

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

聆聽音樂時生理信號之變化分析

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2218-E-038-008-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：臺北醫學大學醫學資訊研究所

計畫主持人：邱泓文

共同主持人：徐榮隆

計畫參與人員：江漢聲 徐建業 邱安煒 林威志 曾欽仁

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 10 月 15 日

聆聽音樂時生理信號之變化分析

Analysis of Physiological Signals Variation in Listening to Music

計畫編號：NSC92-2218-E-038-008

執行期限：92年8月1日至93年7月31日

主持人：邱泓文 台北醫學大學 醫學資訊研究所

共同主持人：徐榮隆 新光醫院 神經內科

江漢聲 輔仁大學 醫學系

徐建業 台北醫學大學 醫學資訊研究所

計畫參與人員：林威志 曾欽仁 台北醫學大學 醫學資訊研究所

邱安煒 台北醫學大學 醫學研究所

一、中文摘要

近年來越來越多的人在推廣音樂用於放鬆及焦慮舒緩的應用，很多相關的研究也證實了音樂的效果能夠在焦慮量表及一些生理數據上反映出來，但對生理信號的變化研究較少。本研究利用 EEG 和 HRV 來測量受試者在聽音樂過程的腦波變化，並試圖釐清音樂、腦波和心率變異性之間的關係。並有以下的發現。

在腦波頻率能量的分析方面，alpha power 在沒有聽音樂、聽舒緩音樂和聽搖滾樂等三種情境下有明顯的差異，沒有聽音樂時最大，聽搖滾樂時最小。在 gamma band 方面，我們發現不管聽何種音樂，其 gamma power 都比沒聽音樂大。根據相關的研究，感官刺激及選擇性注意力都能使的個體 gamma power 上昇，本實驗也驗證這樣的說法。

研究也發現音樂喜好的因素會影響受試者的 alpha power 的強度。不喜歡搖滾樂受試者在聽搖滾樂時所呈現的 alpha power 會較可接受搖滾樂的受試者弱 此外也發現 alpha 波與心率變異性的數值之間有相關 (LF/HF、LFnu 為負相關；HFnu 與 SDRR 為正相關)。這點證實了這兩項測量的結果是一致的。雖然腦波和心率變異性的測量都可以推論個體的情緒狀態，但是這兩項測量之間的相關性是鮮少研究的。在本研究中同時做腦波和心率變異性的測量，結果證實這兩種的測量工具結果是有高度相關，也為這兩種測量工具提出了間接性的效度證明。

關鍵詞：音樂治療，腦波，心率變異性，時頻域分析

Abstract

The use of music for relaxing and relieving anxiety has become increasing popular in recent years; a lot of relevant researches have shown that music has both a mental and physiological effect which is quantifiable. This research measures the

brain wave and heart rate variability (HRV) change during the course of experiments in listening to music. Furthermore, we attempted to distinguish the relation between the music, EEG and HRV.

The following points have been discovered. First, it is found that alpha power under no music, listening to soft music and listening to rock music are different significantly. The biggest alpha power occurred under the situation of no music, and listening to rock music induced the least alpha power. On the other hand, we found no matter which kind of music is listened to, the gamma powers are greater comparing with that under no music. This result is similar to the finding of the past research. According to relevant research, stimulus to the perception and selective attention caused individual's gamma power to rise. Our study also verifies such a viewpoint. Meanwhile, the music probably makes the change on experimenter's mood to cause gamma power to rise. We also find that there are greater alpha power on the people who like rock music than people who don't like when listening to rock music.

Finally, the relationship between EEG and HRV were analyzed. Alpha power of EEG was positively correlated to HFnu and SDRR, and negatively correlated to LF/HF and LFnu of HRV. Therefore, the autonomic nervous system and cerebral cortex may have interplay in response to music.

Keywords: Music Therapy, EEG, HRV, Time Frequency Analysis

二、緣由與目的

音樂自古以來在人類的生活就佔有相當重要的地位。我們可以在許多的原始部落中發現巫醫利用打鼓、唱歌及舞蹈的方式來為病患驅魔 [1]。在古代中國也利用音樂來調劑生活 [1]，在巴洛克時期更有許多醫生利用音樂來治療憂鬱和焦

慮的症狀，當時的醫師 Dr. Burton 更在書中記載音樂的治癒能力[2]。可見人類利用音樂來降低焦慮已將有相當長的歷史了。

自美國音樂治療協會成立以來，音樂治療已成為一門專門的學科，音樂治療師們以自己的專業藉由音樂來重建（restoration）、維持（maintenance）及促進（improvement）個體心理與生理的健康[3]。目前所發表有關音樂治療的研究可分為質性研究與量化研究。

音樂治療的質性研究通常以個案研究（case study design）的方式來進行，藉以觀察治療過程中個案的改變，以達到深入的觀察和研究。但其缺點是無法以大量的樣本作為研究的對象。相對的，在音樂治療的量化研究中，研究者通常以大量的樣本，藉由心理和生理測量所得的資料做統計上的描述與推論，藉以檢驗假設是否成立。在心理測量上常以 Spielberger's State Trait Anxiety Inventory（STAI）[4]等焦慮量表作為測量個體情境（state）和特質（trait）焦慮的工具，以了解個體在接受音樂的前後，焦慮分數是否有所差異。

在生理的測量上，研究者常測量心率、血壓和呼吸速率等來瞭解個體的生理狀態[5]。生理測量為直接性的測量，一般而言有較好的信、效度。因此本研究希望利用腦波的測量來瞭解個體聽音樂及聽不同類型的音樂其腦波的改變，再和其他生理或心理測量作比較，看其結果是否一致。以實驗設計，藉由腦波（EEG）和心率變異性（HRV）來測量個體在聆聽不同音樂過程中生理和心理上的改變，並探討各項指數間的結果是否有所異同。

本研究的假設如下：

1. 音樂呈現與否會對受試者的腦波及心率變異性造成影響。
2. 不同的音樂類型會對受試者的腦波、心率變異性造成影響。
3. 受試者的腦波和心率變異性及一致無差異，即腦波 alpha 活動高者其心率變異性低（表示交感神經活動較低）。
4. 音樂喜好因素的影響會反映在腦波和心率變異性上。

三、材料與方法

本研究架構如下圖一所示，音樂（含搖滾樂、輕音樂）對個體的影響可以從中樞神經系統（CNS）和自主神經系統（ANS）反映出來。大腦為中樞神經系統的一部份，不同頻率的腦波（EEG）可以反映出中樞神經的狀態。而自主神經的興奮狀態我們可以從心臟的活動得知，我們藉由測量 R-R 間距的變異可以得到心率變異性（HRV），心率變異性中的 LF、LFnu、LF/HF

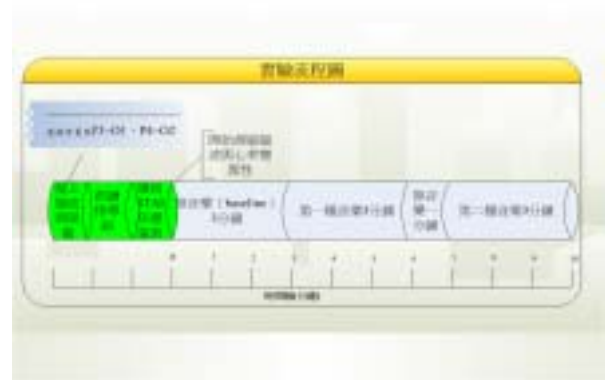
和交感神經有關；HF、HFnu、SDRR 則和副交感神經有關[6]。我們進一步計算腦波和心率變異性間的相關，以瞭解音樂對中樞神經系統和自主神經系統的影響是否一致。



圖一、研究架構圖

實驗中所使用之音樂，在緩和性音樂選擇新世紀音樂選用 Pat Metheny Group 的 The Road To You。在刺激性音樂方面，選擇重金屬吉他手 Yngwie Malmsteen 的 Far Beyond the Sun。

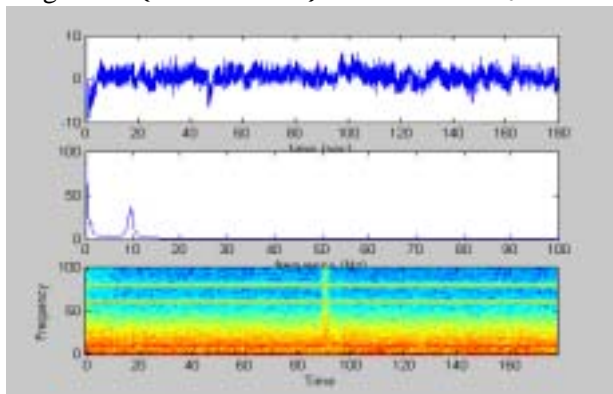
本研究受試者為 18 位台北醫學大學的學生，且無聽覺之障礙以及無任何已知會影響心率變異性的疾病、未定期服用藥物且願意配合參與本實驗。排除兩位極端值，故有效的資料為 16 人。實驗採受試者內設計（within-subject design），每一位受試者在實驗過程中都會接受腦波（P3~O1 左腦，P4~O2 右腦）及心率變異性的監測實驗，並且在實驗的前後填寫音樂喜好量表與 STAI 焦慮量表簡化版。而兩音樂前後的順序會以隨機的方式呈現。實驗流程如圖二所示。



圖二、實驗流程圖

在資料分析上，我們利用時頻分析（time-frequency analysis）作為分析 EEG 和音樂的方法，在本研究中，我們將 EEG 以每分鐘為單位，作傅利葉轉換分析（FFT），再作頻譜分析，即可得到腦波在每一頻率上的分佈情形。如圖三所示，在圖中橫軸所表示的為時間，而縱軸所表示的為頻率，圖中顏色的深淺即是其能量（power）

的強弱。圖中呈現的是 alpha power (8-13Hz) 隨著時間而改變的情形，我們可以在每一分鐘作 alpha power 的平均，即可得到每一分鐘的平均-power 值。而此一平均 alpha power 值即可用來做統計運算。我們也會同樣對 beta (13Hz~30Hz) 和 gamma (30Hz~50Hz) 做相同的運算。



圖三、腦波及其時頻域分析。上圖為受試者的腦波原始波型，共 180 秒。中圖為 FFT 轉換分析所顯示的頻率分佈。下圖則為腦波時頻分析。

對所得到的資料進行統計分析，我們採用無母數分析 (Nonparametric Test) 中的 Wilcoxon Signed Test 來探討各情境下的 HRV 指數 (LF、HF、LFnu、HFnu、LF/HF、SDRR) 及腦波中各頻帶能量 (alpha, beta, gamma band) 是否有所改變。並且以無母數分析 (Nonparametric Test) 中的 Mann Whitney Test 探討音樂喜好因素對腦波的影響。此外以無母數相關 (Nonparametric Correlations) 來探討腦波和心率變異性的參數間的相關性。

四、結果與討論

在腦波的分析上，針對各頻帶的能量在不同情境下的表現，如表一所示。其中 alpha power 與 beta power 在聽音樂與不聽音樂時呈現明顯之變化。

在心率變異性的分析方面，則呈現較少的差異。結果發現 Soft 在 LF/HF 上是大大於 Rock 的 ($Z=-2.068, P<.05$)；而 soft 在 LFnu 上也是大大於 Baseline 的 ($Z=-2.327, P<.05$)。

在心率變異性與腦波參數的相關性分析上，我們發現在 Baseline 時，HRV 的參數與 alpha power 有很高的關聯性，其中代表副交感神經的參數與 alpha power 成正相關，而代表交感神經的參數與 alpha power 成負相關。如表二所示。

此外我們在音樂喜好量表中蒐集了有關受試者對音樂喜好的資訊，結果發現在受試者中多數是不喜歡搖滾音樂的，共有 11 位不喜歡搖滾音樂，而有 5 位是可以接受搖滾音樂的。我們比較這兩群體在各情境上的 alpha power 是否有差異，

結果發現不喜歡搖滾樂組的右側 alpha power 在搖滾樂的情境下是小小於可接受搖滾樂組的 ($z=-2.209, p<.05$)。

表一、腦波的各頻帶能量在不同情境下之表現。其中 BL 表示 baseline 無音樂，Rock 為聽 rock 音樂，Soft 為聽 soft 音樂

		左腦		右腦	
		mean	SD	mean	SD
alpha power	BL	9468*	10909	8151*#	9140
	Rock	8841*\$	15507	7080*	13598
	Soft	9641\$	16023	7672#	14601
beta power	BL	1505	1271	1396	831
	Rock	1681\$	1367	1375	1200
	Soft	1268\$	1049	1268	1049
gamma power	BL	188*#	391	134*#	142
	Rock	7202*	17097	5212*	7864
	Soft	4820#	6306	4464#	5457

*表示 BL 與 ROCK 間有顯著差異

#表示 BL 與 SOFT 間有顯著差異

\$表示 SOFT 與 ROCK 間有顯著差異

表二、心律變異性與腦波 alpha power 之間的相關係數。

Correlation coefficient		Alpha power of EEG		
		BL	Rock	Soft
HRV	LF/HF	-0.597*	-0.594*	-0.371
	LFnu	-0.526*	-0.588*	-0.368
	HFnu	0.509*	0.485	0.491
	SDRR	0.568*	0.171	0.344

*表示 $p<0.05$

由上述的統計分析我們歸納重要結果如下：

1. 有無聽音樂以及聽不同的音樂類型會對 alpha power 造成不同的影響。
2. 聽 rock 會引起較強的 beta power。
3. 聽音樂會使 gamma power 上升。
4. Alpha power 和交感神經興奮狀態呈現負相關；和副交感神經興奮呈現正相關。
5. 音樂的喜好因素會影響 alpha power 的強度。

根據以上結果進行討論，在 Alpha 波方面，相對於 rock 音樂，soft 音樂能夠引發較高的 alpha power。這樣的結果是和我們的假設相符的。而 Baseline 的情境下有最大的 alpha power，alpha 波通常在閉眼且放鬆的狀態下即會自發性的產生 [7]，由於受試者的焦慮程度低，因此音樂的出現

並不會有降低焦慮的結果。本實驗的受試者並非處於焦慮的心理狀態，音樂的出現反而會引起受試者的注意。Klimesch 的研究結果指出，注意力會使的 alpha power 下降[8]。

在 Gamma 方面，只要有音樂呈現，不管是搖滾樂或是舒緩音樂，其 gamma power 都較沒有音樂的階段大。音樂本身為一種感官刺激，感官刺激會使 gamma power 增加[9, 10]。根據 Tiitinen 等人的研究，注意力會使的 gamma power 增加[11, 12]。

在 Alpha 波與心率變異性的相關性分析上，Alpha 和 HFnu 及 SDRR 之間成正相關，alpha 波的出現可以代表個體處在一個放鬆的狀態，HF、HFnu 和 SDRR 代表副交感神經的興奮狀態[6,13]，當個體在放鬆的狀態下，其副感神經應該是處於一個興奮的狀態。而 Alpha 和 LF/HF 及 LFnu 之間成負相關。Alpha 波的出現可以代表個體處在一個放鬆的狀態[6]，LF、LFnu 和 LF/HF 代表交感神經的興奮狀態[6,14]，當個體在放鬆的狀態下，其交感神經應該是處於一個抑制的狀態。

Waldstein[15]計算 alpha power 和心跳速度 (HR) 的相關，發現兩者有負相關。慈濟大學的研究[16]也發現 delta power 和 LF/HF 有負相關。我們探討心率變異性各項指數 (LF/HF、LF、HF、LFnu、HFnu、SDRR) 和 alpha power 的相關，為大腦和心臟的關係作全面性的探討結果證實這兩項測量的結果是有高度相關，讓我們更清楚腦部活動和心臟之間的關係，也為這兩種測量工具提出了間接性的效度證明。

五、計畫成果自評

本研究計畫發現在音樂的刺激下，腦波與心率變異性確實會有變化，證明音樂所引起的腦部活動與自主神經調控可被測量。本研究協助邱安煒[17]完成其碩士論文，並計畫投稿於期刊中。

六、參考文獻

- [1] Alvin J and Warwick A (1991) *Music Therapy for The Autistic Child*. 2nd edition. Oxford: Oxford University Press.
- [2] Boxberger R (1962). Historical bases for the use of music in therapy. In E. H. Schneider (Ed.), *Music Therapy 1961: Eleventh book of proceedings of the National Association for Music Therapy*.
- [3] Aldridge D (1996) *Music Therapy Research and Practice in Medicine*. London, Jessica Kingsley Publishers Ltd.
- [4] Spielberger C (1983) *Manual for State Trait Anxiety Inventory*. Palo Alto, California: Mind Garden.
- [5] Lorch CA, Lorch V, Diefendorf AO and Earl PW (1994) Effect of stimulative and sedative Music on systolic blood pressure, heart rate, and respiratory rate in premature infants. *Journal of Music Therapy*, 32: 105-118.
- [6] Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti, S (1991) Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*, 84: 482-492.
- [7] Neidermeyer E (1997) Alpha rhythms as physiological and abnormal phenomena. *Int J Psychophysiol*, 26: 31-49.
- [8] Klimesch W (1999) EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Research Review*, 29: 169-195.
- [9] Gray CM, Viana Di Prisco G (1997) Stimulus-dependent neuronal oscillations and local synchronization in striate cortex of the alert cat. *Journal of Neuroscience*, 17:3239-3253.
- [10] Tiitinen H, Sinkkonen J, Reinikainen K, Alho K, Lavikainen J, Naatanen R (1993) Selective attention enhances the auditory 40-Hz transient response in humans. *Nature*, 364: 59-60
- [11] Yordanova J, Kolev V, Heinrich H, Woerner W, Banaschewski T, Rothenberger A (2002) Developmental event-related gamma oscillations: effects of auditory attention. *Eur Journal of Neurosci*, 16: 2214-2224.
- [12] Bhattacharya J, Petsche H, Pereda E (2001) Long-Range Synchrony in the Gamma Band: Role in Music Perception, *The Journal of Neuroscience*, 21: 6329-6337
- [13] Nickel P, Nachreiner F (2003) Sensitivity and diagnosticity of the 0.1Hz component of heart rate variability as an indicator of mental workload. *Hum Factors* 45: 575-590
- [14] Malliani A, Pagani M, Lombardi F (1994) Importance of appropriate spectral methodology to assess heart rate variability in the frequency domain. *Hypertension*, 24: 140-2.
- [15] Waldstein SR, Kop WJ, Schmidt LA, Haufler AJ, Krantz DS, Fox NA (2000) Frontal electrocortical and cardiovascular reactivity during happiness and anger. *Biol Psychol*, 55: 3-23.
- [16] Yang CCH, Lai CW, Lai HY, Kuo TBJ (2002) Relationship between electroencephalogram slow-wave magnitude and heart rate variability during sleep in humans. *Neuroscience Letters* 329: 213-216
- [17] 邱安煒(民 93), 音樂對大學生腦波及心率變異性的影響, 台北醫學大學醫研所碩士論文。