

TWO QIGONG STATES WITH α WAVE CHARACTERISTICS

李嗣滄 張楊全

Si-Chen Lee and Yang-Chyuan Chang

Reprinted from Journal of Chinese Medicine
Vol.2, No.1, pp. 30-46, October 1991

**Published by the China Medical College and
the National Research Institute of Chinese Medicine
Taiwan, R.O.C.**

由腦 α 波所定義的兩種氣功態

李嗣涔 張楊全*

國立台灣大學工學院 電機系

*國立台灣大學醫學院 神經科

中華民國 台灣 台北

(民國80年3月16日受理, 民國80年8月27日接受刊載)

我們測量了氣功師父在練氣時腦 α 波振幅之變化, 由此發現了兩種不同的氣功態。第一種狀態腦 α 波之尖峰功率大幅降低, 我們定義為「入定態」。第二種狀態剛好相反, 腦 α 波之尖峰功率大幅增加, 定義為「共振態」。另外從實驗數據推論: 中國傳統道家在開始練功時是處在「共振態」, 但是在練到高深境界以後, 進入「入定態」, 而佛教禪宗的「坐禪」則從修練開始就在練「入定態」。

關鍵詞: 腦波、 α 波、氣功。

前 言

氣功科學化的重要課題之一, 就是去了解一個人在練氣功的過程中, 身體到底發生了什麼變化, 比如心跳與呼吸的次數、血壓、血流量、身體的溫度、腦電波、心電圖等等, 是不是與平時不練功時有著相當大的而且是系統化的不同。若能藉由這些生理指標的測試, 而能確實證明人體是處於一種既非「清醒」, 也非「睡眠」的狀態, 則我們就可以如同錢學森所建議的一樣¹, 定義練氣功時身體的狀態為「氣功態」。當然氣功態可能有很多種, 它所表達的意義只是說人體可能有很多可以存活的狀態, 「清醒」與「睡眠」只是兩種一般人天天都會經歷的境界, 而其他狀態則要靠一些修練的方法才能達到。

練氣功的方法有千百種, 但粗分下來可約略分為兩大類, 一種為道家及佛教密宗的練氣², 也就是練習「氣集丹田」, 「氣走任督二脈」以及「氣行大小週天」等境界, 比較著重於打通人體的經絡系統。另一種為佛教禪宗的靜坐, 也就是「入定」的工夫, 在靜坐中利用數息、觀想等方法逐漸摒除腦中雜念, 而達到「空」的境界, 另外在印度及西方也有瑜珈 (yoga) 及超覺靜坐 (transcendental meditation) 類似氣功的修練方法。

近年來, 中國大陸, 台灣以及西方的研究者已成功地把腦電波分析功率頻譜的方法運用到氣功, 瑜珈和超覺靜坐³⁻¹³。根據這些文獻的記載³⁻⁸, 當氣功師父練氣時, 大腦枕部及頂部之「 α 波」(8到13Hz的腦波) 振幅會大幅的增加, 並由腦枕部逐漸擴散到腦的其他部位, 它是腦內電氣活動在生理狀況改變時所出現的一種現象。但是在眾多的練功法之間其 α 波到底有什麼相同或相異之點, 是本論文所要探討的主題。

材料與方法

一、研究對象

我們一共邀請 11 位氣功師父參與研究，其中道家文始派者有 1 人，一般練氣者 5 人，梅花門者有 3 人，龍門丹道者有 1 人及佛教密宗者 1 人。

為探求修練程度是否為大腦 α 波變化之重要因素，我們亦邀請在同一位禪宗師父門下修練之 7 位同修接受測試，作為比較，這些同修之修練時間為 4 個月到 4 年。對照組則為 21 位完全沒有修練過任何氣功之普通人。

二、記錄方法

所使用的腦波儀為日本光電公司製 OEE-7102 型，可將每 10 秒取得之腦波信號做傅立葉轉換，並直接將其功率頻譜以印表機印出。由於此機型只有兩個頻道，共五個電極（一個為接地），因此我們選擇將傳統腦波測試中腦右半球的 O_2 及 C_4 兩點信號送入第一頻道，腦左半球的 O_1 及 C_3 兩點信號送入第二頻道，接地電極則貼在前額上端。所印出的腦波頻譜則右左並列，每一條線代表 10 秒鐘之數據。

在實驗過程中，練過氣功的師父均先閉眼靜坐 3 到 5 分鐘，不練功，以取得其閉眼後兩分鐘內，腦波頻譜尖峰功率的平均值 P_{0-2} ，然後再開始以本門功法練功 5 到 10 分鐘。我們則各取練功後 0 至 2 分鐘及 2 至 4 分鐘內腦波頻譜尖峰功率的平均值（ P_{2-4} 及 P_{4-6} ）與沒有練功前之 P_{0-2} 比較，取得百分率的變化，即 $(P_{2-4} - P_{0-2}) / P_{0-2} \times 100\%$ ， $(P_{4-6} - P_{0-2}) / P_{0-2} \times 100\%$ ，再做統計分析看腦波功率之增加或降低是否有統計上的顯著性。而一般沒有練過氣功的人，則請其閉眼靜坐 6 分鐘以上，量其腦波之變化。以閉眼後 0 至 2 分鐘內腦波頻譜尖峰功率的平均值 P_{0-2} 當做基準，而計算在閉眼後 2 至 4 分鐘及 4 至 6 分鐘之平均值 P_{2-4} 及 P_{4-6} 之變化的百分率，並與練功者做一比較。

三、統計分析

由於練功者大腦 α 波振幅變化之分佈多非高斯分佈，所以我們採用 Mann-Whitney 法來檢驗有關相對數據之異同關係¹⁴。

結 果

普通人之 α 波尖峰功率的變化

表一列出 21 位未練功之普通人，閉眼後 6 分鐘內，大腦左右兩半球 α 波尖峰功率之變化平均值及範圍。表中數字之 α 波功率雖有變動，但經 Mann-Whitney 法檢驗後發現此項變動不具統計學上有意義之差異。相對時段內左右兩半球之功率變動亦無有意義之差異。

根據 α 波功率增減情形，我們將練功時之氣功態分為兩大類，功率明顯減少者，稱為「入定態」，而增加者稱「共振態」。

表一 普通人（21人）大腦 α 波尖峰功率變動情形Table 1. The peak power variation of brain α wave of 21 ordinary people.

	$P_{2-4}\%$	$P_{4-6}\%$
右半球		
平均±標準誤差	13.8±29.7	3.6 ± 36.7
範圍	-30.5~66.0	-62.3 ~ 79.3
左半球		
平均±標準誤差	8.1±25.6	- 1.8 ± 43.0
範圍	-42.7~50.6	-62.3 ~ 112.6

$$P_{2-4}\% = \frac{P_{2-4} - P_{0-2}}{P_{0-2}} \times 100\% \quad P_{4-6}\% = \frac{P_{4-6} - P_{0-2}}{P_{0-2}} \times 100\%$$

正值：比 P_{0-2} 增加之百分比

負值：比 P_{0-2} 減少之百分比

入定態

屬於這一類之練功者有 11 人，來自道家文始派，龍門丹道，道家某派，佛教密宗及禪宗同一門派學生 7 人。前三位高段師父練功時， α 波振幅呈現明顯之下降，其程度可達 70% 以上。但下降程度並不一致，為 56% 至 76% 之間，即使同一門派亦不盡相同。圖一到圖四顯示的就是前四種門派師父練功時，腦波之變化。圖一A 及B 顯示的是道家文始派的高段師父在練「內金丹功」前後腦波的變化情形，在圖 A 中師父閉眼後一直在說話以避免進入練功的狀態，此時腦 α 波頻率在 10Hz 附近振幅很大，最高時約在 $75\mu\text{V}$ 左右。但在停止連續的說話，並閉眼後，如圖一B 所示，腦 α 波振幅僅有 $20\mu\text{V}$ 左右，並在不到一分鐘後完全消失不見。在整個 10 分鐘的練功過程中， α 波受到明顯的抑制，只有在少數幾個瞬間會有 α 波反彈而出的現象，但振幅不大並且很快的又受到抑制而消失。在整個練功過程中，師父並間歇性的告訴我們，「氣」在他身體內之運行位置。

圖二顯示的是道家龍門丹道的師父練功時，腦 α 波功率頻譜的變化，很明顯的是在練功以前，師父的腦 α 波非常複雜，有很多個波峰，但是一開始練功，則 α 波明顯受到抑制，但偶然會有一個單一的波峰出現，其振幅並不比練功前要高，但顯示大腦電氣活動進入比較有秩序的狀態。尤其在師父將氣提到頭頂「氣轉百會穴」時，一個單一的 α 波突然衝出，表示大腦電氣活動有秩序的程度更為提高。但是等到師父停止運功的瞬間，腦波又回到練功前的混亂狀態。

圖三顯示的是另一位道家師父以「放空」的方法，即摒除腦中雜念的方法來練功時，腦中 α 波頻譜功率的變化，很明顯的是整個閉眼練功的過程中 α 波振幅都很小，甚至到消失的地步與圖一B 很相似，在 4 分鐘的練功過程中，也觀察到有 α 波反彈而出的現象。

圖四顯示的是一位佛教密宗的師父，在打坐過程中，腦 α 波功率頻譜的變化情形。很顯然是當

師父剛剛閉眼的時候，腦 α 波功率很小，振幅約在 $10\mu\text{V}$ 左右，頻譜也不單純，但在開始練功約 2 分 40 秒後，腦右半球 α 波平均功率突然增加 4 倍以上，但腦左半球 α 波變化不大。約在 3 分半鐘以後，腦左半球 α 波消失不見進入「入定態」。在同時腦右半球 α 波的數據上，雖然顯示仍有 α 波存在，但事實上 α 波也已被抑制。這是由於腦波機 OEE-7102 型在展示數據時，若下一個 10 秒之 α 波功率小於前一個 10 秒之功率，則它完全重覆展示前 10 秒之波型，只是基準線（零振幅線）向上位移 1 毫米（mm）而已。因此當我們看到 α 波功率頻譜波形不變，而只是基準線向上移，則知道 α 波振幅很小，甚至已消失。大約在 4 分鐘時，腦左右半球 α 波均出現反彈現象，左半球的很小，右半球的很大，但瞬間又消失了。這種特徵與道家高段師父（圖一B 及二）練功過程幾乎一樣。由於密宗師父練功過程腦波之變化比較特殊，我們只取前三位高段師父練功前後腦 α 波之變化百分比，與 21 位沒有練過氣功的人比較，如表二所示。從表中可以發現，師父不論左右半球 α 波振幅在練功後 4 分鐘內均呈現有意義的下降。

表二 三位高段師父練入定型氣功態時大腦 α 波尖峰功率變動情形

Table 2. The peak power variation of brain α wave for three high level Qigong masters practicing "Ruh-Ding".

	$P_{2-4}\%$	$P_{4-6}\%$
右半球		
師父一	-77.2	-55.9
師父二	-5.6	-76.0
師父三	-48.3	-75.6
左半球		
師父一	-65.3	-34.3
師父二	-10.6	-57.6
師父三	-53.8	-86.9

圖五顯示禪宗同修 7 位學生中一位修練得較好的受試者，在閉眼後及入定過程中腦 α 波功率頻譜的變化。很顯然是與前面幾位高段師父相比較，他對 α 波的抑制能力還不夠好，在整個入定的 12 分鐘內，只有約 1 分鐘的時間可以把 α 波整個去掉。我們把這 7 位同修，閉眼後 0 至 2 分鐘內的功率尖峰平均做為基準 P_{0-2} ，再用開始入定後 0 到 2 分鐘及 2 到 4 分鐘內的功率尖峰平均值（ P_{2-4} 及 P_{4-6} ）求變化的百分率，來與沒有練過功的人做統計性的比較，如表三所示。其練功時，大腦 α 波變動情形。從表中可發現同修者練功開始後兩分鐘內，不論左右半球之 α 波功率皆呈現有意義之下降（ $P < 0.0005$ ），但 2 分鐘後則與普通人無明顯差異。

表三 七位練坐禪的同修學生練功時大腦 α 波尖峰功率變動情形Table 3. The peak power variation of brain α wave of seven students while practicing "Zen".

	P ₂₋₄ %	P ₄₋₆ %
右半球		
平均±標準誤差	-28.5±16.1	-16.6±30.6
範圍	-45.2~3.3	-46.7~28.8
左半球		
平均±標準誤差	-33.3±21.7	-20.1±27.0
範圍	-66.5~-2.5	-72.3~1.1

共振態

道家與佛教密宗的練功，一開始是要練氣的，也就是「打通任督二脈」，「氣走大小週天」的功夫。屬於這一類之練功者有 7 人，來自一般練氣者，道家梅花門及佛教密宗。練功時 α 波振幅呈現明顯之上升，其程度可達 100% 以上。圖六至圖八是道家師父練氣時，腦 α 波功率頻譜變化的情形。圖六顯示的是道家師父以「放鬆」方式來練功的情形。在開始練功 2 分鐘後，腦左右半球之 α 波功率均突然增加到 2.5 倍以上，並在整個練功過程中，振幅均遠大於不練功前閉眼靜坐之情形。這種情形尤以腦右半球為明顯。

圖七顯示的是道家師父「氣行大週天」之情形，很顯然的是在開始練功不到 1 分鐘，腦左半球 α 波功率大幅增加 2 倍，並在整個練功過程中均保持持續增加的狀態。腦右半球 α 波也有大幅增加，但不若左半球那樣明顯。

圖八顯示的是道家梅花門的師父練功時，腦 α 波功率頻譜的變化，在開始練功不到 1 分鐘，不論左右半球腦 α 波的功率就突然增加到 2 倍以上，進入 α 波的「共振態」。我們也選 7 位練氣的師父與前面所述一樣，量其練功前後腦 α 波功率變化的百分比，再與 21 位沒有練過氣功的人做比較，如表四所示。在開始練氣前兩分鐘內，練氣的師父腦右半球 α 波之功率增加有意義之（ $P < 0.0005$ ），但左半球尚未具明顯差異。但在 2 到 4 分鐘內，練氣師父腦左右半球 α 波功率之增加均呈現出統計上的顯著性（ $P < 0.001$ ）。

討 論

普通人大腦 α 波之真正來源，仍未有定論。最有可能的說法是來自大腦後區皮質，但接受視丘的調節，而有所改變。普通人在靜止放鬆閉眼時， α 波最為明顯；張眼、心算、思考、聽覺或體覺刺激之下， α 波則會被抑制，振幅大為減少。高度警覺時， α 波會遭受壓抑，振幅及出現機率降低，甚至可能被低幅之 β 波所取代。

表四 產生共振態七位氣功師父練功時大腦 α 波尖峰功率之變動情形Table 4. The peak power variation of brain α wave of seven Qigong masters while in "the Gong-Zheng" state.

	P ₂₋₄ %	P ₄₋₆ %
右半球		
平均±標準誤差	103.6±103.8	120.3±104.8
範圍	19.1~318.0	13.2~265.9
左半球		
平均±標準誤差	63.1±89.2	87.9±101.7
範圍	1.5~238.2	2.3~284.3

近三十年來，有一些學者投入如何控制 α 波的研究。所謂以 α 波生物回饋法 (alpha biofeedback method)¹¹ 達到放鬆自己的目的，即是其中一種臨床應用。超覺靜坐修練者練功時^{12,13}，其 α 波振幅有的增強，有的減弱，甚至消失，而代之以 θ 波。Kasamatsa 及 Hirai 兩人，則報告佛教禪宗練功時，有 α 波振幅增高之現象。事實上，這些 α 波振幅變化，只是反映著一個人警醒程度而已，並不能說那一種 α 波變動對人的健康較有好處。

普通人嗜睡時， α 波出現時段會減少，振幅會下降，因此我們無法全面否定屬於大腦 α 波尖峰功率降低之入定型氣功態只是練功者昏昏嗜睡狀態所引起的 α 波變化而已。但是從圖一及圖二道家兩位師父一邊練內丹功法，一邊間歇性的說話告訴我們「氣」走到了身體那一部位的事實來看，至少他們是處於清醒狀態，而腦 α 波仍然受到強烈的抑制，並有反彈而出之現象。另外從本研究中，對 21 位普通 α 波振幅變動之觀察中可得知，6 分鐘 α 波內平均振幅並未明顯下降，可見本研究中為時不長之記錄過程，並未使受測者進入嗜睡狀態。因之，推斷修練者亦未進入嗜睡狀態。再者，即使這一類修練者確因嗜睡，導致 α 波振幅下降，也能代表他們之氣功態與共振型氣功態完全不同。

在對入定型氣功態師父所做的實驗中，禪宗同修七位學生的腦 α 波振幅在練功後 2 分鐘內呈有意義之下降，但 2 分鐘後則與一普通人無明顯差異，這種現象可以解釋如下：7 位練坐禪的同修，由於功夫還不夠深，因此雖然在一開始時，對腦 α 波可以達到稍微抑制之地步，而顯出比一般人強，但時間一久， α 波反彈而出就顯不出優越性了。當然對圖一到圖三所顯示的三位高段師父而言，其對 α 波功率之抑制，在入定 4 分鐘內是極為顯著的。

入定型修練者運功時講究思路放空，摒棄雜念，以達到「入定」狀態。為摒棄雜念則使用所謂的「法門」來壓制隨時興起的「隨機念頭」。例如默念「阿彌陀佛」來壓制腦海中之其他念頭。練到最高境界，連「法門」也無需使用，也無雜念產生。若以精神生理學觀點來看，這種摒棄雜念需集中精神於「法門」，所以並非真正地停止所有的有意識性思考，亦非完全放鬆，因此 α 波振幅自應下降。修練到最高境界，連「法門」也不需要，完全「入定」，毫無雜念。修練到此種境界時，回衝所得之

α 波是否與清醒期之 α 波，在神經生理學上之實質意義相同，尚待日後更進一步的鑑別區分。至於 α 波之壓抑現象之真正生理意義，亦需進一步之研究。

大腦皮質之電氣活動會因內在或外來之各型各類別刺激，引起電位改變。臨床上常用間歇性閃光刺激作為腦電圖檢查之一種特殊手段。當閃光刺激頻率接近或等於原有之 α 波頻率時，則最容易引起高振幅的閃光跟隨反應。此時在一般頻譜分析上，並無法分辨清楚 α 波及此種閃光跟隨反應，但見原有之 α 波波頻段之振幅功率大幅增加而已。在以前的刺激法實驗中⁹，我們以接近或等於原有 α 波頻率的重複性，閃光，誦念，或默念作為刺激方法，有一些未曾練過氣功的一般人身上，誘導出氣的產生，並證實出此時頻譜分析儀上的 α 波功率大為增加，這種循環刺激過程引起 α 波功率增加，我們定義為共振態。我們推測：共振態之氣功修練者於運功時能使體內組織脈管發生適當的協調，產生有規律性，循環性，且接近 α 波頻率的內在性刺激，進而誘導出大腦皮質 α 波的共振。

道家及佛教密宗在練功過程中都是先練氣，打通任督二脈，氣行大小週天，氣在體內運行，似乎就是在培養體內組織脈管間的適當協調能力，而誘導 α 波之共振態。如果練氣修練能進入更高深之「採藥結丹」階段，則體內之氣不再運行，會自動停止¹⁵，而「共振態」也隨之消失。圖四就是一位佛教密宗師父練功時，左側大腦半球先進入「共振態」 α 波振幅大為增加，一段時間後共振態消失， α 波振幅明顯下降，轉為被壓抑之狀態，此時與入定態之氣功修練並無兩樣。我們因之推測：兩種氣功態之修練者，修練過程中 α 波振幅變化雖有不同，但最段皆以 α 波壓抑為主之「入定態」為終極境界，兩者殊途同歸。

當然氣功態應該不只是「共振態」及「入定態」兩種，還應該有其他狀態，只是我們所用的生理指標只有腦 α 波之振幅變化，因此只能做這兩種粗略的分類。若能加入其他生理指標如血流量、血壓、呼吸、肌電等參數，我們相信可以把氣功態分類得更為完整。

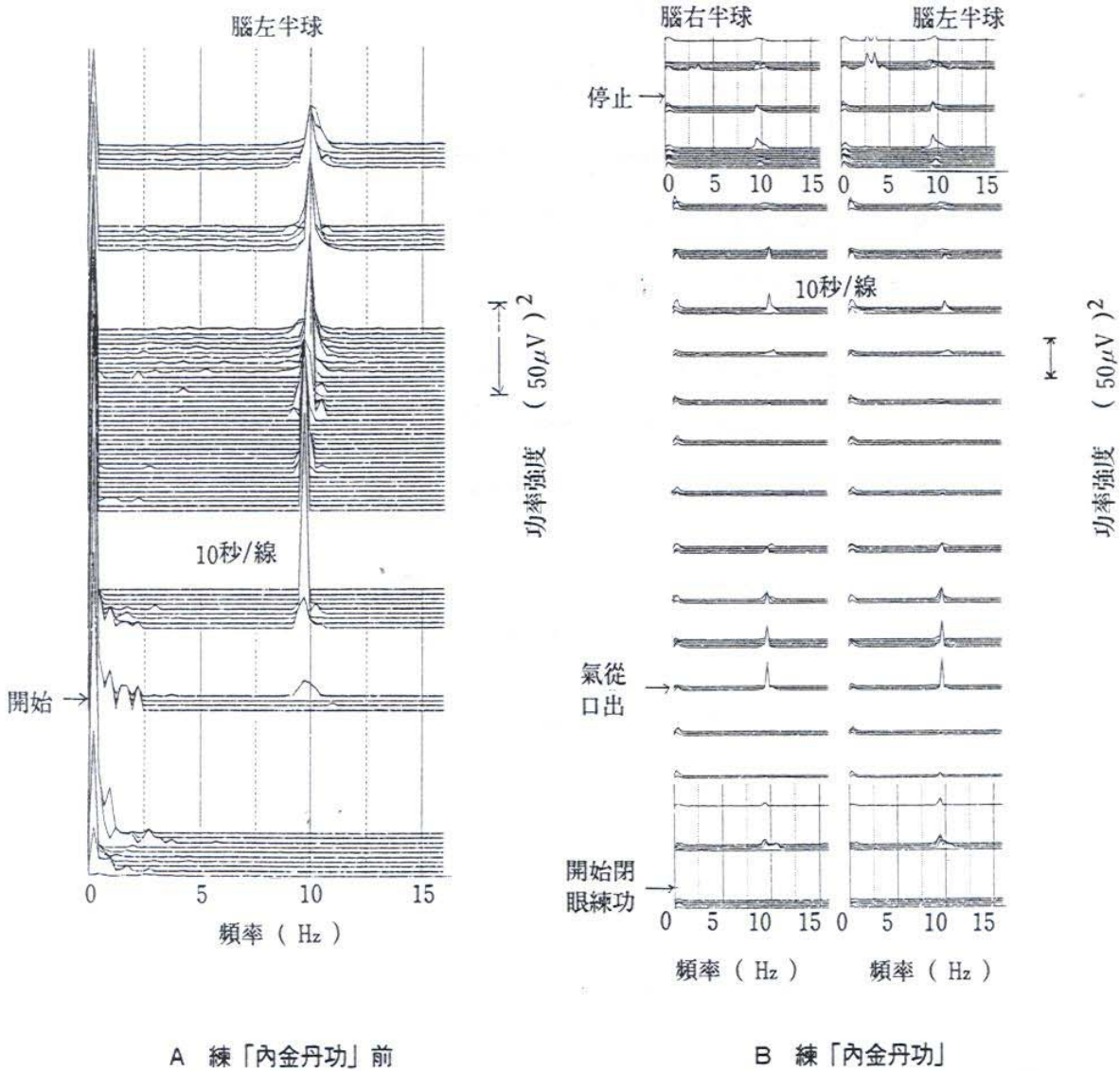
誌 謝

我們要感謝台大醫院神經科洪滿惠、謝碧璇兩位在腦波實驗上的協助。另外我也要感謝氣功師父李鳳山、賴鎮遠、黃英哲、湛湘泉四位先生，財政部關政司王德槐司長及中國禪學會的同修，以及方中傑、葉金珏及阮曉萍三位同學之協助，使我們能順利測量氣功態腦波之變化及分析其數據。

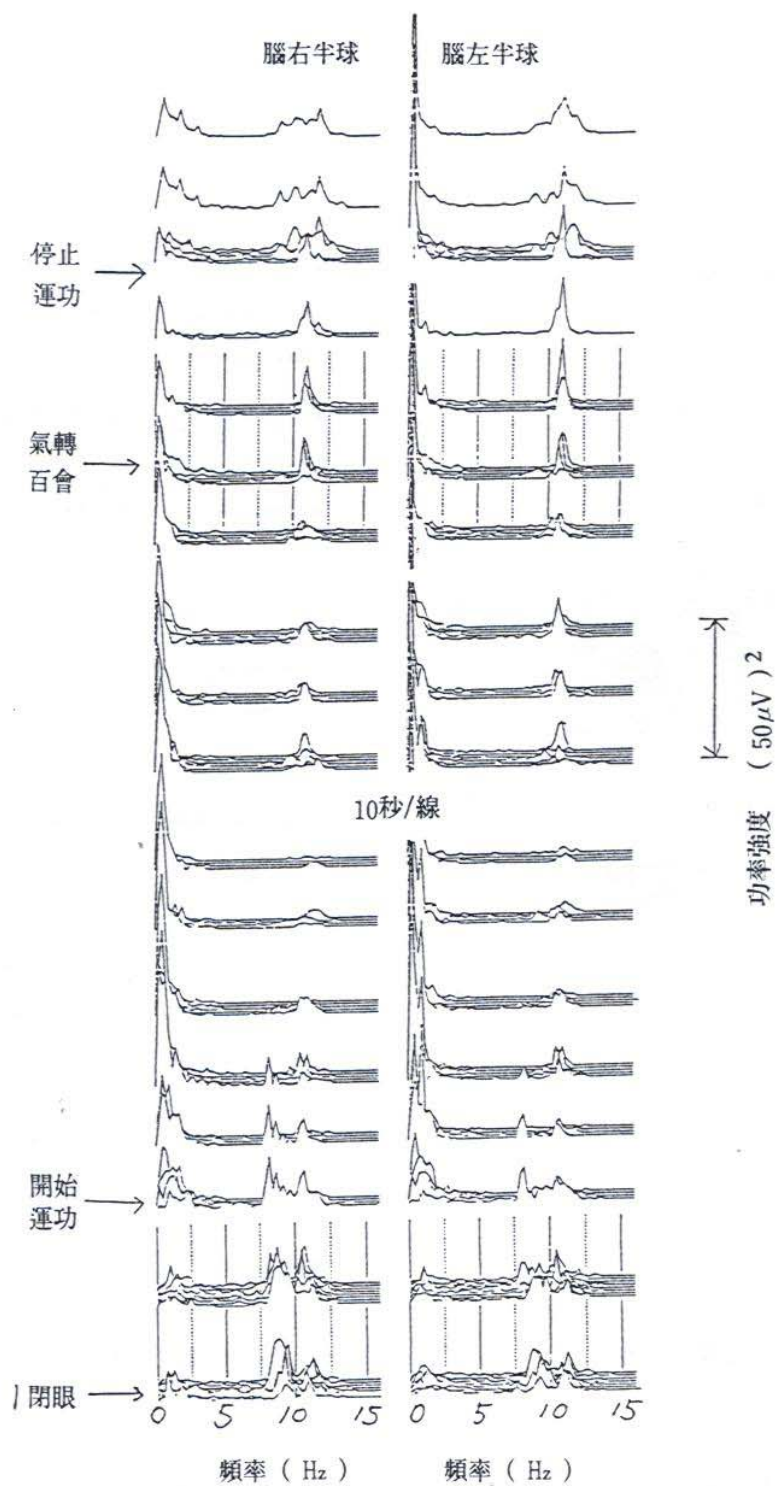
參考資料

1. 錢學森，開展人體科學之基礎研究，自然雜誌 4：483~488，1981。
2. 南懷瑾，道家密宗與東方神秘學，老古文化事業公司，台北，pp. 1~48，1990。
3. 梅磊等，氣功功能態腦波研究，自然雜誌 4：662，1982。
4. 孫福立等，氣功入靜過程中自發腦電波功率譜及相關函數的分析，心理學報 4：422，1984。
5. 張健洲等，用統計腦拓模圖系統對氣功狀態下的腦電圖研究，中國生物醫學工程學報 6：12，1986。
6. 何慶年等，氣功功能態時腦電的等電位統計圖分析，東方氣功 4：30，1986。
7. 胡森岐等，練放鬆功過程中腦電功率譜的變化，中華氣功 4：17，1985。
8. 牛欣，劉國隆，氣功外氣效應的腦電波分析，中國醫藥學報 4：11~14，1989。

9. 李嗣涔，以刺激法導引氣感法之產生，台灣大學工程學刊 46：117~125，1989。
10. 李嗣涔，氣功態及氣功外氣之紅外線頻譜，台灣大學工程學刊 49：97~108，1990。
11. Banquet JP. Spectral analysis of the EEG in meditation. EEG. Clin, Neurophysiology 35：143, 1973.
12. Wallace RK. Physiological effects of transcendental meditation. Science 167：1751, 1970.
13. Wallace RK. A wakeful hypometabolic physiologic state, Am. J. Physiology 221：795, 1977.
14. Zar JH, Biostatistical analysis. 2nd ed., Prentice hall, Englewood cliffs, pp. 138~146, 1984.
15. 王德槐，中國仙道之究竟，王德槐，台北，pp. 144~145，1988。

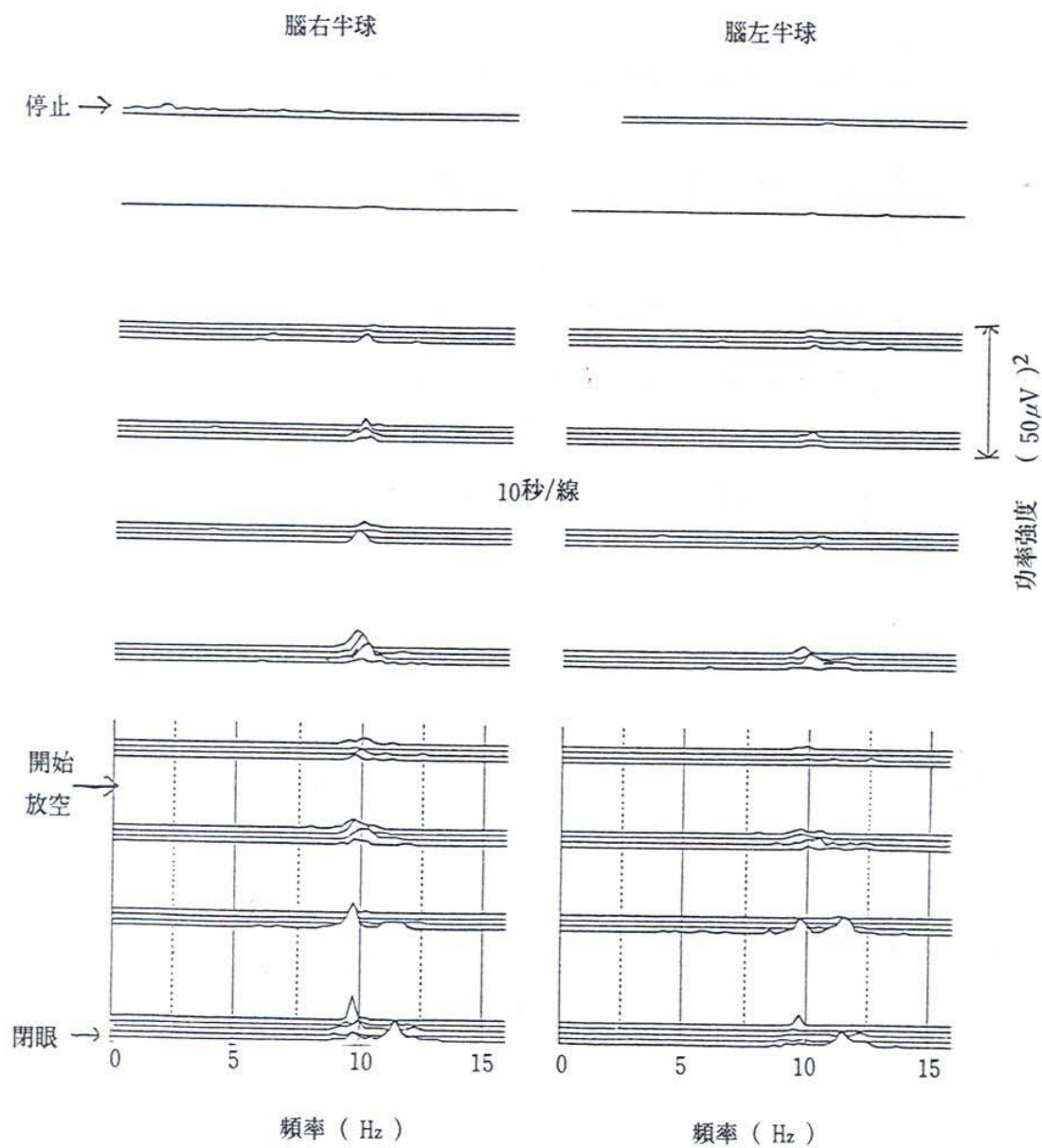


圖一 道家文始派的師父在 A. 練內金丹功之前閉眼說話，B. 練功中腦左右半球之 α 波功率頻譜隨時間之變化，每條線代表 10 秒鐘所取的數據，由下而上連續記錄，中間沒有間斷。縱軸為功率的大小，單位為 $(\mu V)^2$ 。

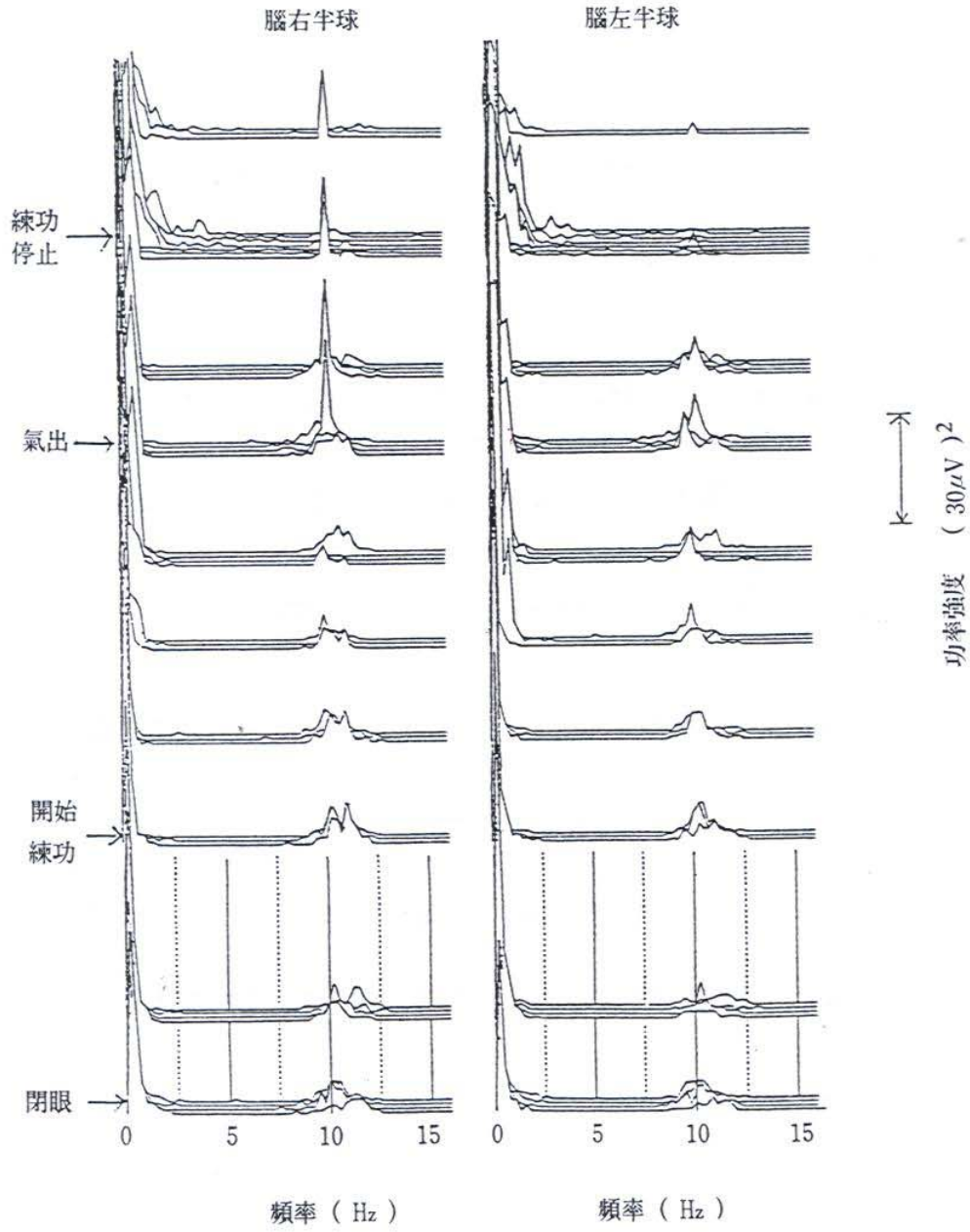


圖二 「龍門丹道」練小周天

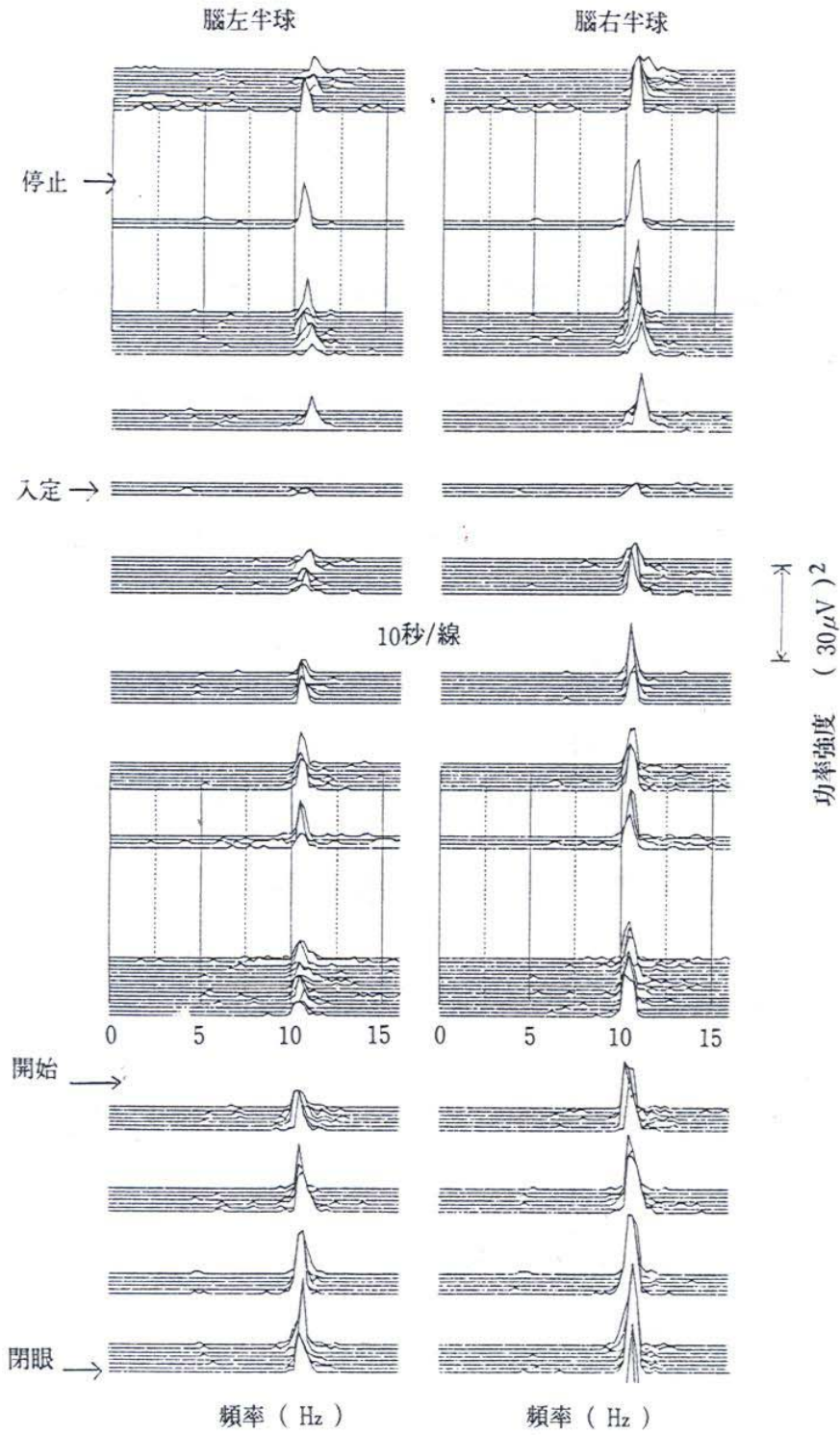
龍門丹道師父練功時，腦左右半球之 α 波功率頻譜隨時間之變化。



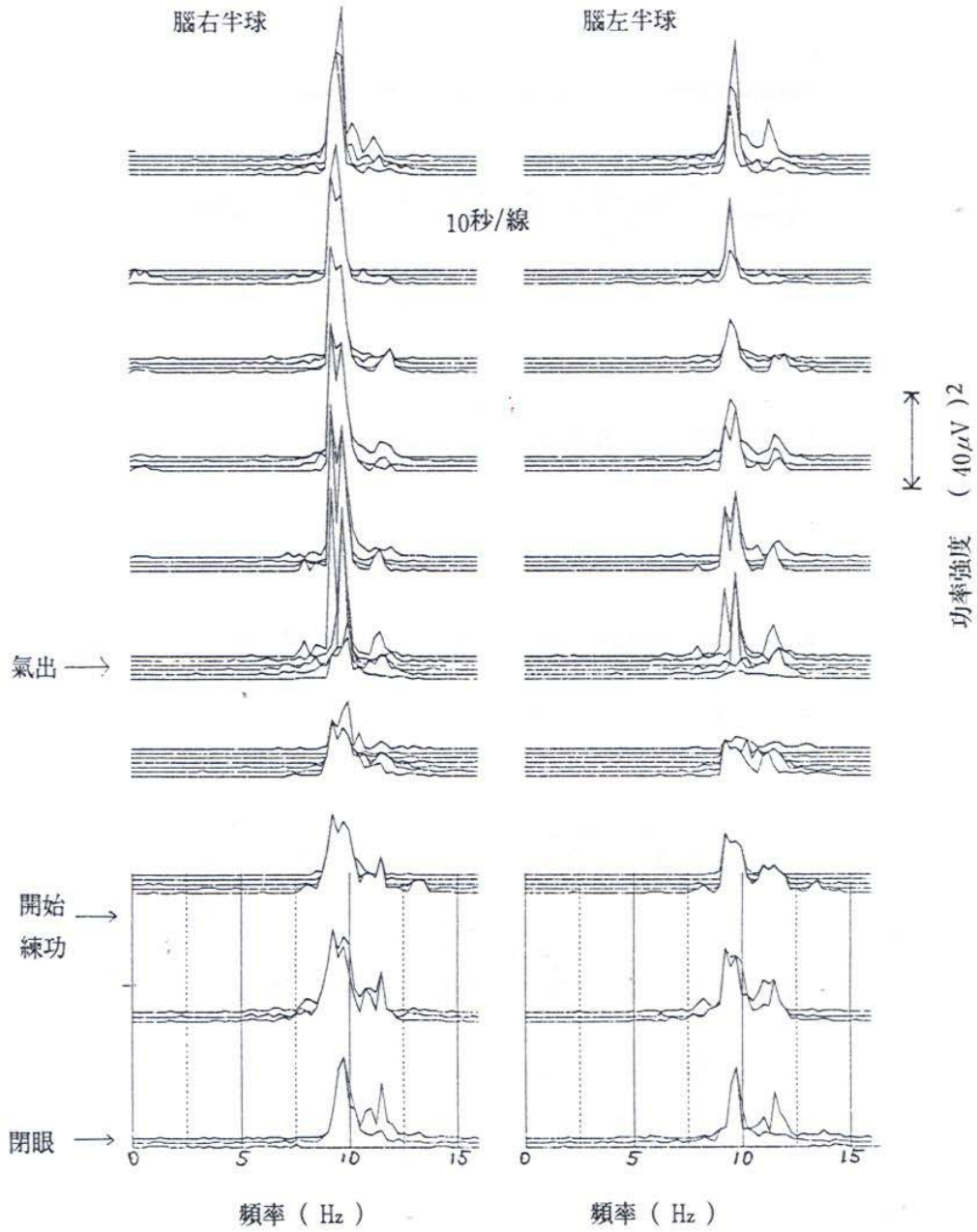
圖三 道家師父「放空」
道家師父以「放空」法練功時，腦左右半球之 α 波功率頻譜隨時間之變化。



圖四 佛教密宗師父練功
 佛教密宗師父練功時，腦左右半球之 α 波功率頻譜隨時間之變化。

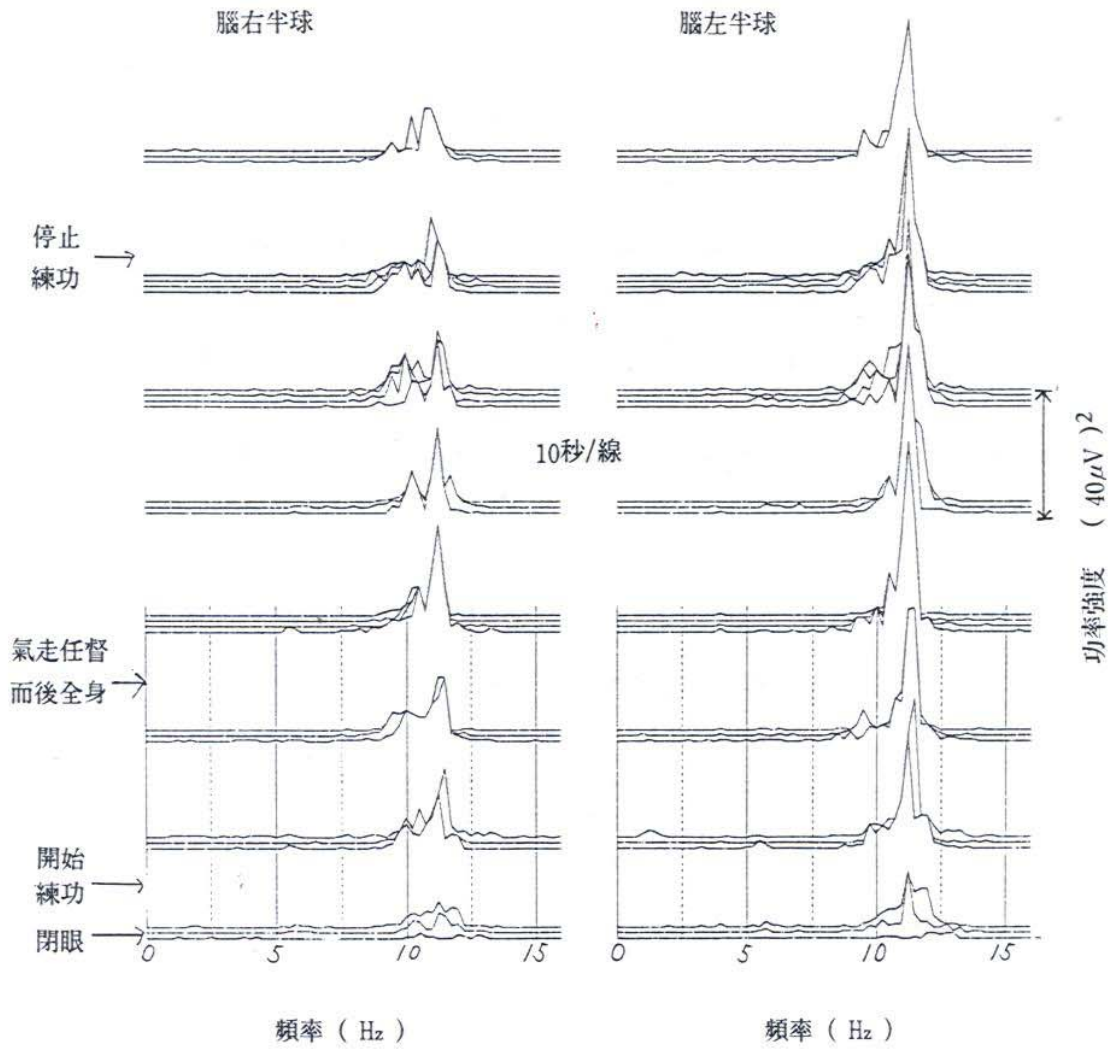


圖五 坐禪
初學坐禪的師父練習「入定」時，腦左右半球之 α 波功率頻譜隨時時之變化。

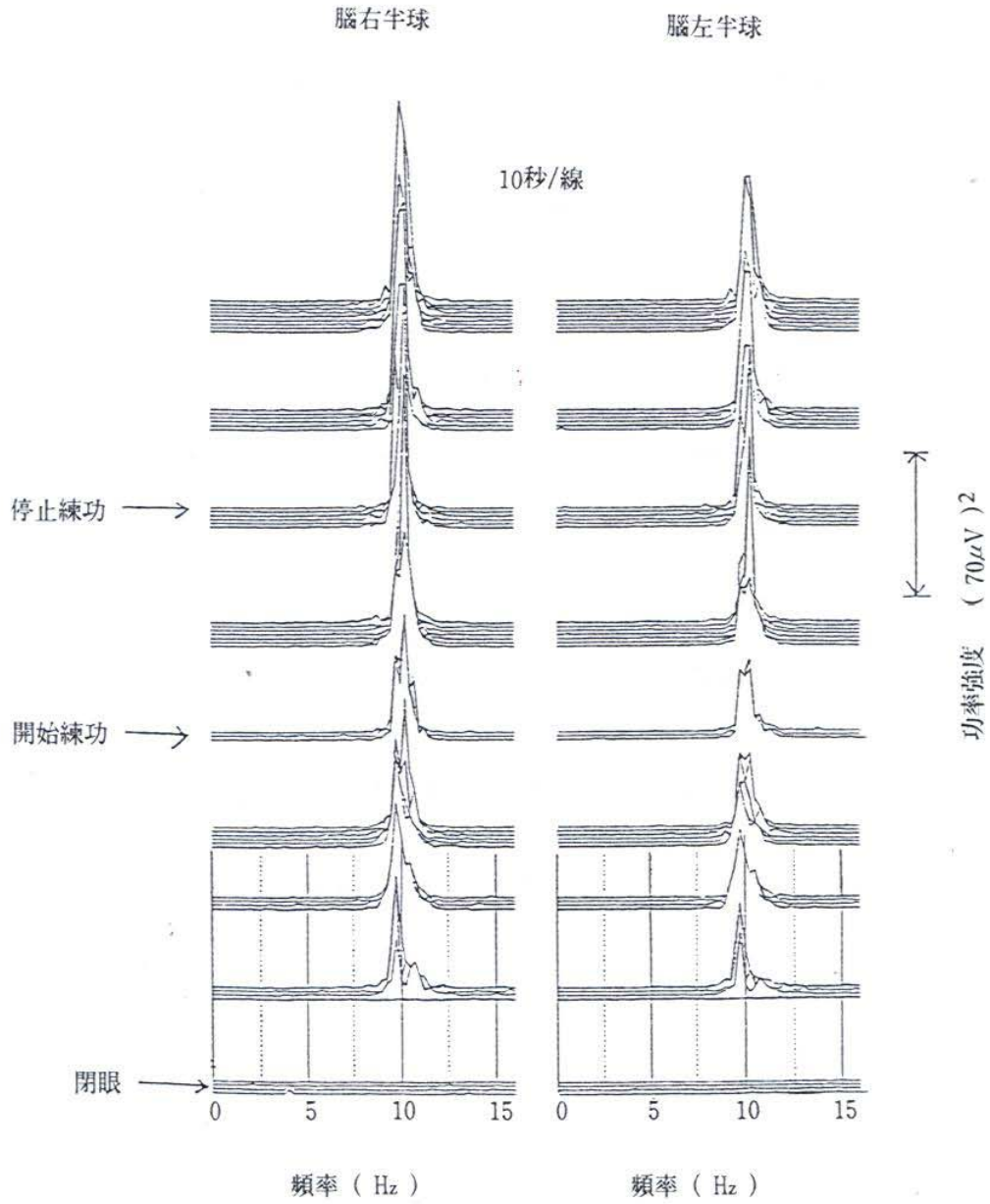


圖六 道家師父「放鬆」練功

道家師父以「放鬆」法練功時，腦左右半球之 α 波功率頻譜隨時間之變化。



圖七 道家師父氣行大週天
道家師父練「氣行大週天」時，腦左右半球之 α 波功率頻譜隨時間之變化。



圖八 梅花門內功
 道家梅花門師父練功時，腦左右半球之 α 波功率頻譜隨時間之變化。

TWO QIGONG STATES WITH α WAVE CHARACTERISTICS

Si-Chen Lee and Yang-Chyuan Chang*

Department of Electrical Engineering, College of Engineering and

**Department of Neurology, College of Medicine, National Taiwan University,
Taipei, Taiwan, R.O.C.*

This paper describe experiments to measure α brain wave variations in individuals performing qigong. The findings show variations between two states traditionally called quiescence (ru ding) and risonance (gong zhen). In the state of quiescence, the peak power of α brain waves is significantly reduced, while in that of resonancy, α brain waves are significantly reduced. The experiment also showed that Taoist qigong induces the state of resonance, although at a higher level of training it reaches the state of quiescence, which Zen practice aims to attain from the beginning.

Key Words : EEG, α Wave, Qigong.