)、曼斯菲爾德 (英國)
在核磁共振技術上的發現，讓醫生獲腦部和體內器官詳細圖像。
2002 蘇爾斯頓 (英國)、布倫納 (英國)、霍維茲 (美國)
建構細胞凋亡模式研究。
2001 哈特韋爾 (美國)、亨特 (英國)、納斯 (英國)
發現細胞分裂的關鍵分子調節機制，有助研究癌症療法。

6

- 翻查數百年來的醫學史，X光的發現，絕對是個劃時代的成就。1895年11月8日的夜晚，德國物理學家倫琴在做陰極射線研究時，無意中發現一種新的射線，可穿過皮膚看到骨骼。於是，他成為世界上第一位看到自己骨骼影像的人。
- 倫琴將這前所未有的射線稱為X（代表未知）射線，但個性謹慎的他仍暗中做各種測試，不敢大聲嚷嚷，連太太都不清楚他在做什麼。**有天，倫琴夫人來到實驗室**，倫琴神秘兮兮地叫她把手放在被黑紙包著的照相底板上，然後用X射線對準照射。顯影之後，五根手指關節清晰可見，無名指上還有一個戒指的形狀。

7

放射線在醫學的應用

- 放射線診斷：
 - 一般X光攝影：
 - 特殊攝影：
 - 介入性特殊攝影：
 - 電腦斷層攝影（CT）：
 - 磁振造影（MRI）：
 - 超音波檢查：

醫師的第二雙眼睛

- 普通X光照相（Plain films）
- 使用顯影劑（Contrast medium）的特殊檢查
 - 鋇劑類---用以檢查食道、胃、小腸、大腸
 - 水溶性顯影劑類---可以顯示腎臟集尿系統、輸尿管、膀胱等。或直接穿刺血管，做血管攝影。
- 電腦斷層攝影（Computed tomography, CT）
- 超音波（Ultrasound）
- 磁振造影（Magnetic resonance imaging, MRI）

台北醫學大學附屬醫院 影像醫學部門主要設備

- 一、多部一般及移動型X光機
- 二、數位化多功能透視X光機
- 三、全身型雙能X光骨質密度儀
- 四、乳房攝影系統及數位化立體定位系統
- 五、斷層攝影X光機
- 六、高速螺旋型電腦斷層儀（CT）
- 七、磁振造影儀（MRI）
- 八、超音波儀（Ultrasound）
- 九、電腦放射影像（CR）、數位放射影像（DR）
- 十、醫療影像儲存傳輸系統（PACS）
- 十一、輻射防護

10

一、一般X光攝影



本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

適用於一般X光診斷攝影檢查：

頭頸部攝影 胸腹部攝影 骨盆腔攝影 四肢攝影
脊椎攝影 靜脈腎盂造影攝影

11

X光攝影機的X光產率僅約1%，其餘高速電子撞擊靶後將轉換成熱能。



2200 °C 熱電子
熱電子發射 (thermionic emission)

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

12

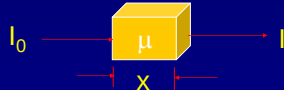
Linear attenuation coefficient

$$I = I_0 \exp(-\mu x)$$

I_0 : intensity on entry

I : intensity on exit

μ : linear attenuation coefficient



13

X-ray 對被照射物的可透性

- 對 X-ray 非常不透性 如鉛、鐵、..等金屬物質。
- 對 X-ray 不透性 如骨骼、鈣化、結石..等。
- 對 X-ray 中等度透性 如肝、腎、肌肉..等軟組織。
- 對 X-ray 可透性 如脂肪組織。
- 對 X-ray 非常可透性 如二氯化碳、空氣、..等氣體。

利用 X 光管球所發生之放射線穿過您的身體到底片上，將您的組織結構記錄在底片上，這就是所謂的放射線照相，所照底片經沖洗後由放射線專科醫師判讀診斷。

14

二、數位化多功能透視X光機



數位X光透視影像

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

可做腸胃攝影及各種介入性放射線學檢查與治療₁₅

數位X光透視影像



本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

16

DR數位X光透視影像



本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

17

DR數位X光透視血管攝影



本文講者攝於台北醫學大學雙和醫院放射診斷科

18

侵入性治療技術

1. 腦及頭頸部動脈瘤**栓塞術**。
2. 腦及頭頸部**血管成型術**(氣球擴張術)及**支架**放置術。
3. 急性腦中風血栓**溶解術**。
4. 腦及頭頸部動脈**出血栓塞術**。
5. 腦及頭頸部動脈**畸形栓塞術**。

其他部位之治療包含：

1. **肝臟**腫瘤經動脈化學**栓塞治療**。
2. 洗腎人工動靜脈瘻管及週邊血管之血管成型術和支架置放術。
3. **膽道**支架置放術。
4. 各種不同部位膿瘍之**引流術**。

19

三、全身型雙能X光骨質密度儀



本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

適用於骨質密度測量檢查：

股骨頸掃描 腰椎之正面掃描 腰椎之側面掃描 跟骨掃描

四、乳房攝影X光機

- 病患及操作者感覺舒適。
- 坐輪椅的病患也能夠適應。
- 優良影像品質，提高診斷價值。
- 特殊 X光球管設計專利提供穩定的影像質量，減少重覆照相。
- 減短檢查時間，減少病人不適。

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

21

乳房X光攝影

美國癌症學會，放射線學會及國家癌症中心皆建議女性：

- 1) 每月自我檢查。於35-40歲需做一次基礎乳房攝影檢查。
- 2) 40-49歲間每一至二年檢查一次。
- 3) 超過50歲以上則每年需有一次乳房攝影檢查。
- 4) 小於35歲的女性以觸診或超音波為主(無法偵測微小病灶)。
- 5) 有必要或為高危險群時，則必須接受此項檢查。
- 6) 乳房攝影可以早期偵測觸診不到的微小(0.2mm) 惡性病灶鈣化(microcalcification)²。

本文講者攝於台北醫學大學雙和醫院放射診斷科

五、斷層攝影(Tomography)

- Introduction
- Principle
- Linear Tomography
- Mutidirectional Tomography
- Zonography
- Panoramic Tomography
- Clinical Application

23



本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

$$T = 2B \times a / \text{FFD} \times \tan \theta \text{ or } 2B \times a \times a / \text{FFD} \times S$$

T: 斷層厚度; B: 最小可偵測的模糊寬度; a: 靶到斷層面的距離

模糊寬度 (width of blurring)

- 被照影像在軟片所分佈的距離
- 模糊寬度越大，代表被照影像在軟片所分佈的距離越大，此被照影像愈模糊，不清楚。
- 斷層面的模糊寬度要小，此斷層面的影像越清楚。
- X光管運行的角度越大，模糊程度越高。
- 距離軟片越遠，模糊程度越大。
- 距離斷層面越遠，模糊程度越大。
- 斷層面越窄，越能把其他平面的影像模糊掉，不過太小會喪失影像對比。

25

六、螺旋型電腦斷層儀

螺旋式電腦斷層儀比一般傳統的電腦斷層儀掃描速度要快十倍，全周掃描時間只需一秒，掃描速度快的好處是可將病人呼吸所起的移動假影降至最低。如頭部外傷病例之掃描時間只需半分鐘，好處是對危急病人的作業時間更短才不會延誤治療。

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

26



本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

27

Computed Tomography

- Introduction
- Principle of Operation
- CT Generation
- Image Reconstruction
- Image Quality
- Clinical Application

28

Introduction

- **Historical Perspective** : physicists and engineers
 - 1917: Radon → reconstruction
 - 1961: Oldendorf → backprojection
 - 1963: Cormack developed the mathematics used to reconstruct CT image.
 - 1971: Godfrey Hounsfield first demonstrated the process of the components to construct a CT scanner.

29

Principle of Operation

- CT利用一窄束X射線穿過身體某個區域，但不是將影像記錄在膠片上，而是由探測器，偵測電脈衝訊號並由電腦記錄下來。
- 經由許多不同角度與方向的投影及影像重組。
- 再將這些資料綜合，根據成千上萬個點的吸收數據可得知各點的組織密度。
- 將這些密度值反映在電視螢光幕上，就可以清晰地顯示為由亮度不同的點組成的體內結構的橫斷面圖像。

30

Principle of Operation

- CT utilizes x-ray transmission through a patient.
- Translate an object through a collimated x-ray beam and detect an image projection.
- Multiple projections are obtained by rotating the object between translations.
- A matrix of a section is produced by Filtered back projection reconstruction.
- CT results in a transverse image(axial).

31

CT Generation

- First generation
- Second generation
- Third generation
- Fourth generation
- Fifth generation (electron beam CT)
- Spiral CT

32

First generation

- Single radiation detector.
- Translate-rotate motion.
- 180 translations with 1° rotation between translations.
- five minute imaging time.
- head imager only, not capable of body imaging.

33

Second generation

- Fan shaped x-ray beam
- Multiple detectors.
- translate-rotation motion
- Usually 18 translations with 10° rotation between translations.
- 30 s imaging time.
- Head and body imager.

34

Third generation

- Several hundred radiation detectors - curvilinear detector array
- Both the x-ray source and the detector array rotate about the same axis
- Imaging time is reduced to 1 s or less.

35

Fourth generation

- Several thousand individual detectors
- Rotation of the x-ray source around a fixed detector array (rotation-stationary)
- Imaging time is 1 s or less.

36

5th Generation

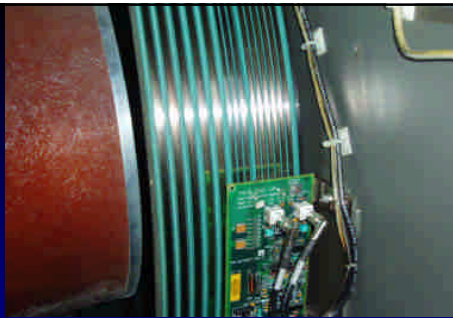
- No moving parts, Electromagnetically swept electron beam.
- 50 ms scan time
- Developed 1979 at UCSF (Boyd et al.), licensed to Imatron, Inc.
- Multi slice capability.

37

Spiral CT

- Be developed in 1989.
- Slip rings made spiral CT possible.
- Imaging time is 1 s or less.

38



Single detector

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

39



Volumetric CT- multidetector

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

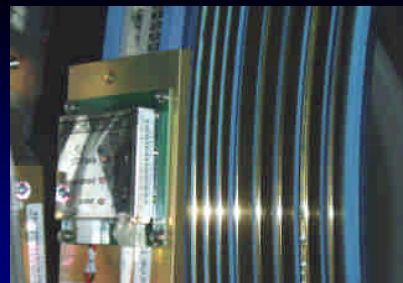
40



Volumetric CT- multidetector

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

41



Volumetric CT- multidetector

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

42



Volumetric CT- multidetector

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

43



Volumetric CT- multidetector

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

44

Image Reconstruction

Matrix inversion

Iterative Method

Back - Projection

Filtered Back - Projection

45

Clinical Application:

電腦斷層檢查之適應症 (Indication)

- 偵查組織器官及其附近空間佔據性病灶。
- 鑑別所懷疑病灶之性質、大小、數目、位置：
：如構造變異、囊腫、膿腫、血腫、腫瘤等。
- 手術適應症之鑑別。
- 惡性腫瘤之分期。
- 病理變化追蹤。

46

CT的臨床應用

- 神經放射線電腦斷層檢查
- 脊椎 (Spine)
- 頭頸部(Head & Neck)、眼眶 (Orbit)
- 胸部 (CT of Thorax)
- 消化系：食道及胃腫瘤、肝、膽、胰
- 泌尿系統：
- 肌骨系統：
- 電腦斷層攝影引導下之取活組織生檢法

47

電腦斷層檢查注射對比劑(顯影劑)之目的

- 幫助鑑別囊腫和實質性腫瘤。
- 增強腫瘤與非腫瘤區組織之對比強度，使病灶範圍更清晰，提高診斷率。
- 增進疾病分類能力。
- 區別正常解剖構造和病理變化。

48

靜脈注射含碘顯影劑之禁忌症(高危險群)

- **絕對禁忌症**：過去有嚴重之靜脈注射對比劑過敏史，如血壓下降、氣管痙攣、喉部水腫經心肺復甦術處理。(11倍risk)
- **相對禁忌症**：原則上不用顯影劑。如仍需使用時必須採取**事前預防措施**並使用非離子性顯影劑。(1) **過敏體質、氣喘史**(5倍risk) (2) **對藥物或食物過敏者** (3) **嚴重腎功能不全、尿毒症** (Creatinine > 1.5至2mg/dL ; BUN >30至50mg/dL) (安排好洗腎者除外)。(4) **嚴重呼吸功能不全肺水腫、哮喘** (5) **過去有輕至中度反應者**，如蕁麻疹。(11倍risk)

49

靜脈注射含碘顯影劑之禁忌症(高危險群)

副作用機率高者：

1. 嚴重心臟血管疾病(4至5倍risk)
2. 嚴重脫水
3. 副蛋白質血症 (paraproteinemia) 含多發性骨髓瘤(骨髓血漿細胞惡性變化)、漿細胞瘤
4. 鎌狀細胞貧血症(會造成紅血球之破壞與變性)。
5. 重症肌無力(會加重病情)
6. 紅血球過多症 (易造成血管栓塞)
7. 最近癲癇發作要先用抗癲癇藥
8. 自體免疫症，如血管炎、全身性紅斑狼瘡 (會加重病情，可先用類固醇類藥物)
9. 類胱胺尿症 (Homocystinuria)
10. 腎上腺髓質瘤 (蛋白質不正常屯積在腎小管)
11. 大於65歲或小於1歲 (發生率雖低於Young adult，但死亡率較高)。懷孕婦女產後需監測新生兒甲狀腺功能。哺乳婦女施打顯影劑需停止哺乳三日以上。

50

心臟冠狀動脈血管檢查

- 據統計，每3名死於心臟病中便有2名是導因於冠心病。
- 冠狀動脈常因脂肪積聚而窄縮及硬化，而影響輸送氧氣及養分到心臟肌肉，心肌因血流減少而受到損害。
- 為早期偵測這些猝死的隱形殺手，特別引進64排CT快速電腦斷層掃描儀，其特點包括冠狀動脈鈣化指數篩檢、快速3D立體冠狀動脈攝影診斷、心導管放置前篩檢、繞道手術後追蹤及診察支架暢通，是目前非侵入性檢查心臟冠狀動脈最佳利器。
- 電腦斷層冠狀動脈血管攝影可達到心導管攝影98%以上的效果，可清楚呈現3D冠狀動脈分枝，診斷血管狹窄，只需20分鐘即可完成。

51

低輻射劑量肺部CT掃描檢查

- 在肺癌篩檢中，最普遍的傳統胸部X光攝影有其限制，病灶太小不易被發現，或病灶容易被骨頭遮擋、腫瘤隱藏在死角，都易被忽略。
- 醫學雜誌Lancet於1997年7月刊登，有關於早期肺癌的“Early Lung Cancer Project (ELCAP)”的研究報告。美國、日本相繼開始以低輻射劑量CT掃描(Low-Dose CT scan)對高危險族群患者進行篩檢，希望能早期偵測肺部不正常結節。包括直徑介於5-15 mm的小型結節，提早發現，及早治療。
- Low-Dose Chest CT：採用約 40 mAs之低輻射掃描參數；這種技術的劑量約為0.3~0.55mSv，遠低於傳統電腦斷層掃描 8mSv(ICRP No.87,2001)，約相當於一般照胸腔X光時後前位(PA)及側位(lateral view)，共2至3張X光片的輻射劑量(0.06~0.25mSv)。

52

低輻射劑量CT 虛擬大腸鏡檢查

- 近年來隨著國人生活及飲食習慣西化，造成大腸直腸癌的發生機率和死亡率都有逐年竄升的趨勢。
- 大腸直腸癌是從大腸長出的癌症，就像身體的其他消化道器官，大腸直腸癌上的任何組織細胞都有可能發生癌變。
- 虛擬大腸鏡立體導航式電腦斷層掃描檢查是利用CT檢查充滿空氣的大腸，配合低輻射劑量及電腦後處理技術，虛擬出大腸內視鏡檢查的動態影像。
- 可診斷大腸直腸癌、大腸癌，及大腸憩室等疾病，同時亦可評估大腸以外腹腔內其他臟器狀況。
- 非侵入性檢查，過程輕鬆而安全無需麻醉。
- 受檢者於檢查前二日儘量進食低渣食物，避免進食高纖食物如蔬菜、水果等，在檢查前一日按時服用瀉藥以清潔腸道。
- 提供大腸內部清晰的解剖結構，對大於10mm的病灶準確率可達100%，而大於5mm的病灶準確率亦達80%。

53

七、磁共振造影儀(MRI)

1.5 T高磁場超導體磁共振造影機提供高品質之服務

- 能有效地縮短檢查時間
- 能偵測出微小器官之病變
- 能提供更優質之影像

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

54

磁振造影室

1.5 T高磁場超導體磁振造影機

提供高品質之服務

Magnetism is to MRI what radiation is to X-ray.

Magnetic field of the Earth = 1/2 gauss
= 50 μ Tesla

(10,000 gauss=1 Tesla)

電話聽筒內的磁鐵：30gauss

MRI 0.5 – 3 Tesla，是日常人們所處磁場之1萬~六萬倍。微動物實驗的NMR可達10Tesla，迄今，還沒有人因短期暴露於強磁場內而造成傷害的報告。

55

磁振造影發展史 (MRI)

- 1930年，鮑立 (Pauli) 發現電子除了圍繞原子核旋轉外，還會自己旋轉，並且具有角動量與磁矩。若將原子核置於強力的磁場中，它會朝磁場方向旋轉，而此現象被稱之為“旋進” precession)，它的頻率是隨磁場強度增強而增加。
- 1946年布洛赫(Bloch)和普賽耳(Purcell)分別發現在外加磁場的影響下，某些旋進的原子核會發出一個頻率的無線電波，同時，若加入頻率適當之射頻 (Radio Frequency: RF) 電波，會對旋進的原子核發生激勵(Excitation)作用，可使旋進角度增大；在激勵射頻電波被切斷後，原子核又逐漸恢復到原來的位置上，並發出與原來電波相同頻率的信號，分別發表有關核磁共振(nuclear magnetic resonance: NMR)的論文，並因而共同獲得1952年的 諾貝爾物理獎。
- 1973年保羅·勞特伯爾 開發出磁共振現象的成像技術，1977年首部MRI問世。
- 2003年MRI 發明人保羅·勞特伯爾(Lauterbur)和彼得·曼斯菲爾德(Mansfield)獲諾貝爾醫學獎。
- 磁振造影掃描，簡稱為MRI (magnetic resonance imaging)，簡單說，就是一個大磁場 (magnetic)、共振(resonance)與影像(imaging)所組成。 1.大磁場：就是得到信號的能源。 2.共振：為所激發偵測的原理。 3.影像：是信號轉為影像的方式。 56

磁振造影MRI

人體內含有水(H₂O)、脂肪、蛋白質等，而每18公克的水含有2 X 6 X 10²³個氫原子，所以人體有無數個氫原子，而每個氫原子核只含有一個氫質子(proton)，氫質子帶有電荷，並且不斷旋轉，電荷旋轉就像電磁鐵運動，會產生感應電流一樣，既然每一個氫原子核都像個小電磁鐵，那麼組合起來就很大。在正常情形，人體內原子核的旋轉排列是沒有一定方向，一旦將人體放入一個靜磁場內，氫原子排列變成相同方向的旋轉便具有磁性，如果在利用外加磁場垂直於靜磁場方向的無線電波，使原子核吸收能量改變排列方向，當關閉外加磁場後，原子核就會恢復原來的排列狀態，同時釋放出吸收的能量。激發後吸收的能量，會放出電磁波信號，由線圈接收器收集、電腦分析，再經過傅立葉轉換，計算成磁振影像掃描影像。

57

磁振造影成像原理

一、磁場：

(人體就是一個小磁鐵)、磁體、梯度線圈。

二、共振：射頻(RF)線圈，Excitation (激發)。

三、Relaxation(弛緩)

四、信號接收線圈

五、磁振檢查技術(Image Weighting and Contrast)

六、編碼和成像 (Encoding and Image Formation)

58

(一)、磁場



本文講者攝於台北醫學大學附設醫院放射診斷科

59

(二)、共振

共振現象

- 隔空傳電的設備，包括兩組直徑約60公分銅線圈，一端連接電源，另一端連接電燈泡，兩者共享相同振動頻率而能傳遞能量，當共振能量累積到某個程度，就發揮出來成為電力，讓一個60瓦燈泡發光，即使兩個線圈當中有木板或其他電阻阻隔，也不妨礙電力傳送。目前傳送範圍只限於室內2公尺，而且只接收到40%電力，未來希望提高接收效率，拉大傳送距離，並把裝備尺寸縮小。

60

(三)、弛緩

Relaxation(弛緩)：

質子間相互作用，造成能量的釋放，磁化向量恢復到平衡態的過程。

61

(四)、信號接收線圈

The free induction decay signal (FID)

在XY平面上放置**線圈**，弛緩過程中，磁矩的變化會用**無線電波**的方式將能量釋放出來，此時線圈會感應到**電壓的變化**，並收集微弱的MRI信號，我們稱做**自由感應衰減信號(FID)**。

62

(五)、磁振檢查技術

Image Weighting and Contrast：

加強 (T1WI、T2WI、PDWI)
動態增強 (Dynamic MR)
磁振血管造影 (MRA)
脂肪抑制成像 (STIR)
水抑制成像 (FLAIR)
水成像 (MRCP、MRU)
灌注成像 (Perfusion)
擴散成像 (Diffusion)
功能成像 (function MR)

63

(六)、編碼和成像(Encoding and Image Formation)

射頻激發+空間編碼(X、Y、Z)，收集信號後，先區分出不同頻率的MR信號並填入K空間，經傅立葉轉換後組成影像。

如同三菱鏡對光線的折射原理，白光經三菱鏡折射後，發散成紅橙黃綠藍靛紫七種色光。

64

Clinical Application

利用不同時間參數，突顯出不同組織或病灶，產生不同對比的影像。

- 任意切面
- 組織對比高
- 多樣性的組織對比 (T1 T2 PD)
- 顯影劑穩定
- 非侵入性
- 無放射線
- MRA MRCP Spectroscopy fMRI ...
- 不僅是結構造影

65

磁振造影掃描檢查前注意事項

- 檢查前必須取下身上金屬及磁性物品，避免傷害人體及影響檢查。
- 必須先填寫一份檢查例行問卷表，若有接受任何手術，務必先告知，例如使用心律調整器、腦部血管有金屬夾鉗住動脈瘤、眼部有鐵屑、裝有助聽器者、與無法維持不動者且無法用安眠劑、和需要維生系統維持者，以及不堪運送的病患，這些的病人不適宜作磁振檢查。
- 掃描的過程非常簡單，只要躺在掃描台上，身體保持不動狀態，直到檢查完畢為止。大部份的檢查是不需要注射顯影劑，只有在少數情況下，必須由靜脈注射顯影劑，才能使病變特徵更加清楚以利診斷。MRI所用的是順磁性顯影劑(GD-DTPA)，和一般含碘顯影劑不同，極少會引起過敏現象，是一種很安全不會有危險的檢查。
- 進入磁場內，在檢查過程中會聽到一些噪音，這些都是電流在主磁場內受到推擠，所產生類似馬達發動的聲音。

66

磁振造影掃描可應用於人體那些部位

- 分為腦、脊椎、骨骼肌肉、胸腔及心臟血管系統、腹部、耳鼻喉科及眼科等。
- 顱內及脊椎病變除急性外傷用電腦斷層攝影比較便捷外，用MRI 因多切面及有良好組織對比，所得到資料很多，對診斷幫助很大。
- 對軟組織、韌帶、關節、骨骼內病變、軟骨。有良好的對比效應與好的解析度，對一些較常見不尋常的腫瘤作正確的評估，而對於轉移性的骨變化，具有極高的貢獻。
- 對心臟血管系統造影，主要是利用軟組織與流動血液間的訊號對比，做定量的分析與多切面的選擇。
- 對縱隔腔腫塊的評估。也可以應用於偵測內臟器官的病變和癌症的分期，如肝臟、胰臟、膽道、腎臟、前列腺、卵巢、子宮等。區別惡性與正常組織。
- 對耳鼻喉病變（如顱底、顱內的侵犯）診斷，及軟組織的解析度比較能辨認，如腺體、脂肪、肌肉等。
- 應用於泌尿領域，主要是對於眼眶內解剖結構、病理變化，均可清楚顯露。

Clinical Application

Advantages

- no ionizing radiation
- no contrast agent
- no known biological hazard
- direct Multiplanar image
- better soft tissue contrast
- no bone or air artifacts
- Diffusion & Perfusion-表現組織間液之擴散現象(Diffusion)；微血管-組織間之灌注情況(Perfusion)，應用在腦中風(Stroke)上，能幫助臨床醫師診斷。
- MR angiography (血管攝影)
MRCP (膽道胰管攝影)
- MRS: ³¹P (ATP,ADP...) ¹⁹F (cell membrane)
²³Na (tumor cell)
- fMRI: 功能性MRI，觀察腦部功能的運作。

Disadvantages

- no signal from calcification
- weak signal from lung
- weak signal from cortical bone
- motion artifacts
- 設備不普遍（不易取得）
- 設備昂貴
- 檢查費用昂貴
- 檢查耗時
- 對電子性裝置(pacemaker)或金屬物質影響很大

68

八、超音波儀(Ultrasound)



(無輻射的超音波影像)

本文講者攝於台北醫學大學雙和醫院放射診斷科

69

超音波影像原理

- 超音波發射源(無輻射的)
- 組織介面形成反射
- 接收器接收反射波
- 計算距離以形成影像

70

超音波儀的基本原理

- “超音波是一種看得見的聲音”
 - 一般聲頻：15 Hz ~ 20 kHz
 - 超音波：> 20 kHz
 - 醫用超音波：2 ~ 10 MHz
- 藉聲音在傳送過程遇反射界面的“回音”所造成的影像，使人們“看見”聲音。
- 自然界：蝙蝠、鯨豚
- 人為：聲納(SONAR: sound of navigation and range)

71

超音波儀的基本原理

- 速度 = 波長 x 頻率
- 音波的速度與介質的物理特性有關 – 可壓縮性 (compressibility)及密度(density)
- 愈容易被壓縮的物質(空氣)傳導速度愈慢；愈不易被壓縮的物質(固體)則傳導速度愈快。
- 密度高的物質，分子較大、慣性較強，音波傳導速度較慢。
- 速度隨介質而變，頻率不變，則波長隨速度而變。
- 回波(echo)：距離 = 速度 X 時間 / 2
- 強度取決於二界面間的音波阻抗。
- 音波阻抗(Z) = 密度 X 速度。

72

超音波儀

- 探頭(probe) – 將機器的電子訊號與音波的訊號相互轉換，又稱為轉能器(transducer)。
- 壓電晶體(Piezoelectric crystal) – 改變電場 <-> 改變分子排列。
- 材料：陶瓷(ceramics)、鈦合金(titanium)
- 醫用超音波探頭頻率：1 – 30 MHz (Mega-Hz)
- 分類(以晶體排列方式)
 - Linear array (直線線性排列)
 - Convex linear array (凸狀線性排列)
 - Annular array (環狀排列)

73

超音波儀

- 超音波的顯示方式
 - A mode – 依回波強度以尖峰狀(amplitude)表示。(目前已不用)
 - M mode – Time motion mode – X 軸時間，Y軸距離，觀察運動體的運動性。
 - B mode – Bright mode – 每一回波在二度空間以亮點表示出真實的結構。
 - 灰階(Grey-scale) – 隨回波強弱呈現由白至黑的光點，而構成圖像。
 - 即時性(Real time) – 回波呈現的影像，快速在螢幕上顯現。

74

九、CR電腦放射影像 vs. DR數位放射影像

CR vs. DR

CR : Computed Radiography

DR : Direct Radiography or Digital Radiography

CR & *DR*

Digital Radiography

75

CR電腦放射影像 < Computed Radiography >

⇒ Storage Phosphor : 儲存磷光體

為一種塗抹可激活性磷光劑之**感光板**，其物理特性為X光與**磷光體**作用，產生**光電子**。光電子與晶體作用，產生**電子與電洞**。電子會被晶體結構中的**陷阱捕獲**(如同磷光劑吸收儲存能量)，被捕獲的電子與X光曝露量成正比。此照射過的**感光板**，會被**雷射**(如Laser Beam)，其儲存之能量會轉換成以**可見光(磷光)**之方式產生。再以**PMT(光電倍增管)**將光轉換成**電位**，成為電子訊號。

76

CR電腦放射影像 (Computed Radiography)



Agfa



Kodak- Carestream

本文講者攝於台北醫學大學附設醫院及雙和醫院放射診斷科

77

DR數位放射影像 < Indirect Radiography >

⇒ Amorphous Silicon :

單晶矽/非結晶形矽(非金屬元素，符號Si)：以TFT陣列為讀取裝置，其物理特性為其塗佈之**發光原料**(如**碘化銫/Cesium-Iodide**)晶體被刺激(X-Ray)時會產生光，此時是以**TFD(薄膜光電管)**將光轉換成**電位**，再藉由其TFT陣列來讀出而成為電子訊號。

※**Amorphous**：某種金屬由隨機排列的原子或分子組成，缺乏明顯的晶體結構。

78

DR數位放射影像 < Direct Radiography >

⇒ Amorphous Selenium:

單晶硒/非結晶形硒(非金屬元素，符號Se)：利用在每一晶格中植入單晶矽/非結晶形矽(a-Si)之薄膜電晶體 TFT，其物理特性為硒晶體被刺激(Bv X-Ray)時其會產生電流，亦即充電型態，而此充電狀態藉由TFT陣列來讀出而成為電子訊號。

※**Amorphous**：某種金屬由隨機排列的原子或分子組成，缺乏明顯的晶體結構。

79

DR數位放射影像 (Direct Radiography)



本文講者攝於台北醫學大學雙和醫院放射診斷科

80

十、醫療影像儲存傳輸系統(PACS)

PACS的建置為未來醫療資訊整合的基礎：電子病歷、遠距醫療、聯合門診的實施皆有賴數位化的醫學影像。在病房或門診皆可在電腦上透過網路查詢檢查報告及閱覽影像，解決調片及送片的問題。

81

醫療影像儲存傳輸系統(PACS)工作站



本文講者攝於台北醫學大學雙和醫院放射診斷科

82

醫療影像儲存傳輸系統(PACS)的優點

- 加速診斷及治療時效
- 符合環保及降低污染
- 減少存片空間及成本
- 解決調片及送片問題
- 達成會診及遠距醫療

83

十一、輻射防護

- 以超音波(ultrasound)或MRI檢查。
- 遠離照射源。
- 縮少視野,減少透視時間。
- 以鉛衣、鉛手套防護。
- 使用鉛屏蔽阻擋輻射線。
- 合理減低輻射劑量。

84

要點複習

- 放射線診斷設備：
 - 瞭解X光機結構與原理。
 - 透視X光機、雙能X光骨質密度儀的結構與工作原理。
 - 乳房攝影系統的工作原理與臨床應用。
 - 電腦斷層儀(CT)的結構與工作原理。
 - 磁共振影儀(MRI)的結構與工作原理。
 - 超音波儀(Ultrasound)的結構與工作原理。
 - 電腦放射影像(CR)、數位放射影像(DR)原理。
 - 醫療影像儲存傳輸系統(PACS)之架構。
 - 輻射防護之基本概念。

85

有問題發問嗎？
謝謝大家 !!

86