

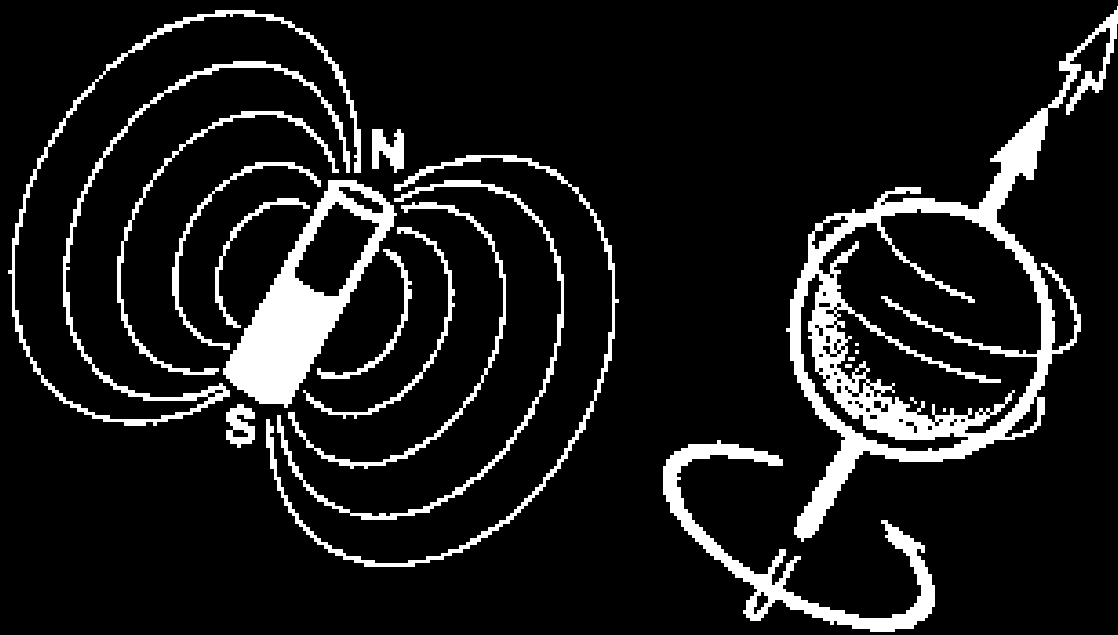
安全第一： 磁振造影安全大小事

莊子肇
中山大學電機系

磁共振造影

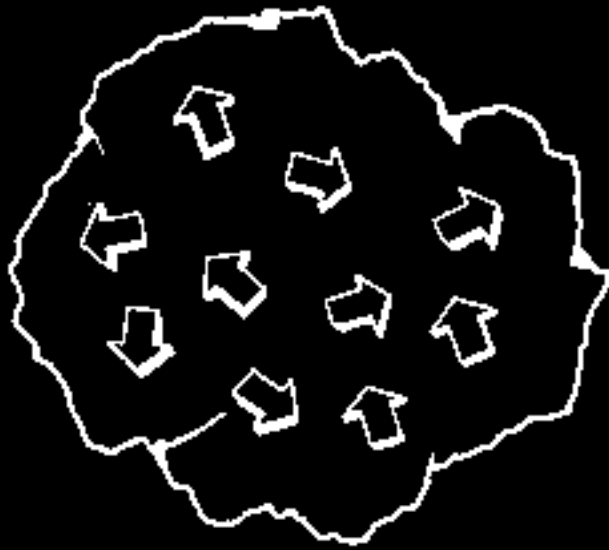
- 磁 **M**agnetic
- 共振 **R**esonance
- 造影 **I**maging

人體 → 磁鐵

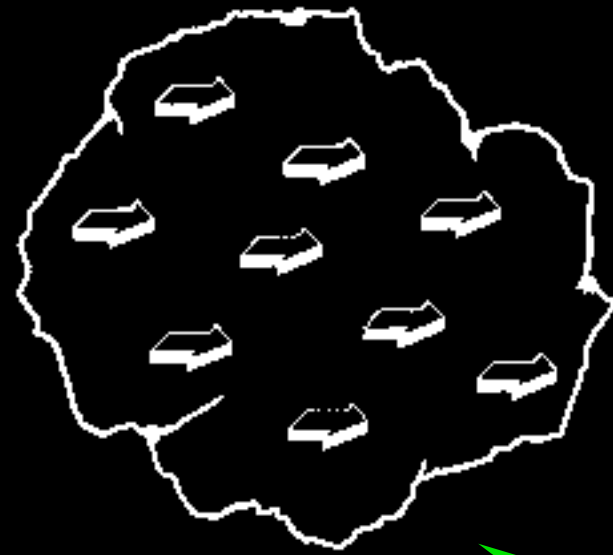


器官內的氫原子核 (水) 酷似小磁鐵

外加磁場越大訊號越強



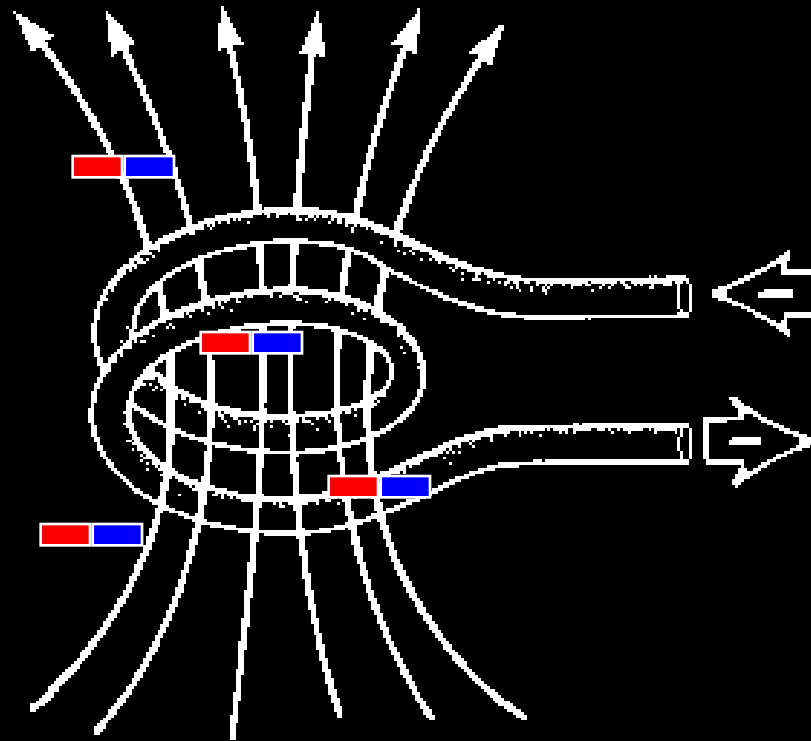
不規則排列



主磁場

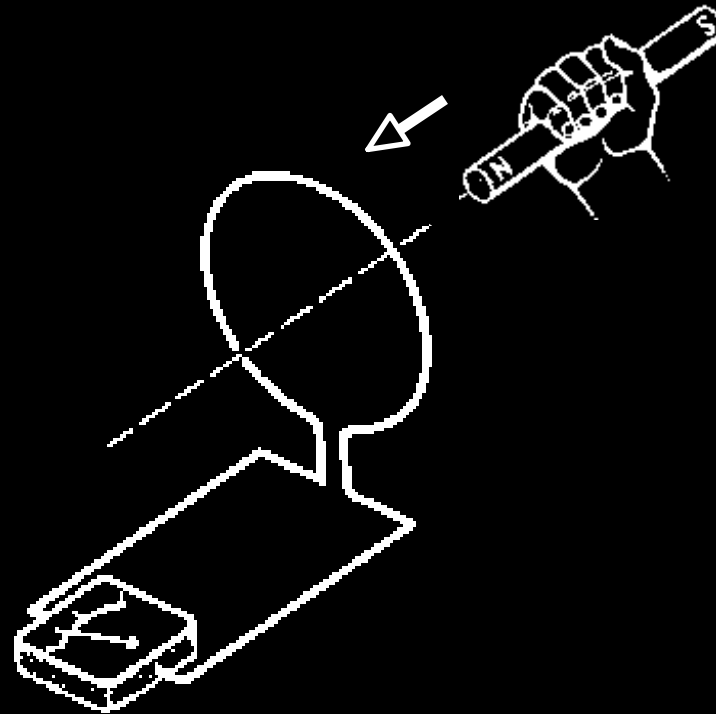
規則的排列

特定頻率激發使人體磁鐵運動



射頻線圈激發器官小磁鐵使之旋轉

偵測感應電流



動磁生電，不必接觸也可以收集訊號

磁共振造影

- 磁：信號的來源
- 共振：激發與接收
- 造影：將信號轉為影像

所需要的設備

- 磁：強磁鐵
- 共振：射頻線圈
- 造影：梯度磁場線圈

- 對人體是否造成傷害？

M of MRI：強力磁鐵

- 磁場越大，訊號越強
- 夠大，才放得下人
- 通常使用超導電磁鐵
- 離開MRI之後人體磁鐵就消失
- 臨床常見規格：1.5 或 3 Tesla
 - 1 Tesla = 10000 Gauss



所以每台MRI的門口都有貼...



強磁場沒有一例一休

- 就算電腦關機、電燈沒開、沒人值班，超導磁場依舊存在
- 機體雖有磁屏蔽減少磁力線外漏，磁場依舊驚人
- 造成重大意外的主要原因

所有鐵磁性物質都會受到吸引



更不要說這些東西...



椅子



打蠟機

越重越致命



吸塵器



靜脈注射設備

不久前才發生...



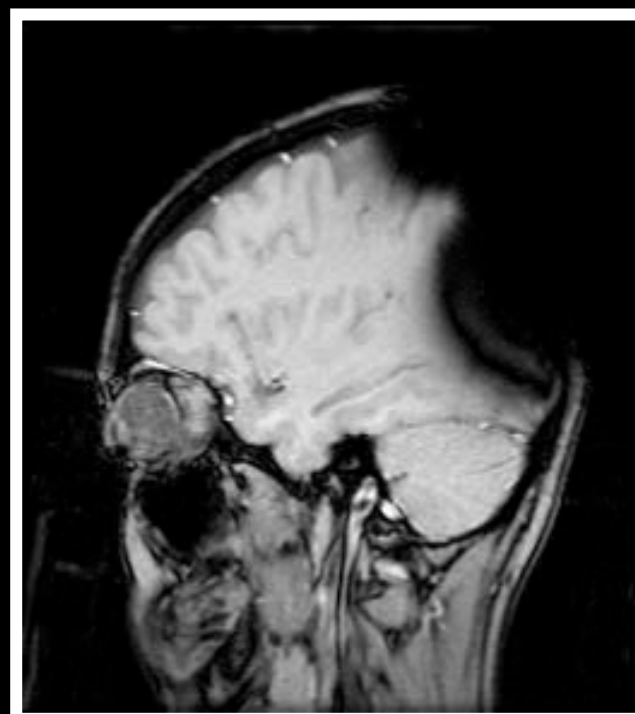
© Central European News

New Delhi, India, 2014

通通都是違禁品

- 心律調節器
- 人工植入物：手術夾、人工耳、注射幫浦、義肢...
- 隨身物品：金屬髮夾、眼鏡、手錶、手機、磁卡、皮帶扣環...

不小心帶入的鐵質髮夾



造成影像扭曲與訊號消失

事前防範的重要性

- 儀器附近物品不可隨意放置
- 實驗前確實詢問受試者是否有手術植入物
- 更換衣物，避免攜入個人物品
- 閒雜人等切勿進入！

萬一發生緊急事故

- 若是生命遭受威脅：緊急 quench
 - 快速排除液態氦，關閉超導磁場
 - 耗費大量人力財力時間，磁鐵可能損壞
 - 無生命威脅或深仇大恨，切勿輕易使用

R of MRI：射頻線圈

- 使用特定頻率激發及接收訊號
- 特定頻率：數十至數百MHz
- 屬於射頻(radio frequency)範圍，與收音機無線電波相同
- 頻率遠低於X-ray或gamma ray

射頻電波的生物效應

- 皮膚直接接觸射頻線圈導線可能造成電燒傷
 - 線圈均有絕緣外殼，不可能接觸
- 人體組織吸收射頻電磁波可能造成局部組織升溫
 - 人體體溫調節會控制血流帶走熱量

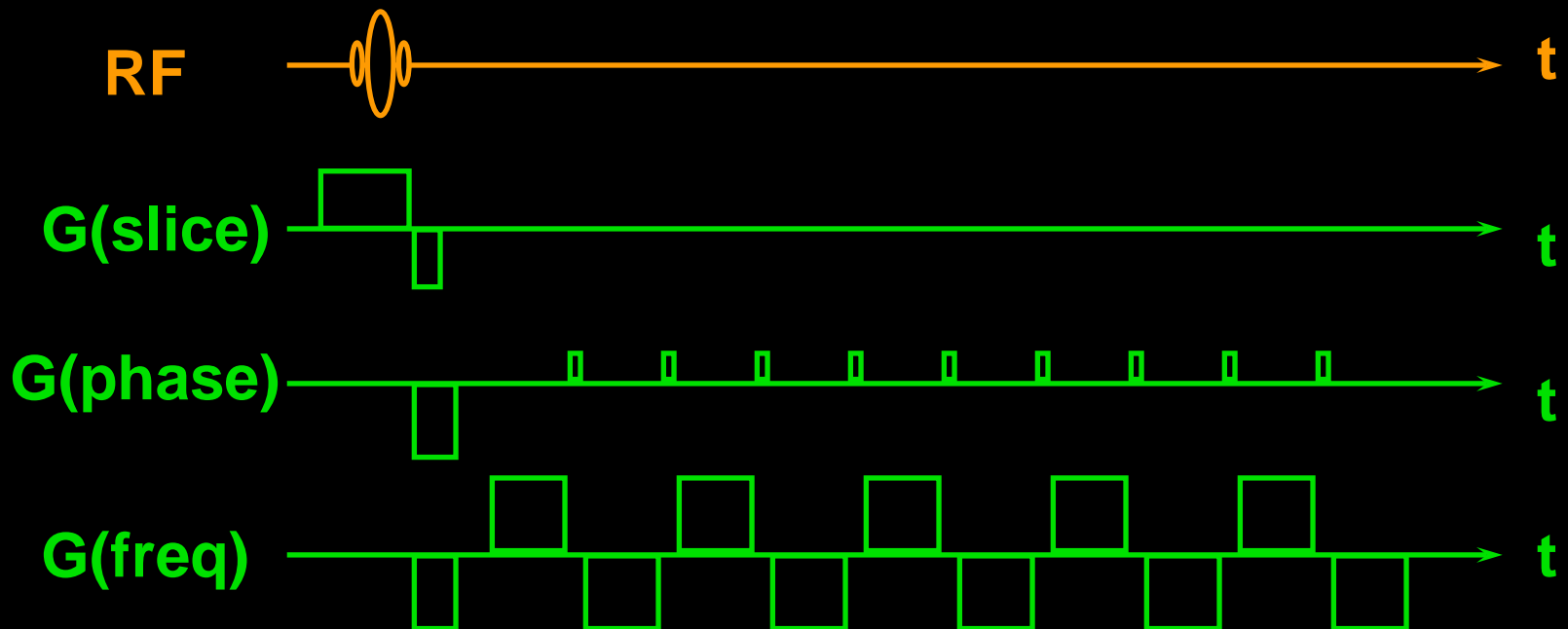
射頻電波SAR的相關規定

- 擔心？倒是不必！
- 美國食品藥物管理局(FDA)制定的 SAR(specific absorption rate)相關規定
 - 頭部平均 3.2 W/Kg 以下
 - 全身平均 2.0 W/Kg 以下
 - 局部最高 10.0 W/Kg 以下

I of MRI：梯度磁場線圈

- 開啟梯度線圈使共振頻率隨位置改變
- 進行空間編碼
- 只有在激發或接收訊號時需要開啟
- 使用電磁鐵方便控制開關與強度
- 實際運作時經常需要快速切換

fMRI最常用的掃描程序



Echo Planar Imaging (EPI)

梯度磁場快速切換的生物效應

- 快速磁場變化，人體又是導體
— 動磁生電？
- 可能引發電流，靠近體表越容易出現
— 磁磷眩光、體表神經刺激
- 身體若配戴金屬飾品，可造成電燒傷

掃描過程中產生極大噪音

- 梯度磁場藉由梯度線圈的電流所控制
- 通電導線在磁場中受力
- 快速改變電流造成梯度線圈震動
- 成像時噪音可達100分貝以上
- 實驗前一定要配戴耳塞或耳機



總結：MRI的生物效應

- 危險性極低
- 即使有，大多數可以立即復原
- 正常操作下，對於受試者、實驗參與人員和放射師均無害
- 不正常操作可能有致命的危險！

身為實驗參與人員，你應該...

- 依規定參加安全講習
- 實驗前務必協同受試者填寫同意書
- 不管受試者是否有相關經驗，都必須確認實驗注意事項
- 遵守操作人員指示，勿隨意進入管制區域

預祝各位實驗順利！