

MRI 的影像品質

MR Image quality

鍾孝文 教授

台大電機系 三軍總醫院放射線部

MRI 影像的形成

- 信號的來源、激發、與接收
- 空間編碼、影像計算
- 影像的 PD、T1、T2 對比
- 如何照一張清楚的影像？

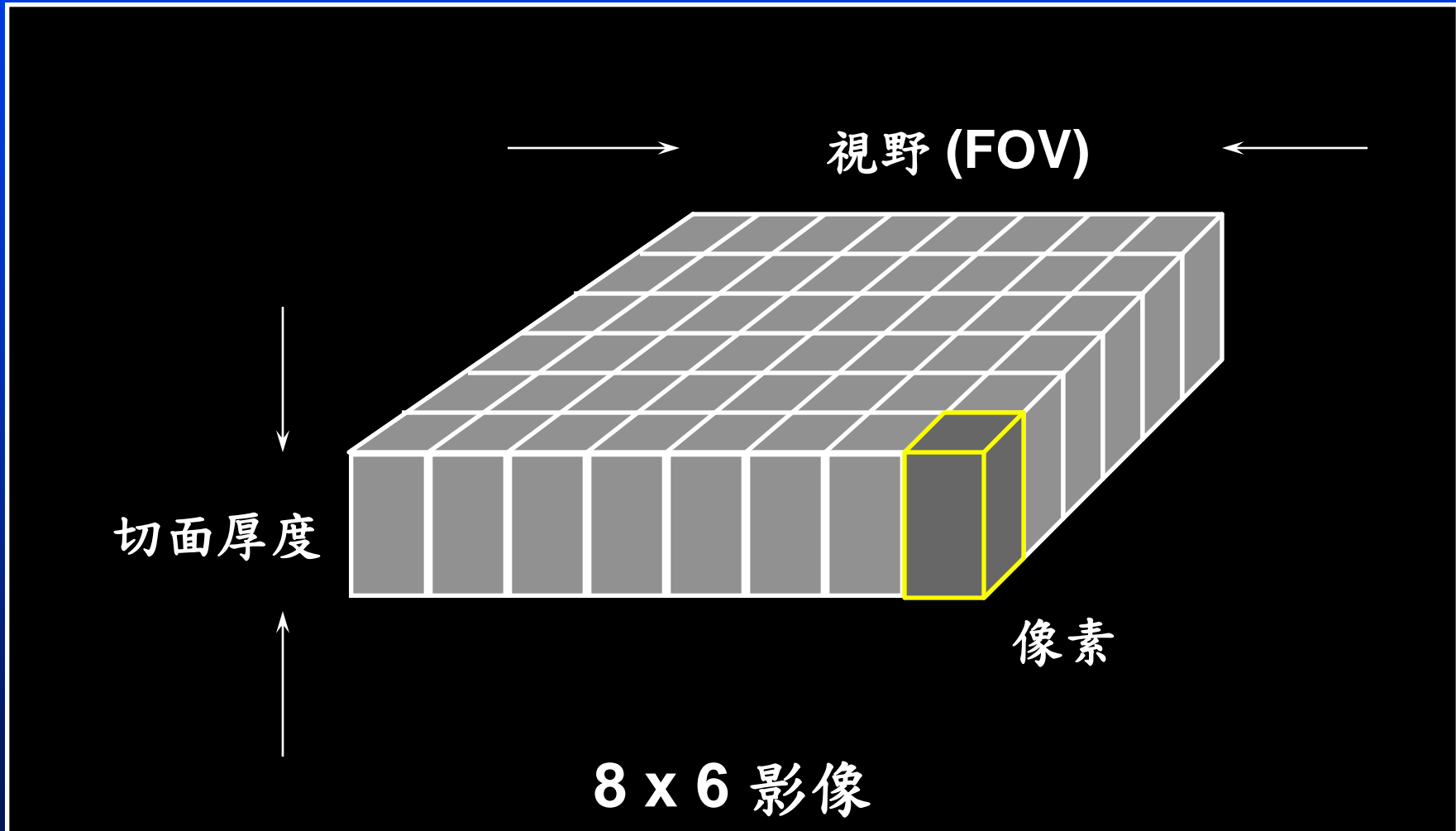
什麼是“清楚”的影像？

- 夠細 -- 高解析度
- 雜訊小 -- 高信雜比
- 突顯病灶 -- 高對比
- 不幸這些因素經常相互抵觸！

什麼是“清楚”的影像？

- 夠細 -- 高解析度
- 雜訊小 -- 高信雜比
- 突顯病灶 -- 高對比

影像矩陣 (Matrix Size) 與像素 (Pixel)



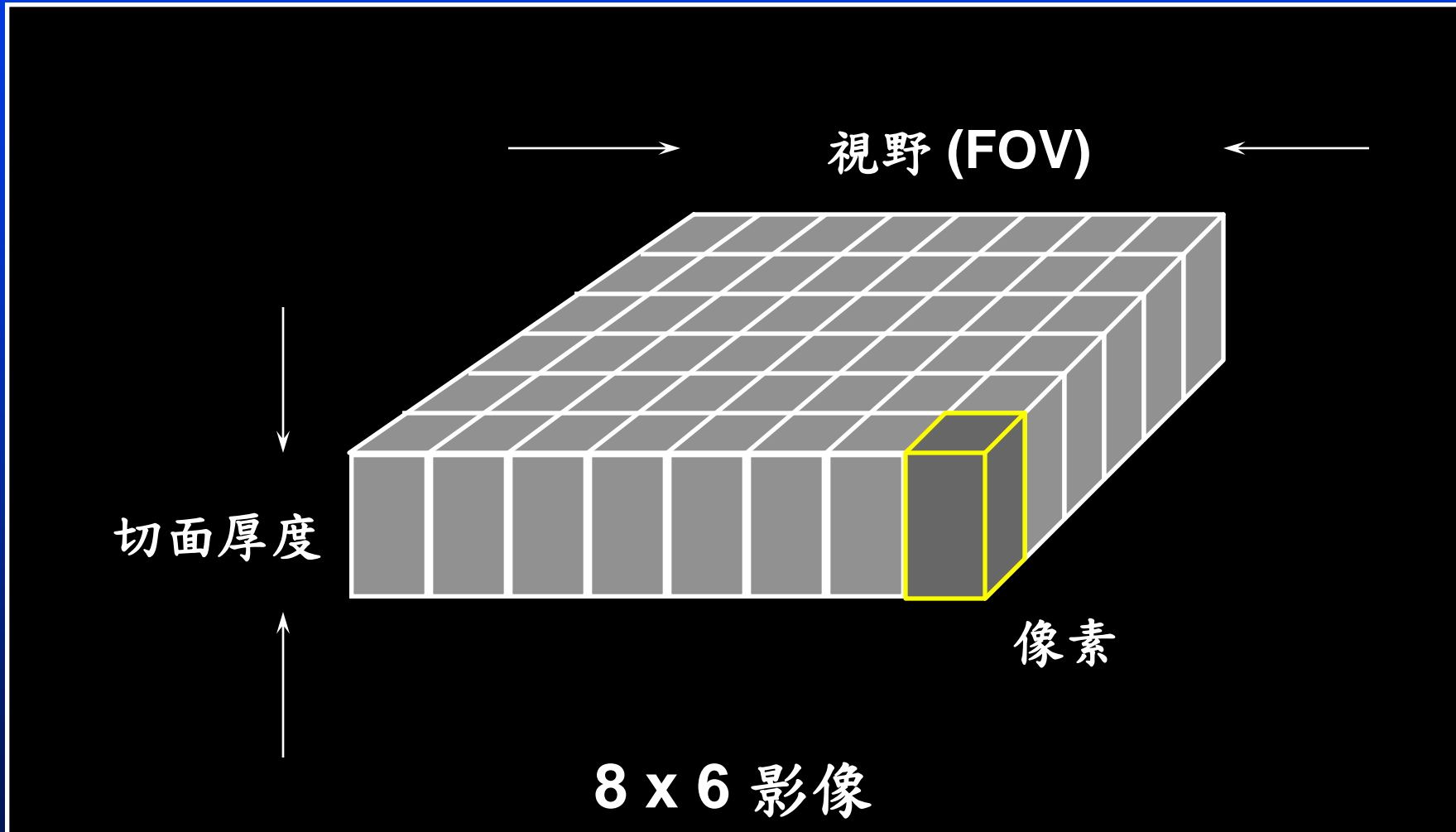
影像解析度 (resolution)

- 能夠分辨的最小組織大小
- 影像由許多小點 (像素; pixel) 組成
- 點愈細、愈多，解析度愈高
 - 256 x 256 → 1024 x 1024 ?

為什麼不做 1024 影像？

- FOV = 24 cm → 分辨 0.24 mm 的
微小組織！
- 雜訊超級強 (SNR 降低)
- 掃描超級久 (TR * 1024)

影像矩陣 (Matrix Size) 與像素 (Pixel)



什麼是“清楚”的影像？

- 夠細 -- 高解析度
- 雜訊小 -- 高信雜比
- 突顯病灶 -- 高對比
- 實際些 -- 短時間

什麼是“清楚”的影像？

- 夠細 -- 高解析度
- 雜訊小 -- 高信雜比
- 突顯病灶 -- 高對比
- 實際些 -- 短時間

什麼是信雜比 (SNR) ?

- 表示信號的相對強度
- **Signal-to-Noise Ratio**
- 信號強度 除以 雜訊強度
- 愈大愈好

信雜比的決定因素

- 氫原子核的多寡 (像素體積)
- TR 與 TE (T1 與 T2)
- 取樣點多寡

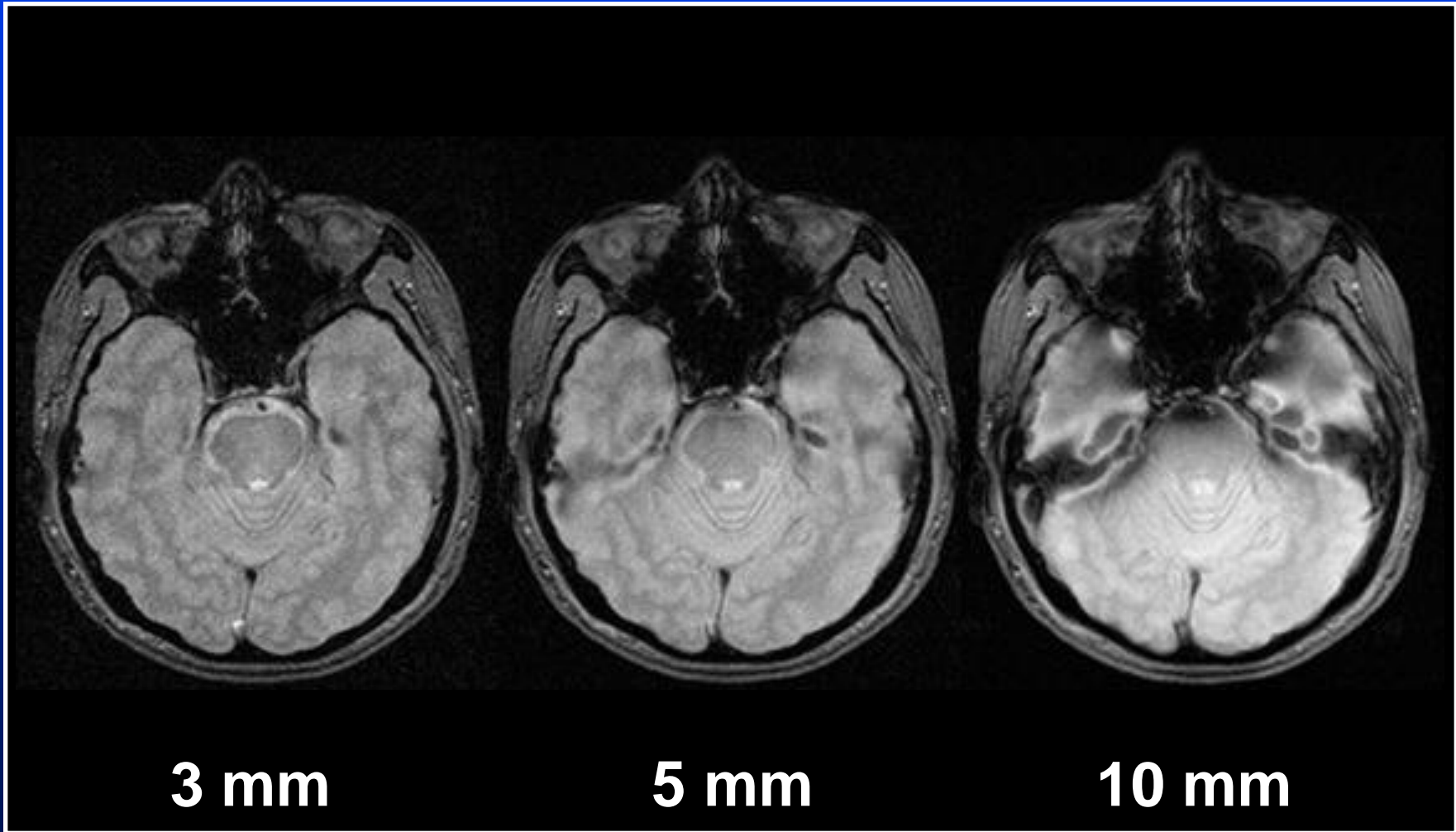
信雜比的決定因素

- 信號平均次數 (NSA, NEX, NA ...)
- 射頻線圈之使用
- 取樣頻率 (readout bandwidth)

氫原子核的多寡 (像素體積)

- 切面厚度愈厚：
 - 像素體積愈大，含氫原子核愈多
 - 信雜比 (SNR) 愈高
 - 解析度變低！

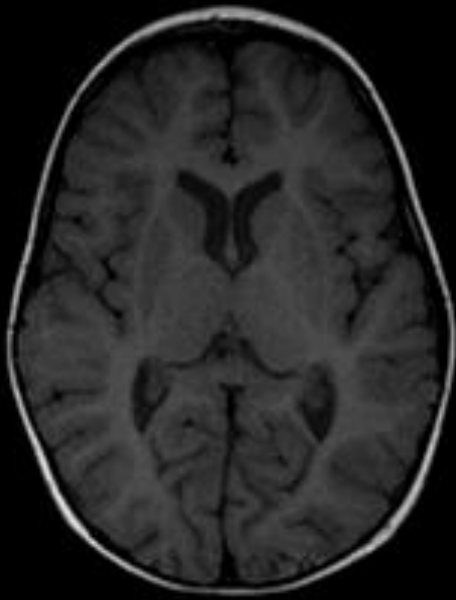
切面厚度的影響



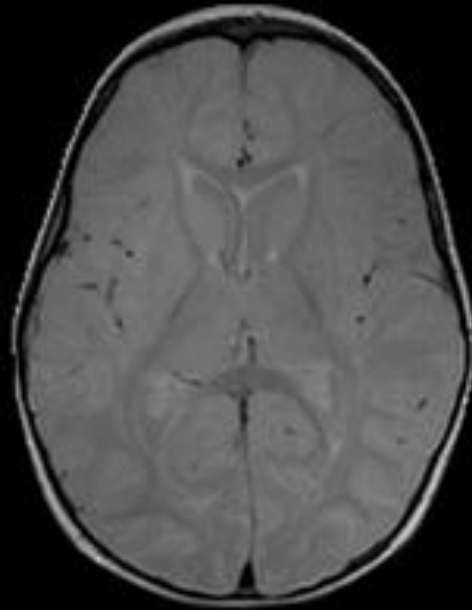
TR 與 TE (T1 與 T2)

- TR 愈長，T1 回復多，SNR 高
 - T1 比重少，掃描時間長
- TE 愈短，T2 衰減少，SNR 高
 - T2 比重少

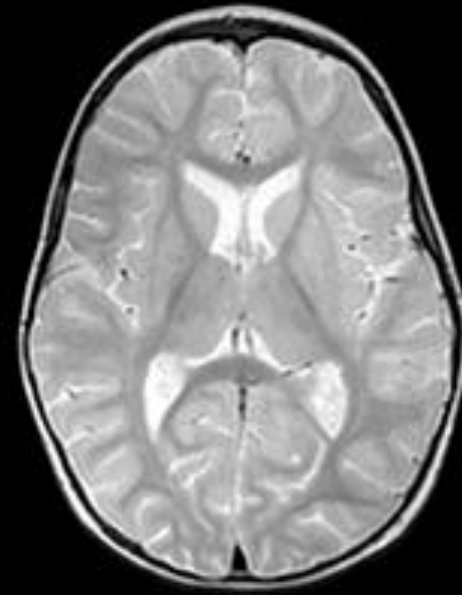
TR 對 T1 對比的影響



TR = 600

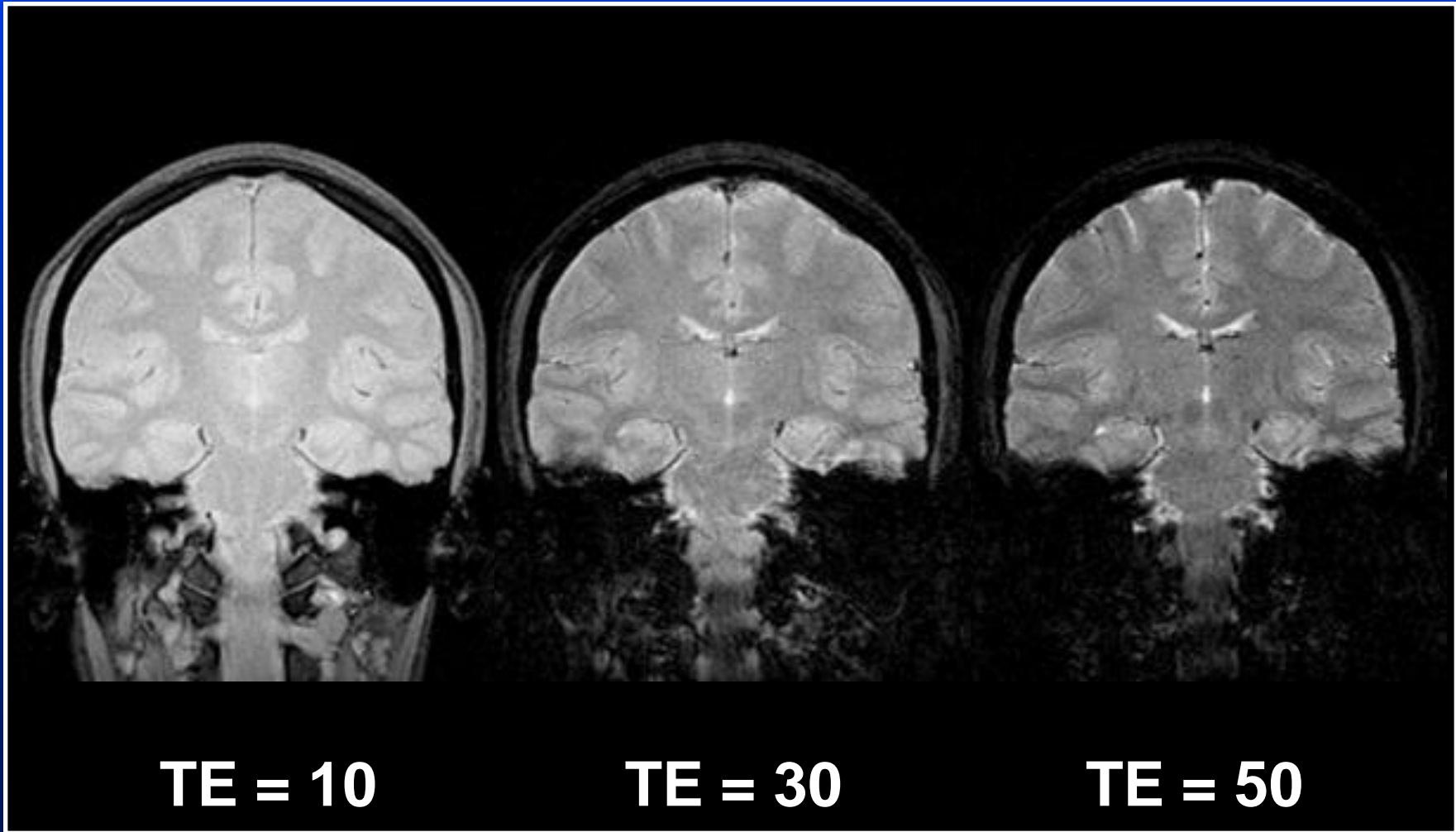


TR = 2400



TR = 4200

TE 對信雜比及影像對比的影響



什麼是“清楚”的影像？

- 夠細 -- 高解析度
- 雜訊小 -- 高信雜比
- 突顯病灶 -- 高對比
- 實際些 -- 短時間

取樣點 (影像矩陣) 多寡

- 取樣點愈多，信雜比愈高
 - 若 FOV 不變，解析度也高
 - 像素體積變小，SNR 變低！
- 須綜合考量

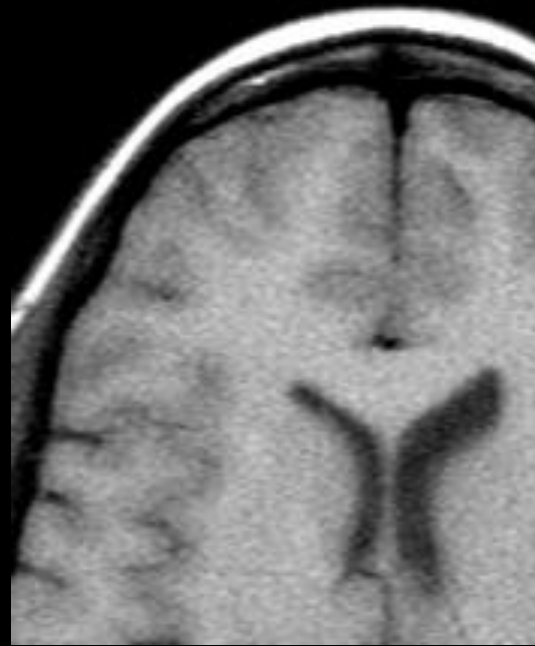
例：FOV = 24 cm

- 256 x 128 提高至 256 x 256
 - 取樣點 2 倍，SNR 提高 40%
 - 像素體積減半，SNR 降一半
- 信雜比降為 70% !

取樣點 (影像矩陣) 的影響



256x256



512x256



512x512

信號平均次數

- 一次做不好，多做幾次
- 平均愈多次，SNR 愈高
- 掃瞄時間也愈長
- 病人如果動了就白做了

線圈之使用

- 在可以涵蓋的情況下，選擇最小的線圈 (導線本身最接近人體)
- ~ 80% volume filling factor

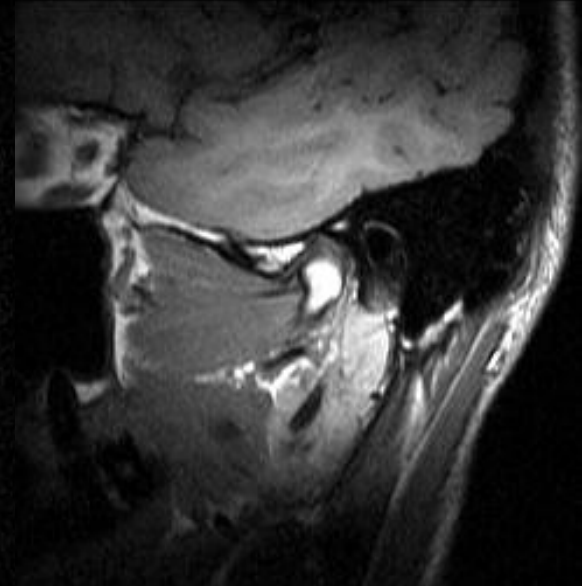
線圈對信雜比的影響



體線圈



頭部線圈



3吋表面線圈

取樣頻率

- 取樣頻率愈高，取得雜訊愈多
- 其他影響暫時不提
 - 最小 TE 值、化學位移假影 ...
- 臨床上操作員一般不需更動

總之 ...

SNR 正比於：

氫原子核數目

切面厚度

像素寬度 (兩方向)

$\sqrt{\text{影像矩陣 (兩方向)}}$

$\sqrt{\text{信號平均次數}}$

$1 / \sqrt{\text{取樣頻率}}$

另受 T1, T2, TR, TE 之影響

另受射頻線圈之影響

什麼是“清楚”的影像？

- 夠細 -- 高解析度
- 雜訊小 -- 高信雜比
- 突顯病灶 -- 高對比
- 實際些 -- 短時間

突顯病灶 -- 影像對比

- 了解病灶的弛緩特性
- 選擇適當 TR、TE 等參數
- 製造其他對比 (血流、擴散 ...)
- 利用對比劑

掃描時間的考量

- $(TR) \times (\text{相位編碼數}) \times (NEX)$
- 病人舒適
- 儀器使用效率
- 移動假影 (motion artifacts)

掃描時間的影響

