不同音樂對大腦腦波影響變化之研究

The study of effect of EEG for different kinds of music

孫光天
Koun-Tem Sun
國立臺南大學 理工學院 數位學習科技學系
ktsun@mial.nutn.edu.tw

許家彰
Chia-Chang Hsu
國立臺南大學 理工學院 數位學習科技學系
wsozhang@yahoo.com.tw

李耀全
Yao-Chuan Li
國立臺南大學 理工學院 數位學習科技學系
t865001@yahoo.com.tw

孫嘉臨
Chia-Lin Sun
國立屏東女中音樂班
stev51608@yaooo.com.tw

摘要

本研究以不同音樂（莫札特 D 大調鋼琴協奏曲、流行音樂、輕音樂）給予受試者聆聽並紀錄當時腦波訊號，觀察在不同的音樂旋律下，大腦腦波是否會有著不同變化。進而了解，這些變化對學習之影響。在收集腦波訊號後，利用傅立葉轉換進行時間領域與頻率領域的轉換，最後利用統計 T 檢定分析不同音樂(心靈治療輕音樂、個人喜好之流行音樂、莫札特 D 大調鋼琴協奏曲)與 無聆聽音樂在大腦位置的腦波訊號。分析結果顯示在 θ 波能量大小依序為：輕音樂＞流行音樂＞莫札特 D 大調鋼琴協奏曲＞無聆聽音樂；在 α 波能量大小依序為：流行音樂＞輕音樂＞莫札特 D 大調鋼琴協奏曲＞無聆聽音樂；在 β 波與 γ 波能量大小依序均為：輕音樂＞無聆聽音樂＞莫札特 D 大調鋼琴協奏曲＞流行音樂；顯示出坊間心靈治療之輕音樂，對腦波有較大共鳴，是否因此可提升學習效果，將再進行長期臨床實驗。

關鍵字：θ 波、α 波、β 波、γ 波、傅立葉轉換

Abstract

In this research, EEGs were recorded when person listen to different kinds of music including Mozart music, Pop music, and Soft music. We found that EEG signals were different from various types of music. The steps of our experiments are: first, we used the Fast Fourier transform (FFT) to transfer the EEG signals into frequency domain signals. Then, we used the T-Test to analyze these signals among different music. The order of the magnitude on θ domain (4-7Hz) is: Soft music > Pop music > Mozart music > Non-music; on α domain (8-12Hz) is: Pop music > Soft music > Mozart music > Non-music; on β (13-30Hz) and γ (31-49Hz) domain are both: Soft music > Non-music > Mozart music > Pop music. Experimental results show that the Soft music had a great effect on brain waves, and how the effect on learning would be required to perform a long period of time to study.

Keywords: EEG, θ wave, α wave, β wave, γ wave, Fast Fourier transform(FFT).

1、 前言

腦電波是大腦內部每個神經元和上千個神經元相互連結所產生的電位變化。神經元會接收其他神經元傳來的訊號，當累積到一定能量值之後，神經元就會產生週而復始的放電反應，這便是腦電波不斷產生的來源。腦電波在人類大腦中是持續不斷地產生，人類在一生中或許有三分之一的時間是在睡眠，但腦電波不會隨著睡眠狀態而停歇。即使是在沒有意識時，腦電波仍然是活躍。而在常見的腦波特徵方面，可分為 θ 波、α 波、β 波、γ 波。θ 波(4-7 Hz)是屬於潛意識層面的腦波，與記憶、情緒、信念、個性有關，是靈感與創造力的來源；α 波(8-12 Hz)是意識與潛意識之間的橋樑腦波，是想像力的來源，有研究顯示 α 波與智力之間有著明顯的正相關存在[5]；β 波(13-30 Hz)是清醒時所呈現的腦波，是智力(邏輯思考、推理、計算)所需的腦波來源；γ 波(31-49 Hz)是覺醒與專注的代表腦波，在大腦活動增加或執行特定工作時，相關的局部大腦

皮質會有增強的現象[3]，且有研究認為 γ 波與認知任務有明顯正相關[6][8]。另一方面，音樂對於人體具有疼痛緩和作用、使血壓下降、穩定及調整情緒的效果。某些研究也發現，音樂的確可以改善人體病痛、可以影響、調適人的心情[9]。

「莫札特效應」反應音樂對於學習成效上有明顯的幫助，利用莫札特音樂或古典音樂的聆聽以及無聆聽音樂在 IQ 測試的結果比較上，研究發現聆聽莫札特音樂與古典音樂的學生，在 IQ 測試的結果比無聆聽音樂的學生好[7]。但也有研究顯示莫札特效應在學習上並沒有太大的實質上幫助；而 Adrian Bangerter 與 Chip Heath 兩位教授發現在「音樂和空間作業表現」上有些微幫助，但其效果很小且很快就消失，只是存在著「暫時性的智商成績上升」現象產生[2]。在國內，陽明大學洪蘭教授承認莫札特效應在學習上並沒有明顯實質上的幫助[1]。然而，不同音樂刺激對大腦之反應是否有不同呢？則仍待研究。

本研究將對莫札特 D 大調鋼琴協奏曲、流行音樂、輕音樂與無音樂下對於受試者的腦波變化是否有差異，以進一步探討這些差異對學習之影響。

2、方法

2.1 受試者

本研究受試者為一位無心理及生理疾病的 30 歲男性，自願參與研究，進行為期六天的聆聽音樂並紀錄其腦波訊號的實驗。

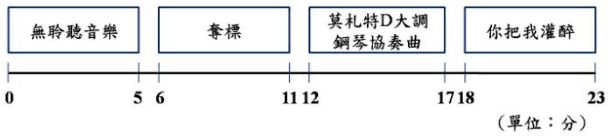
2.2 音樂曲目

本研究音樂曲目分別為莫札特 D 大調鋼琴協奏曲、流行音樂(曲目：你把我灌醉)、輕音樂(曲目：奪標)，其中「你把我灌醉」是受試者本身喜愛的流行音樂；「奪標」則是出自坊間音樂療法的音樂 CD 中。

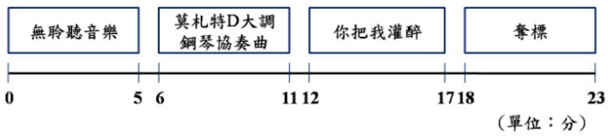
2.3 腦波紀錄與分析流程

本研究一共進行六天的腦波訊號紀錄，在每一天的腦波訊號紀錄中，一開始先紀錄受試者處於放鬆狀態(閉眼)的腦波訊號，此時並無聆聽任何音樂，腦波紀錄時間長度為五分鐘。接續進行莫札特D大調鋼琴協奏曲、你把我灌醉、奪標的曲目聆聽，並同時紀錄腦波訊號，每曲目的腦波紀錄時間長度為五分鐘，每紀錄五分鐘腦波訊號後，會讓受試者休息一分鐘，再接續下一曲目音樂的聆聽與腦波紀錄。故每次實驗的腦波紀錄時間長度總共 20 分鐘，且每一天的音樂曲目順序不會相同。腦波紀錄流程如圖 1：腦波紀錄流程

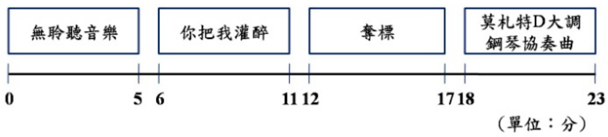
所示。本研究腦波取樣頻率為 500Hz，電極點取FP_1、FP_2、Fz、F_3、F_4、F_7、F_8、Cz、C_3、C_4、T_3、T_4、Pz、P_3、P_4、T_5、T_6、O_1、O_2，並以$(A_1+A_2)/2$ 為參考電極。如圖 2所示。



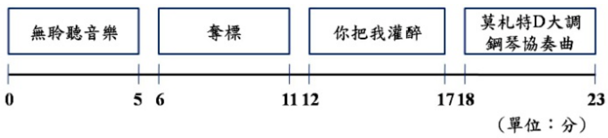
(a) 第一天腦波紀錄流程



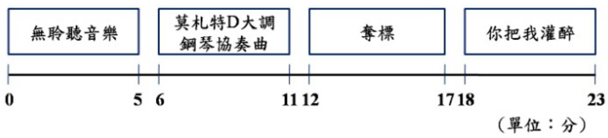
(b) 第二天腦波紀錄流程



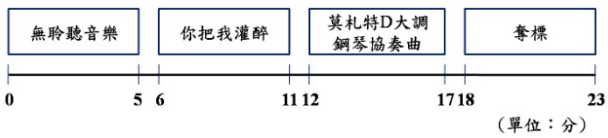
(c) 第三天腦波紀錄流程



(d) 第四天腦波紀錄流程



(e) 第五天腦波紀錄流程



(f) 第六天腦波紀錄流程

圖 1：腦波紀錄流程

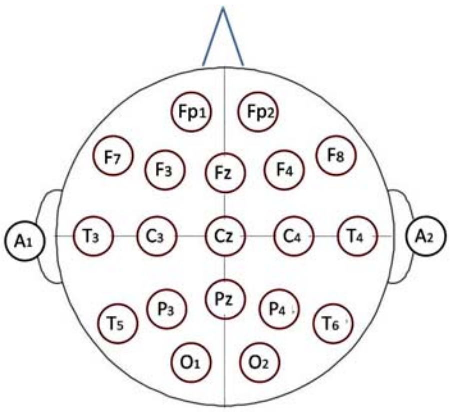


圖 2：電極點黏貼位置圖

本研究腦波訊號分析流程如圖 3所示。

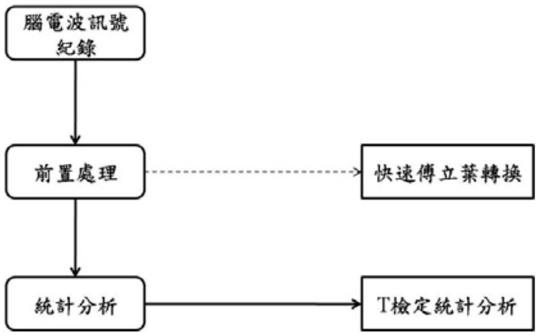


圖 3：腦波訊號分析流程

2.4 快速傅立葉轉換

傅立葉轉換是在數位訊號分析處理中是最廣為使用且最基本的數位訊號處理技術，可以將訊號由時間領域(time domain)轉換成頻率領域(frequency domain)。透過傅立葉轉換後的訊號資料可以得知訊號是哪些頻率成份和振幅大小所組合而成的。如**錯誤! 找不到參照來源**。所示[4]。

圖 4：快速傅立葉轉換示意圖

2.5 訊號分析

在腦波訊號收集結束後，首先利用傅立葉轉換將腦波訊號從時間領域轉換成頻率領域，並取 θ 波(4-7 Hz)、α 波(8-12 Hz)、β 波(13-30 Hz)、γ 波(31-49 Hz)四個頻段的能量值來進行統計 T 檢定分析。在 T 檢定分析分組方面，以無聆聽音樂、莫札特 D 大調鋼琴協奏曲、你把我灌醉、奪標四種狀態分成無聆聽音樂 v.s 莫札特 D 大調鋼琴協奏曲、無聆聽音樂 v.s 你把我灌醉、無聆聽音樂 v.s 奪標、你把我灌醉 v.s 莫札特 D 大調鋼琴協奏曲、莫札特 D 大調鋼琴協奏曲 v.s 奪標、你把我灌醉 v.s 奪標六組來進行統計 T 檢定分析。

3、實驗結果

3.1 能量分佈

在FFT轉換後的能量值，在θ波能量分佈中，如圖 5與表 1所示，能量大小以奪標(輕音樂)最高、你把我灌醉(流行音樂)次之、莫札特D大調鋼琴協奏曲再次之、無聆聽音樂最低；在α波能量分佈中，如圖 6與表 2所示，能量大小以你把我灌醉最高、奪標次之、莫札特D大調鋼琴協奏曲再次之、無聆聽音樂最低；在β波與γ波能量分佈中，如圖 7、表 3與圖 8、表 4所示，能量大小以奪標最高、無聆聽音樂次之、莫札特D大調鋼琴協奏曲再次之、你把我灌醉最低。

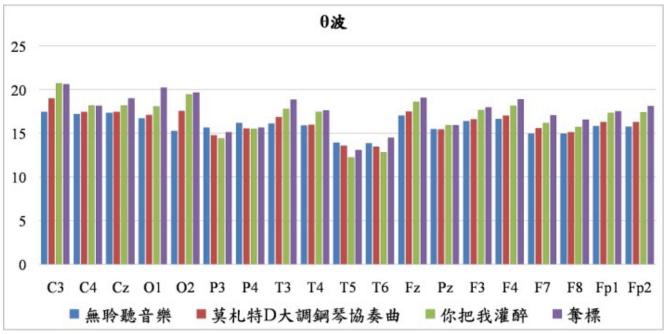


圖 5：θ 波能量值圖

表 1：θ 波能量值

	放鬆	莫札特 D 大調	你把我灌醉	奪標
C_3	17.45	19.02	20.75	20.64
C_4	17.21	17.46	18.21	18.15
C_z	17.34	17.44	18.19	19.00
O_1	16.73	17.09	18.08	20.23
O_2	15.28	17.57	19.48	19.69
P_3	15.64	14.79	14.42	15.14
P_4	16.18	15.54	15.52	15.66
T_3	16.12	16.87	17.82	18.85

T_4	15.91	15.99	17.47	17.63
T_5	13.94	13.56	12.22	13.09
T_6	13.85	13.48	12.85	14.49
F_z	17.04	17.49	18.63	19.08
P_z	15.47	15.46	15.93	15.94
F_3	16.39	16.62	17.68	17.97
F_4	16.63	17.03	18.15	18.91
F_7	14.99	15.58	16.19	17.07
F_8	14.95	15.14	15.73	16.56
Fp_1	15.83	16.29	17.34	17.53
Fp_2	15.77	16.27	17.43	18.12

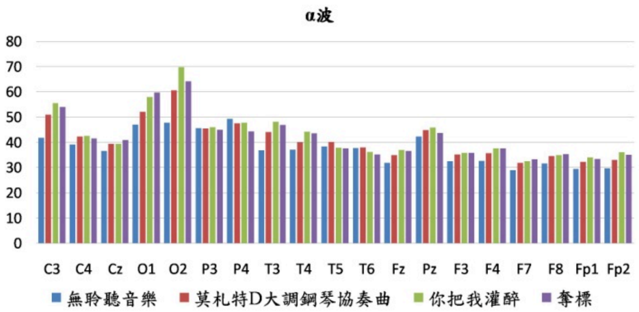


圖 6：α 波能量值圖

表 2：α 波能量值

	放鬆	莫札特 D 大調	你把我灌醉	奪標
C_3	41.79	50.86	55.54	53.91
C_4	39.05	42.30	42.53	41.51
C_z	36.60	39.38	39.30	40.91
O_1	46.93	52.06	57.89	59.70
O_2	47.74	60.53	69.72	64.11
P_3	45.58	45.51	45.96	44.90
P_4	49.28	47.49	47.74	44.29
T_3	36.88	44.01	48.17	46.87
T_4	37.08	39.96	44.18	43.61
T_5	38.35	40.08	37.83	37.52
T_6	37.75	38.00	36.18	35.15
F_z	31.82	34.93	36.98	36.52
P_z	42.29	44.77	45.81	43.64
F_3	32.49	35.12	35.80	35.76
F_4	32.61	35.68	37.58	37.54
F_7	28.94	31.90	32.46	33.25
F_8	31.61	34.54	34.89	35.24
Fp_1	29.41	32.28	34.04	33.38
Fp_2	29.66	33.04	36.01	35.00

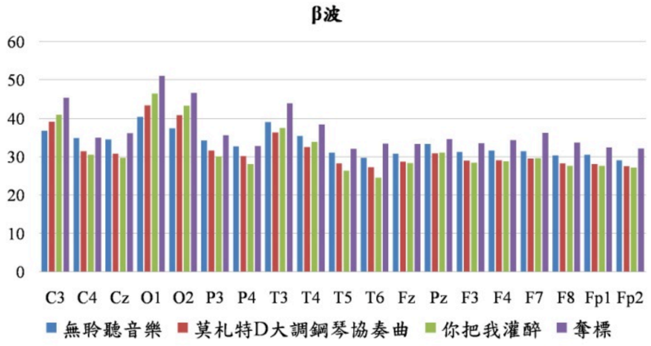


圖 7：β 波能量值圖

表 3：β 波能量值

	放鬆	莫札特 D 大調	你把我灌醉	奪標
C_3	36.70	39.09	40.86	45.28
C_4	34.83	31.36	30.45	34.87
C_z	34.42	30.73	29.68	36.10
O_1	40.35	43.29	46.40	51.02
O_2	37.32	40.81	43.25	46.58
P_3	34.13	31.51	29.99	35.52
P_4	32.62	30.12	28.05	32.74
T_3	39.01	36.21	37.46	43.83
T_4	35.36	32.45	33.79	38.34
T_5	30.96	28.20	26.26	32.01
T_6	29.63	27.15	24.49	33.36
F_z	30.69	28.65	28.30	33.29
P_z	33.24	30.82	31.00	34.54
F_3	31.16	28.92	28.37	33.46
F_4	31.51	28.98	28.71	34.23
F_7	31.35	29.49	29.57	36.12
F_8	30.23	28.20	27.56	33.66
Fp_1	30.46	28.00	27.58	32.32
Fp_2	28.98	27.50	27.13	32.07

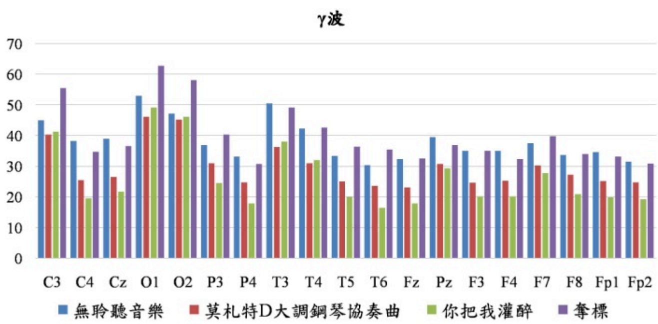


圖 8：γ 波能量值圖

表 4：γ 波能量值

	放鬆	莫札特 D 大調	你把我灌醉	奪標
C_3	44.99	40.34	41.19	55.41
C_4	38.16	25.46	19.54	34.72
C_z	38.93	26.50	21.67	36.57
O_1	52.93	46.16	49.13	62.73
O_2	47.11	45.24	46.11	58.01
P_3	36.88	30.93	24.48	40.26
P_4	33.12	24.69	17.86	30.73
T_3	50.45	36.23	37.99	49.13
T_4	42.31	30.98	32.02	42.55
T_5	33.29	25.01	19.89	36.39
T_6	30.31	23.59	16.40	35.42
F_z	32.32	23.04	17.87	32.46
P_z	39.48	30.74	29.29	36.88
F_3	35.03	24.65	20.19	35.04
F_4	34.99	25.19	20.10	32.33
F_7	37.44	30.23	27.75	39.81
F_8	33.61	27.19	20.88	33.92
Fp_1	34.57	25.13	19.83	33.15
Fp_2	31.46	24.66	19.25	30.89

3.2 無聆聽音樂 v.s 莫札特 D 大調鋼琴協奏曲

在無聆聽音樂與聆聽莫札特D大調鋼琴協奏曲的統計T檢定分析結果顯示，如圖 9所示。在聆聽莫札特D大調鋼琴協奏曲時，α波明顯較強，柔美的音樂旋律會引導進入平靜及放鬆狀態，這狀態下α波能量會明顯增強，如圖 9所示(圖中表格由左至右依序為θ、α、β、γ，紅色代表能量達到顯著差異(較強))；θ波則集中分佈在額葉與左顳葉；β波與γ波則出現減弱的現象。

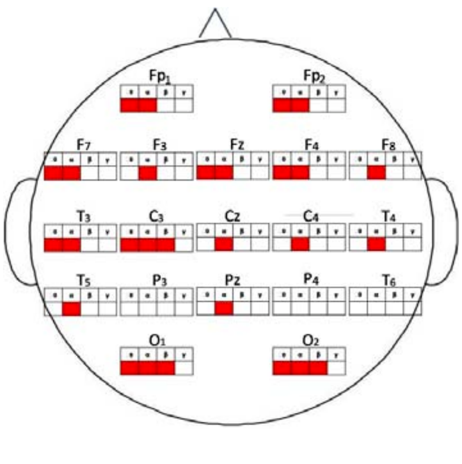


圖 9：無聆聽音樂與莫札特 D 大調鋼琴協奏曲 T 檢定

3.3 無聆聽音樂 v.s 你把我灌醉

在無聆聽音樂與聆聽「你把我灌醉」的統計T檢定分析結果顯示，如圖 10所示。在聆聽你把我灌醉曲目時，θ波與α波除了在P_3、P_4、T_5、T_6外，其他電極點位置均明顯較強，柔美的音樂旋律會導引進入平靜及放鬆狀態，這狀態下α波能量會明顯增強；β波與γ波則出現減弱的現象。

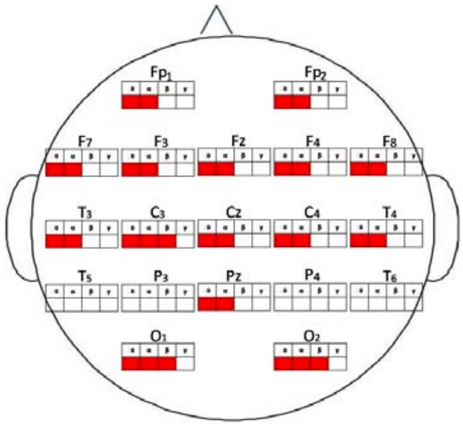


圖 10：無聆聽音樂與你把我灌醉 T 檢定結果

3.4 無聆聽音樂 v.s 奪標

在無聆聽音樂與聆聽奪標的統計T檢定分析結果顯示，如圖 11所示。在聆聽「奪標」曲目時，θ波除了P_3、P_4、T_5外，其他電極點位置均明顯較強；α波除了P_3、P_4、T_5、T_6外，其他電極點位置均明顯較強，柔美的音樂旋律會導引進入平靜及放鬆狀態，這狀態下α波能量會明顯增強；β波除了P_4、C_4外，其他電極點位置均明顯較強，在聆聽輕音樂時，進入冥想狀態，想像音樂所帶來的想像畫面空間，因此在γ波能量會明顯增強。

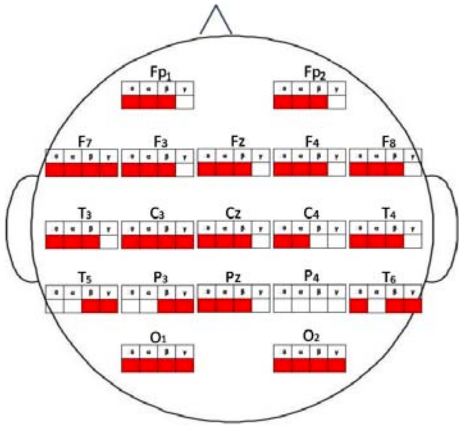


圖 11：無聆聽音樂與奪標 T 檢定結果

3.5 你把我灌醉 v.s 莫札特 D 大調鋼琴協奏曲

在聆聽你把我灌醉與莫札特D大調鋼琴協奏曲的統計T檢定分析結果顯示，如圖 12所示。在聆聽莫札特D大調鋼琴協奏曲時，β波在Fp_1、Fp_2、F_3、F_z、F_4、F_8、C_z、C_4、T_5、P_3、P_4、T_6 均明顯較強；γ波除了在T_3、C_3、T_4、O_1、O_2 外，其他電極點位置均明顯較強。

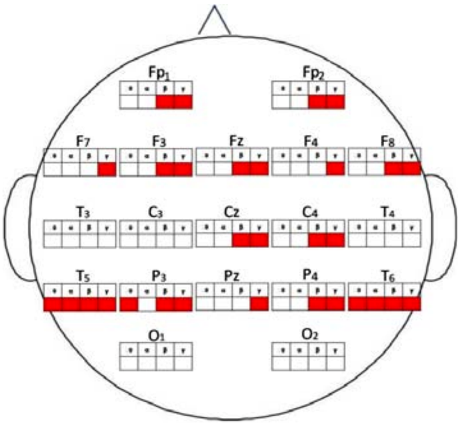


圖 12：你把我灌醉與莫札特 D 大調鋼琴協奏曲 T 檢定結果

3.6 莫札特 D 大調鋼琴協奏曲 v.s 奪標

在聆聽莫札特D大調鋼琴協奏曲與奪標的統計T檢定分析結果顯示，如圖 13所示。在聆聽奪標曲目時，θ波除了在T_5、P_4 外，其他電極點位置均明顯較強；α波除了C_4、T_5、P_3、P_z、P_5、T_6 外，其他電極點位置均明顯較強，柔美的音樂旋律會導引進入平靜及放鬆狀態，這狀態下α波能量會明顯增強；β波與γ波則是全部電極點位置均明顯較強，在聆聽輕音樂時，進入冥想狀態，想像音樂所帶來的想像畫面空間，因此在γ波能量會明顯增強。

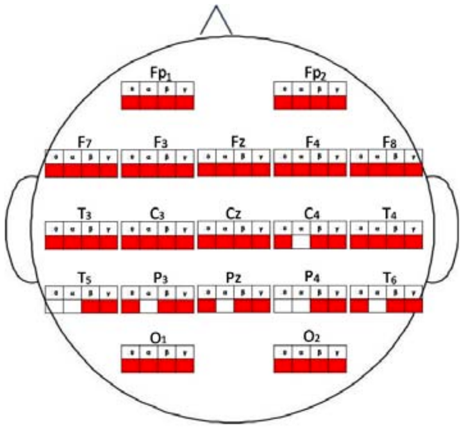


圖 13：莫札特 D 大調鋼琴協奏曲與奪標 T 檢定結果

3.7 你把我灌醉 v.s 奪標

在聆聽你把我灌醉與奪標的統計T檢定分析結果顯示，如圖 14所示。在聆聽「奪標」曲目時，θ波除了在Fp_1、F_3、C_3、C_4、T_4、P_4、O_2 外，其他電極點位置均明顯較強；β波與γ波則是全部電極點位置均明顯較強。在聆聽輕音樂時，進入冥想狀態，想像音樂所帶來的想像畫面空間，因此在γ波能量會明顯增強。

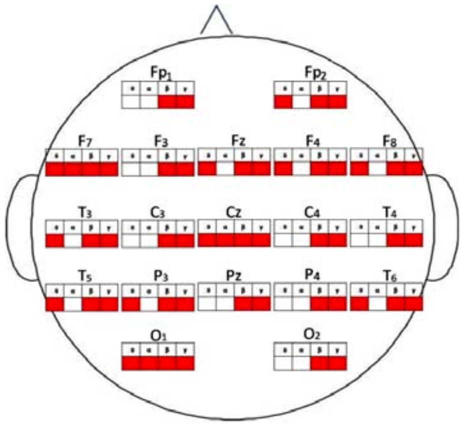


圖 14：你把我灌醉與奪標檢定結果

4、結論與討論

在不同音樂的聆聽刺激之下，對於腦波的變化的確有著影響。在研究中發現 θ 波在聆聽音樂時，其能量大小順序為輕音樂＞流行音樂＞莫札特 D 大調鋼琴協奏曲＞無聆聽音樂；α 波在聆聽音樂時，能量大小順序為流行音樂＞輕音樂＞莫札特 D 大調鋼琴協奏曲＞無聆聽音樂，研究也符合在聆聽符合 α 波的音樂時，柔美的音樂旋律會導引進入平靜及放鬆狀態，這狀態下 α 波能量會明顯增強；β 波與 γ 波在聆聽音樂時，能量大

小在順序上有著相同的順序，為輕音樂＞無聆聽音樂＞莫札特 D 大調鋼琴協奏曲＞流行音樂，研究也符合在冥想狀態，想像音樂所帶來的想像畫面空間，因此在 γ 波能量會明顯增強。目前初步成果顯示，坊間音樂療法之輕音樂有覺醒與冥想效果的存在，故在 β 波與 γ 波能量會明顯增強，對於不同音樂是否因此可提升學習效果，將再進行長期臨床實驗。

參考文獻

[1] 洪蘭。真的有「莫札特效應」嗎？。康健雜誌，1999，第十二期。

[2] A. Bangerter and C. Heath, "The Mozart effect: Tracking the evolution of a scientific legend," *British Journal of Social Psychology,* vol. 43, pp. 605-623, 2004.

[3] W. H. Chen, "Basic Mechanism for Generation of Brain Rhythms," *Acta Neurologica Taiwanica,* vol. 13, pp. 203-210, 2004.

[4] J. W. Cooley and J. W. Tukey, "An Algorithm for the Machine Calculation of Complex Fourier Series," *Mathematics of Computation,* vol. 19, pp. 297-301, 1965.

[5] M. Doppelmayr, "EEG alpha power and intelligence," *Intelligence,* vol. 30, pp. 289-302, 2002.

[6] S. P. Fitzgibbon, K. J. Pope, L. Mackenzie, C. R. Clark, and J. O. Willoughby, "Cognitive tasks augment gamma EEG power," *Clin Neurophysiol,* vol. 115, pp. 1802-9, 2004.

[7] J. R. Hughes, "Review of the Mozart effect," *Epilepsy Behavior,* pp. 396-417, 2001.

[8] D. Lenz, J. Schadow, S. Thaerig, N. A. Busch, and C. S. Herrmann, "What's that sound? Matches with auditory long-term memory induce gamma activity in human EEG," *Int J Psychophysiol,* 2006.

[9] W. F. Thompson, E. G. Schellenberg, and G. Husain, "Arousal, mood, and the Mozart effect," *Psychol Sci,* vol. 12, pp. 248-51, 2001.