

靜坐過程中褪黑激素之分泌研究

劉劍輝(緒潔)

天帝教天人合一院副研究員

摘要

有關靜坐的活動自古以來似乎即不曾間斷，近幾年來、國際上更有不少研究單位進行有關靜坐的科學研究。對於靜坐過程中所引發的生理反應、特別是大腦反應的現象，我們可以利用功能性磁共振造影技術進行研究，由先前針對中國正宗靜坐所進行之實驗結果，我們發現靜坐引炁過程中大腦數個部位受到活化，其中包括松果體位置，由於松果體與日週期活動有關，而且會分泌褪黑激素，因此再經由褪黑激素的化學性分析所得到的結果，顯示靜坐與松果體反應之高度相關性。根據研究所得到的綜合結果，我們可以初步解釋靜坐所引發之基本生理反應現象，同時也可能作為深入探討人體潛能以及特異現象的基礎。本文主要有五個部份：研究之目的、靜坐之大腦反應區域研究、靜坐過程中褪黑激素之分泌研究、褪黑激素實驗結果及初步生理意義討論以及結語等。

關鍵詞：中國正宗靜坐、默運祖炁、聽其自然運化、功能性磁共振造影、松果體、褪黑激素

靜坐過程中褪黑激素之分泌研究

劉劍輝(緒潔)

一、研究之目的

本研究延續先前功能性磁共振影像 (fMRI--functional magnetic resonance imaging) 技術針對靜坐所引發之大腦反應現象之實驗結果, 進一步探索其後續可能引發之生理效應, 並且希望藉由這個基礎, 能更深入探討該等現象之運作機制, 以及瞭解大腦可能潛藏的功能及內涵。由於在先期實驗中發現松果體 (pineal body) 在靜坐第一階段過程中被活化, 因此進行褪黑激素 (melatonin) 實驗, 作為松果體反應之定量證據, 逐步建構靜坐之整體生理反應現象之圖像。另外、希望在本系列研究之基礎下逐步深入, 可以針對人體潛能及特異現象之生理機制及物理原理進行科學性探索, 一方面作為「人體信息科學」的基礎研究工作之一, 另一方面、並可能作為「信息醫學」(或稱「靈體醫學」) 奠基的基礎科學研究內涵。

二、靜坐之大腦反應區域研究

許多研究人員分別運用不同的大腦造影及偵測技術如: 功能性磁共振影像 (fMRI: functional magnetic resonance imaging)、正子射出斷層造影 (PET: positron emission tomography)、單光子射出電腦斷層造影 (SPECT: single photon emission computed tomography)、腦波儀 (EEG: electroencephalogram)、腦血流圖 (REG: rheoencephalography) 以及腦磁儀 (MEG: magnetoencephalography) 等技術, 針對不同的靜坐法門進行過研究, 例如: Herzog (1991)¹、Lou (1999, 2005)^{2,3} 以及 Kjaer (2002)⁴ 曾經應用 PET 探討過瑜珈靜坐 (Yoga meditation), Lazar (2000)⁵ 曾以 fMRI 技術研究過一種稱為 Kundalini 的簡單靜坐, Newberg 運用 SPECT 研究過西藏的一種靜坐法門 (Tibetan Buddhist meditation) (2001)⁶ 以及天主教聖方濟會修女 (Franciscan nuns) 的靜坐 ("verbal" based meditation) (2003)⁷, Lo (2003)⁸、Lutz (2004)⁹ 以及 Takahashi (2005)¹⁰ 曾使用 EEG 研究過佛教 (Buddhism) 或禪 (Zen) 靜坐, Jevning (1996)¹¹ 以及 Yamamoto (2006)¹² 使用 REG、MEG 和 EEG 研究超覺靜坐 (Transcendental Meditation), Davidson (2003)¹³ 針對健康的受測者在無念靜坐 (mindfulness meditation) 下使用 EEG 量測其大

腦電反應 (brain electrical activity) 訊號, Lazar (2005)¹⁴ 使用MRI偵測有經驗之靜坐受測者大腦皮質厚度 (cortical thickness), Hölzel (2007)¹⁵ 也使用fMRI研究過Vipassana meditation。以上所述各項研究中的靜坐方法大致屬於有為法之靜坐法門, 各項研究也分別獲得屬於該靜坐方法下之大腦反應部位及特性; 另外, 陳 (1997)¹⁶ 曾經應用EEG技術研究過中國正宗靜坐, 發現大腦之 theta-wave 有明顯之增加, 而 alpha- 及 beta-waves 在靜坐練習之後訊號降低, 我們也針對中國正宗靜坐作過初步之fMRI研究^{17,18}, 以上所述之各種相關研究結果摘要詳表 1 所示。

由於不同的靜坐方法應該會活化激發不同的大腦區域, 因此, 我們可以應用以BOLD (Blood Oxygenation Level Dependent) 效應為主之fMRI技術進行實驗設計, 以深入探討靜坐過程中之大腦反應現象及其機制。圖 1 顯示無為法靜坐第一階段「默運祖炁」過程中, 大腦之活化反應位置區 ($p < 10^{-5}$), 圖中影像為應用SPM分析所得, 我們可以看到「默運祖炁」過程中大腦中之各個反應區域, 包括: pineal body, corpora quadrigemina, thalamus, insula, claustrum, anterior cingulate, cingulate gyrus, Brodmann area 24, superior temporal gyrus, Brodmann area 47, middle temporal gyrus, right side inferior frontal gyrus, Brodmann area 37, putamen, 以及其他區域也呈現活化反應之狀態。各重要反應區之Talairach座標、位置及一般功能如表 2 所示。另外, 我們比較前面所述之各項不同的靜坐研究結果中, 與我們實驗所之之影像有部份相同的反應區域, 例如: anterior cingulate (Lazar⁵, Yamamoto¹²), precentral gyrus (Lazar⁵), cingulate gyrus (Newberg⁷), inferior frontal gyrus (Newberg^{6,7}), right anterior insula (Lazar¹⁴), temporal gyrus (Lazar⁵) and thalamus (Newberg⁷), 這些反應區所代表的意義及功能值得深究, 我們將在後面討論。

為了得到更清晰的松果體反應之影像, 我們進行了其他fMRI實驗, 並應用FACT進行分析, 實驗結果顯示: 在「默運祖炁」過程中, 松果體呈現重複且清晰之反應活化影像, 圖 2 顯示代表性之影像圖。在 9 次實驗中, 相關係數 (cross correlation coefficient) 之界閾值為 0.30~0.79, 平均反應區大小約 3 個像素 (3.1 ± 0.3 pixels), 平均訊號強度變化值 (signal change) 約 3.5 % (3.5 ± 0.6)。另外, 在前期之研究中¹⁸, 我們得到無為法靜坐第二階段「聽其自然運化」過程, 大腦之主要反應區域為下視丘 (hypothalamus), 圖 3 為該實驗之顯示影像, 除了下視丘之外, 其他反應區尚有 superior vermis以及left insula等。

三、靜坐過程中褪黑激素之分泌研究¹⁹⁻²³

(一) 實驗採用之靜坐方法

本實驗主要以天帝教中國正宗靜坐為研究之主體，中國正宗靜坐之要訣為「自然無為心法」，其靜坐過程之程序主要分成二個階段，第一階段程序「默運祖炁」，以及第二階段「聽其自然運化」部份。第一階段程序之「默運祖炁」，牽涉到外界能量與大腦之直接交互作用，由靜坐口訣及實際之操作經驗得知，其交互作用之目標區域非常明確，就在大腦之核心位置，由於引炁之作用位置指向清楚，而且靜坐之操作程序性質單純、容易掌握，因此、非常適合進行大腦之功能影像以及相關反應之研究；另外、無為法靜坐第二階段「聽其自然運化」部份，則涉及到能量接收後向身體內部之轉化及調整作用等後續效應，包含生理、心理及靈體三個層次。

(二) 褪黑激素 (melatonin) 之實驗樣品及受測者注意事項

1. 進行褪黑激素分析之目的：

在進行『靜坐引炁』時檢測褪黑激素 (melatonin) 之濃度變化，作為測試松果體是否受到活化之直接證據。

2. 進行褪黑激素分析之樣品：

採集受測者之唾液 (saliva) 進行褪黑激素 (melatonin) 分析，試劑分析之範圍為 1~50 pg/mL (analytical sensitivity : 0.29 pg/mL)。

3. 受測者及注意事項：

於實驗前至少一個月先行訂購檢測 melatonin 之藥劑以及唾液採樣管，並進行受測者人員之安排及說明，共挑選受測者 20 人參與夜間實驗，每位受測者皆分別參與實驗組與對照組實驗，並事先說明實驗內容及採樣前注意事項。有關受測者之注意事項如下：

實驗前、實驗組於正式實驗前至少3小時內不要靜坐、不要吃東西，儘量避免強光照射，但應保持每日正常之作息；所有受測者應克制部分飲食、正式實驗前24小時不要喝酒、不要吃香蕉、鳳梨、李子、番茄、梨、茄子、核桃，正式實驗前4小時不要喝咖啡、茶及抽煙；採集唾液檢體前，至少一個小時，不可以進食、喝飲料（可以喝白開水）；分別將實驗組及對照組之唾液採樣管以及尿液收集瓶標示記號，並告知受測者使用方式，另請受測者填寫「受測者基本資料表」。

實驗中、為避免影響內分泌及免疫力之日變化，夜間靜坐實驗於晚上10時30分左右準備妥當，並於11時至12時30分完成。對照組於正式實驗期間避免進入靜坐或睡眠狀態，於實驗組5分鐘之引炁時間默念一段與靜坐無關之文字(如背誦唐詩)，其餘時

間則以個人認為最舒適的坐姿休息，但是不要說話、睡覺或走動，若狀況許可、可以看一些休閒作品或資料，但以不要太耗精神為主。實驗組靜坐時應閉上眼睛，對照組則應謹慎注意避免閉上眼睛甚至睡著。夜間實驗之燈光照度應控制在15 lux 以下，以避免影響褪黑激素之分泌；實驗組及對照組之光線量以相似為主。採樣期間應避免言語之溝通，不可以吃東西，若實在無法避免、則應於採取一個樣品後隨即吃東西，並於下一次採樣15分鐘以前以清水潤口，並避免飲用含有人工色素之飲料以及酒類，避免飲用咖啡以及吃香蕉，不要以嚼食口香糖或吃檸檬之方式刺激唾液之分泌。

(三) 實驗程序規劃

有關褪黑激素 (melatonin) 之正式實驗採樣過程共 90 分鐘，其中 1~10 分鐘為安靜預備階段，10~15 分鐘為靜坐「引炁」階段，15~45 分鐘為「聽其自然運化」階段，45~90 分鐘為結束靜坐安靜放鬆狀態。實驗之程序及採樣之要項如下：

(1)正式實驗及採樣共分兩天，實驗前受測者須遵守相關規定並於晚間 11 時正式實驗前先行排除尿液，實驗自 PM11:00 開始。

(2)第一天實驗時、將受測者分成二組、每組人數各半，分別為實驗組及對照組，進行實驗。第二天實驗時、實驗組及對照組之人員對調。

(3)採樣時間共七點，分別為自實驗開始時 0、10、20、30、45、60 及 90 分鐘，分別進行受測者唾液(saliva)之採樣，以獲得個別受測者之 melatonin 濃度分佈。

(四) 樣品之採集、預處理及分析

(1)實驗樣品之採集：打開唾液採樣管 (Salivette, saliva collection tube) 之上蓋，取出棉圓柱體，咬嚼 60-90 秒，完全潤濕後放回棉圓柱體試管，蓋緊蓋子。

(2)樣品之預處理：在 24 小時內將樣品送至檢驗所作前處理，若是無法於 24 小時內送達，需將樣品放入冷凍箱中以低溫保存。

(3)檢驗所於收取樣品之後應先將樣品離心處理 10 分鐘。

(4)打開上蓋，取出並丟棄中間棉圓柱體放置管，蓋好下半部尖底管，放於-20°C 或更低。

(5)若是於不同時段收集之檢體，應標示清楚。

(6)樣品之分析：實驗樣品之分析由聯合醫事檢驗所 (Union Clinical Laboratory) 負責進行，分析原理為 Competitive Enzyme Linked Immunoassay (ELISA)，分析儀器為 BIO-RAD CODA Automated EIA Analyzer。

四、褪黑激素實驗結果及初步生理意義討論

(一)受測者資料及實驗採樣之影響效應評定

有二十位受測者（十一位女性及九位男性）參與本項褪黑激素實驗，其平均年齡為 52.2 ± 2.2 (範圍 29~64) 歲，學習靜坐之經驗 15.8 ± 1.4 (5~24) 年，平均每天練習靜坐之次數 2.0 ± 0.2 (1~4) 次，每次靜坐之時間 57.5 ± 4.0 (30~90) 分鐘。圖 4 顯示褪黑激素實驗進行時之整體配置及環境狀況，其中圖 4(a)顯示實驗前、受測者與實驗控制人員進行溝通之情況，圖 4(b)則顯示實驗進行當中、實驗組人員進行靜坐之操作，而對照組之人員則安靜地以舒適的方式坐著。另外，為了評估唾液採樣之動作是否對受測者靜坐產生負面之影響，於每次實驗完畢後，隨即進行自我評量，評量之分數分成 1~10 共 10 個等級，其中等級 1 代表完全無影響，等級 10 代表影響非常嚴重，由受測者就此 1~10 級中，依據自己主觀之感受，評估唾液採樣操作之影響程度，雖然此評定操作本質上屬主觀武斷，但是我們仍可以從此自我評定之結果，大致看出採樣對於受測者之內在影響，實驗之評定數值為 2.3 ± 0.2 (1~5)，顯示採樣之操作對於受測者影響輕微，而且大部份受測者表示：當每次採樣完成之後，他們可以很快地回復到良好的靜坐狀態，表 3 列出實驗受測者之基本資料及唾液採樣操作影響程度自我評量等各項內容。

(二)實驗數據分析及結果

有關褪黑激素之實驗數據分析部份，首先進行基線分析 (baseline homogeneity analysis)，靜坐組/ 對照組之基線值 (0 及 10 分鐘濃度數值之平均) 分別為 $8.37 \pm 2.12 / 5.65 \pm 1.10$ (Mean \pm SEM)，靜坐組與對照組之基線差值為 2.72，其雙 T 測試 (paired t test) 之 P 值 (p-value) 為 0.060，95% 信賴區間 (confidence interval) 值為 (-0.12, 5.56)；另外進行時段效應分析 (time period effect analysis)，其中定義各項時段參數如下：“Pre” period 表示 $0 \text{ min} \leq t \leq 10 \text{ min}$ ，“Post” period 表示 $10 \text{ min} < t \leq 90 \text{ min}$ ，Post (I) 表示 $10 < t \leq 45 \text{ mins}$ ，而 Post (II) 則表示 $45 < t \leq 90 \text{ mins}$ 。在靜坐組中、褪黑激素濃度之平均值在統計意義上、各種不同的 Post 時段皆比基線值為高，其各對應之 p 值各為：p < 0.05 (for Post (I))，p < 0.001 (for both Post and Post (II) periods)；另外、在對照組中，褪黑激素濃度之平均值在各種不同的 Post 時段與基線值之間，並沒有統計上顯著之差異，表 4 顯示整個靜坐之褪黑激素實驗之分析結果。圖 5 為本靜坐實驗褪黑激素分泌之平均濃度分布圖 (Mean concentration profile of melatonin secretion)，圖 6 為靜坐前後實驗組及對照組之褪黑激素濃度分析結果 (Analysis results of melatonin level of the MED (meditation) and the control groups)，其中顯示實驗組在“Pre”與“Post”間之 p 值小於 0.001，而對照組之 p 值則為 0.106。經由實驗分析結果我們得知：靜坐組之

褪黑激素濃度值，在靜坐後具有統計意義之提升，而對照組則在靜坐前後幾乎沒有統計上之變化，此一結果與我們實驗前之預測相符。

(三)初步之大腦反應現象及生理意義綜合歸納

吾人將實際之靜坐體驗以及初步之假設容納於實驗之中，經由實驗結果發現了許多大腦的重要部位在靜坐過程中受到激發，仔細比較我們的fMRI結果及其他靜坐研究之結果^{5,6,7,12,14}，靜坐過程中特殊的大腦區域呈現出生理的反應與內在調整狀態之深刻意義。當靜坐默誦一段口訣時，大腦中掌管語調、語法的部位，如：superior temporal gyrus, Brodmann area 47, middle temporal gyrus及right side inferior frontal gyrus等，呈現出活化之狀態；此外、有些靜坐者聲稱在靜坐過程中可能看到內在的光⁸或是聽到內在的聲音，這些現象可能與corpora quadrigemina有關；在靜坐中隨之而來的生理效應，比如：自律功能（autonomic function）、內臟功能（visceral functions）、運動與感覺系統（motor systems and sensory systems）之調整等，則可能與thalamus及insula之活化有關；由於靜坐在本質上是一種複雜的心智或精神操作，它可能也與情感（emotion）以及認知功能（cognitive functions）有關，因此anterior cingulate以及cingulate gyrus等區域也可能被活化；此外、在第二階段之過程，由於下視丘hypothalamus呈現活化，因此在這段較長時間以及身心放鬆的過程中（無為法靜坐所謂「聽其自然運化」），身體內在可能進行著內分泌系統的調節動作。其他在靜坐過程中也被活化之區域仍需要更深入之研究，以便尋求出其隱藏之意義。另外、由實驗結果中我們看到無為法靜坐第一階段「默運祖炁」過程中，大腦與外界能量交互作用之區域包括位於splenium of corpus callosum 前端之松果體（pineal body）位置（如圖 1 及圖 2 所示），而無為法靜坐第二階段程序「聽其自然運化」過程中，能量之運化及內部調整之部位則包括下視丘（hypothalamus）（如圖 3 所示），而下視丘正是人體內分泌系統之中樞控制部位。

經由褪黑激素之實驗結果，我們也看到了褪黑激素之濃度升高現象，顯示靜坐默運祖炁引發大腦中包括松果體在內之許多區域之反應，同時也提升了褪黑激素之濃度。這一個結果與Massion (1995)¹⁹、Tooley (2000)²⁰ 以及 Harinath (2004)²¹等之結果相一致，值得注意的是：由於這一些實驗都是在夜間進行，有其他研究人員進行白天之靜坐實驗，卻獲得不一樣的結果，例如Solberg et al. (2004) 進行白天的靜坐實驗，發現褪黑激素濃度減少²²，另外、Carlson et al. (2004) 也進行白天的靜坐實驗，但是並沒有發現褪黑激素有明顯的變化²³，我們知道褪黑激素本身確實會隨著白日及黑夜產生

週期變化，也就是黑夜濃度較高，白天則濃度較低，因此、進一步針對白日狀態再次進行靜坐實驗，以釐清靜坐所引發之褪黑激素濃度變化，將有其必要。

五、結語

本研究針對中國正宗靜坐進行夜間之褪黑激素濃度分析，實驗結果顯示夜間之褪黑激素濃度有統計意義之增高，綜合功能性磁共振技術之研究結果，可以看到靜坐之默運祖炁可能引發松果體之反應，而夜間之靜坐，更可能提高褪黑激素之分泌濃度，由此一系列之實驗研究結果顯示：靜坐、松果體、夜間褪黑激素濃度增高三者之相關性。當然、由於褪黑激素之濃度會隨著日週期而變化，因此白天的褪黑激素濃度變化尚需進一步之實驗確認。無論如何、這些實驗結果確實顯示、透過靜坐程序，可能引發包括松果體在內之大腦區域之反應活性，同時、更可能導致夜間褪黑激素濃度之增高變化。

表 1. 不同靜坐法門之大腦反應研究摘要

Summarization of the brain activation research in different meditation styles

Meditation style	Researcher	Study method	Main points or results
Yoga meditation	Herzog H et al. (1991) ¹	PET	the ratios of frontal vs. occipital rCMRGlc (regional cerebral metabolic rate of glucose) were significantly elevated
Yoga Nidra meditation	Lou HC et al. (1999) ² (2005) ³	PET	the posterior sensory and associative cortices known to participate in imagery tasks were seen
Yoga Nidra meditation	Kjaer TW et al. (2002) ⁴	PET	increased endogenous dopamine release in the ventral striatum
Kundalini meditation	Lazar SW et al. (2000) ⁵	fMRI	signal increases in the dorso lateral prefrontal and parietal cortices, hippocampus/ parahippocampus, temporal lobe, pregenual anterior cingulate cortex, striatum, and pre- and post-central gyri
"Verbal" based meditation of Franciscan nuns	Newberg A et al. (2003) ⁶	SPECT	increased blood flow in the prefrontal cortex, inferior parietal lobes, and inferior frontal lobes
Tibetan Buddhist meditation	Newberg A et al. (2001) ⁷	SPECT	significantly increased regional cerebral blood flow (rCBF) was observed in the cingulate gyrus, inferior and orbital frontal cortex, dorsolateral prefrontal cortex, and thalamus
Zen-Buddhism	Lo PC et al. (2003) ⁸	EEG	Perception of the inner light can be comprehended as resonance. In the meditation experiment, a significant correlation was observed between perception of the inner light and EEG alpha blockage
Buddhist meditation	Lutz A et al. (2004) ⁹	EEG	Long-term practitioners self-induce sustained EEG high amplitude gamma-band oscillations and phase-synchrony during meditation. The EEG patterns differ from those of controls, in particular over lateral fronto-parietal electrodes
Zen meditation	Takahashi T et al. (2005) ¹⁰	EEG	increases were observed in fast theta power and slow alpha power on EEG predominantly in the frontal area
Transcendental Meditation	Jevning R et al. (1996) ²¹	REG	the CBF of the frontal and occipital cortex were increased, and their showed high correlation between increased CBF and decreased cerebrovascular resistance
Transcendental meditation	Yamamoto et al. (2006) ¹²	MEG and EEG	the medial prefrontal cortex and anterior cingulate cortex play an important role in brain activity induced by meditation
Mindfulness meditation	Davidson RJ et al. (2003) ¹³	EEG	significant increases in left-sided anterior activation in the meditators compared with the nonmeditators
Insight meditation	Lazar SW et al. (2005) ¹⁴	MRI	Brain regions associated with attention, interoception and sensory processing were thicker in meditation participants than controls, including the prefrontal cortex and right anterior insula
Vipassana meditation	Hölzel BK et al. (2007) ¹⁵	fMRI	meditators showed stronger activations in the rostral anterior cingulate cortex and the dorsal medial prefrontal cortex bilaterally, compared to controls.
Chinese Original Quiet Sitting	Chen JC et al. (1997) ¹⁶	EEG	the brain theta-wave showed a marked increase, while the alpha- and beta-waves showed decreased after practice
Chinese Original Quiet Sitting	Liou CH et al. (2005,2005) ^{17,18}	fMRI	pineal body and hypothalamus showed positive activation during the first and second stages of meditation process

表 2. 無為法靜坐第一階段「默運祖炁」中各重要反應區之 Talairach 座標、位置及一般功能。
 Typical x, y, z Talairach coordinates and general functions of the brain activation regions of interest during the IPQ stage of COQS.

	Brain regions of interest	Typical Talairach coordinates	Location	General functions
1	Pineal body (Epiphysis)	[0 -28 2]	behind the posterior commissure, attached to the posterior wall of the third ventricle	secretes melatonin; receives sympathetic and parasympathetic innervations; controlling the onset of puberty; concerns in sexual development, metabolism...
2	Corpora quadrigemina	[0 -28 -6]	on the tectum, the dorsal part of midbrain	reflex centers involving vision and hearing
3	Thalamus (L,R)	L[-8 16 0], R[8 16 0]	located obliquely (about 30°) and symmetrically on each side of the third ventricle	relay information selectively to various parts of the cortex; regulating states of sleep and wakefulness; regulating arousal, the level of awareness and activity; devoted to motor systems, sensory systems (auditory, somatic, visceral, gustatory and visual systems, excepts the olfactory function); involved with consciousness...
4	Insula (L,R)	L[-36 0 2], R[36 0 2]	within the cerebral cortex, beneath the frontal, parietal and temporal	associated with visceral functions, integrates autonomic information
5	Clastrum (L,R)	L[-34 0 -4], R[34 0 -4]	a thin layer between extreme capsule and external capsule	probably concerned with consciousness (by Francis Crick)
6	Anterior Cingulate	[0 23 -11], L[-6 18 28], R[6 18 28]	frontal part of cingulate cortex	autonomic functions; rational cognitive functions; empathy and emotion
7	Cingulate Gyrus (L,R)	L[-10 0 40], R[10 0 40]	wraps around the corpus callosum	emotion formation and processing, learning, and memory. Also, suppress inappropriate unconscious priming (involve the anterior cingulate gyrus).
8	Brodmann area 24 (L,R)	L[-4 -6 40], R[4 -6 40], L[-4 0 40], R[4 0 40], L[-8 10 36], R[8 10 36]	ventral anterior cingulate cortex	probably concerned with free will (by Francis Crick)
9	Superior Temporal Gyrus (L,R)	L[-46 0 -12], R[46 0 -12]	below the lateral sulcus	sensation of sound
10	Brodmann area 47 (L,R)	L[-34 20 0], R[34 20 0]	inferior prefrontal gyrus	processing of syntax in spoken, signed languages and musical syntax
11	Middle Temporal Gyrus (L,R)	R[56 -44 0], L[-58 -46 -6], R[58 -46 -6]	between superior and inferior temporal gyrus	accessing word meaning while reading
12	Inferior Frontal Gyrus (R)	R[40 0 35], R[46 30 0]	Includes Brodmann area 44, 45, 47 and deep frontal operculum	(right side) concerned with intonation, phonological and syntactic processing, syntax in spoken, musical syntax
13	Brodmann area 37 (L,R)	L[-48 -68 0], R[48 -68 0]	caudal portions of the fusiform gyrus, caudal extreme of the temporal lobe	may involve in auditory processing
14	Putamen (L,R)	L[-30 -14 0], R[30 -14 0]	a portion of basal ganglia, outermost part of lenticular nucleus	reinforcement learning; also involves in sensorimotor integration and motor control

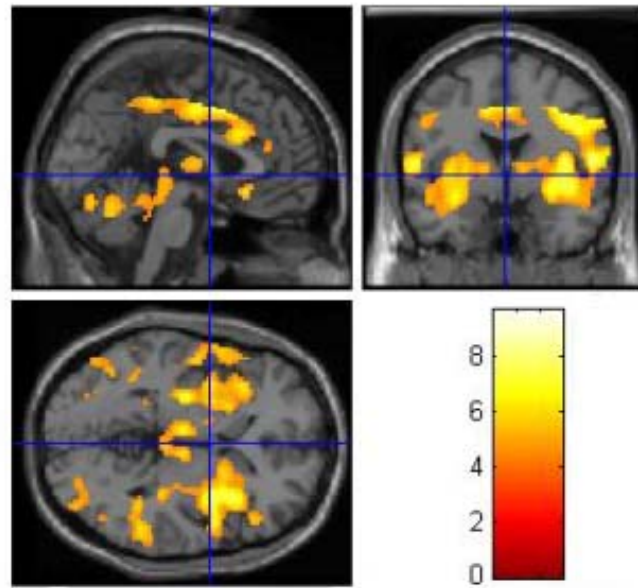


圖 1. 無為法靜坐第一階段「默運祖炁」過程中，大腦之活化反應位置區 ($p < 10^{-5}$)，各影像中藍色十字中心之Talairach 座標值為[0 0 0]。

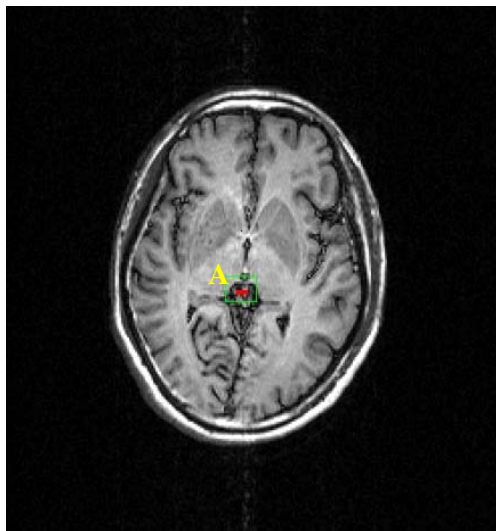


圖 2. 無為法靜坐第一階段「默運祖炁」過程中，大腦與外界能量交互作用之重要位置：松果體 (pineal gland) (影像中標記 A 之區域)。

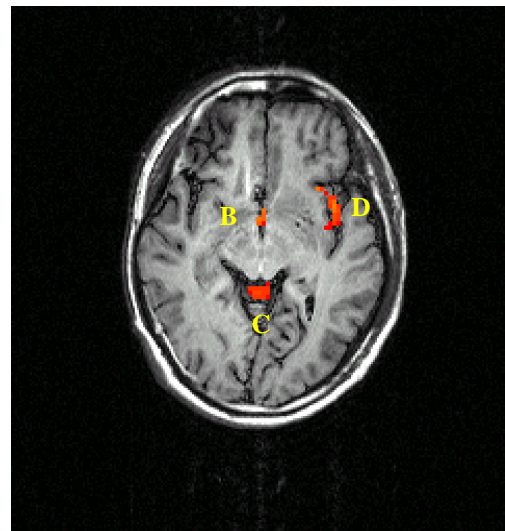


圖 3. 無為法靜坐第二階段「聽其自然運化」過程中，大腦後續調和之重要位置：下視丘 (hypothalamus) (標記 B)，C 為 superior vermis 及 D 為 left insula。



圖 4 褪黑激素實驗進行時之整體配置及環境狀況。(a)實驗前、受測者與實驗控制人員進行溝通；(b)實驗進行當中、實驗組進行靜坐之操作，對照組則安靜地以舒適的方式坐著。

表 3. 靜坐之褪黑激素實驗受測者基本資料及唾液採樣操作影響程度自我評量
Basic information of the subjects and self-evaluation of the affection of saliva sampling operation during the meditation process.

(Number of subjects = 20)	Means	SEM**	Range
What is your age ?	52.2	2.2	29-64
How many years have you practiced meditation ?	15.8	1.4	5-24
How regularly do you practice every day ? (0-4 scale)	2.0	0.2	1-4
How long do you practice each time ? (minutes)	57.5	4.0	30-90
What's the affection of the saliva sampling operation ? (1-10 scale)*	2.3	0.2	1-5

*The scale numbers are set from 1 to 10 which mean no affection at all by scale 1, with very serious affection by scale 10, and may change by gradation between those two scales. Every subject was asked to give a score subjectively right after the end of the experiment.

**SEM: Standard Error of Mean.

表 4. 靜坐之褪黑激素實驗結果分析
Results of the time period effect analysis.

Treatment	Time period*	Mean	SEM**	Paired t test	
				One-sided p-value	95% Confidence Interval
Meditation	Pre	8.37	2.13	---	---
	Post (I)	9.42	2.44	0.043	(0.05, ∞)
	Post	9.93	2.39	< 0.001	(0.86, ∞)
	Post (II)	10.70	2.42	< 0.001	(1.26, ∞)
Control	Pre	5.65	1.10	---	---
	Post (I)	6.51	1.50	0.152	(-0.55, ∞)
	Post	6.70	1.48	0.106	(-0.35, ∞)
	Post (II)	6.97	1.48	0.064	(-0.12, ∞)

* Pre: $0 \leq t \leq 10$ mins; Post (I): $10 < t \leq 45$ mins; Post: $10 < t \leq 90$ mins; Post (II): $45 < t \leq 90$ mins.

**SEM: Standard Error of Mean.

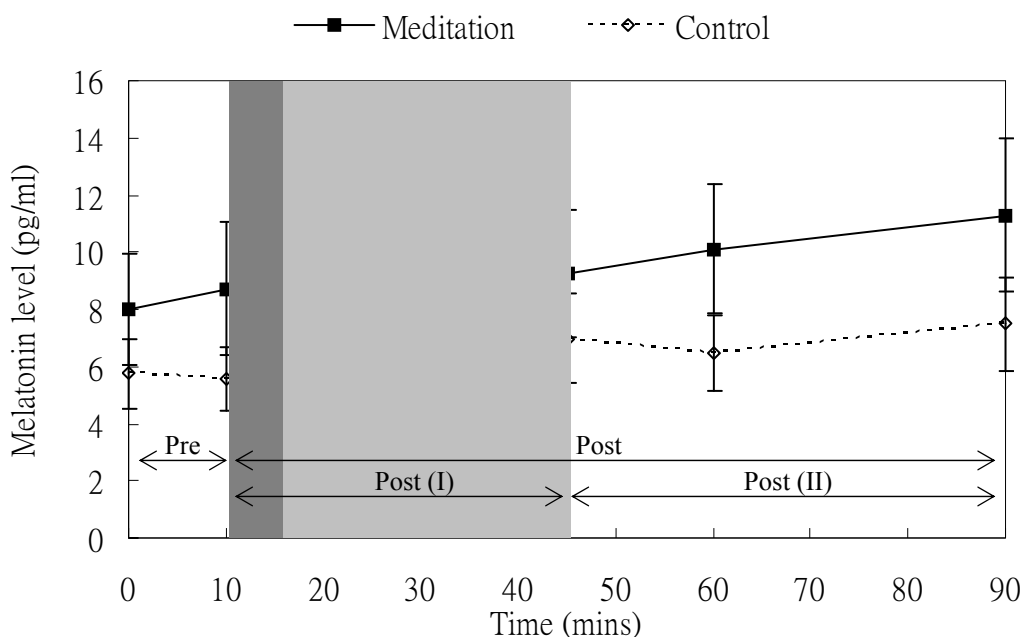


圖 5. 褪黑激素分泌之平均濃度分布圖。(Mean concentration profile of melatonin secretion). The gray area in this diagram represents the meditation period and the deep gray area represents the IPQ stage. The time periods are: Pre: $0 \leq t \leq 10$ mins; Post (I): $10 < t \leq 45$ mins; Post (II): $45 < t \leq 90$ mins. Error bars represent the SEM. (IPQ stage : 默運祖炁)

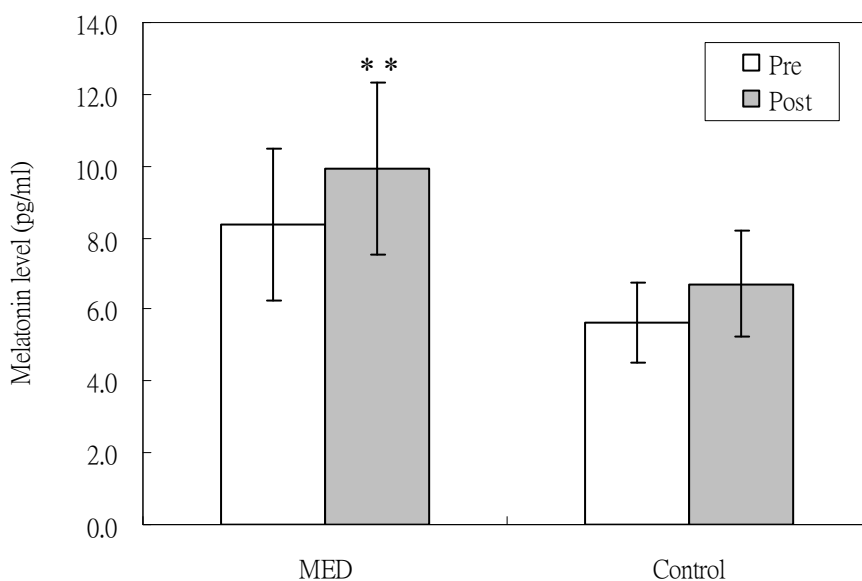


圖 6. 靜坐前後實驗組及對照組之褪黑激素濃度分析結果。(Analysis results of melatonin level of the MED (meditation) and the control groups). Error bars represent the SEM. The p-values between “Pre” ($0 \leq t \leq 10$ mins) and “Post” ($10 < t \leq 90$ mins) of the MED and the control groups are less than 0.001(**) and equal to 0.106 respectively.

參考資料

1. Herzog H., Lele V. R., Kuwert T., Langen K. J., Kops E. R. & Feinendegen L. E. Changed pattern of regional glucose metabolism during yoga meditative relaxation. *Neuropsychobiology* 23(4):182-187 (1991).
2. Lou H. C., Kjaer T. W., Friberg L., Wildschiodtz G., Holm S. & Nowak M. A ¹⁵O-H₂O PET study of meditation and the resting state of normal consciousness. *Hum Brain Mapp.* 7(2): 98-105 (1999).
3. Lou H. C., Nowak M., & Kjaer T. W. Chapter 14: The mental self, *Progress in Brain Research* 150: 197-204 (2005).
4. Kjaer T. W., Bertelsen C., Piccini P., Brooks D., Alving J. & Lou H. C. Increased dopamine tone during meditation-induced change of consciousness. *Brain Res Cogn Brain Res.* 13(2):255-259 (2002).
5. Lazar S. W., Bush G., Gollub R. L., Fricchione G. L., Khalsa G. & Benson H. Functional brain mapping of the relaxation response and meditation. *Neuroreport* 11(7): 1581 - 1585 (2000).
6. Newberg A., Pourdehnad M., Alavi A. & d'Aquili E. G. Cerebral blood flow during meditative prayer: preliminary findings and methodological issues. *Percept Mot Skills.* 97(2): 625-630 (2003).
7. Newberg A., Alavi A., Baime M., Pourdehnad M., Santanna J. & d'Aquili E. G. The measurement of regional cerebral blood flow during the complex cognitive task of meditation: a preliminary SPECT study. *Psychiatry Res.* 106(2): 113-122 (2001).
8. Lo P. C., Huang M. L. & Chang K. M. EEG alpha blocking correlated with perception of inner light during Zen meditation. *Am J Chin Med.* 31(4): 629-642 (2003).
9. Lutz A., Greischar L. L., Rawlings N. B., Ricard M., & Davidson R. J. Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *PNAS.* 101(46): 16369-16373 (2004).
10. Takahashi T., Murata T., Hamada T., Omori M., Kosaka H., Kikuchi M., Yoshida H. & Wada Y. Changes in EEG and autonomic nervous activity during meditation and their association with personality traits. *Int J Psychophysiol.* 55(2):199-207 (2005).
11. Jevning R., Anand R., Biedebach M. & Fernando G. Effects on Regional Cerebral Blood Flow of Transcendental Meditation. *Physiology & Behavior* 59(3): 399-402 (1996).
12. Yamamoto S., Kitamura Y., Yamada N., Nakashima Y. & Kuroda S. Medial prefrontal cortex and anterior cingulate cortex in the generation of alpha activity induced by transcendental meditation: a magnetoencephalographic study. *Acta medica Okayama* 60(1):51-8 (2006).
13. Davidson R. J., Kabat-Zinn J., Schumacher J., Rosenkranz M., Muller D., Santorelli S. F., Urbanowski F., Harrington A., Bonus K., & Sheridan J. F. Alterations in Brain and Immune Function Produced by Mindfulness Meditation. *Psychosomatic Medicine* 65: 564-570 (2003).
14. Lazar S. W., Kerr C. E., Wasserman R. H., Gray J. R., Greve D. N., Treadway M. T.,

- McGarvey M., Quinn B. T., Dusek J. A., Benson H., Rauch S. L., Moore C. I. & Fischl B. Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *Neuroreport* 16(17): 1893-1897 (2005).
15. Hölzel B. K., Ott U., Hempel H., Hackl A., Wolf K., Stark R. & Vaitl D. Differential engagement of anterior cingulate and adjacent medial frontal cortex in adept meditators and non-meditators. *Neuroscience Letters* 421: 16-21 (2007).
 16. Chen J. C., Tsai H. Y., Lee T. C. & Wang Q. F. The Effect of Orthodox Celestial Emperor (Tian-Di) Meditative Qigong on Electroencephalogram. *J. of Chinese Medicine* 8(3): 137-154 (1997).
 17. Liou C. H., Hsieh C. W., Hsieh C. H., Wang C. H., Lee S. C. & Chen J. H. Studies of Chinese Original Quiet Sitting by Using Functional Magnetic Resonance Imaging : Exploring the Brain Activation Area of “Invitation of Primordial Qi” Stage. *Neuroimage* 1452 TH-PM (2005).
 18. Liou C. H., Hsieh C. W., Hsieh C. H., Wang C. H., Lee S. C. & Chen J. H. Studies of Chinese Original Quiet Sitting by Using Functional Magnetic Resonance Imaging. *27th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC05)* ID 990 (2005).
 19. Massion AO, Tears J, Hebert JR et al. Meditation, Melatonin and Breast/Prostate Cancer: Hypothesis and Preliminary Data. *Med. Hypotheses* 1995; 44: 39 – 46.
 20. Tooley GA, Armstrong SM, Norman TR et al. Acute increases in night-time plasma melatonin levels following a period of meditation. *Biol. Psychol.* 2000; 53: 69 – 78.
 21. Harinath K, Malhotra AS, Pal K et al. Effects of Hatha Yoga and Omkar Meditation on Cardiorespiratory Performance, Psychologic Profile, and Melatonin Secretion. *J. Altern. Complement Med.* 2004; 10(2):261 – 268.
 22. Solberg EE, Holen A, Ekeberg O et al. The effects of long meditation on plasma melatonin and blood serotonin. *Med. Sci. Monit.* 2004; 10(3): CR96 – 101.
 23. Carlson LE, Speca M, Patel KD et al. Mindfulness-based stress reduction in relation to quality of life, mood, symptoms of stress and levels of cortisol, dehydroepiandrosterone sulfate (DHEAS) and melatonin in breast and prostate cancer outpatients. *Psychoneuroendocrinology* 2004; 29: 448 – 474.