



都是「腦痛」在搗蛋？——從功能性神經造影研究談疼痛的人腦神經機制

◎ 林嘉澍

特別介紹

（現在是編輯特權佔用版面的時間，咳咳…）

其實，之前我並不認識嘉澍。

呂名峰校友主編的新北市牙醫在今年3月刊載了一篇“牛津寄旅（一）”，介紹牛津大學附近的旅遊風光，兼述大學城的人文小史，看得出不是一般遊客的走馬看花。文末作者簡介方知是在牛津唸書的陽明學弟，攻讀的還是腦神經科學！因為編輯畢業較早故完全不認識學弟，心想八成是個“怪咖”吧~不過仍

是請名峰若有機會介紹給我認識；名峰說同為留歐的陳正毅校友（校友會學術主委）較有聯絡。沒想到一跟正毅提起，他說學弟才拿到博士剛回來，於是打鐵趁熱，就要了e-mail聯絡上嘉澍。

等到跟嘉澍見了面，才知道我真是大錯特錯！學弟非常好相處，也很健談；我們東拉西扯地聊天南地北，也同時發現學弟不僅專業、博學，而且已經有著作了！那是一本牙醫師可用來瞭解病患行為與情緒認知的參考手冊，書名就叫“臨床牙醫師必備”（合記出版社）。此書有李士元院長及許明倫主任作序，內容並不硬，也有許多臨床模擬場景；書中有時並不會給你標準答案，而是提示你思考或臨場反應的方向。有經驗的牙醫師可與自己心得印證，新手牙醫師更可用來瞭解病人的情緒反應及預期可能的狀況，是很好的參考。校友們若有機會不妨買來瞧瞧，會對“疼痛”有更深入的瞭解。

有關嘉澍，文後的簡介是他自個兒寫的，由此便可看出他的豁達與開朗；至於其它豐富的“內容”，不管是專業或人文，以後我們一定有機會欣賞到。在此，編輯請他先丟些淺一點的給我，以免我的腦袋打結、冒煙，到時就頭痛了…啊，不！是腦痛！



●左邊即為林嘉澍校友-右為編輯



俗話說「牙痛不是病，痛起來卻要人命」，試問牙痛既然不是病，又何以恐怖到「要人命」的地步—這正說明了「疼痛」本身對人們的威脅性，就像疾病一般地恐怖！

現代醫學儘管使我們能治療許多致命的疾病，但我們對於疼痛的了解卻出乎意外地少。本文根據近年人腦功能性神經造影（functional neuroimaging）研究證據，說明當前科學家如何探索疼痛的神經機制，以及疼痛與焦慮恐懼之間的關聯性—讓我們看看在對抗「疼痛」這位難纏敵人的戰線上，人類取得了哪些進展。

1. 「疼痛小史」

什麼叫作「痛」？想想小時候自己因為頑皮被媽媽掐著耳朵，忍不住大叫一聲「哎唷」的經驗！我們可以說疼痛就是一種感官經驗（被掐一把），而且讓人感到驚嚇與不舒服（哎唷一聲）—在古羅馬時代，人們對於疼痛的定義就是這麼簡單！拉丁語中疼痛可藉由兩個語彙來表達，分別是身體上的傷痛（morsus）以及情緒上的悲痛（dolor）（圖1A）。當疼痛與傷害和疾病有關時，會使人感到焦慮或恐懼；當疼痛是慢性且難以治癒的，則往往使人感到沮喪或憂鬱。這點或許牙醫師再熟悉不過了：看看門診裡許多牙痛又伴隨著焦躁與愁煩的病患，「痛」對他們而言不只強烈程度大小或持續時間長短的問題，更是一種受到威脅、不安與恐懼的情緒。因此痛覺有別於視覺聽覺，除了客觀傷痛事實（例如傷口大小或感染程度）以外，它還牽涉了強烈的情緒與認知因素。

到了中世紀，西方世界的宗教氛圍使民眾轉而認為疼痛只是一種情緒，是可以與客觀事實脫

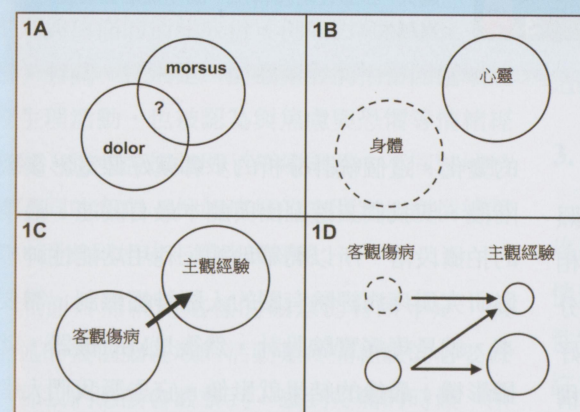
節的主觀經驗¹。疼痛這種經驗被認為是mind over matter，只不過是一種腦海中的幻象，可藉由信仰與意念的作用加以控制（圖1B）。在那個年代裡由於人們對於疼痛的生理與病理因素知之甚少，往往欲改善疼痛經驗時，也只能從改變這些認知與情緒因素著手（只要不把「痛」想成是痛，就不會痛了）。然而隨著19世紀末葉生物學與實驗心理學的進展，人們看待疼痛這件事的概念發生了重要的反轉。由於學者對各種感官覺的神經生理現象（例如聽覺與視覺）有更深入的了解，人們傾向相信疼痛不過就是一物理能量傳導過程，正如視覺源自眼睛接受光子與聽覺源自耳膜接受音波一樣，疼痛也就是表皮接受能量刺激的結果，好似雷達（周邊的傷痛受器）接受訊號（刺激）後原封不動地反映在銀幕上（主觀疼痛經驗）（圖1C）。於是主觀疼痛經驗與客觀傷痛事實兩者間又重新串連起來，傷痛刺激的強度被認為與主觀的疼痛強度是成比例的。假使病患對輕微的刺激產生巨大的情緒反應，醫師很可能認為那是不可信的，病患不過是在「假痛」而已。

然而這種簡單的機械性疼痛觀點很快地受到了挑戰。在20世紀40年代，美國醫師Henry Beecher發現許多二戰中「受到嚴重創傷卻不覺得痛」的案例，例如戰場上士兵被砲彈劃開一大片表皮的情況下，其主觀感受的疼痛經驗卻是不成比例地輕微²。與此相反的例證則是「缺乏傷痛刺激卻覺得痛得很厲害」的案例，例如所謂幻肢疼痛（phantom pain），在這個例子中病患明明已經接受截肢，卻仍能明顯感覺到「不存在的肢體隱隱作痛」³。在60年代英國學者Patrick Wall與加拿大學者Ronald Melzack更進一步提出疼痛的閥制理

論（Gate control theory of pain）⁴，說明來自周邊的傷痛刺激（由下而上地傳導）如何整合來自人腦運作的情緒與認知因素（由上而下地調控）一同形成我們主觀的疼痛經驗（圖1D）。當代學者認為疼痛經驗絕非中世紀觀念下的「完全主觀的幻覺」，因為它還是依循一定的與神經機制，受

到生理原則的限制。但疼痛也不是如早期生理學家所想的，單純地反映周邊傷痛刺激的強度。疼痛是一種與人腦在認知與情緒層面的活動息息相關的經驗，它固然與傷痛刺激的客觀程度有關，也與我們的情緒和認知狀態有關。因此不論頭痛，腳痛或牙痛，也都是「腦痛」。

圖1



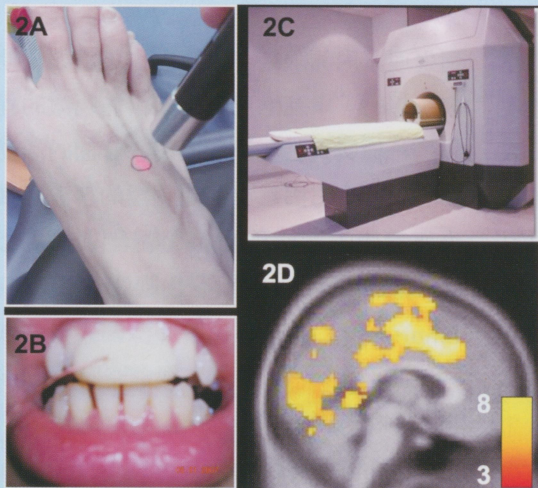
疼痛概念之演變。(A)古羅馬在語言中把情緒上的痛苦與生理上的疼痛兩者區分開來，但並未能釐清兩者間的關係。(B)中世紀歐洲由於缺少生理學方面的探索，加上當時的宗教氛圍，傾向把疼痛視為一種純粹的主觀經驗，而忽略客觀證據。(C)19世紀開始人們傾向把身體視為一部機器，而疼痛經驗不過就是機器運作（往往是病態情況下）的結果。(D)當代神經科學與心理學的觀點指出，主觀疼痛經驗與客觀傷痛事實固然相關，但疼痛並非是客觀傷痛百分之百的「投射」的結果。嚴重的傷痛可能引發輕微疼痛，輕微的傷痛卻可能帶來劇烈疼痛，甚至在無顯著傷痛證據的情況下，一個人仍能感受強烈疼痛。

2. 疼痛都是「腦痛」—人腦如何產生疼痛經驗？

人腦是所有感官刺激傳導的終點站，常識告訴我們各種感官經驗應當有（位於人腦中）各自的中樞位置，如同報章媒體常報導的「視覺中樞」「聽覺中樞」等等。然而人類的「疼痛中樞」在哪裡？如果可以「關掉」這個疼痛中樞，是否就可以徹底斷絕各種痛覺？找到這個疼痛中樞並關掉它，那恐怕是人類最大的夢想吧！不過近20年來有關人腦「功能性神經造影」（特別是功能性核磁共振造影 Functional Magnetic

Resonance Imaging, fMRI）的研究顯示，這個我們夢寐以求的疼痛中樞其實並不存在。功能性神經造影研究與我們熟悉的結構性造影（例如磁振造影或電腦斷層掃描等）不同之處在於，後者僅提供我們人腦的結構影像，是一部人腦照相機，然而功能性造影更能記錄各種心智狀態下（例如接受疼痛刺激時）人腦的神經生理活動訊號，達到令人滿意的空間與時間解析度。因此功能性神經造影不只是人腦結構的照相機，更是一部「心智活動的攝影機」（Box 1）。

圖2



如何利用功能性腦功能造影研究疼痛。(A, B) 建立起疼痛模式，例如筆者2009年於牛津大學使用雷射刺激表皮引發疼痛，或2007年於台北榮民總醫院使用電流刺激牙髓引發疼痛。(C) 對受試者進行掃描，如圖所示為台北榮民總醫院整合性腦功能實驗室之3T MRI掃描設備。(D) 分析影像，如圖所示每個畫素所顯示的明亮程度代表將「痛」與「不痛」狀態下的影像資料做統計檢定後所得到的t值大小。越明亮代表檢定所得之t值越大，亦即在兩種情況下腦功能活動之差異越大。

Box 1 淺談功能性核磁共振造影

大家都知道核磁共振造影 (MRI) 可以照出來人腦的結構，假使把MRI比喻成人腦的照相機，可以拍出來人腦的神經元與神經纖維的分布。那「功能性」造影 (functional MRI) 就好像是一部攝影機。攝影機拍攝的不是單張的結構圖，而是在一段時間內，人腦的神經活動狀況。嚴格來講fMRI拍攝的並不是一個人神經活動本身的變化，它其實是透過磁場的變化來偵測腦部的氧氣代謝的情況。因為我們知道腦部血液代謝的程度與神經活動變化有關，所以我們可以藉著偵測血液中氧氣代謝的變化來間接測量神經活動的變化。就像拍電影一樣，除了攝影以外真正重要的是劇本：我們到底要拍攝什麼？這就關係到我們的實驗設計。例如想知道一個人感覺疼痛的時候的腦神經活動，可以前五分鐘先拍攝他痛起來的時候，後五分鐘拍攝他感覺不痛的時候，然後利用一些統計方法去分析這兩段時間內神經活動的差異。於是我們就可以推論，當一個人感覺痛的時候，人腦哪些部位的神經活動有特別

的變化。這個統計分析的步驟就好像電影後製的階段，使我們去挖掘出與劇本最有關連，最精華的拍攝段落。所以簡單地說，利用功能性神經造影研究與疼痛經驗有關的人腦神經機制，需要劇本，就是疼痛實驗設計，然後是MRI機器，就是攝影機；最後的結果就影像，它告訴我們人腦哪裡的活動與我們的劇本有關 (圖2)。

科學家發現疼痛經驗並非由單一特定的腦區域所掌管 (圖3A)。神經造影結果顯示，當受試者接受疼痛刺激時，好幾個已知與體感覺 (如觸覺) 有關的區域，包括體感覺皮質 (somatosensory cortex)，丘腦 (thalamus)，扣帶回 (cingulate cortex) 與腦島 (insula) 都顯現程度不一的神經生理活動⁵。如果我們只抑制了其中一個部位的功能，我們的疼痛經驗並不會因此消失。這個有趣的觀察顯示一件事：疼痛經驗或許不是由單一的區域所掌控，而是由許多區域所組成的網路「共同」掌控！這個疼痛網路 (pain matrix) 的概念在過去10年廣受肯定，學者更進一步發現前額葉 (prefrontal cortex)，海

馬回 (hippocampus) 與杏仁核 (amygdala) 這些區域，在人類受試者感受到疼痛時，經常表現顯著的神經生理變化⁵。比起疼痛中樞理論，疼痛網路說明了疼痛經驗的複雜性：疼痛經驗不但由許多區域共同參與形成，每個區域也可能扮演特定的角色來處理疼痛相關的訊息 (圖3B)。例如體感覺皮質與後腦島區域的神經細胞會呈現體感定位 (somatopy)，亦即神經細胞在腦中的位置對映著周邊感官刺激所在的位置 (例如手相對於腳的疼痛刺激，反映在前端相對於後端腦島的神經活動)。另一方面，前額葉與前扣帶回等區域的活動則與疼痛的情緒成份 (例如對刺激感覺多不舒服) 有關。特別是，前額葉與前扣帶回區域的神經生理活動，也被認為與焦慮與恐懼等情緒經驗有關。這些證據說明了疼痛網路中不同區域扮演著不同的角色 (例如疼痛的空間定位與情緒訊息)，而共同組成主觀疼痛經驗。

然而疼痛網路這樣的觀念仍有所不足。假使上述的幾個腦區域的活動是疼痛經驗的必要條件，那我們應該會觀察到「感到疼痛的時候，所有這些區域都會有顯著的生理活動」，而事實上並非如此。晚近研究指出在不同的情境下，不同個體呈現的神經生理活動相當不一致。例如，當健康受試者認為他受到的疼痛刺激具有危險性時，相較於他認為疼痛刺激很安全時，他在腦島的神經生理活動會更顯著 (這反映了情境因素的影響)。更有趣的是，學者發現受試者腦島與前扣帶回之間的聯結關係越強，則這種情境因素的影響效果也越大 (這反映了個體間的差異)⁶。這些研究結果顯示疼痛網路的活動是相對性的—相對於個體與情境因素。因此學者們提倡「疼痛腦紋」 (cerebral signature for pain) 這樣的觀念或許更能描述疼痛的腦神經機制 (圖3C)。亦即腦組織的結構 (例如神經細胞之間的連結) 因人而異

(就如同指紋)，而不同個體在不同情境下，其對應疼痛經驗的神經活動模式也隨之不同⁷。

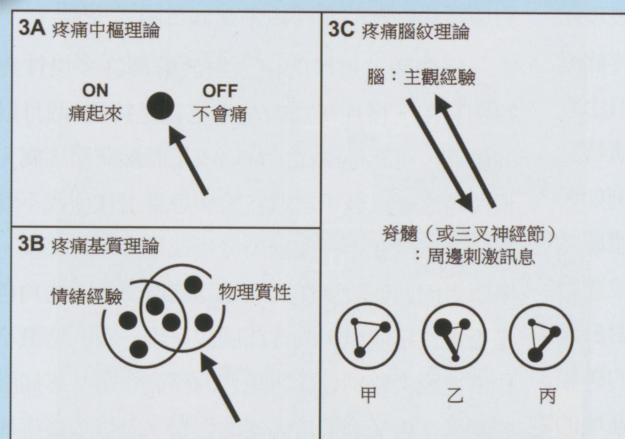
疼痛腦紋這樣的觀念對於解釋許多慢性疼痛特別有用。慢性疼痛的基本定義是持續6個月以上的疼痛，可能是頭痛，背痛或是頸顛關節疼痛。這種問題之所以棘手之處在於病患身上往往找不到明確的傷痛證據，例如感染發炎或是外傷的部位。許多學者因此假設人腦對慢性疼痛扮演重要的角色。是否慢性疼痛患者的疼痛腦紋呈現一致的特徵？哪些情境因素特別會影響他們的疼痛經驗？疼痛腦紋的差異是否受到遺傳因素的影響？怎樣依據疼痛腦紋來設計適人適性的疼痛管理處方？—功能性神經造影將是解答這些問題的一項利器。

3. 疼痛與焦慮恐懼：一體兩面

疼痛幾乎都是令人害怕的。特別是在慢性疼痛的例子中，「因為疼痛而產生的焦慮恐懼情緒」甚至比疼痛本身來得更惱人。例如，慢性背痛的患者可能因為「擔心會痛起來」而避免許日常生活中必要的活動。他們不能上班不能做事，並非因為痛得不能動起來，而是因為「害怕一動起來就會痛」。最終，這樣因為疼痛所以引發的焦慮與恐懼，導致了功能性的失能狀態 (functional disability)—病患並未被疼痛本身打倒，而是被「恐懼」打倒⁸。

無論焦慮或恐懼都意味著一件事物的威脅性，令個體必須全神貫注。在行為科學中，恐懼與焦慮是相關但不同的議題。恐懼意味著人類對於既定的，即將到來的威脅所產

圖3



有關疼痛之神經機制的三種概念。
 (A) 疼痛中樞理論認為人腦中有某個疼痛中樞，其活動對應著痛與不痛的主觀經驗。但當前的研究證據推翻了這種想法。
 (B) 研究證據顯示疼痛經驗源自於好幾個人腦區域的活動，這些區域很可能各自分工，處理疼痛的情緒與物理感官經驗。
 (C) 疼痛腦紋理論認為由上（中樞）而下（周邊）的調控與由下而上的傳導共同組成疼痛經驗，且這些區域彼此如何聯繫與分工的比重等等，皆因個體有所差異。

生的情緒。例如看到一條蛇從土洞裡鑽出，讓我們感到害怕甚至拔腿就跑。焦慮則意味著人類對於未知，充滿不確定性的威脅所產生的情緒。例如看到一個土洞，我們擔心蛇會從裡面跑出來，但我們又不確定到底有沒有蛇，只好焦慮地張望著！從認知觀點來看，兩者皆與人們判斷威脅的可預測性有關：預期中即將要發生的威脅使人恐懼；而無法預期，不確定發生與否的威脅則使人焦慮。晚近人腦功能造影對於疼痛的研究，最大的貢獻之一即為確立了這種「威脅性」(threat value) 對於疼痛經驗的影響。對疼痛的恐懼與焦慮不只是讓我們的心情變壞，實際上也讓我們感覺更痛⁹！在一個經典的研究裡¹⁰，實驗者讓受試者接受低強度的疼痛刺激，並在施予刺激先給他們提示，例如看到綠色方塊表示接下來的刺激全都是輕微程度的刺激（安全組），而看到藍色方塊表示接下來的刺激大部分是輕微程度刺激，但「有可能是很強烈的刺激」（威脅組）（圖4A）。研究結果發現受試者認為在威脅組的輕微程度刺激，感受起來比安全組的輕微程度刺激更

痛—但事實上兩者是相同的輕微程度刺激，其刺激的物理性質完全相同，差別僅在於刺激的情境（威脅程度高低，即可預測與否）。這顯示受試者如何感受強或弱的疼痛刺激，不只受到刺激本身強度的影響，也受到刺激的可預測性的影響。在威脅組中，因為受試者無法準確預測刺激的強度，因而引發焦慮感。利用功能性神經造影，研究者更發現這種「因為焦慮而放大的疼痛經驗」與海馬回的神經生理活動有關，而許多研究（特別是動物實驗）結果發現海馬回的神經活動與個體接受威脅，因而產生壓力的情緒有關。這顯示一個人因為害怕而「感覺更痛」並非誇大其辭，而是情緒與認知因素透過複雜的神經機制影響了疼痛經驗的形成。這個研究結論對於牙醫師臨床實務方面也有很重要的啟示（Box 2）。

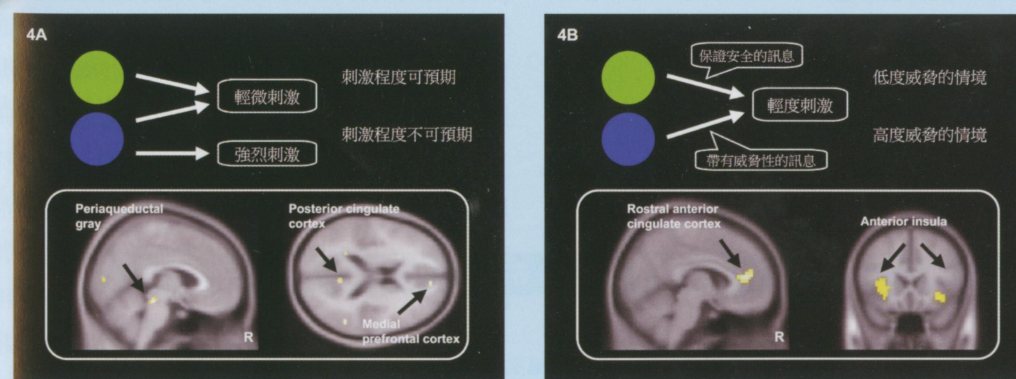
在另一個實驗中⁶，實驗者先告知受試者他們將接受雷射引發的疼痛刺激。其中一些刺激將射擊在「完全健康」的皮膚部位（安全組），另一些將射擊在「皮膚質性比較差」的部位（威脅組）。事實上這些訊息是虛構的，而所有刺激都

射擊在相近的部位，且疼痛刺激的能量在安全組與威脅組都是一樣的（圖4B）。學者想探討受試者對於疼痛刺激的知覺判斷（perceptual decision-making）是否受到「該刺激的威脅性」這個變因的影響。研究結果發現受試者在威脅組中會更頻繁地感覺痛起來，神經造影證據則顯示這種受到威脅性影響的疼痛知覺判斷與腦島活動有關。當受試者覺得刺激是高度威脅性的（可能造成皮膚傷害），在腦島前端（anterior insula）有更強烈的神經生理活動。這項證據也和晚近有關焦慮和恐懼的研究的結果相呼應。學者發現腦島前端的神經生理活動往往反映出一個人對於嫌惡刺激（例如疼痛或面露恐懼的臉孔）的主觀厭惡程度。更有意思的是，腦島前端也和許多與認知以及情緒有關的人腦區域有著緊密的連結，特別是前額葉和前扣帶回。這些證據共同顯示疼痛與焦慮恐懼的神經機制密不可分。疼痛固然帶來焦慮恐懼，而焦慮恐懼亦影響疼痛經驗—兩者不僅相關，更是一體兩面。

Box 2 牙科焦慮問題大！

牙科焦慮的定義，簡單地可以用「害怕看牙齒」來說明。當然每個人害怕看牙齒的程度各不同，有的人可能怕到牙齒爛光也不上牙醫，有的人可能看牙醫前一天晚上睡不好。大家可以猜一下有牙科焦慮問題的病患是多還是少？占全人口比率的0.01%？還是0.1%？還是1%？事實上這個數字相當高，過去在其它國家的調查，發現害怕看牙齒的病患至少人數在20%以上%當然每項調查所定義的害怕程度或許不一定，有些人害怕但還是接受治療，有些人害怕到寧可牙齒爛光。但無論如何，牙科焦慮是一個非常普遍的問題，而且它也會帶來許多更嚴重的問題，例如口腔衛生越來越差，因為怕痛就更不願意接受治療。還有因為怕看牙齒，這樣的病人可能來一次就不來了。許多開業牙醫師往往認為自己的病人都很乖，緊張害怕的病人並不常見—但換個角度想，那或許正是因為真正害怕緊張的病患永遠不會踏進牙科診所（或是拿了止痛藥以後下次就不回來

圖4



焦慮因素如何影響疼痛經驗？(A) 刺激的可預測性影響著受試者對該刺激的焦慮程度。除海馬回以外，當受試者因提高焦慮程度而放大疼痛經驗時，在腦管周邊灰質（Periaqueductal Grey）等區域亦有顯著活動。(B) 刺激的威脅程度影響受試者對刺激之知覺判斷。當受試者認為刺激可能有危險時，即便是非常輕微的疼痛刺激，感覺上會更容易痛起來，此時腦島前部會有更顯著的活動。



了)。就以保守的20%的牙科焦慮普及率來說，這已經相當於醫師治療每四位病患時，就有一位他治療不到（因為太害怕而不敢進診所）。因此，牙科焦慮問題實為整體的口腔健康照顧計畫中「隱形的」，卻不得不關注的因素！

4. 從疼痛神經科學邁向焦慮與恐懼的群體議題

神經科學往往給人們一種「冷科學」的感受，好似把人類心智的黑盒子打開，鑽入一個人腦袋裡去探索。然而神經科學研究的範疇絕非只有「內心深處」，也包含了「人際之間」(Box 3)。就拿恐懼與焦慮來說，它不僅僅是個人的主觀感受，也攸關人與人之間的互動。例如 Appeal to Fear (訴諸恐懼) 便是一種利用人類對事物感到巨大威脅，藉以操弄其行為的手法¹¹。典型的例子如「你可以寬恕敵人或殲滅敵敵，如果你寬恕敵敵，恐怕他們將來要報仇—所以你一定得殲滅敵敵」。其商業上應用包括了「如果你父母不讓孩子補習，將來孩子輸在起跑點上一生全毀」「牙周病極其可怕，如果你不使用這種牙膏，你將會得到牙周病牙齒掉光光」等等。這些操弄的背後都有著共同的機制，那就是讓被操弄者感到強大的壓力。因為後果是如此恐怖（被敵人報仇、孩子輸給別人、牙齒掉光光），所以必須採取操弄者所提示的做法（趕盡殺絕、送孩子補習、一定用某個品牌的牙膏）。在過去人們以為這些不過是種說話的小伎倆，而民眾如果被嚇到，也只是因為他們意志軟弱罷了。但疼痛神經造影研究卻顯示焦慮或恐懼確確實實透過複雜的神經機制來影響我們的知覺經驗，而這種經驗絕不僅僅是「人們誇大其辭」或「民眾意志軟弱」。即便是

我們認為充滿理性計算的經濟學領域也必須考慮這些情緒因素所造成的影響。在做選擇的時候，人們往往對於「造成強大威脅的事物」產生偏頗的態度¹²。例如民眾可能對於造成較高死亡率的酒駕車禍問題漠不關心，卻非常擔心「迷你黑洞突襲地球」這樣的訊息，因為黑洞的全面性毀滅力量帶來的威脅遠高於（我們習以為常的）車禍事件，儘管那發生的機會微乎其微。因此，如何將這些情緒議題整合至人與人之間的行為議題，探索「焦慮與恐懼如何影響人際之間的行為」，將是極為重要的課題。

Box 3 解讀人腦功能造影實驗結果等於 Mind Reading ?

近年來腦功能造影研究在媒體上的曝光率越來越高。許多報章雜誌上呈現出來的標題越來越聳動，例如「保守黨支持者的人腦杏仁核活動比民主黨支持者更劇烈」，因此「顯示保守黨支持者容易受到恐懼因素影響」等等引人入勝的報導。腦功能造影研究跳出了神經科學研究的範疇，而與各種社會人文領域的議題聯姻，包括政治，經濟甚至藝術。例如當紅的「神經經濟學」研究 (Neuroeconomics) 藉由分析人類在特定情境下做選擇的神經模式，來探索經濟行為的神經機制。更有意思的是「神經倫理學」研究 (Neuroethics) 把人腦的神經活動模式與法律領域的應用串連起來，例如根據罪犯的腦功能活動來評估其「因抑制不住的衝動而從事暴力行為」的可能性，作為刑期假釋的參考條件。在臨床上相當有潛力的課題是分析個體疼痛經驗的起源（例如一個人宣稱自己很痛，到底真的是因為組織傷害造成，或是心理因素造成，或僅僅是說謊）—這對於處理保險理賠或是醫療糾紛場合有極大的應用價值。然而在這裡我們也需要做一番省思：是不是所有的事物都可以藉由人腦功能造

影研究來獲得圓滿的解答？當然不是。就拿上面提到的 Neuroethics 領域來說，「了解當一個人衝動而無法抑制暴力行為時的人腦神經活動模式」，並不等於「判定一個人是否對社會有危險」。前者是科學研究的任務，而後者卻是法學與倫理學的議題。人腦功能造影結果或許可以說明「一個人在特定情況下，呈現特定的神經活動模式」，但這樣的神經活動模式是否具備某種法律或倫理上的意義，卻不該也無法用「科學」來「證實」的。功能性神經造影研究固然打開一扇探索人類心智的窗，但其提供的視野亦有限度。用正確的態度去使用一項工具，才是使用這項工具最正確的方法！^{萌牙}



參考資料

1. F. Salmón, Pain and medieval medicine. The Wellcome Trust, <http://www.wellcome.ac.uk/en/pain/microsite/history2.html>
2. P. Wall, Pain: The Science of Suffering, Diane Pub Co, Darby, PA, 2000.
3. V.S. Ramachandran, W. Hirstein, The Perception of Phantom Limbs: The D. O. Hebb Lecture, Brain 121 (2008) 1603-1630.
4. R. Melzack, From the gate to the neuromatrix, Pain 82 (1999).
5. A.V. Apkarian, M.C. Bushnell, R.D. Treede, J.K. Zubieta, Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease, European Journal of Pain 9 (2005) 463-484.
6. K. Wiech, C.S. Lin, K.H. Brodersen, U. Bingel, M. Ploner, I. Tracey, Anterior insula integrates information about salience into perceptual decisions about pain, Journal of Neuroscience 30 (2010) 16324-16331.
7. I. Tracey, P.W. Mantyh, The Cerebral Signature for Pain Perception and Its Modulation, Neuron 55 (2007) 377-391.
8. J.W.S. Vlaeyen, S.J. Linton, Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: A state of the art, Pain 85 (2000) 317-332.
9. G.J.G. Asmundson, P.J. Norton, J.W.S. Vlaeyen, Fear-avoidance models of chronic pain: An overview. In: G.J.G. Asmundson, J.W.S. Vlaeyen, G. Crombez (Eds.), Understanding and treating fear of pain, Oxford University Press, Oxford, 2004.
10. A. Ploghaus, C. Narain, C.F. Beckmann, S. Clare, S. Bantick, R. Wise, P.M. Matthews, J. Nicholas P Rawlins, I. Tracey, Exacerbation of pain by anxiety is associated with activity in a hippocampal network, Journal of Neuroscience 21 (2001) 9896-9903.
11. D. Gardner, RISK: The Science and Politics of Fear, Virgin Books, London, 2008.
12. K. Stanovich, Decision Making and Rationality in the Modern World, Oxford University Press, Oxford, 2010.

作者經歷

林嘉澍 醫師

陽明牙醫系89年畢業班。在校曾任牙醫系系學會會長、陽明人報文字與美術編輯、陽明學生會幹部。高中時代開始對哲學與科學議題感興趣，立志當個「買不起Benz的貧窮讀書人」。因為特別對人類行為與腦功能著迷，退伍後開始半工半讀，白天診所打工晚上就讀遠距教學心理學碩士課程。然後於2005-2006年花光積蓄前往倫敦進修神經科學碩士，專攻人腦功能性神經造影。返台後於陽明大學與台北榮總從事疼痛的腦科學研究，再於2007年欠一屁股債的情況下前往牛津大學研讀麻醉學博士，專攻疼痛的神經議題。2011年博士到手，返台繼續過著打工又讀書，貧窮又驕傲，簡單又快樂的生活。