

# 當代認知神經科學：腦與心智

## Contemporary Cognitive Neuroscience: Brain and Mind

(通識課程, LS114300, Fall 2012)

Instructor: 焦傳金

Contact info: 生科二館646, 03-5742464, [ccchiao@life.nthu.edu.tw](mailto:ccchiao@life.nthu.edu.tw)

Classroom: 生科二館華生廳

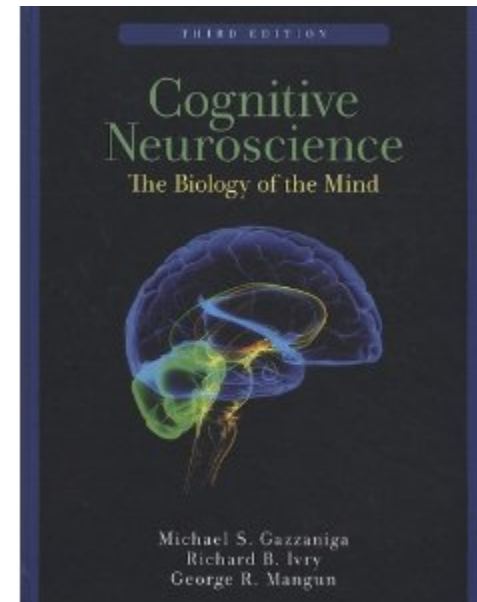
Class time: T78

Course materials: 數位學習網站 <http://moodle.nthu.edu.tw/>

Course TA: 劉翼鳴, [imliu212@gmail.com](mailto:imliu212@gmail.com)

Reference: Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind (Third Edition) by Michael S. Gazzaniga, Richard B. Ivry, and George R. Mangun (2008, W. W. Norton & Company)

Grading policy: 期中&期末報告各佔35%，隨堂心得報告佔30%  
(從16次中選最佳13次計算)



Week	Topic	Note
1	腦與心智簡介	
2	感覺&知覺I	
3	感覺&知覺II	
4	感覺&知覺III	
5	學習&記憶	
6	睡眠&夢	
7	報償&成癮	
8	溝通&語言	
9	[影片欣賞&討論]	<b>繳交期中報告</b>
10	理性&感性	
11	選擇&決策	
12	同理心	
13	智力&創造力	
14	發育&可塑性	
15	老化&疾病	
16	腦科學&科技&社會	
17	意識&自由意志	
18	[影片欣賞&討論]	<b>繳交期末報告</b>

**BBC brain story**  
*All in the mind*

# Cognitive Neuroscience: brain that enables mind

**Cognition** is defined as the process of knowing, including both awareness and judgment

我思故我在

**認知神經科學 (Cognitive Neuroscience)** 是一門科學學門，旨在探討認知歷程的生物學基礎。主要的目標為闡明心理歷程的神經機制，也就是**大腦的運作如何造就心理或認知功能**。

認知神經科學為心理學(psychology)和神經科學(neuroscience)的分支，並且橫跨眾多領域，如生理心理學(physiological psychology)、神經生物學(neurobiology)、認知心理學(cognitive psychology)和神經心理學(neuropsychology)。

由於其跨領域的特性，認知神經科學家的背景除了上述提到的學科之外，還有來自精神病學(psychiatry)、神經學(neurology)、物理學(physics)、語言學(linguistics)、哲學(philosophy)和數學(mathematics)等學門。

認知神經科學採用的研究方法，包括來自心理物理學(psychophysics)、認知心理學、功能性神經造影(functional neuroimaging)、電生理學(electrophysiology)、認知基因體學(cognitive genomics)和行為遺傳學(behavioral genetics)的實驗方式。另外一部分重要的研究方向來自於腦傷病人的研究。腦部損傷所造成的認知功能受損，提供認知神經科學許多重要的證據。而理論的發展則來自計算神經科學(computational neuroscience)和認知心理學。

(adapted from 維基百科)

## The magic of the mind

ocacdrngi ot a schrehearc ta maccbriegd ineyurvtis, ti edost'n rttuem ni awth rreod eht tlteser ni a rwdo rea, eht ylon pirmtoatn gihtn si atth het rifts nda satl ttelre eb tat het ghitr clepa. eht srte anc eb a otlta sesm dan ouy anc itlls arde ti owtuthi moprbel. ihst si cebusea eth nuamh nidm sedo otn arde yrvee telrte yb stifle, tub eth rdow sa a lohew.

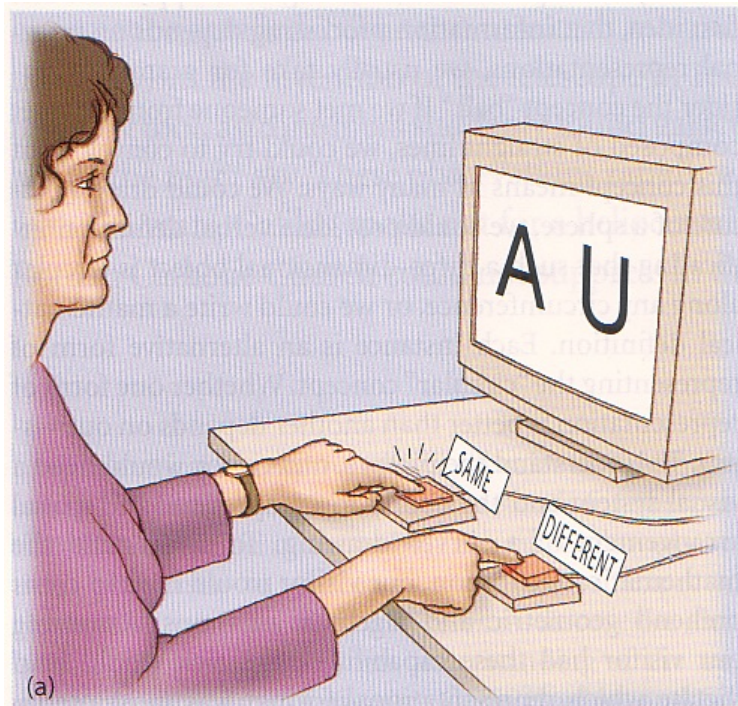
Aoccdrnig to a rscheearch at Cmabrigde Uinervtisy, it deosn't mttuer in waht oredr the ltteers in a wrod are, the olny iprmoatnt tihng is taht the frist and lsat ltteer be at the rghit pclae. The rset can be a total mses and you can sitll raed it wouthit porbelm. Tihs is bcuseae the huamn mnid deos not raed ervey lteter by istlef, but the wrod as a wlohe.

7H15 M3554G3  
53RV35 7O PR0V3  
H0W 0UR M1ND5 C4N  
D0 4M4Z1NG 7H1NG5!  
1MPR3551V3 7H1NG5!  
1N 7H3 B3G1NN1NG  
17 WA5 H4RD BU7  
NOW, ON 7H15 LIN3  
YOUR M1ND 1S  
R34D1NG 17  
4U70M471C4LLY  
W17H 0U7 3V3N  
7H1NK1NG 4B0U7 17,  
B3 PROUD! ONLY  
C3R741N P30PL3 C4N  
R3AD 7H15.  
PL3453 FORW4RD 1F  
U C4N R34D 7H15.

Hint

0, O  
1, I  
3, E  
4, A  
5, S  
7, T

# Cognitive psychology is all about how we manipulate **representations**

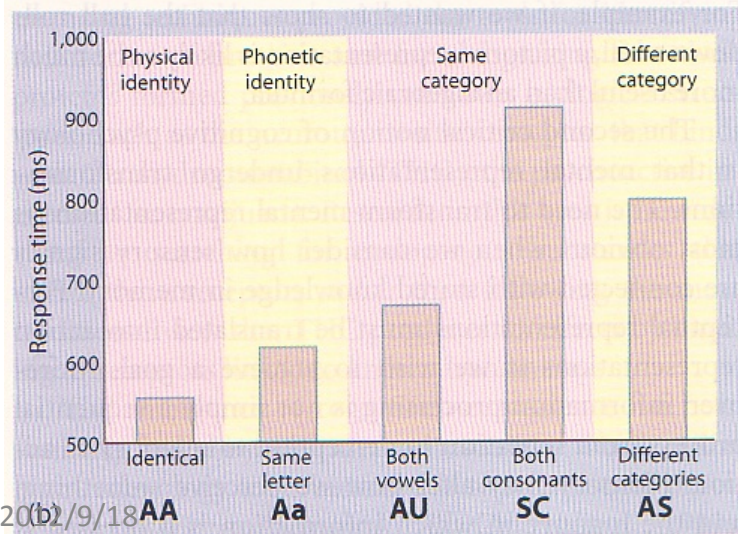


## Letter-matching task

- (a) In this version of the task, the subject responds “same” when both letters are either vowels or consonants, and “different” when they are from different categories.
- (b) The reaction time vary for different conditions.

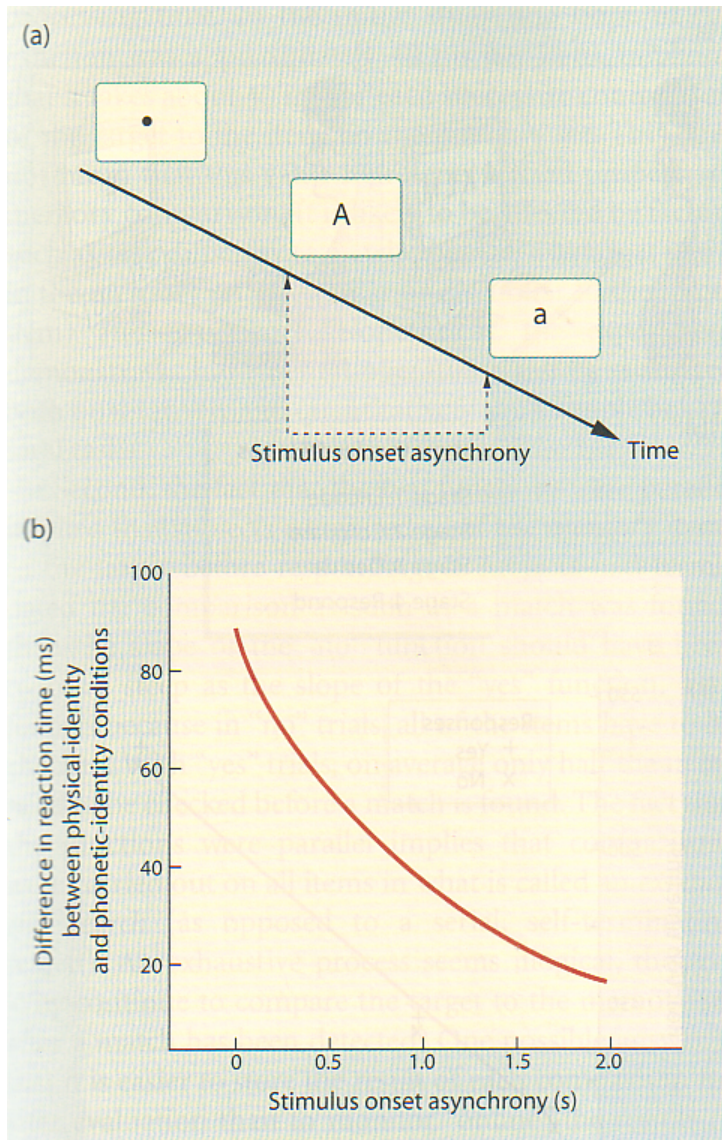
## Multiple representations of stimuli

1. Physical representation
2. Phonetic representation
3. Category representation





# The internal representation of the first letter is **transformed** during the interval

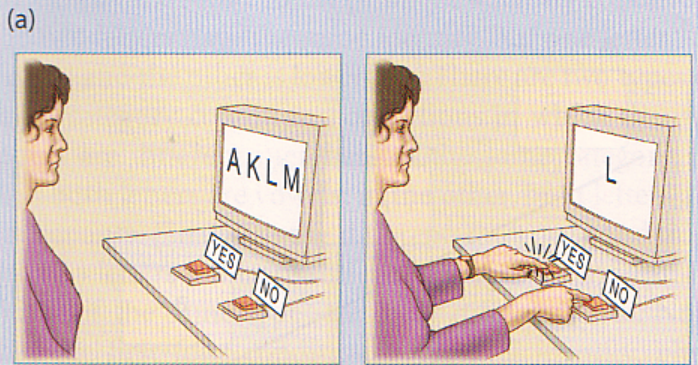


## Letter-matching task

- (a) An interval (stimulus onset asynchrony) separates the presentation of the two letters
- (b) As this interval is lengthened, the difference in the reaction time to the physical-identity and phonetic-identity conditions becomes smaller, **suggesting a transformation of the representation into a more abstract code.**

## Chronometric methodology

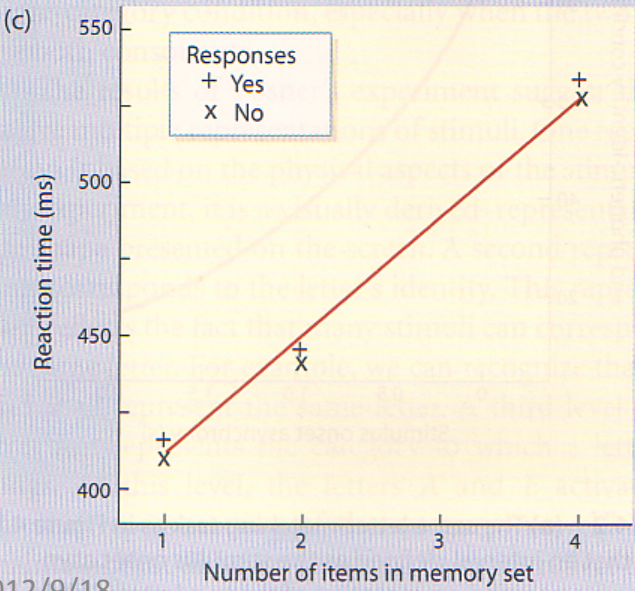
Reaction time is a independent variable.



(b)

**Hypothesized Stages**

Stage 1: Encode  
 Stage 2: Compare  
 Stage 3: Decide  
 Stage 4: Respond



**Memory comparison task** (the subject must engage in 4 primary mental operations)

1. **Encode**: The subject must identify the visible target.
2. **Compare**: The subject must compare the mental representation of the target with the representation of the items in memory.
3. **Decide**: The subject must decide whether the target matches one of the memorized items.
4. **Respond**: The subject must respond appropriately for the decision made in Step 3.

**The target letter must be compared with the memory set sequentially rather than in parallel.**

**Exhaustive search vs. self-terminating search**

# Word superiority effect

**Does the stimulus contain an A or an E?**

<u>Condition</u>	<u>Stimulus</u>	<u>Accuracy</u>
Word	<b>RACK</b>	90%
Nonsense string	<b>KARC</b>	80%
Xs	<b>XAXX</b>	80%

1. We do not need to identify all of the letters of a word before we recognize the word.
2. Letter and word levels of representation are activated in parallel.
3. Performance is facilitated because both representations can provide information as to whether the target letter is present.



# The Stroop task

The Stroop effect demonstrates the multiplicity of mental representations.

1. The color of each stimulus
2. The color concept associated with the words

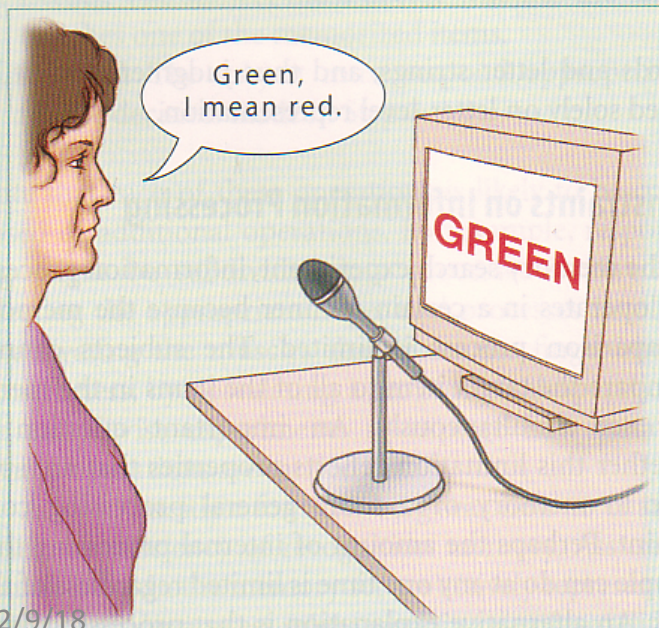
The interference from the words is markedly reduced if the response requires a key press rather than a vocal response.

**Dual tasks can be used to examine constraints on information processing.**

“Judge the word of an auditory stimulus” but not “Judge the pitch of an auditory tone” interferes with the Stroop task.

Practice can help!

<u>Color matches word</u>	<u>Color without word</u>	<u>Color doesn't match word</u>
RED	XXXXX	GREEN
GREEN	XXXXX	BLUE
RED	XXXXX	RED
BLUE	XXXXX	BLUE
BLUE	XXXXX	GREEN
GREEN	XXXXX	RED
BLUE	XXXXX	GREEN
RED	XXXXX	BLUE



# EEG and brain imaging



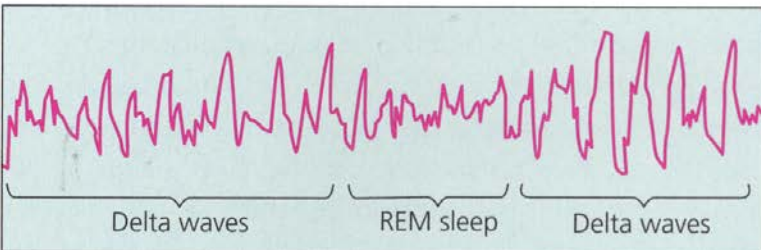
(a) Electrodes on scalp



(b) Awake but quiet (alpha waves)



(c) Awake during intense mental activity (beta waves)

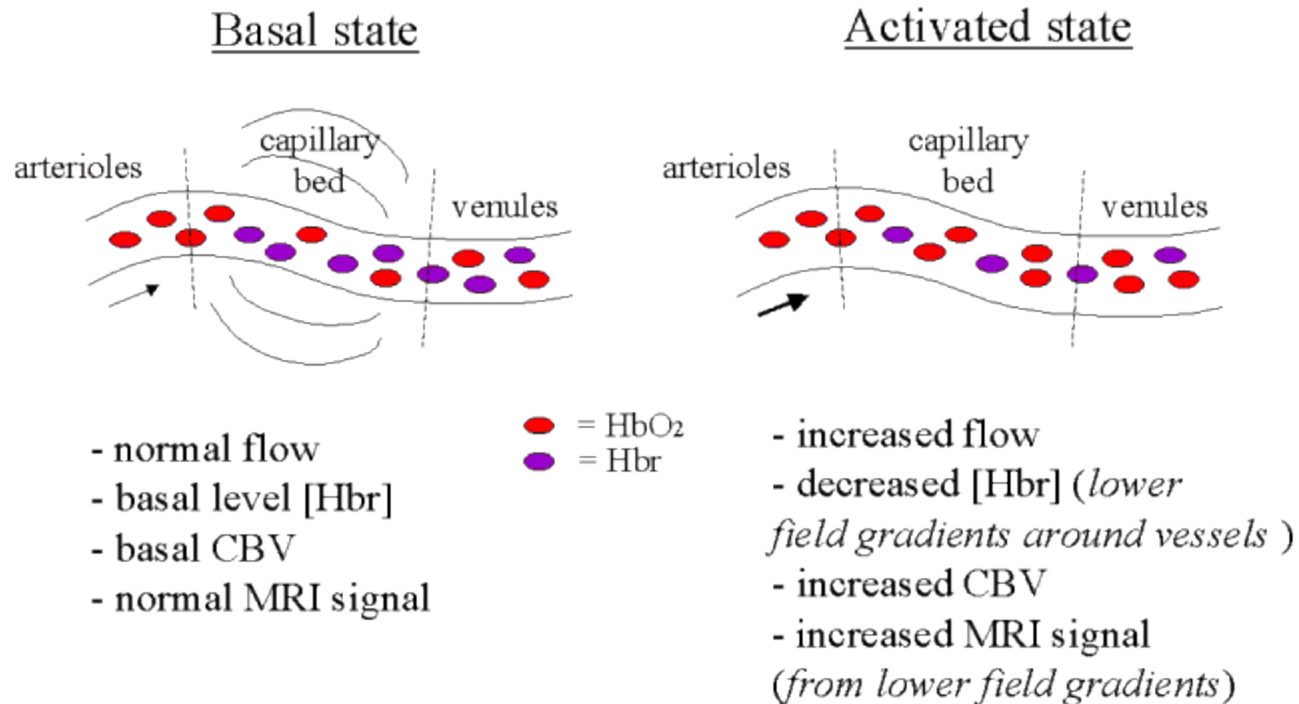


(d) Asleep

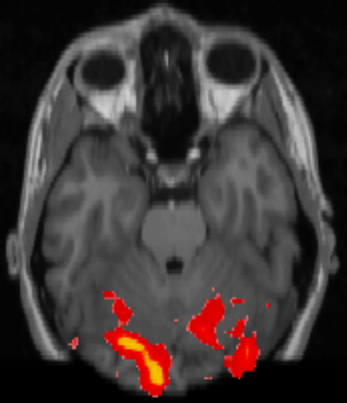
**FIGURE 48.22** Brain waves recorded by an electroencephalogram (EEG).

# blood oxygenation level dependent

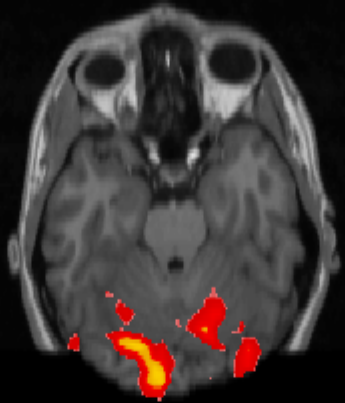
## fMRI BOLD: Rapid Overview



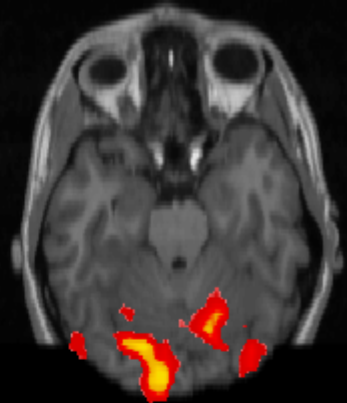
105



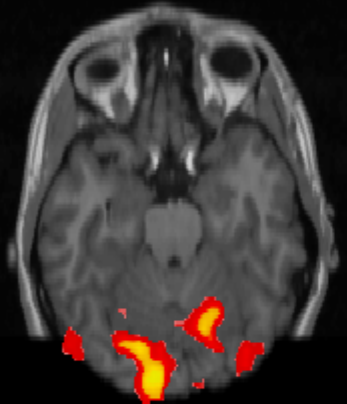
106



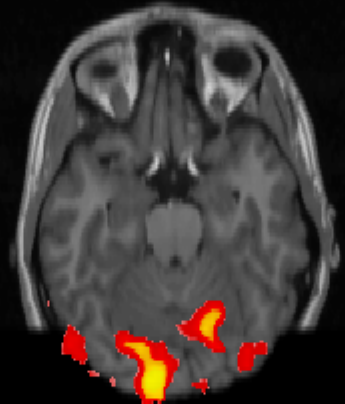
107



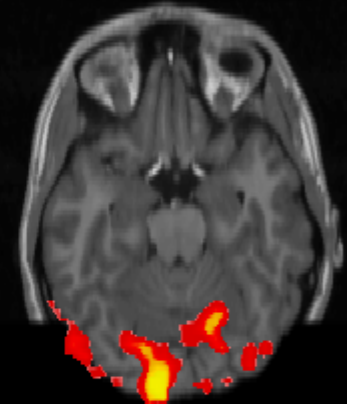
108



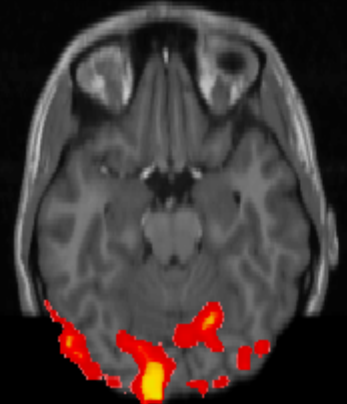
109



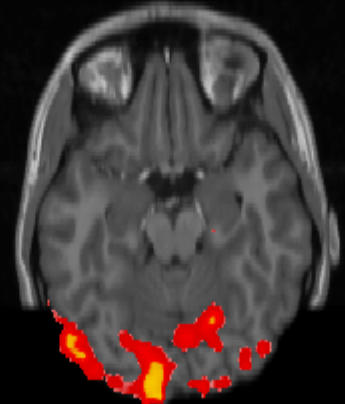
110



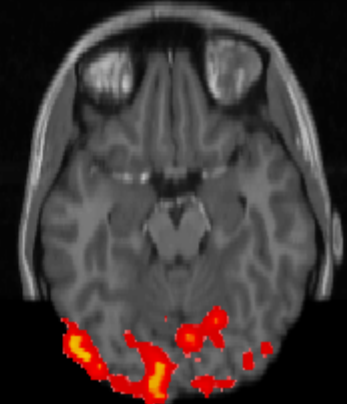
111



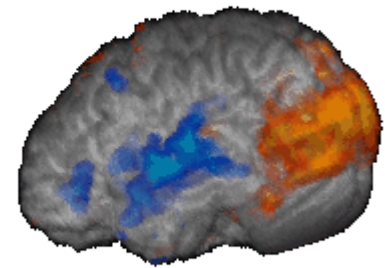
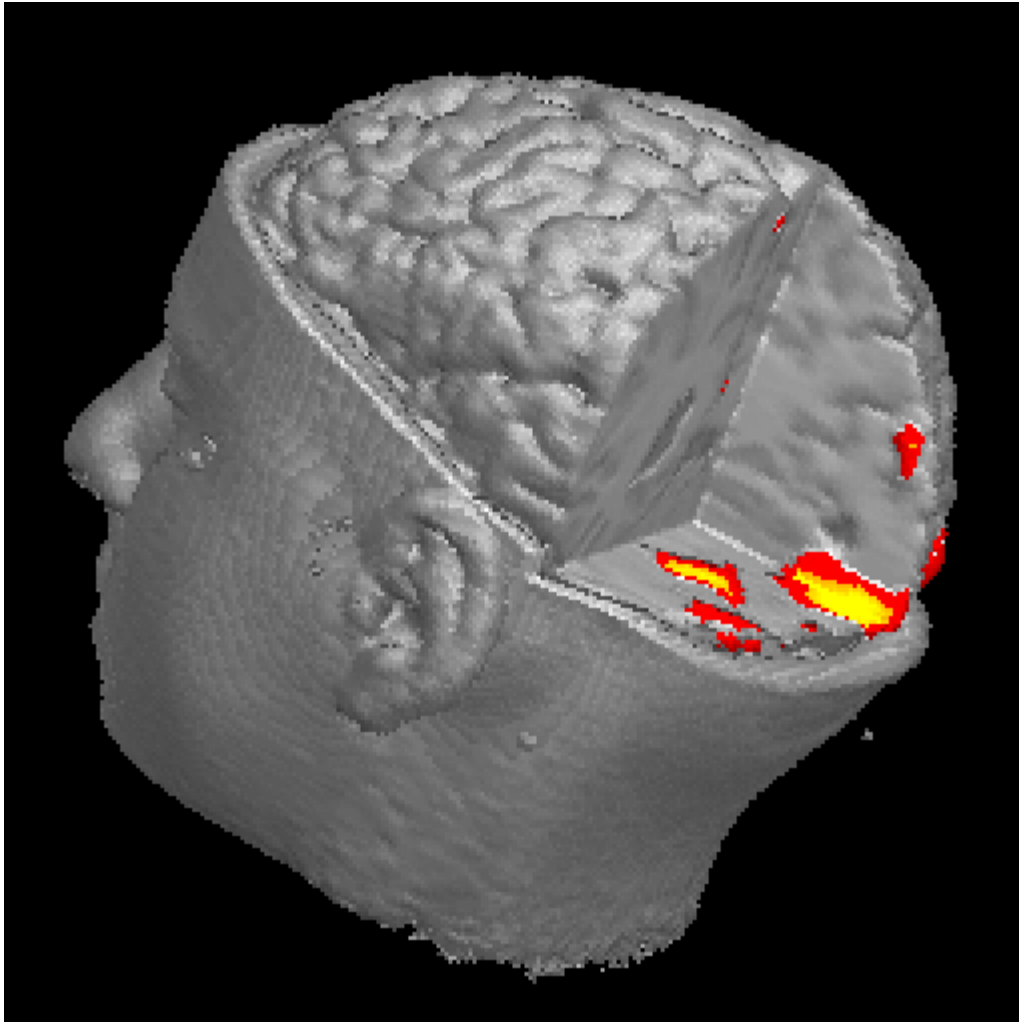
112



113







# 腦細胞&神經網絡

# Neuron is the basic unit of the neural system

Soma = 10  $\mu\text{m}$ , but axon length = 1 m (1,000,000  $\mu\text{m}$ ). Ratio = 1:100000

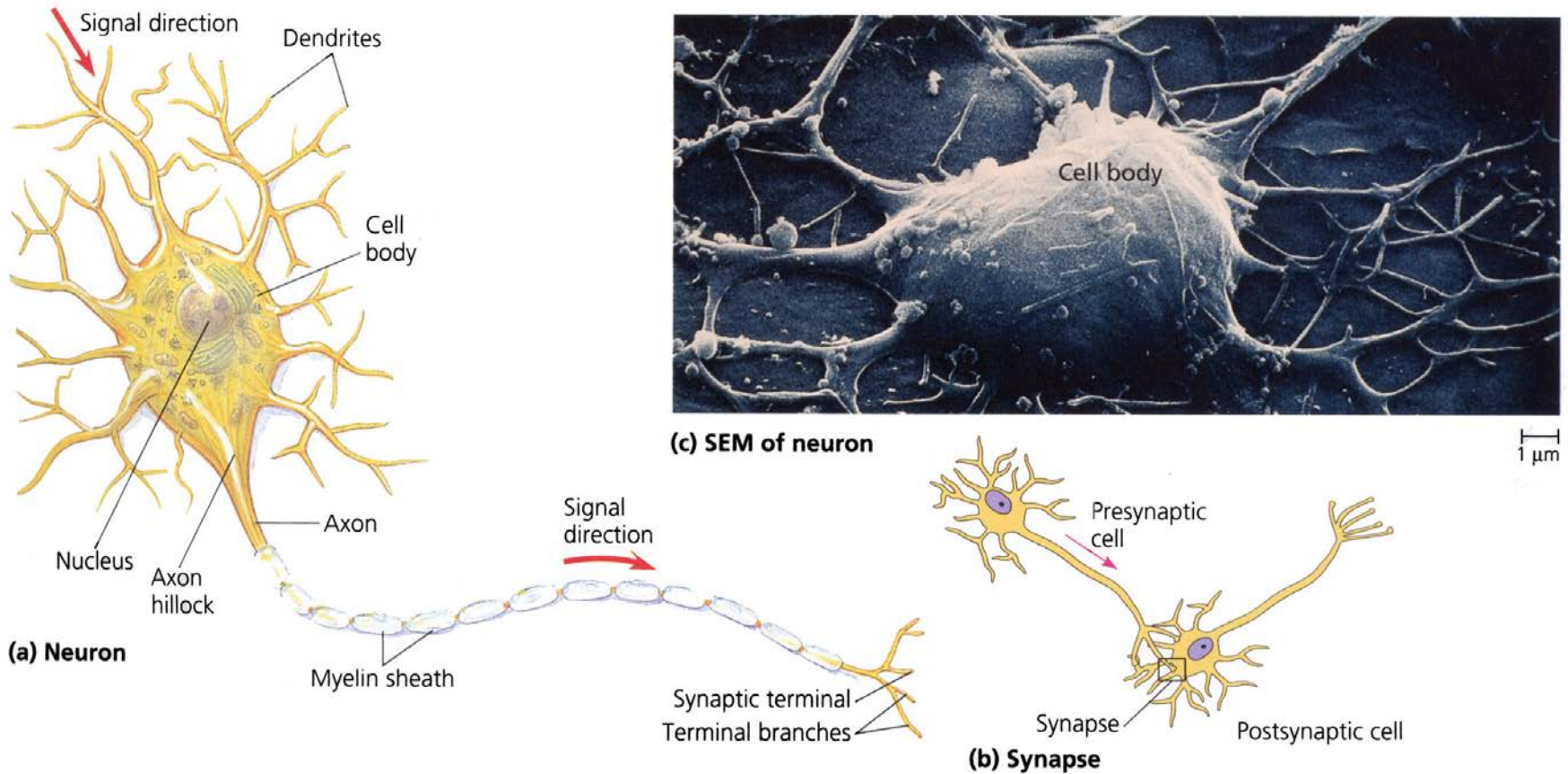
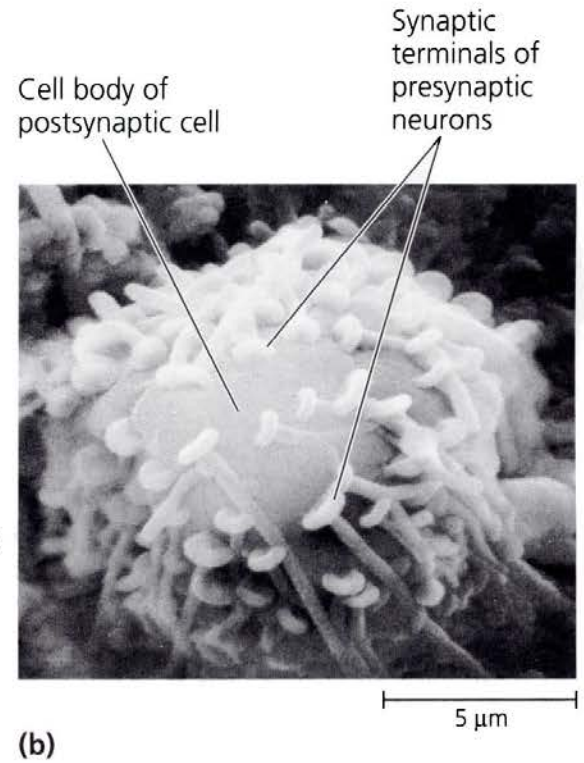
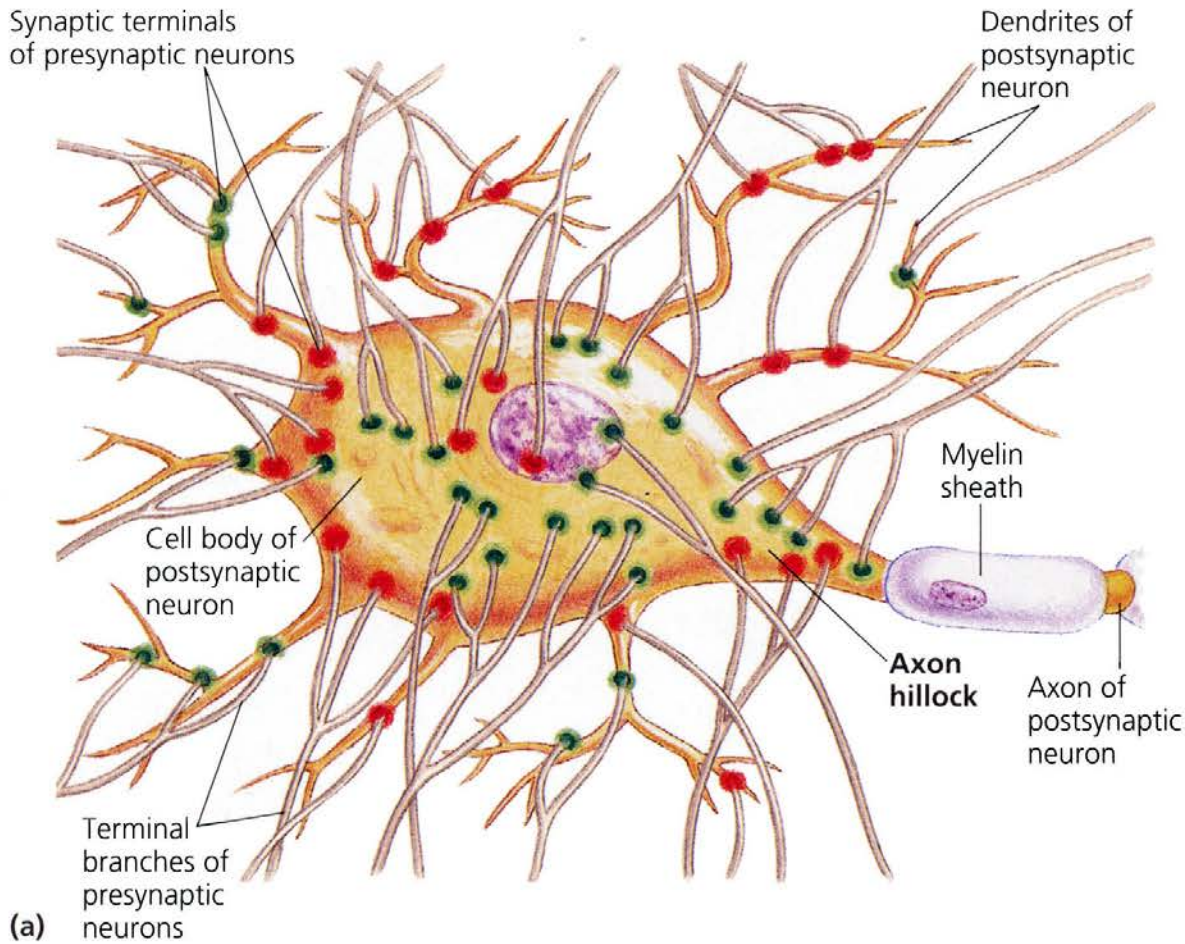


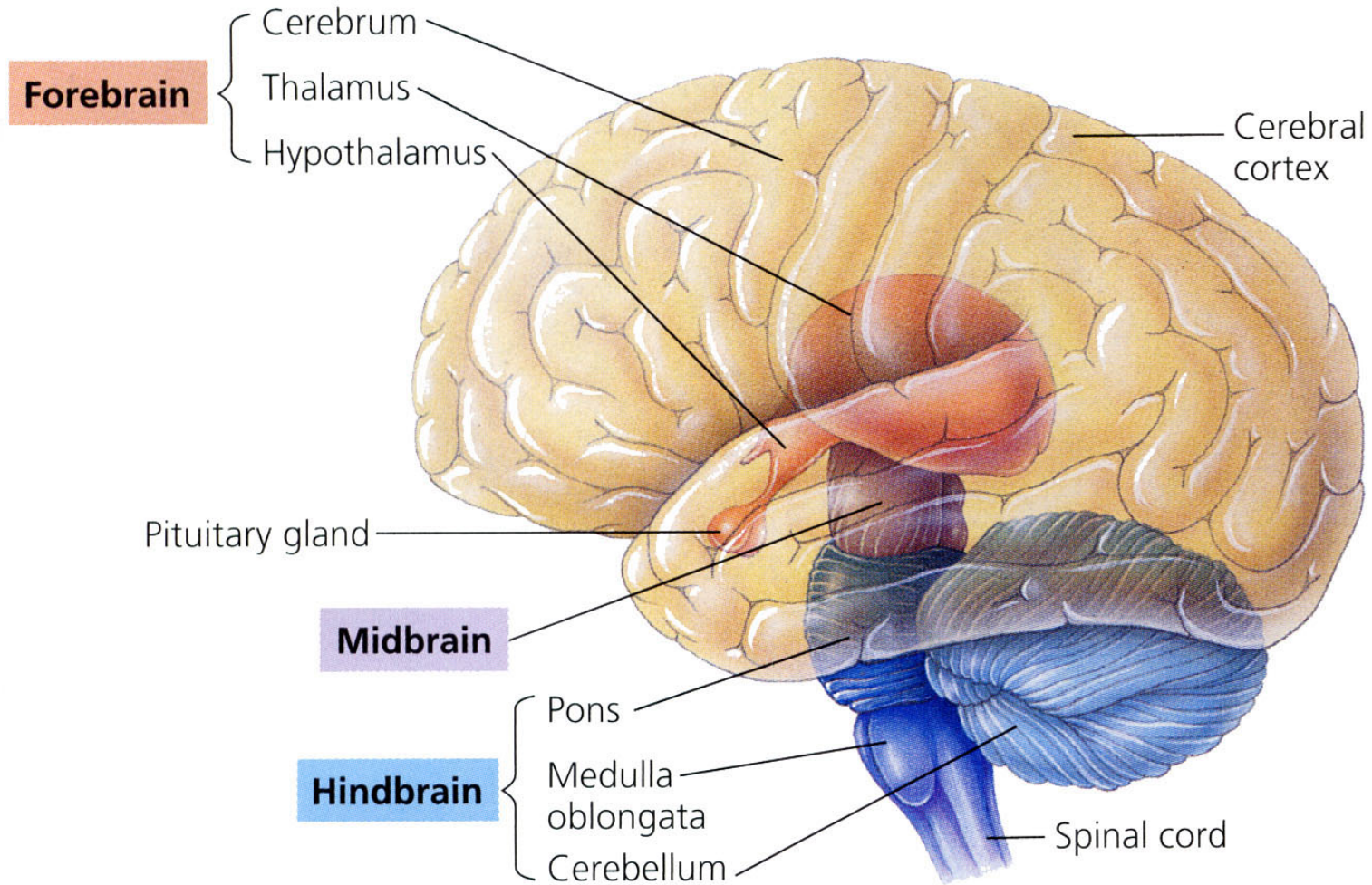
FIGURE 48.2 Structure of a vertebrate neuron.



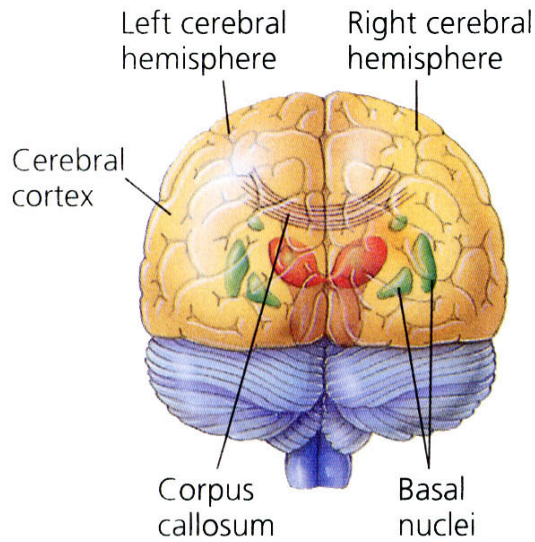
**FIGURE 48.13** Integration of multiple synaptic inputs.



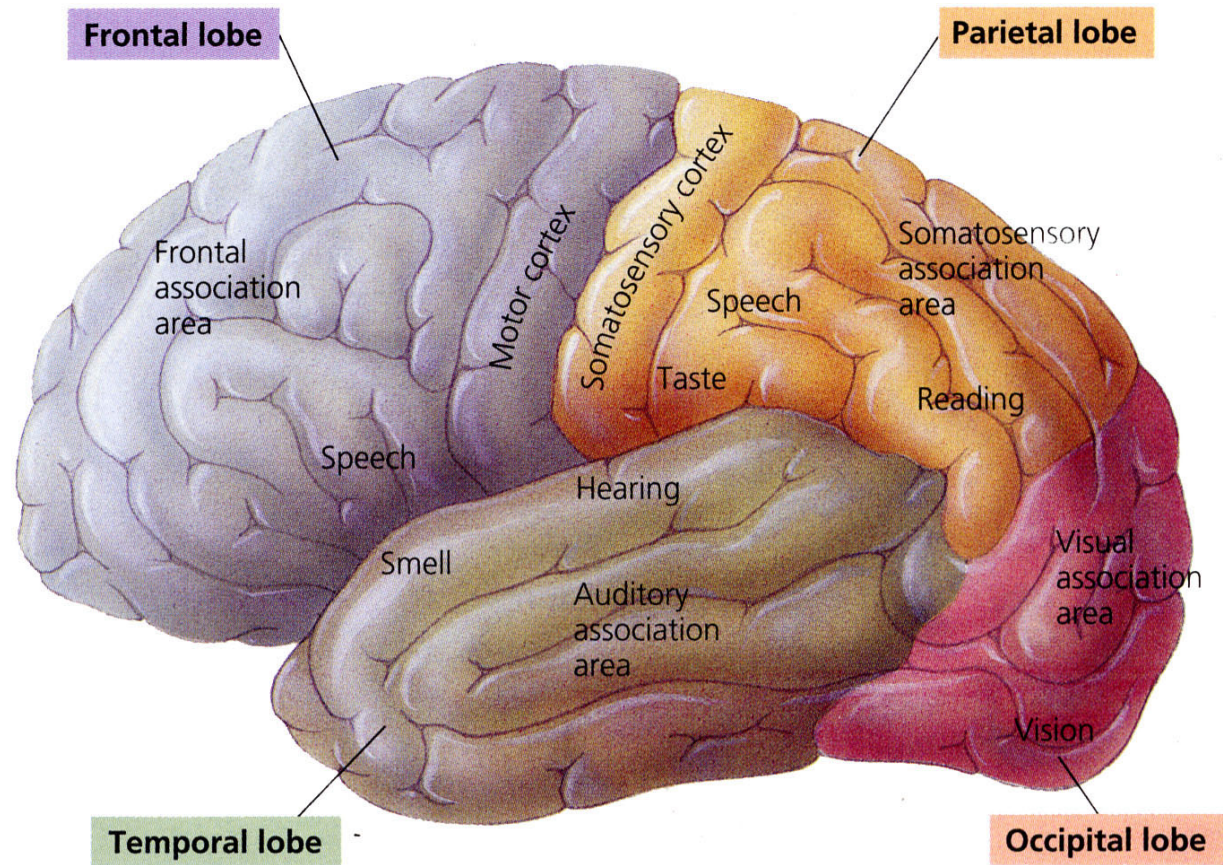
The human brain contains about **100 billion neurons**, organized into circuits more complex than the most powerful supercomputers



**FIGURE 48.20** The main parts of the human brain.



(a) Back of brain



(b) Left side of brain

**FIGURE 48.24** Structure and functional areas of the cerebrum.

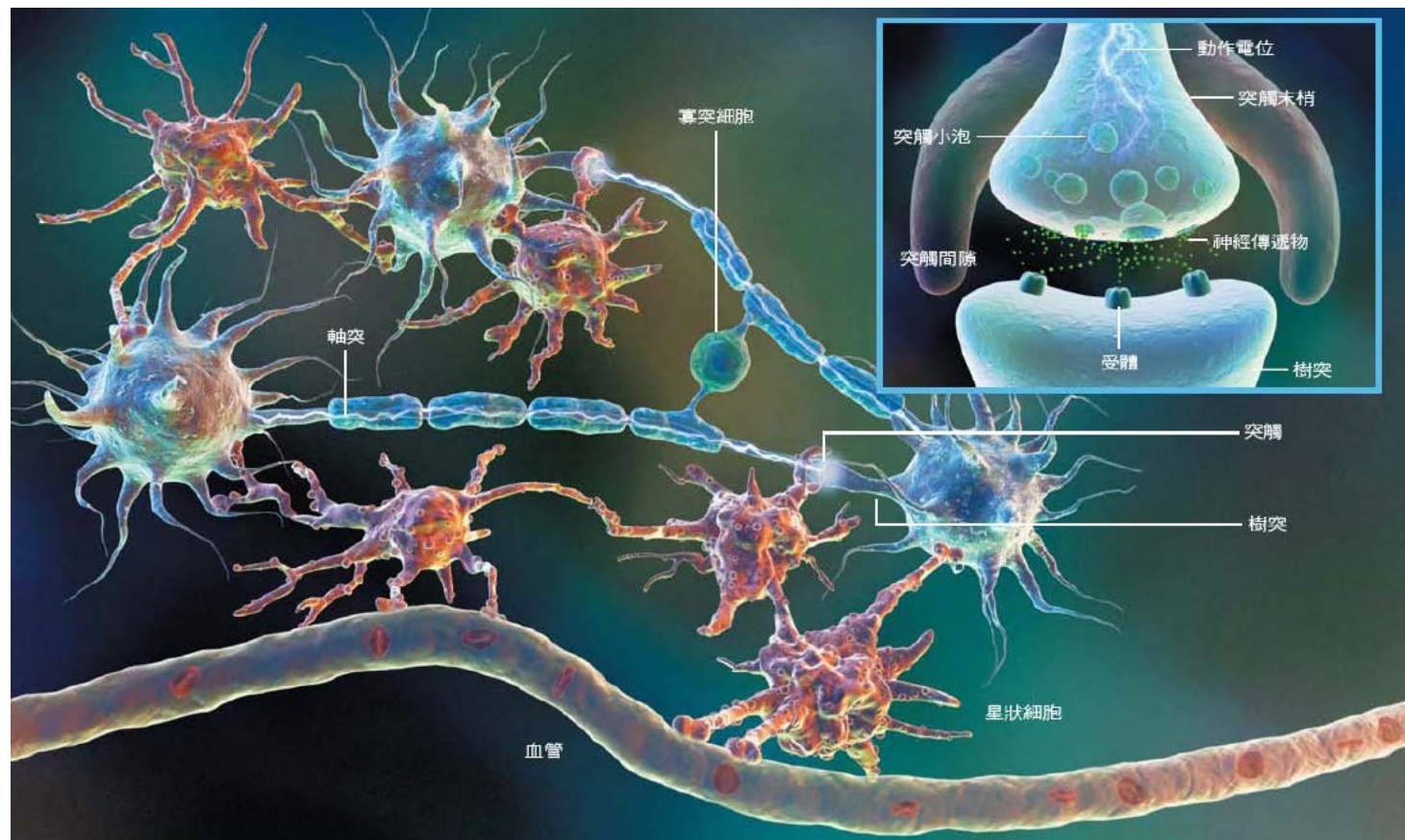




# 腦細胞

越來越多的證據顯示，  
被忽視半個世紀之久  
的神經膠細胞，  
對思考與學習的重要性  
可能不下於神經元。

撰文／菲爾茲 (R. Douglas Fields)  
翻譯／黃榮祺



# 大腦為何 這麼皺

新研究揭露了皮質皺摺是如何形成的，  
這項發現有助於自閉症、精神分裂症和其他精神疾病的診斷和治療。

撰文／希爾格泰戈 (Claus C. Hilgetag)、巴巴斯 (Helen Barbas)

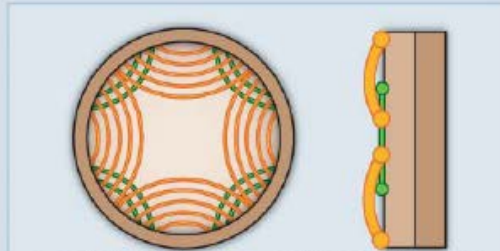
翻譯／涂可欣



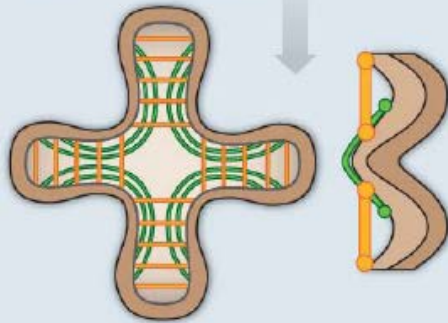


## 腦的摺疊

位於腦部最外層的大腦皮質是在胚胎時期開始產生皺摺的，研究顯示，連結不同腦區的神經元纖維會產生拉力，造成皮質摺疊，如同左下簡化的皮質示意圖。



在胚胎發育的前25週，大腦皮質維持平滑外表，這段期間內新生的神經元會伸出神經纖維（以彩色線條表示），與腦部其他區域的神經元建立連結，因而拉扯皮質。



當皮質繼續增生，連結各個區域神經元的無數纖維產生的拉力（橘線），開始將一些區域拉近，形成隆起的腦回；連結較微弱的區域（綠色）就會被拉開，形成凹陷的腦溝。

當嬰兒出生時，皮層的摺疊已接近完工。



六個月大的胚胎



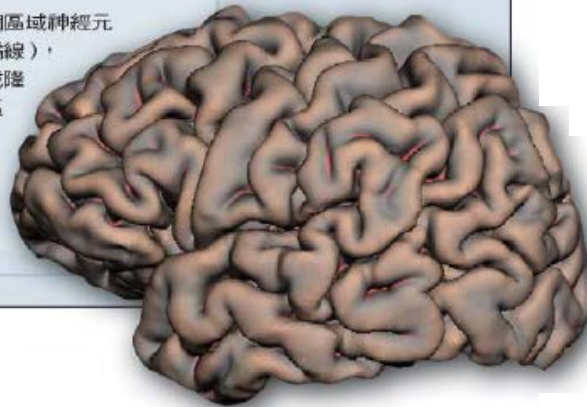
七個月大的胚胎



八個月大的胚胎



九個月大的胚胎



## 其他動物的腦外觀

人類和大型哺乳動物擁有複雜的皺摺大腦皮質，但其他的脊椎動物則皺摺較少或完全沒有皺摺。



海豚



袋鼠



鴨嘴獸



錦華鳥

（上圖未按比例表示）

## 顱相學復興？

19世紀盛行的顱相學，是從頭顱外觀來判讀一個人的個性和心智能力的學門。顱相學家相信頭顱上的隆起或凹陷源自腦的形狀，而腦部每個區域都負責了不同的心智能力，這個學門後來被斥為偽科學。後來神經科學家認為腦部的形狀（而非頭顱）與腦的心智功能和機能失常有關，然而他們還未發現正常人的腦和天才或罪犯的腦有什麼特定的差異模式。



形態和功能：自閉症和其他因胚胎發育異常導致精神疾病的患者，其大腦皮質皺摺和健康的人不同，皮質細胞層組成可能出現異常。

## 重點提要

- 大腦皮質就是腦部最外層有著彎曲皺摺的部份，與人類的感知、思想、情緒和行為等高層次心智有關。
- 複雜的皺摺讓表面積增大的皮質可以裝入內部表面積有限的頭顱裡。
- 最新發現顯示，皮質上的隆起和溝壑是因皮質內神經纖維的拉力所造成的。
- 健康人和罹患源自胚胎發育時期的腦疾病（例如自閉症）患者的大腦皮質外觀不同，這些形狀差異顯示患者各個腦區間的聯繫也和正常者有別。



# 大腦白質有價值

長久以來，科學家都認為大腦白質只是被動的基礎構造，但最近的研究指出，白質與學習或精神疾病有密切關係。

撰文／菲爾茲 (R. Douglas Fields)

翻譯／黃榮棋

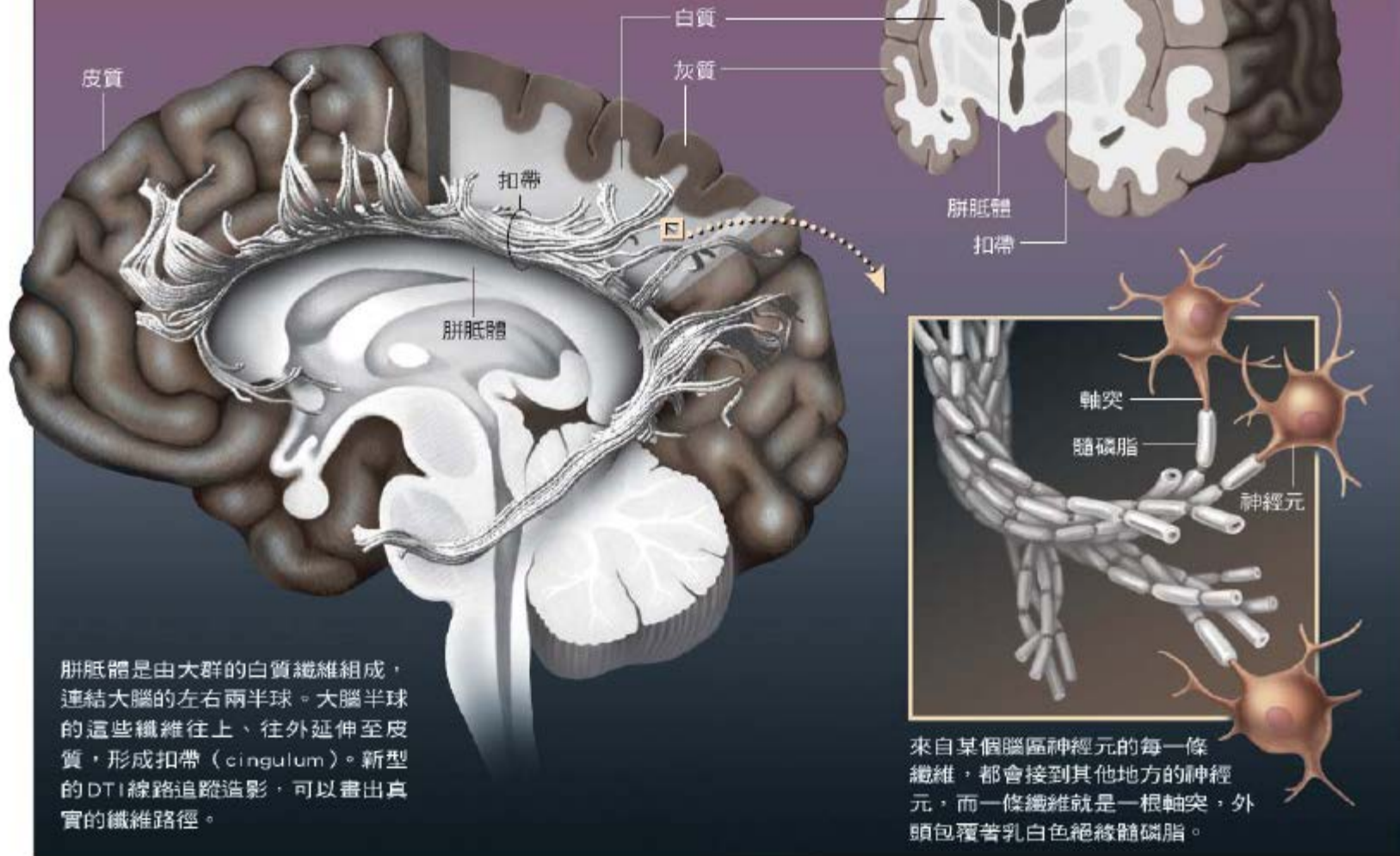
## 重點提要

- 長期以來公認只扮演被動角色的大腦白質，卻直接影響了腦的學習與功能障礙。
- 雖然神經元組成的灰質執行了大腦的思考與計算，但由包覆著髓鞘的神經軸突所組成的白質，卻控制著神經元共享的訊號，協調腦區之間的正常運作。
- 一種稱為擴散張量造影的磁共振新技術，首次顯現了白質的運作，並指出不為人知的功能。
- 我們出生時，白質並未完全成形，一直到20歲左右，才在不同腦區逐漸發育完全。白質生長的時機與成熟程度，會影響到學習、自我控制（年少時期因缺乏自制而輕狂），以及精神疾病，像是精神分裂、自閉與病態性說謊。

這個藝術作品表現了從上往下看看到的大腦皮質（銅線）與白質核心。

# 白質是什麼東西？

白質幾乎填滿了半個大腦，由無數神經纖維（白色）所組成，連結了不同腦區的個別神經元（灰質），就像連結有線電話的中繼線一樣。



胼胝體是由大群的白質纖維組成，連結大腦的左右兩半球。大腦半球的這些纖維往上、往外延伸至皮質，形成扣帶（cingulum）。新型的DTI線路追蹤造影，可以畫出真實的纖維路徑。

來自某個腦區神經元的每一條纖維，都會接到其他地方的神經元，而一條纖維就是一根軸突，外頭包覆著乳白色絕緣髓磷脂。



髓鞘要到25歲左右才完全成熟，這是青少年缺乏成年人決策能力的原因之一。

## 已知的疾病

中樞神經系統髓磷脂的異常或闕如會造成幾種致命的疾病，其中包括：

### 多發性硬化症

(中樞神經系統退化)

### 腦性麻痺

(肌肉控制嚴重受損)

### 亞歷山大症

(中樞神經系統受損)

## 白質異常 可能影響的疾病

不正常的髓鞘形成可能與幾種精神疾有關，包括：

### 精神分裂症

(妄想、幻覺)

### 自閉症

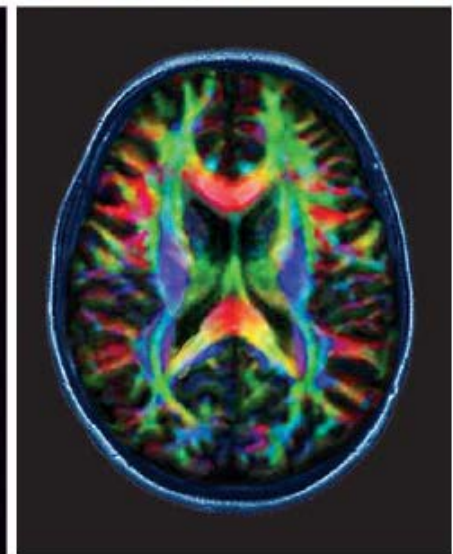
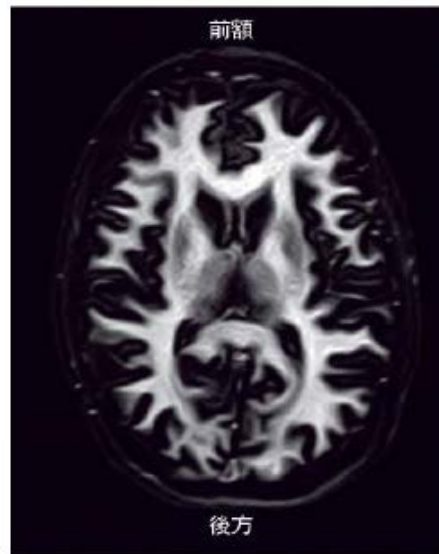
(溝通障礙與情緒疏離)

### 躁鬱症

(週期交替躁狂症狀與憂鬱症狀)

### 閱讀障礙

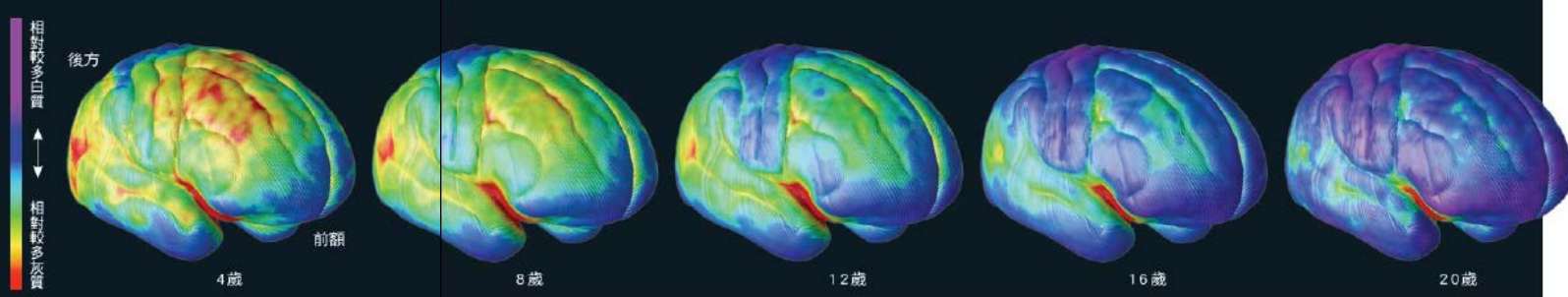
(拼字、閱讀或更一般性的語言障礙)



傳統的磁共振造影機器(上)可以約略描繪出白質(下左,白色區域),但有一種稱為擴散張量造影的磁共振造影新方法,可以繪出詳細的構造(下右);紅色與黃色代表白質密度較高。

## 腦子會成熟

出生時只有少數軸突有髓鞘包圍，隨著時間演進，從大腦皮質的後方到前方會有更多軸突包覆髓鞘。美國加州大學洛杉磯分校湯普森提供的圖片，描繪出神經元的修剪以及髓鞘的相對增加。基本功能區域例如視覺區（後方）在四歲前就已完成，之後是語言區，最後才是自我控制（前額）。



大腦發育有一定的時間順序，某時間的白質發育延遲或有缺陷，可能是精神病的病因之一，亦說明為何某些精神疾病到特定年紀才開始顯現。



比起沒學過音樂的人，職業鋼琴家某些腦區的白質較為發達，可見白質會影響學習。而11歲前開始固定學彈鋼琴的人，白質要比青春期或更晚才開始學彈鋼琴的人更多，表示在關鍵期開始學習，才能獲得超高的技藝。

# 鬆開腦中的結

在現代造影技術的協助之下，  
神經科學證實了一些心理症狀  
是神經線路連結的異常所造成的。  
這促使精神科醫生重新思考精神疾病的成因。

撰文／英塞爾（Thomas R. Insel）  
翻譯／涂可欣

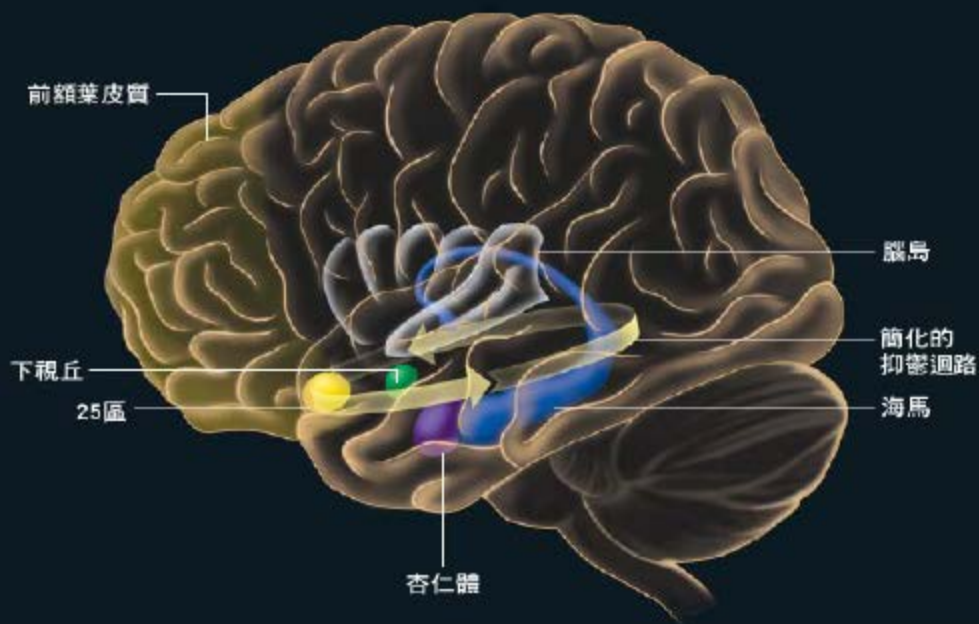




## 情緒的主宰



抑鬱症的症狀包括情緒低落、無精打采、反應慢和記憶力變差，彷彿大腦的正常活動受到抑制。然而患者的焦慮和睡眠失調卻又顯示某些腦區過度興奮。造影研究顯示抑鬱症患者腦部活動的不平衡，源自稱為25區的微小構造，它是抑鬱線路的中樞。與25區有直接聯繫的構造包括了掌管恐懼和焦慮的杏仁體，以及調節壓力反應的下視丘，這兩個結構又會與海馬及腦島交換信號，海馬是大腦的記憶處理中心，腦島負責感覺認知和情緒處理。科學家懷疑，那些帶有特定基因型會抑制血清張力素傳訊，導致25區（左下插圖紅色區域）較小的人，罹患抑鬱症的風險較高。



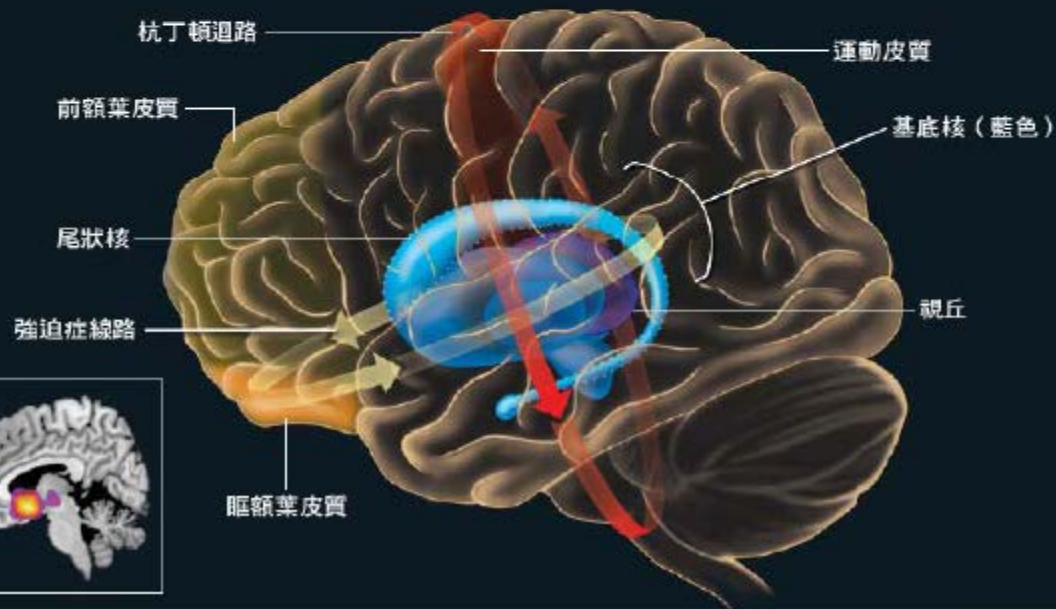


## 強迫症線路

### 揮之不去的騷動



強迫症患者形容他們侵擾的念頭和反覆做某件事的強烈衝動，就像是不受控制的抽動症，而這兩種病症也確實相關，例如杭丁頓氏症患者非意識性的舞動，就是源自基底核，這個構造與基本肢體動作的啟動和協調有關。而基底核內的尾狀核則位於強迫症迴路系統上，線路上的其他構造還包括了與決策和道德判斷息息相關的眶額葉皮質，以及傳遞和整合感覺資訊的視丘。造影顯示，強迫症患者的額葉皮質及基底核過度活躍（下插圖左），而正常受試者這些區域的活躍程度則較一致（下插圖右）。

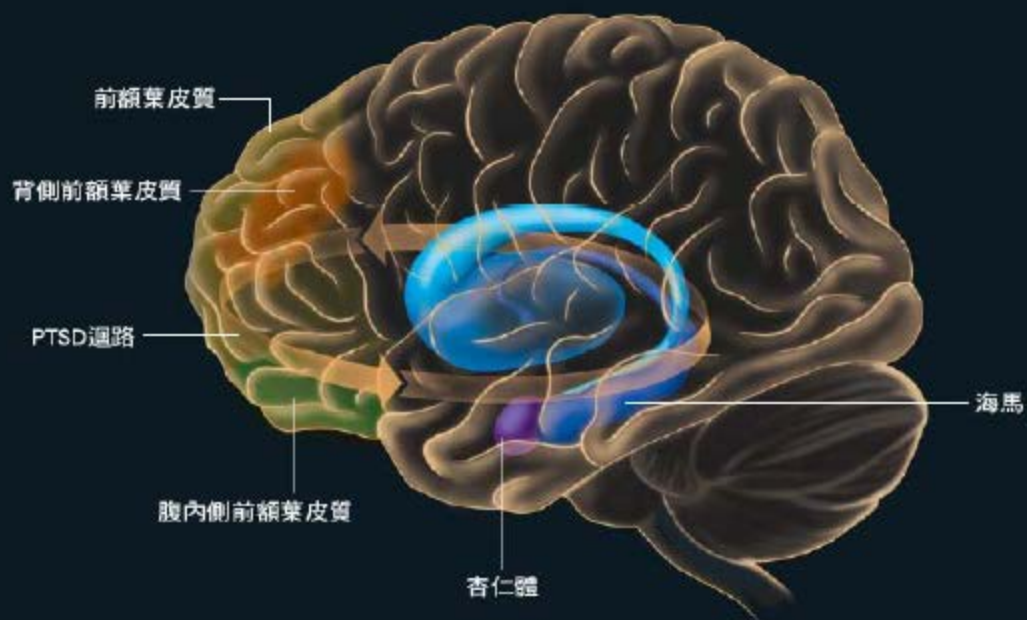


## PTSD線路

# 緊抓恐懼



對創傷後壓力失調（PTSD）患者來說，即使在創傷事件發生很久後，那些喚起創傷經驗的信號仍會誘發他們的恐懼反應。科學家相信當腹內側前額葉皮質（vmPFC）功能異常時，會增加罹患PTSD的風險。vmPFC會調節驅動恐懼和焦慮情緒的杏仁體。正常的創傷復原過程稱為消退，是透過學習，以中立反應取代恐懼反應，需要海馬和背側前額葉皮質的參與。一般相信，vmPFC是聯繫背側前額葉皮質和杏仁體的重要轉接點，讓消退學習能夠撫平杏仁體。



## 診斷與治療

### 聯繫的橋樑

由於對疾病成因認知不同，醫生在治療抑鬱症等精神疾病時，有別於治療心臟病等一般疾病。若能了解精神疾病的起源和神經迴路失常有關，就能透過腦造影和檢驗血液中的「標記基因」和蛋白質，提早做出診斷，並針對成因設計快速直接的治療方法。



### 抑鬱症治療的過去、現在和未來

	1960年	2010年	2020年的目標
風險預測	無	弱（家族史、創傷經歷）	強（基因、蛋白質、造影）
診斷方式	訪談	訪談	造影、生物標記、訪談
治療方法	進入精神病院、電療法、胰島素昏迷療法	抗抑鬱藥物、認知行為療法	■ 預防：認知行為療法或疫苗 ■ 針對個人需求的治療選擇： 改進藥物、認知行為療法、腦刺激療法
結果	復發風險高、死亡率高	治療12週後對50%患者有效、復發風險高、死亡率高	24小時可見療效、復發風險低、死亡率低





# 挽救 新生腦細胞

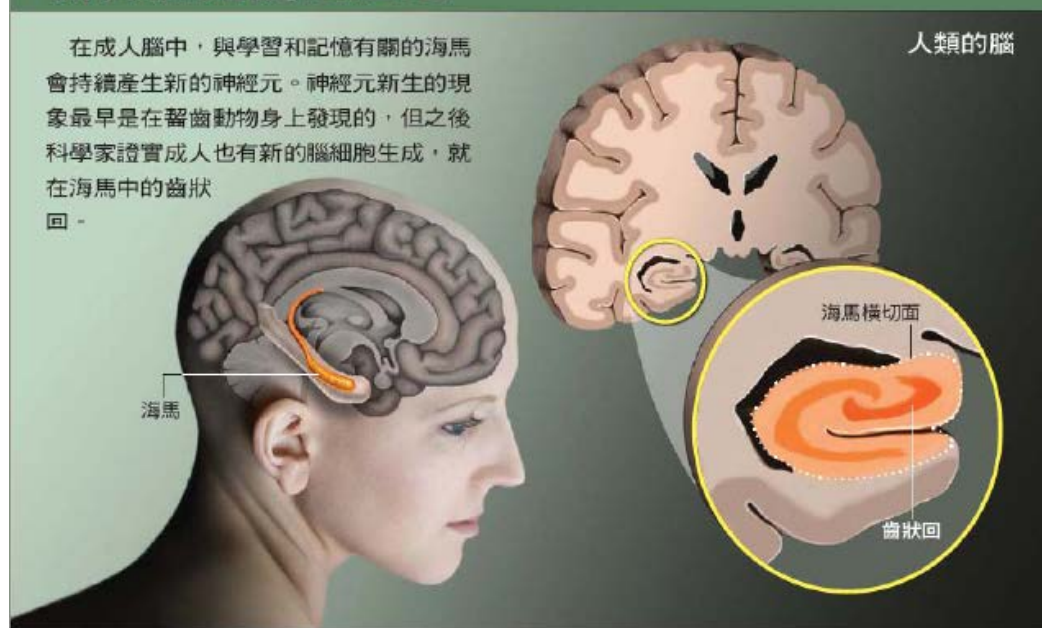
成人大腦內每天都有新的神經元生成，最新研究顯示，它們能夠幫助學習複雜的工作，而且接受的挑戰越多，就越繁茂茁壯。

撰文／雪爾斯 (Tracey J. Shors)

翻譯／涂可欣

## 新神經元誕生之地

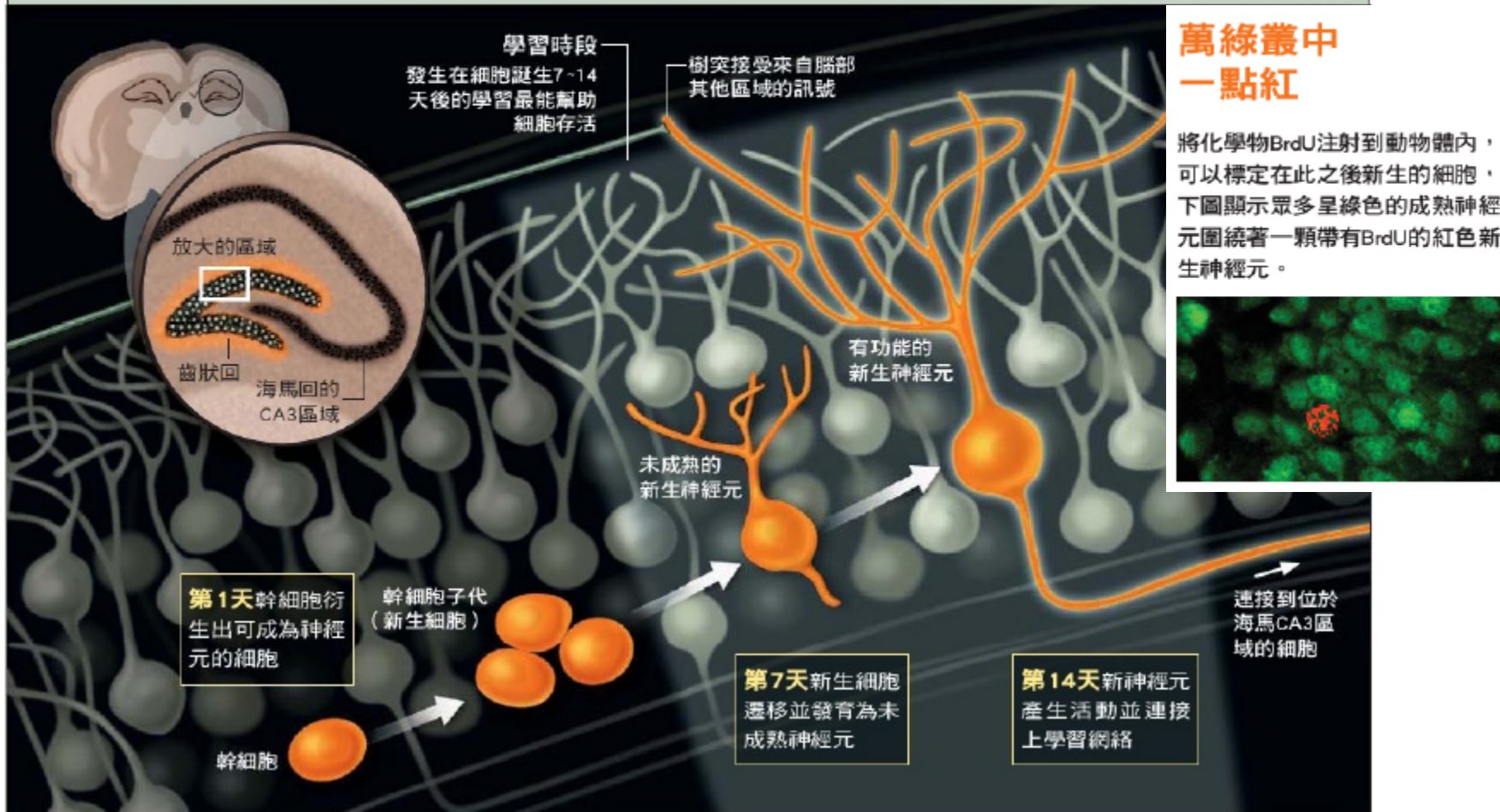
在成人腦中，與學習和記憶有關的海馬會持續產生新的神經元。神經元新生的現象最早是在齧齒動物身上發現的，但之後科學家證實成人也有新的腦細胞生成，就在海馬中的齒狀回。



# 學習活動如何挽救新神經元

新生海馬細胞誕生的第一個星期，會從齒狀回邊緣遷移到更深的區域，在那裡發育成熟後加入神經元網絡。當細胞1-2星期大時，學習活動可有助於它們的存活，或許是

透過刺激既有神經元，再由這些細胞釋出可滋養年輕細胞成熟的訊號。若在細胞逐漸成熟期間缺乏學習的刺激，大多數新生海馬細胞都會死亡。



我們可以利用  
學習活動與  
神經新生關連  
的研究，  
來預防或治療  
導致智力衰退的  
疾病嗎？



越困難的智力活動，能保留越多新神經元，這項從啮齒動物得到的發現也適用於人類。

# 好書分享



# 《大腦當家：靈活用腦12守則，學習工作更上層樓》(Brain Rules)

作者：John Medina

譯者：洪蘭

出版社：遠流

出版日期：2009年01月09日

大腦守則1：運動增強腦力

大腦守則2：大腦也是演化的產物

大腦守則3：每一個大腦的配線都不相同

大腦守則4：人們不會去注意無聊的東西

大腦守則5：重複才記得

大腦守則6：記得去重複

大腦守則7：睡得好，記得清楚

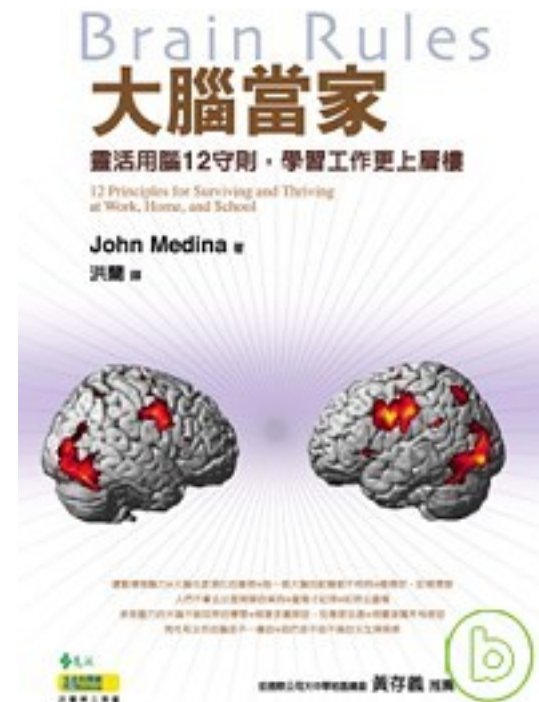
大腦守則8：承受壓力的大腦不能如常的學習

大腦守則9：刺激多重感官，反應更迅速

大腦守則10：視覺凌駕所有感官

大腦守則11：男性和女性的腦是不一樣的

大腦守則12：我們是不屈不撓的天生探索者





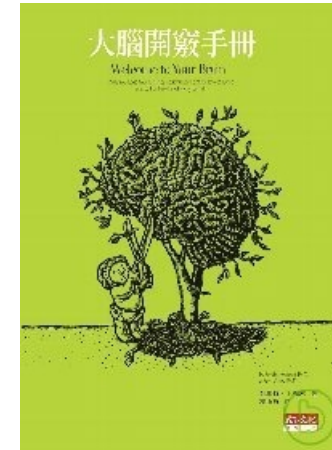
# 大腦開竅手冊 Welcome to Your Brain : Why You Lose Your Car Keys but Never Forget How to Drive and Other Puzzles of Everyday Life

作者：Sandra Aamodt、Sam Wang

譯者：楊玉齡

出版社：天下文化

出版日期：2008年03月25日



關於腦的盲點、迷思、誤解，實在多得數不清：

- ★我們只用了10%的腦力，還有90%的腦力未開發？.....簡直胡扯！
- ★撞到頭會失憶，再撞一次頭，又能恢復記憶？.....完全瞎掰！
- ★放古典樂給肚子裡的寶寶、剛出生的小嬰兒聽，可以增進他們的智力.....毫無根據！
- ★年紀大的人腦筋不好，是因為腦細胞死掉？.....沒這回事！
- ★腦袋愈大愈聰明？腦褶愈多愈聰明？左撇子比較聰明？.....全都是一派胡言！