

生醫期中報告

MRI 的原理及應用

第五組

電機三

梁維元 楊駿韜 李宗燁

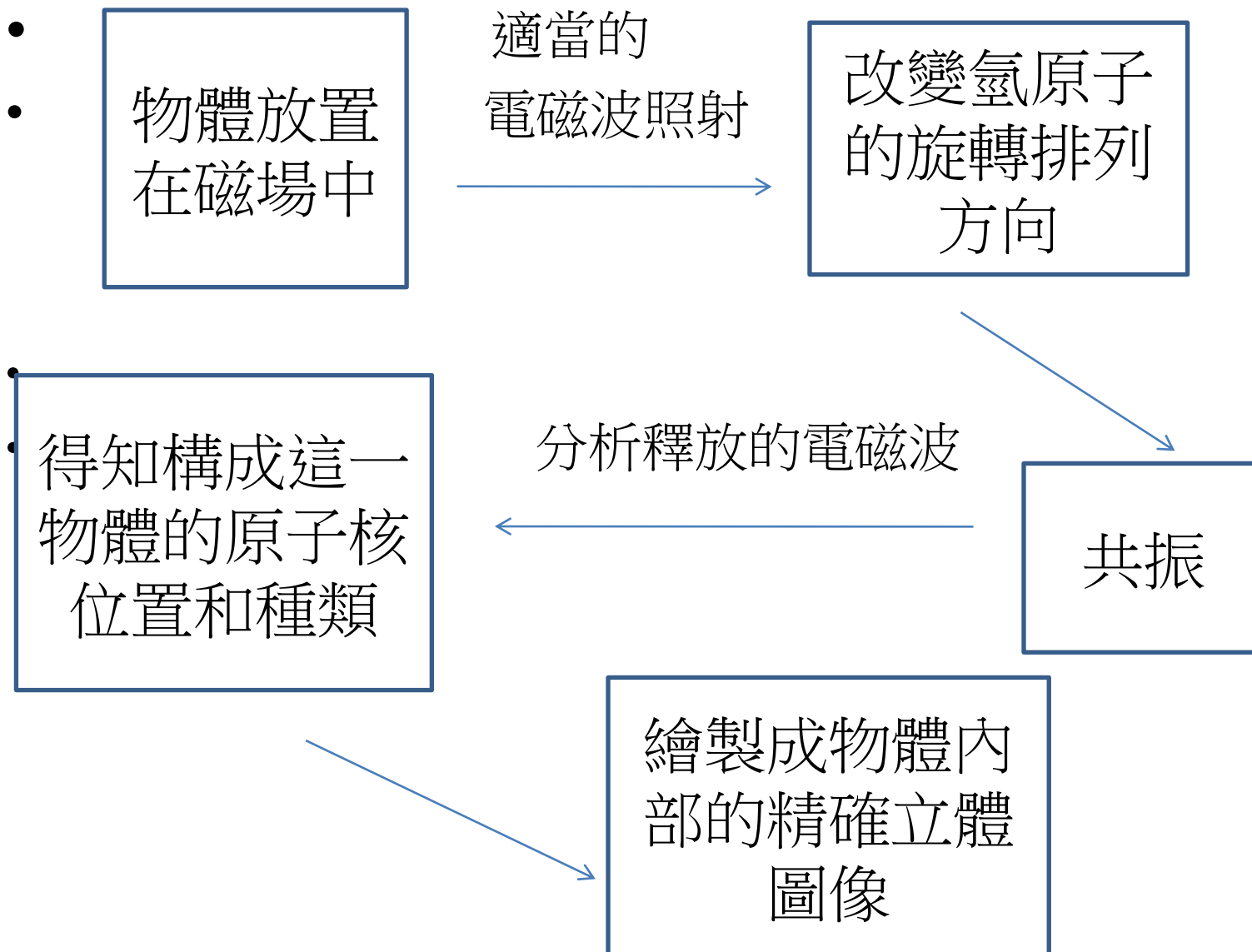


簡介

- **核磁共振成像**（Nuclear Magnetic Resonance Imaging，簡稱NMRI），也稱**磁共振成像**（Magnetic Resonance Imaging，簡稱MRI），是利用**核磁共振**（nuclear magnetic resonance，簡稱NMR）原理，依據所釋放的能量在物質內部不同結構環境中不同的衰減，通過外加梯度磁場檢測所發射出的電磁波，即可得知構成這一物體原子核的位置和種類，據此可以繪製成物體內部的結構圖像。

原理概述

- 核磁共振成像是隨著**電腦技術**、**電子電路技術**、**超導體技術**的發展而迅速發展起來的一種生物磁學核自旋成像技術。
- 核磁共振成像的「**核**」指的是**氫原子核**，**MRI**的技術即依賴水中氫原子。



為何叫做核磁共振？

- 原子核在進動中，吸收與原子核進動頻率相同的射頻脈衝，即外加交變磁場的頻率等於拉莫頻率，原子核就發生**共振吸收**
- 去掉射頻脈衝之後，原子核磁矩又把所吸收的能量中的一部分以電磁波的形式發射出來，稱為**共振發射**。共振吸收和共振發射的過程叫做「**核磁共振**」。

MRI在醫學上的應用

- 優點
- 通過調節磁場可自由選擇所需剖面
- 對軟組織有極好的分辨力
- 各種參數都可以用來成像
- 對人體沒有游離輻射損傷

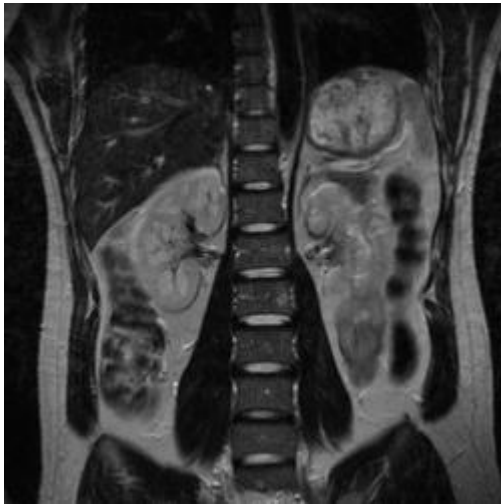


現代臨床高場（3.0T）MRI掃描器

MRI在醫學上的應用

- 缺點
- MRI是解剖性影像診斷，很多病變單憑核磁共振檢查仍難以確診，不像內視鏡可同時獲得影像和病理兩方面的診斷
- 對某些部位的檢查不如其他儀器但費用要高昂得多

- 對胃腸道的病變不如內視鏡檢查
- 掃描時間長，空間分辨力不夠理想
- 由於強磁場的原因，**MRI**對諸如體內有磁金屬或心律調節器的特殊病人不能適用



→ 人類腹部冠狀切面磁共振影像
(縱切分成複背兩面)

MRI對人體造成傷害的因素

- 強靜磁場：在有鐵磁性物質存在的情況下，都可能是危險因素
- 隨時間變化的梯度場：可在受試者體內誘導產生電場而興奮神經或肌肉。
- 噪音

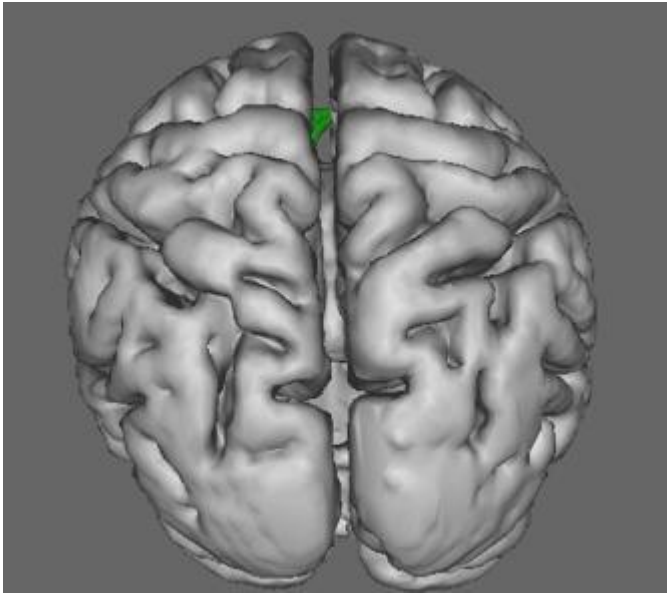
未來展望

- 快速掃描技術的研究與應用，使器官運動對圖像造成的影響忽略不計
- **MRI**血流成像：使測量血管中血液的流向和流速成為可能
- 腦功能成像



參考資料:維基百科

fMRI



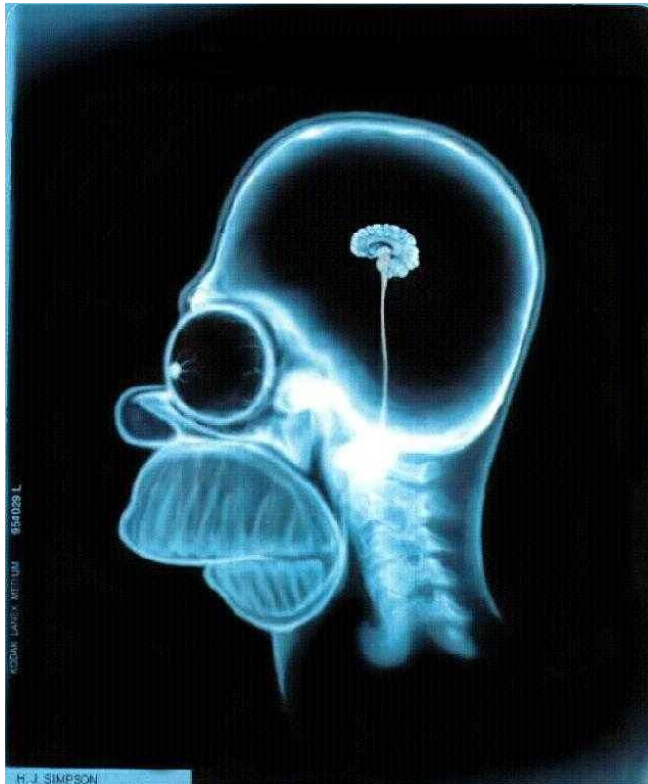
第五組

電機三

梁維元 楊駿韜 李宗燁

MRI vs. fMRI

MRI studies brain anatomy.



Functional MRI (fMRI) studies brain function.



簡介

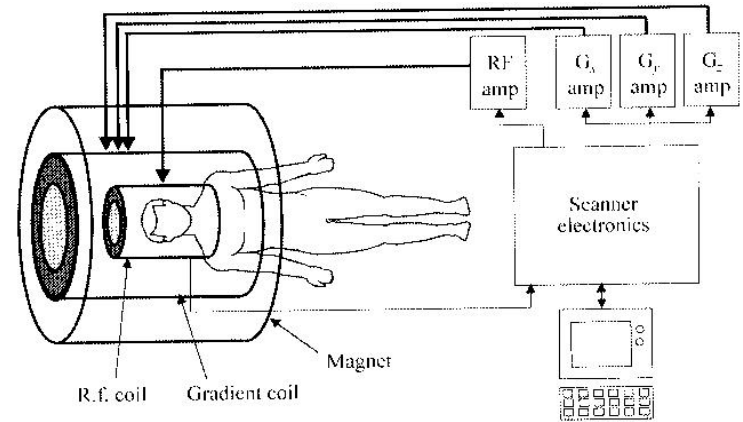
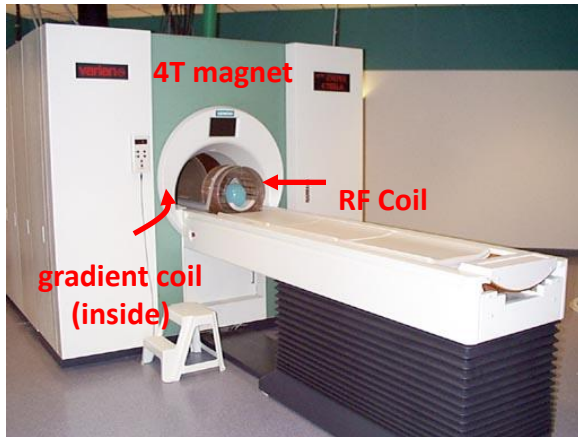
- 功能性核磁共振造影

Functional Magnetic Resonance Imaging

簡稱：fMRI

- 以腦部神經活動產生的局部血流量變化為基礎的造影技術
- 觀察進行認知作業時活化的腦部區域

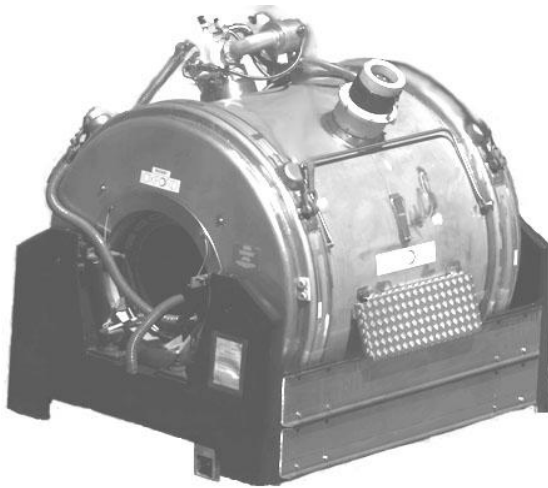
Necessary Equipment



Magnet

Gradient Coil

RF Coil



The Big Magnet

Very strong

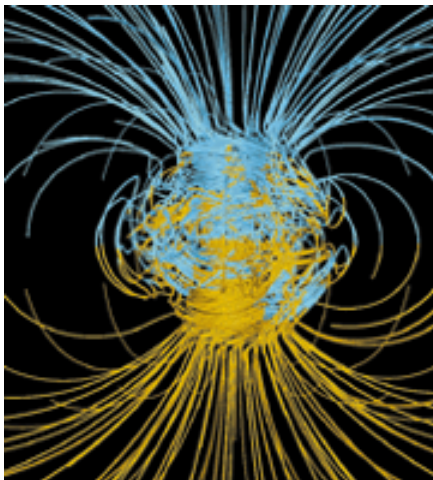
1 Tesla (T) = 10,000 Gauss

Earth's magnetic field = 0.5 Gauss

4 Tesla = $4 \times 10,000 \div 0.5 = 80,000X$ Earth's magnetic field

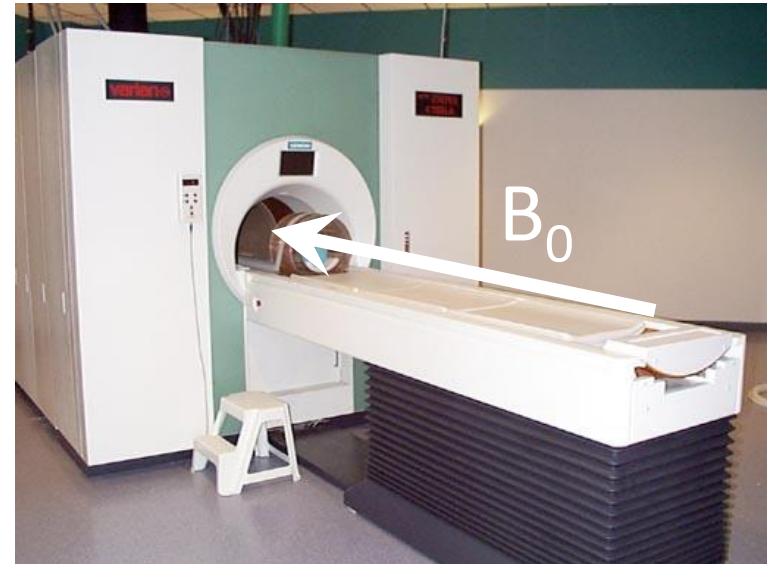
Continuously on

Main field = B_0



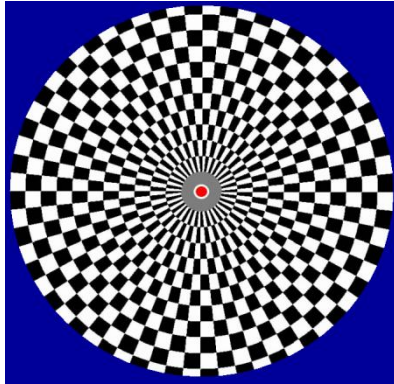
$\times 80,000 =$

Robarts Research Institute 4T



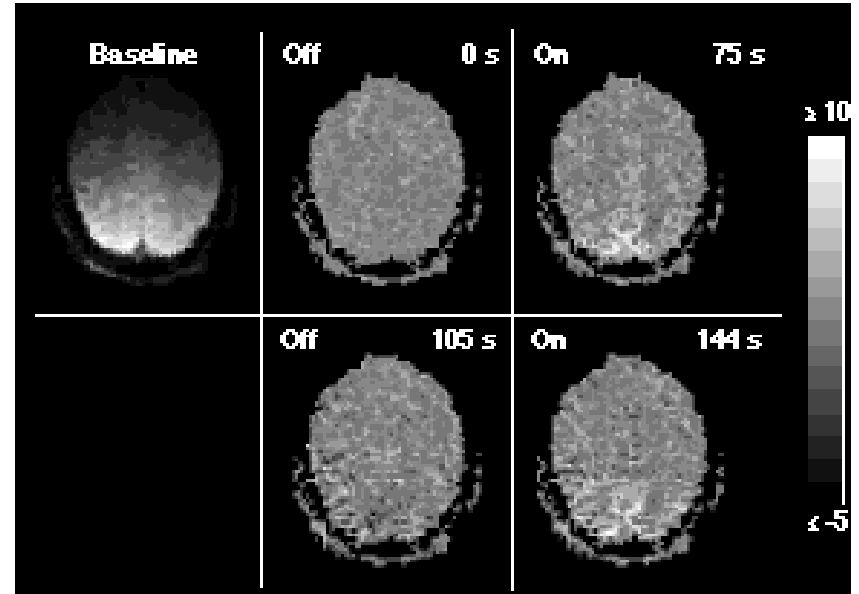
Source: www.spacedaily.com

fMRI Activation

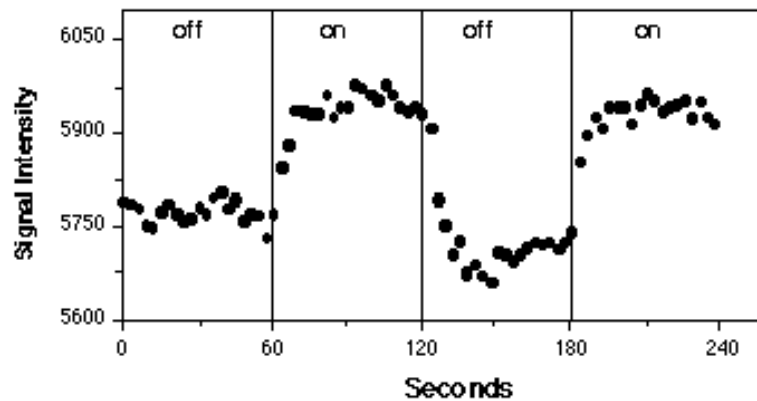


Flickering Checkerboard

OFF (60 s) - ON (60 s) - OFF (60 s) - ON (60 s) - OFF (60 s)



Brain
Activity



Time \Rightarrow

原理

- 自1890年起
已知血流和血氧的改變與神經元的活化有關
(血流與血氧兩者合稱血液動力學:hemodynamics)
- 神經元活化
 - 氧氣由微血管運輸過來
 - 附近血流增加，補充消耗掉的氧氣
 - 引發血液動力學的改變
 - 活化區的血流改變
 - 局部血液中去氧、帶氧血紅素濃度改變

Neuron → BOLD?

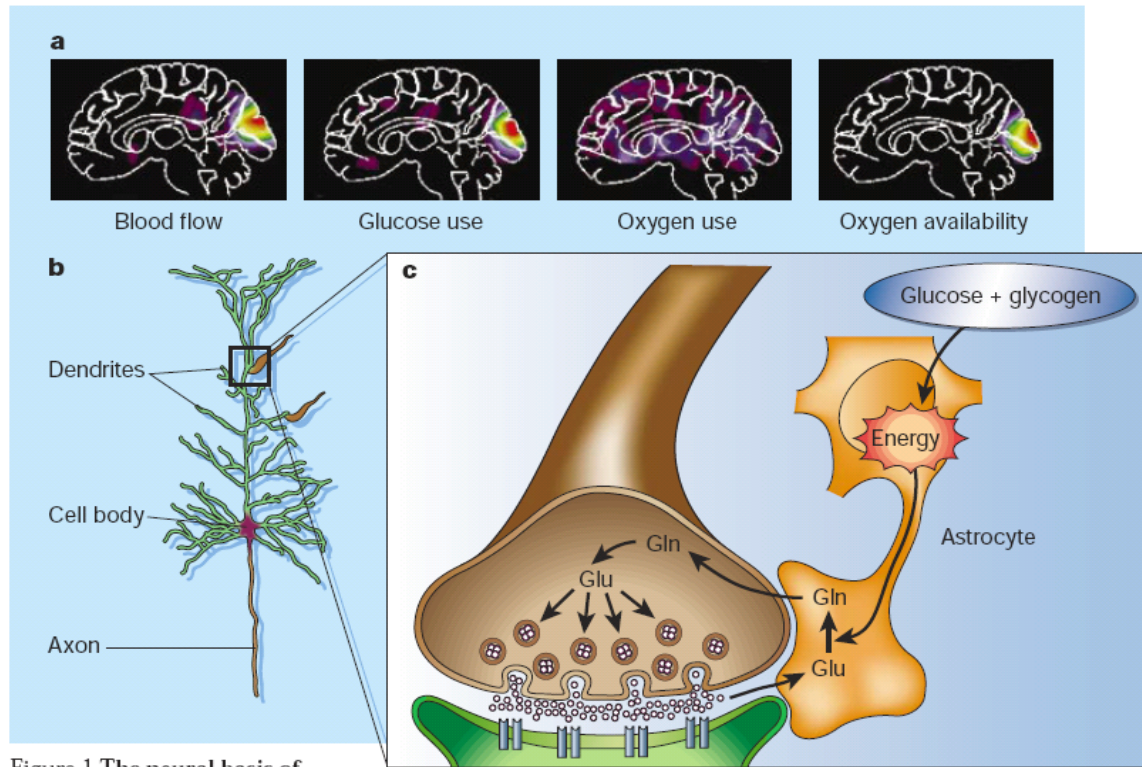


Figure 1 The neural basis of functional magnetic resonance imaging (fMRI). a, Viewing a stimulus such as a checkerboard produces marked changes in the areas of the brain that respond to visual stimuli, as seen in these positron-emission tomographic (PET) images. These changes include increases in glucose use and blood flow that are much greater than those in oxygen consumption. As a result there is an increase in the oxygen level in those areas (supply exceeds demand). PET is usually used to monitor blood flow. fMRI detects the changes in oxygen availability as a local change in the magnetic field. The resulting fMRI signal is a 'blood-oxygen-level-dependent' (BOLD) signal. b, As Logothetis *et al.*² show, these metabolic and circulatory changes are driven by electrical potentials arising from the input to, and information processing within, the dendrites of neurons. c, An attractive explanation for the BOLD signal invokes the preferential use of glycolysis in nearby non-neuronal cells (astrocytes) to handle an increase in the release of the neurotransmitter glutamate (Glu), which must be converted to glutamine (Gln) before it is returned to the neuron. Glycolysis consumes glucose to produce energy, but does not require oxygen.

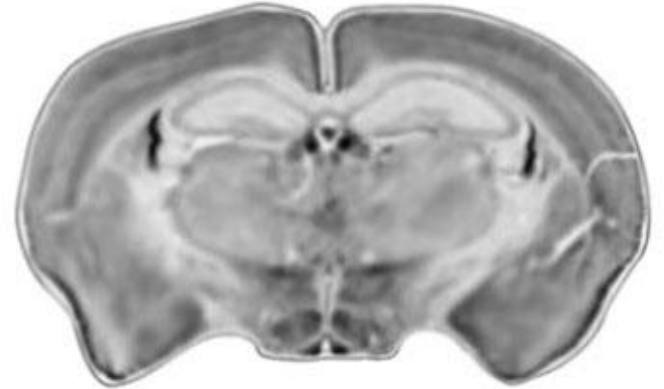
原理(cont'd)

- 去氧血紅素：
順磁性物質(paramagnetic)，會干擾磁場
去氧血紅素比例的減少可以使影像強度增加
內生性對比增強劑(endogenous contrast enhancing agent)
是fMRI的訊號來源
- 血氧濃度相依對比：
有關去氧血紅素和帶氧血紅素的比例關係
(Blood oxygen-level dependent, BOLD)

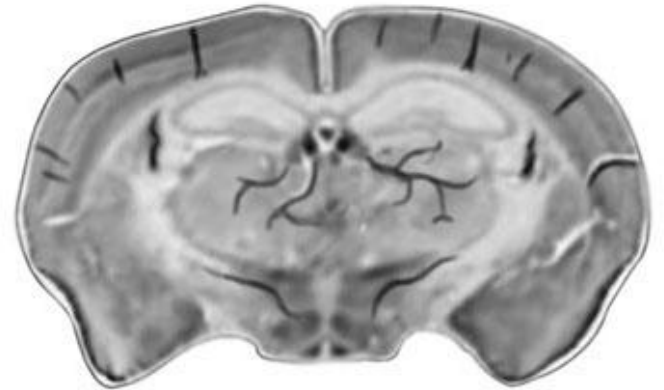
Deoxygenated Blood → Signal Loss



Oxygenated blood?
No signal loss...



Deoxygenated blood?
Signal loss!!!



BOLD

(Blood Oxygen-level Dependent)

- 神經活動和BOLD的關係現在有很多人正在研究，但是簡單來說，BOLD的改變和血液流量變化是有很緊密的關係。

neural activity ↑

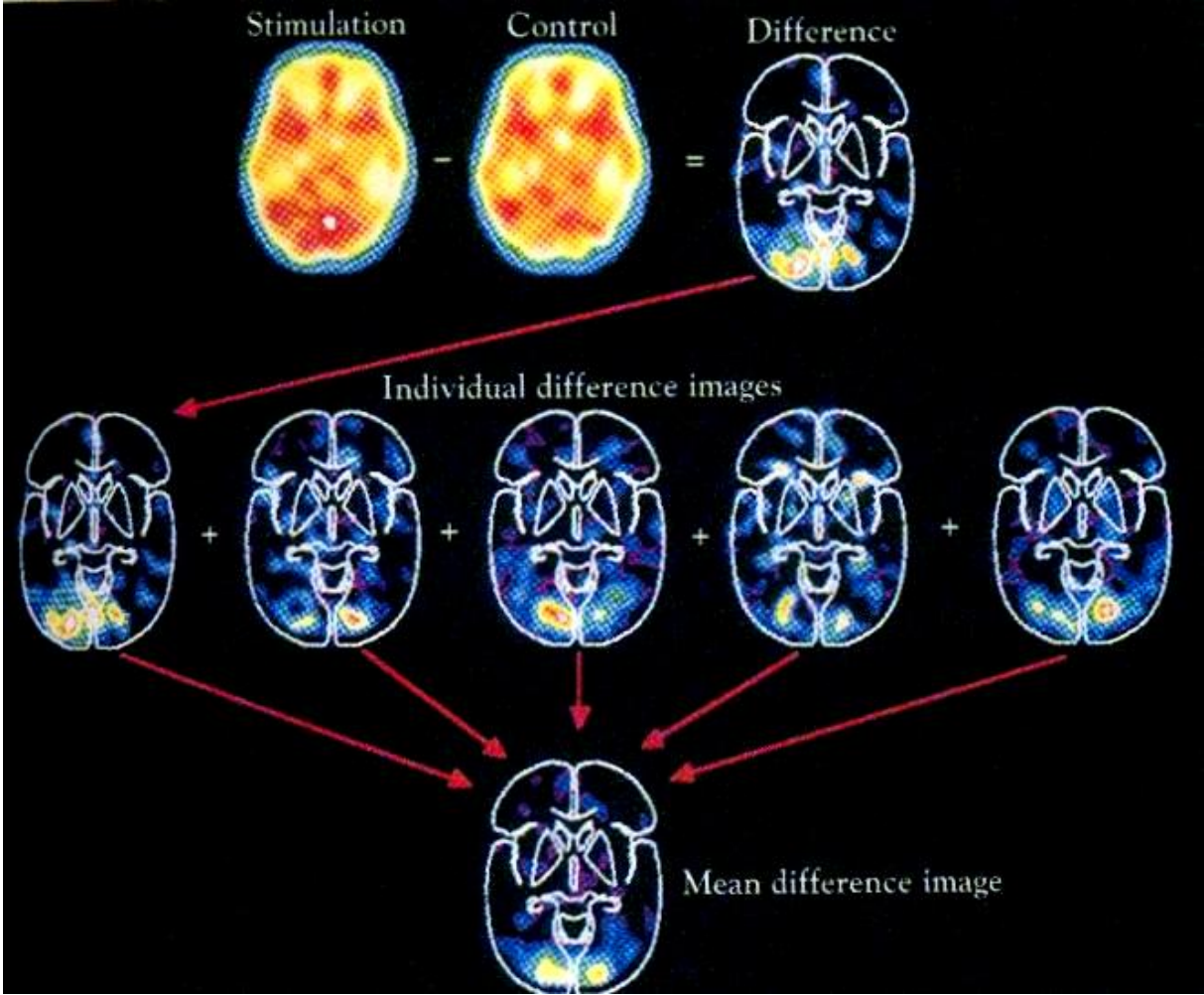
→ blood oxygen ↑

→ fMRI signal ↑

原理(cont'd)

- 重覆進行某種動作、思考或經歷
- 分析、統計活動時的血氧比例資料
- 可以知道哪些腦區在這個過程中有信號的變化
- 進而可以找出哪些腦區在執行這些動作

PET and fMRI Activation





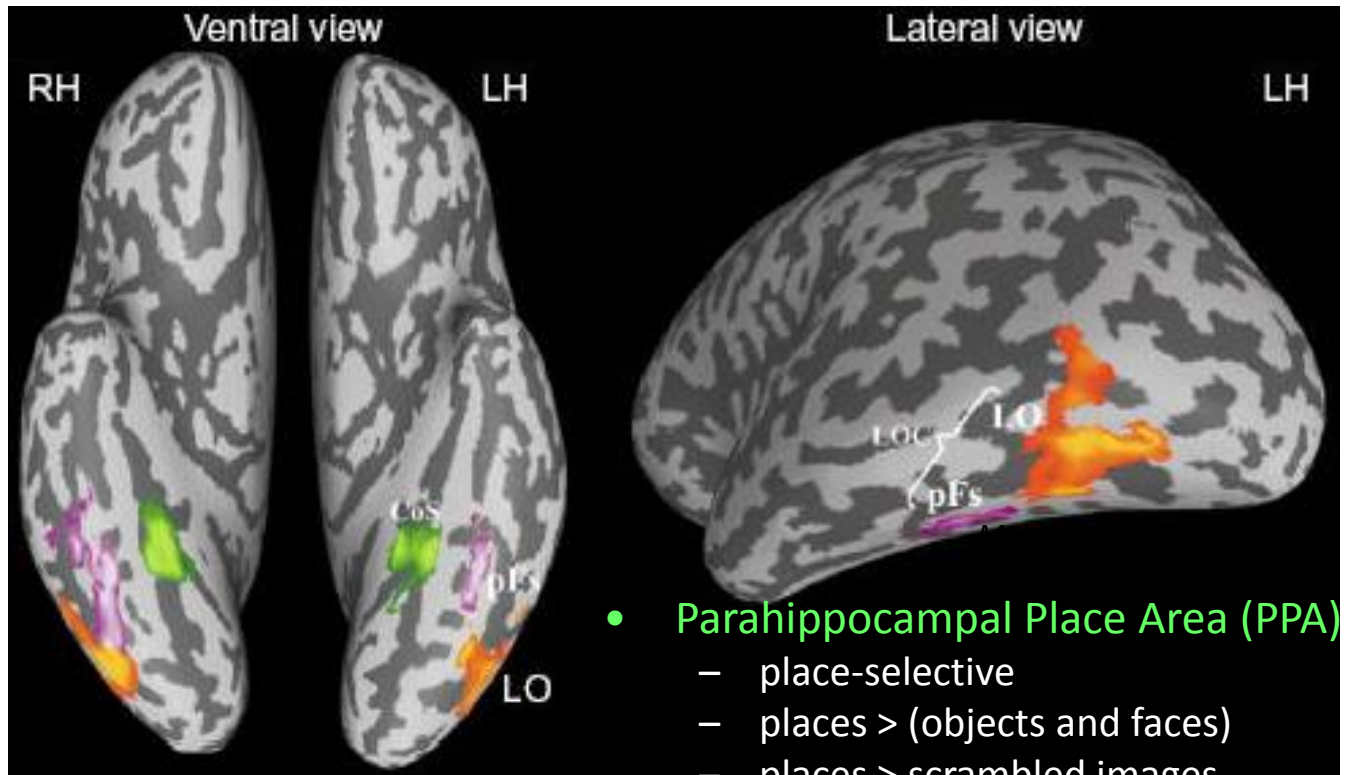
objects



faces



places



- Lateral Occipital (LO)

- Fusiform Face Area (FFA) or pFs

原理(cont'd)

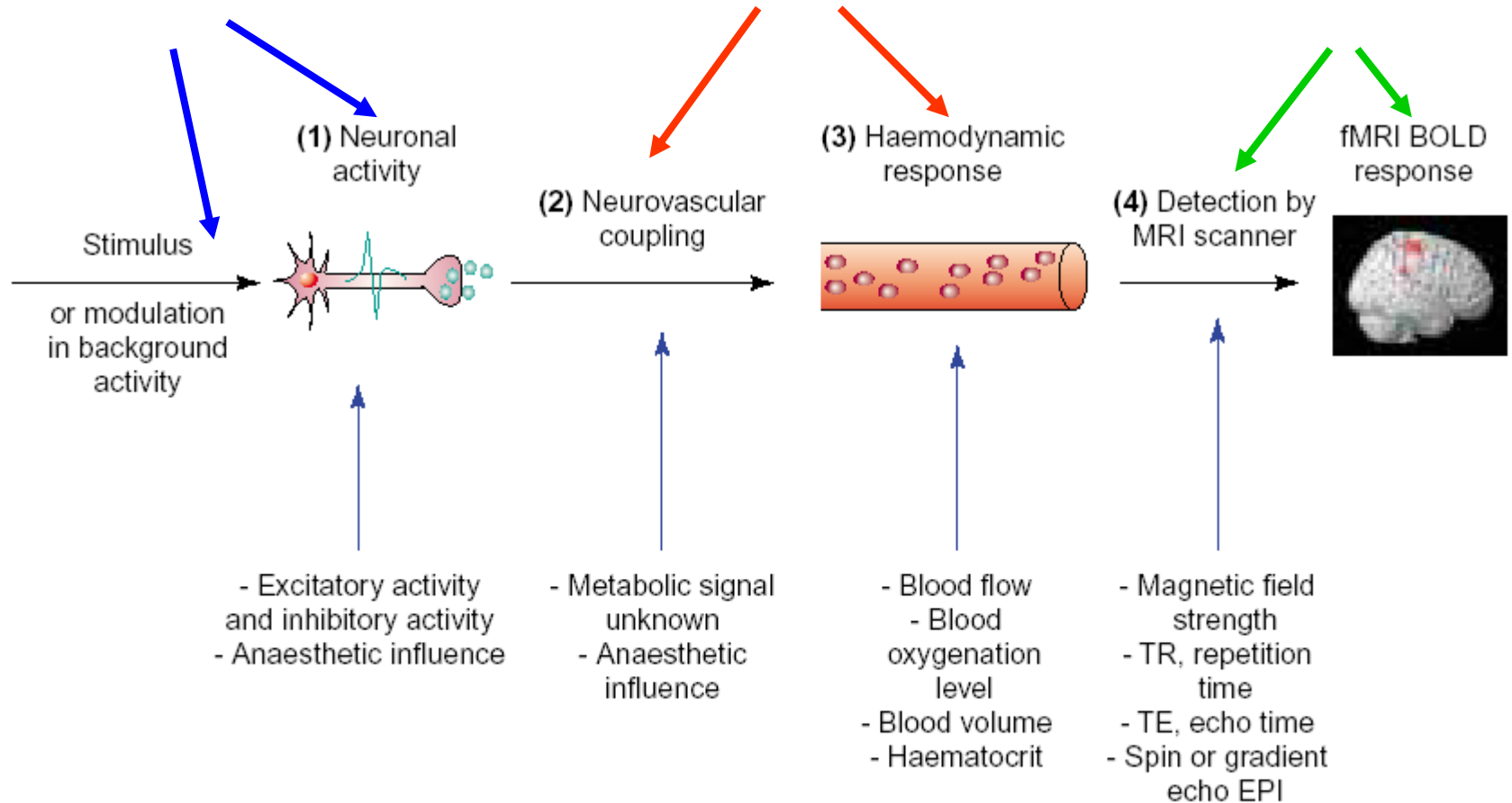
- 但是這些**BOLD**的數據是相對的
- 要和其他人比較，並非絕對數字
- 懷疑：
對於個人的狀況是否可以適用？
- 解決辦法：
直接測量氧抽取率(但尚未成熟，因為測量不易)

The Concise Summary

We sort of understand this
(e.g., psychophysics,
neurophysiology)

We're *&^%\$#@ clueless here!

We sort of understand this (MR
Physics)



Reference

- fMRI 4 newbies

<http://psychology.uwo.ca/fmri4newbies/Tutorials.html>

- Columbia University Medical Center

<http://www.fmri.org/index.html>

- 國立陽明大學—認知神經科學實驗室

<http://www.ym.edu.tw/cnl/>

- 維基百科

http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page