

## 句子結構類型識別運作歷程：一個事件相關腦電位研究

楊淑惠<sup>1\*</sup> 呂菁菁<sup>2</sup>

1：國立清華大學臺灣語言研究與教學研究所 地址：300 新竹市南大路 521 號

2：國立清華大學臺灣語言研究與教學研究所 地址：300 新竹市南大路 521 號

### 摘要

結構促發意指有助於處理先前出現過且具有相同句法結構的句子。根據結構促發效應，我們將利用事件相關腦電位這項工具檢驗結構類型識別的運作歷程。我們採用《全唐詩》中的詩句，直接選取或組合出符合「主詞－動詞－受詞＋動詞短語 (SVO+VP)」結構的兩句詩句作為促發句；「主詞－動詞－受詞＋動詞短語 (SVO+VP)」、「主詞－動詞－受詞＋動詞短語－動詞短語 (SVO+VPVP)」和「動詞短語＋動詞短語 (VP+VP)」這三種結構的兩句詩句作為我們的目標句。從 20 位實驗參與者的腦波與統計資料發現，相較於與促發句結構相同的目標句「主詞－動詞－受詞＋動詞短語 (SVO+VP)」，與促發句結構不同的目標句「動詞短語＋動詞短語 (VP+VP)」在 600-900ms 時間窗格中出現了 P600 效應。

**關鍵字：**結構促發、句子運作、結構類型、事件相關腦電位、P600

## The processing of recognition of structural patterns: A event-related brain potentials study

Shu Hui Yang<sup>1\*</sup> Ching Ching Lu<sup>2</sup>

1: Institute of Taiwan Languages and Language Teaching, National Tsing Hua University, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

2: Institute of Taiwan Languages and Language Teaching, National Tsing Hua University, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

### Abstract

Structural priming refers to facilitate to process the sentences that were the same structures with ones previously. According to the structure priming effects, we would investigate the process of the recognition of structural patterns across sentences by using ERPs. The materials in the study were from Tang poetry in Mandarin. Both of the primes and the targets consisted of two sentences. The structural pattern of the primes was SVO+VP. The structural patterns of the targets were divided into three types. They were SVO+VP, SVO+VPVP, and VP+VP respectively. The participants were asked to judge whether the structural patterns between the primes and the targets were the same or not. The EEG data were recorded from 20 participants. The structural pattern of the targets, VP+VP, which were different from the structural pattern of the primes elicited the P600 effect at 600-900ms time window.

**Keywords:** structural priming, syntactic processing, structural pattern, ERP, P600

\* 通訊作者：楊淑惠 地址：300 新竹市南大路 521 號 Tel: 03-5715131 轉 73601  
E-mail: shyang@gapp.nthu.edu.tw

## 一、緒論

### (一) 結構促發 (structural priming)

人與人的對話過程中，接話的人會重複出現之前話語中所出現過的詞語和句法結構 (Levelt & Kelter, 1982; Schenkein, 1980)，於是 Bock (1986) 便以實驗操弄的形式再一次驗證結構促發效應。

結構促發 (structural priming) 這個議題在 Bock (1986) 之後廣為討論。Dell 與 Ferreira (2016) 提到 Bock 是第一個針對在產出 (production) 的時候，純粹的結構抽象 (purely structural abstractions) 的促發現象進行控制研究的學者。

結構促發 (structural priming) 又稱為 syntactic priming 或者是 syntactic persistence (Bock, 1986; Dell & Ferreira, 2016)，底下我們統稱為結構促發 (structural priming)。Harley (2014) 提到句法持續 (syntactic persistence) 是結構促發的普遍現象之一，也就是當某一個特定的結構運作時，會影響到隨後呈現的句子的運作。結構促發意指人們在接續的話語中再次使用了之前話語中所使用的詞和句子的結構，也是在產出 (production) 時句法結構重複使用的現象 (Baicchi, 2015; Schenkein, 1980)；是句子裡特定結構的處理方式，其影響了對於之後話語中相同句法結構的處理方式 (Branigan, Pickering, Liversedge, Stewart, & Urbach, 1995, p. 490)。

### (二) 結構促發與事件相關腦電位 (event-related brain potentials, ERPs) 研究

#### 1. 事件相關腦電位 (event-related brain potentials, ERPs) 和 P600

##### (1) 事件相關腦電位 (event-related brain potentials, ERPs)

腦電位 (Electroencephalography, 簡稱 EEG) 是指在頭皮上量測到的電位活動，而這電位活動乃源自於大腦的神經元電流流動所產生的電壓波動；如果是量測大腦對於某一刺激 (事件) 所作出的反應的電位活動則稱為事件相關腦電位 (event-related potentials, 簡稱 ERPs) (Nisar & Yeap, 2015)。所以事件相關腦電位 (ERPs) 也是一種腦電位 (EEG) 的紀錄，其中的差別在於事件相關腦電位是針對某一特定事件去記錄腦的神經元中處理此特定事件所產生的正負電位的變化。

事件相關腦電位具有高度的時間解析度，可以記錄到千分之一秒—「毫秒」(milliseconds, 簡寫為 ms) (Luck, 2014)，是用來了解人們語言運作的絕佳工具。與語言運作相關的事件相關腦電位的成份有 N400, P600, ELAN 和 LAN 等，其中 N 和 P 代表了電位的極性的走向，N 是 negative，是負走向的偏轉；P 是 positive，是正走向的偏轉。而極性後面的數字代表著刺激事項之後的波峰潛伏期 (latency)，單位是毫秒 (milliseconds, 千分之一秒) (Kropotov, 2009)。在腦波圖的繪製上，我們習慣負向波在上，正向波在下。

##### (2) P600 的相關研究

P600 是語言運作歷程中常被討論的 ERP 成分，是句法運作的一種指標。P600 是在違反語法的

該詞出現後的 500ms 開始會出現一個正走向的波，大約維持 500ms (Gouvea, Phillips, Kazanina, & Poeppel, 2010; Hagoort, Brown, & Osterhout, 1999)。

Coulson、King 與 Kutas (1998) 提到 P600 是一個與句法運作有關的晚期的正走向的 ERP 成分，而第一個研究 P600 的則是 Osterhout 與 Holcomb (1992)。Osterhout 與 Holcomb (1992) 發現及物動詞後的不定詞比不及物動詞後的不定詞在 500ms 到 800ms 之間出現了一個分布廣泛的正走向的波，而且在中間前 (fronto-centrally) 和右半腦 (the right hemisphere) 出現最大值，波形的中間點大約坐落在 600ms，稱之為 P600，是一種因為句法異常 (syntactic anomaly) 而引發的腦波成分。

P600 是句法運作 (syntactic processing) 的指標，與語法異常和語法不一致有關 (Gouvea et al., 2010)。相關的句法運作研究發現，當句法異常時會引發 P600 (Friederici, Hahne, & Mecklinger, 1996; Gouvea et al., 2010; Hagoort, Brown, & Groothusen, 1993; Osterhout, 1997; Osterhout & Holcomb, 1993)，句法歧義 (syntactic ambiguity) 也會引發 P600 (Erdocia, Laka, Mestres-Missé, & Rodriguez-Fornells, 2009; Frisch, Schlesewsky, Saddy, & Alpermann, 2002; Gouvea et al., 2010)。句法運作的指標 P600 不僅僅是句法再分析所引發的一種腦波成分，也是句法整合困難引發的一種腦波成分 (Kaan, Harris, Gibson, & Holcomb, 2000)。

## (二) 與結構促發 (structural priming) 議題有關的事件相關腦電位研究

Ledoux、Traxler 與 Swaab (2007) 操弄促發句的形式，包含省略式關係子句 (reduced-relative clauses) 和主要子句 (main-clause)，且目標句與促發句具有相同的動詞，結果發現同為省略式關係子句的目標句和促發句相比，目標句呈現的縮減式的 P600 效應。對於結構促發效應，Boudewyn、Zirnstein、Swaab 與 Traxler (2014) 以不同句法結構進行驗證。Boudewyn 等人 (2014) 的第一個實驗讓實驗參與者閱讀了同為名詞附加 (noun-attached) 的形式的促發句 (如 1a) 和目標句 (如 1b)。

- 1a        The girl hit the boy with the bruise earlier today. (noun-attached)
- 1b        The policeman hit the man with the mustache earlier today. (noun-attached)

第二個實驗操弄了動詞與名詞修飾語的部份，促發句的句子結構包含了兩種結構，一種是僅有動詞修飾語 (如 2a)，另一種為包含了動詞和名詞的修飾語 (如 2b)；目標句則僅有包含了動詞和名詞的修飾語的句子結構 (如 2c)，同樣的，促發句與目標句擁有相同的動詞。結果發現，與促發句相同結構類型的目標句相較於促發句的確產生的縮減式的 P600 效應，這證明了促發句的運作的確有助於之後出現相同句法結構的目標句的句法運作，乃屬於結構促發效應。

- 2a        The chef dropped the egg *in the bowl* before breakfast. (goal prime)
- 2b        The chef dropped the egg on the counter *in the bowl* before breakfast. (modifier prime)
- 2c        The girl dropped the blanket on the floor *on the bed* last night. (modifier target)

Tooley、Traxler 與 Swaab (2009) 和 Chen、Xu、Tan、Zhang 與 Zhong (2013) 操弄了目標句與促發句使用相同的動詞或相似意義的動詞，前者使用英語的省略式關係子句 (reduced-relative clauses)，後者使用華語的關係子句，結果發現在重複動詞的條件下，才會有結構促發效應 (syntactic priming effects)。在此論證之下，Tooley、Swaab、Boudewyn、Zirnstien 與 Traxler (2014) 進一步操弄促發句和目標句之間的距離，即同樣利用促發句和目標句皆為省略式關係子句形式，且使用相同動詞的情形下，促發句出現後緊接著目標句或先出現不同句法結構的填補句後才是出現目標句，結果發現不管目標句是否緊接著促發句出現，目標句和促發句相比都有縮減式的 P600 (reduced P600) 出現，可知促發句的結構類型是有助於之後出現的相同的結構類型的目標句的運作的。

上述與結構促發相關的事件相關腦電位的研究中，其所使用的結構類型主要是省略式關係子句 (Chen et al., 2013; Ledoux et al., 2007; Tooley et al., 2014; Tooley et al., 2009)，而且促發句與目標句使用了相同的動詞 (Boudewyn et al., 2014; Chen et al., 2013; Ledoux et al., 2007; Tooley et al., 2014; Tooley et al., 2009)，實驗結果也證實與促發句句型結構相同的目標句的結構處理上出現了縮減式的 P600 效應，即先前的促發句的結構處理有助於之後出現的目標句的結構處理，是一種結構促發效應 (structural priming effect)。從這些研究中所發現的結構促發效應如果真實的反應了人們對句法的運作模式，那麼這樣的結構促發效應不僅會出現在省略式關係子句中，應該也會出現在不同的句法結構中，其中 Boudewyn 等人 (2014) 便是一個例證，但我們需要更多的證據來證明。此外，在證明結構促發的理解過程 (structural priming in comprehension) 的實證中，皆操弄了促發句與目標句的動詞，使其產生動詞重複效應，但 Boudewyn 等人 (2014) 也提到若促發句與目標句不使用相同動詞，是否也會產生結構促發效應，值得進一步研究。

### (三) 本研究目的

結構促發意指當某一種特定結構運作時會影響了之後相同結構的運作方式，從之前的研究得知當處理之後所碰到相同結構的句子時產生了縮減式的 P600 效應 (Boudewyn et al., 2014; Chen et al., 2013; Ledoux et al., 2007; Tooley et al., 2014; Tooley et al., 2009)，即在處理之後所碰到的相同句法結構的句子時其所需要的花費 (cost) 是比較少的、比較不費力的。再則，事件相關腦電位的成份 P600 是句法運作過程中所產生的電生理訊號，是一種句法的重新分析或整合困難的一種指標 (Kaan et al., 2000)。本研究將以事件相關腦電位作為研究工具，探討不同句法結構類型識別的運作歷程。依據結構促發效應，我們假設不同結構的目標句的運作處理方式會因為目標句之前的促發句的結構類型而有不同，即相較於與促發句結構類型相同的目標句的運作，與促發句結構類型不同的目標句會產生 P600 效應，而 P600 效應可以作為識別不同結構類型的指標。

## 二、研究方法

本研究是以事件相關腦電位 (ERPs) 作為研究工具，探討實驗參與者對於不同結構類型識別的運作情形。以下將分別針對實驗參與者、語料設計、實驗程序、腦波記錄、資料分析與統計方式進

行說明。

### (一) 實驗參與者

本研究共有 22 位實驗參與者（男性 6 位，女性 16 位），因有 2 位實驗參與者對與促發句結構類型相同的目標句的判斷正確率低於 50%，故不列入分析。此 20 位實驗參與者中（男性 6 位，女性 14 位），全為華語使用者，並接受了本國國民義務教育，年齡介於 22~54 歲，平均年齡為 41.90 歲，標準差為 6.93。依據愛丁堡慣用手問卷 (Oldfield, 1971)，實驗參與者有 20 位是慣用右手的人，且有 5 人報告他們有慣用左手的親屬；所有的實驗參與者視力皆正常，或是擁有經由矯正後到正常的視力。沒有實驗參與者有任何的神經損傷、神經外傷，或是曾經服用過精神科方面的藥物。

### (二) 語料設計

本研究的實驗語料皆來自於《全唐詩》中的詩句，所選取的詩句的句子結構分別為 (1) 主詞－動詞－受詞＋動詞短語 (SVO+VP)<sup>1</sup>、(2) 主詞－動詞－受詞＋動詞短語－動詞短語 (SVO+VPVP) 和 (3) 動詞短語＋動詞短語 (VP+VP)。這三種結構都是由兩個句子組成，受限於本研究需選取特定的句子結構，故從《全唐詩》中選取出的句子中，有些是緊鄰的兩句五言詩句，如「天皇開四極，便有東西道」便是選取自唐朝元稹《東西道》的第一二句；有時是分屬不同的詩，經過組合而成，如「君侯握文鏡，含情寄遠書」，其中上句乃出自唐朝貫休《上孫使君》，下句則從唐朝方乾《送饒州王司法之任兼寄朱處士》詩作中選出。此三種句子結構將依序說明如下：

(1) 主詞－動詞－受詞＋動詞短語 (SVO+VP)<sup>2</sup>：此句子結構共有兩句話組成，第一句的句子結構為 SVO，其中主語為有生命的人類，如「高僧住石間」；第二句的句子結構為 VP，如「不知香積寺」(如 3b)。

(2) 主詞－動詞－受詞＋動詞短語－動詞短語 (SVO+VPVP)<sup>3</sup>：此句子結構一樣是由兩句話所組成，第一句的句子結構與上述 (1) 的句子結構相同，同為 SVO，且主語為有生命的人類；第二句的句子結構則是 VPVP，如「登高望山海」(如 3d)。

(3) 動詞短語＋動詞短語 (VP+VP)<sup>4</sup>：此句子結構仍然是由兩句話所組成，惟此兩句話的句子結構都是 VP，如「更問蜀城路」和「但逢巴語人」(如 3f)。

本研究的促發句 (prime sentence) 均為「SVO+VP」結構 (如 3a, 3c, 3e)，然而目標句 (target sentence) 則可分為 (1) SVO+VP、(2) SVO+VPVP 和 (3) VP+VP 三種。依據目標句的結構，可分為兩種條件 (condition)，一種是目標句的結構與促發句的句子結構相同，同屬「SVO+VP」；另一種是目標句的句子結構與促發句的句子結構不同，而此條件的目標句又可分為兩種句子結構類

<sup>1</sup> 「+」之前為第一句的結構，「+」之後為第二句的結構。

<sup>2</sup> 文後都將以 SVO+VP 表示「主詞－動詞－受詞＋動詞短語」。

<sup>3</sup> 文後都將以 SVO+VPVP 表示「主詞－動詞－受詞＋動詞短語－動詞短語」。

<sup>4</sup> 文後都將以 VP+VP 表示「動詞短語＋動詞短語」。

型，即 SVO+VPVOP，如：「仙人上彩樓，登高望山海」和 VP+VP，如：「更問蜀城路，但逢巴語人」兩種，這三種不同的結構的目標句各有 40 個試驗項 (trial)。

- 3a 高僧住石間，不知香積寺。(促發句，SVO+VP)
- 3b 七子吟秋月，不憶西省松。(與促發句結構相同的目標句，SVO+VP)
- 3c 少年辭魏闕，不作河西尉。(促發句，SVO+VP)
- 3d 仙人上彩樓，登高望山海。(與促發句結構不同的目標句，SVO+VPVP)
- 3e 牧童披短蓑，久臥青山雲。(促發句，SVO+VP)
- 3f 更問蜀城路，但逢巴語人。(與促發句結構不同的目標句，VP+VP)

### (三) 實驗程序

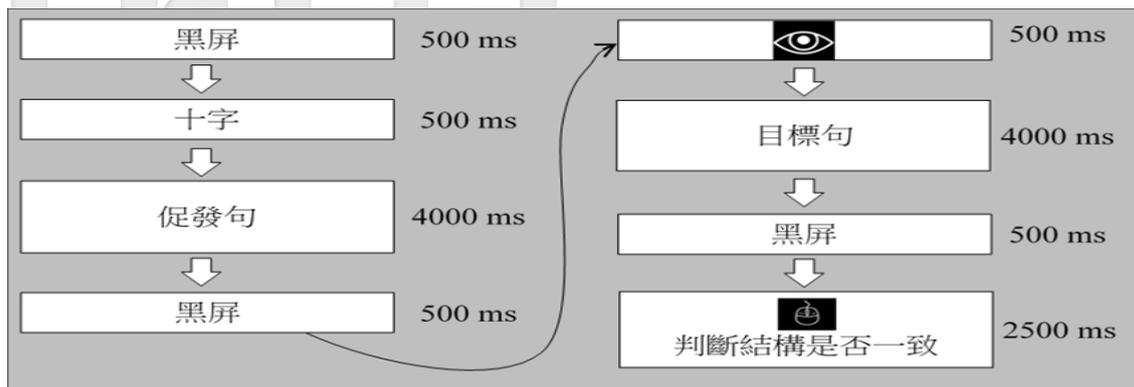
實驗參與者所處的實驗環境是坐在靜謐有隔音設備的空間裡的舒適有靠背的椅子上，實驗語料是利用 STIM 進行編輯與傳送控制，並以 22 吋宏碁 (ACER) 寬螢幕呈現語料。實驗參與者坐在距離螢幕 80 公分處。

實驗一開始先向實驗參與者說明實驗進行方式和實驗流程，而後進行練習題的練習，待實驗參與者熟悉實驗作業後便開始進行實驗。

本研究的每一個試驗項皆是以黑屏 (500ms) 開始，緊接著在螢幕中央出現「+」(500ms)，提醒實驗參與者促發句即將出現，接著螢幕會出現橫式排列的兩句五言詩句的促發句<sup>5</sup> (4000ms)，之後便又依序出現黑屏 (500ms)、螢幕中央出現「眼睛」圖案 (500ms)，眼睛圖案的出現是提醒實驗參與者之後盡量不要眨眼睛，緊接著便於螢幕中央出現橫式排列的兩句五言詩句的目標句 (4000ms)，接著又是黑屏 (500ms)，最後出現在螢幕中央的是「滑鼠」圖案，此時實驗參與者判斷促發句與目標句的結構是否一致，若一致則按左鍵，不一致則按右鍵，待實驗參與者按下按鍵後便是另一個試驗項的開始，若實驗參與者未能於 2500ms 內做出判斷，則也會自動跳到下一個試驗項 (試驗項流程見圖一.)。實驗過程中，也會請實驗參與者盡量不要晃動身體並保持輕鬆。

整個實驗共有 120 個試驗項，分成 5 個區段 (block) 進行，每個區段約 5 分鐘，每個實驗參與者做完一個區段後會休息 3 分鐘而後再進行下一個區段，整個實驗時間包含實驗準備約需 1 小時。

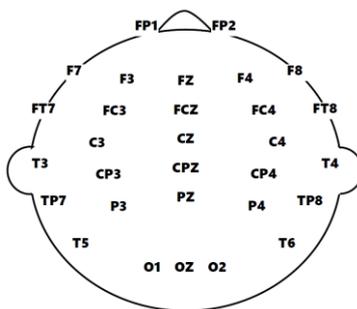
<sup>5</sup> 本研究採用整句的方式呈現實驗語料，乃是因為本研究主要探討結構類型識別的運作歷程，而華語的書面形式並沒有詞的分界，為避免以詞的方式呈現語料提供了句法結構的線索，故最後採以句子呈現。



圖一. 試驗項流程

#### (四) 腦波 (electroencephalogram, EEG) 記錄

腦波訊號的紀錄乃是透過電極帽 (32-channels Quik-Cap, Compumedics Neuroscan, Charlotte, USA) 上的 32 個銀/氯化銀電燒合金 (Ag/AgCl sintered) 的電極點收集而來，電極帽上的電極點放置採用擴充的 10-20 系統<sup>6</sup> (the extended 10-20 system) 規定設置 (電極點的設置位置見圖二.)。參照點設置於左右耳耳後的凸骨 (mastoid)。此外，放置於左眼上下的電極點 VEOU 和 VEOL 和放置於左右眼外側 (canthal) 的電極點 HEOL 和 HEOR 主要監控眼睛垂直眨眼和眼球水平移動時產生的肌電訊號 (Electrooculogram, EOG)。實驗過程中的 EEG 和 EOG 訊號由放大器 NuAmps (Compumedics Neuroscan, Charlotte, USA) 進行訊號放大，阻抗維持在 10kΩ 以下，訊號的採樣率為 1000HZ，並透過 SCAN 4.3 進行 EEG 訊號的即時記錄。



圖二. 電極點的設置位置

#### (五) 資料分析

我們將收集到的腦波以 Neuroscan 4.5 進行腦波離線分析，處理的步驟先是去除腦波的雜訊，如電極點漂移 (electrode drifting)、肌電位、眼動等腦波雜亂紋樣後；合併上下眼睛眨眼和眼球水

<sup>6</sup> 所謂的擴充的 10-20 系統 (the extended 10-20 system) 即是在國際 10-20 系統 (standard electrodes from 10-20 system) 的 19 個電極點 (FP1, FP2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, FZ, CZ, PZ) 再加上額外的 11 個電極點 (FT7, FC3, FC4, FCZ, FT8, TP7, CP3, CPZ, CP4, TP8, OZ)。

平移動的眼電生理訊號，並進行眼電生理訊號的校正，以去除因眼電生理訊號的干擾；之後進行腦波波段的擷取，即目標句出現之前的 100ms 到出現後 1200ms；在濾波階段，我們以零相移位（zero phase shift）模組進行 30 Hz（12 dB/oct）低通過隔斷（low-pass cutoff）型態的帶寬通過（band pass）；腦波平均（the averaged ERPs）在關鍵詞出現的前 100ms 進行了基線校正（baseline correction），我們將腦波振幅 $-50\sim+50\mu\text{V}$  之外的予以去除，以除去偽跡干擾，最後便將相同條件（condition）的刺激項的腦波予以平均。

我們將每一位實驗參與者的在 P600 時間窗格（即關鍵詞出現後的 600-900ms）的 3 個電極點（FZ, CZ, PZ）的平均振幅（mean amplitude）進行單因子相依樣本變異數分析（Repeated measured ANOVA）。

### 三、結果與討論

#### （一）結果

依據我們的假設，P600 效應可以作為我們判斷目標句是否為不同結構類型的指標，亦即當目標句的結構類型與促發句的結構類型相同時會產生縮減式的 P600，而目標句的結構類型與促發句的結構類型不同時，其在運作相較於與促發句結構類型相同的目標句呈現正走向的波—P600。而從圖 三.的 FZ、CZ、PZ 的這三個電極的腦波圖發現，目標句的結構類型是否與促發句結構類型相同的確會有不同的運作方式，因為結構促發效應，的確有助於與促發句結構類型的目標句「SVO+VP」的運作，使得在目標句出現後的 600-900ms 時間窗格中，與促發句結構不一致的目標句結構「SVO+VPVP」和「VP+VP」相較於與促發句結構一致的目标句結構「SVO+VP」都出現了正走向的偏移。

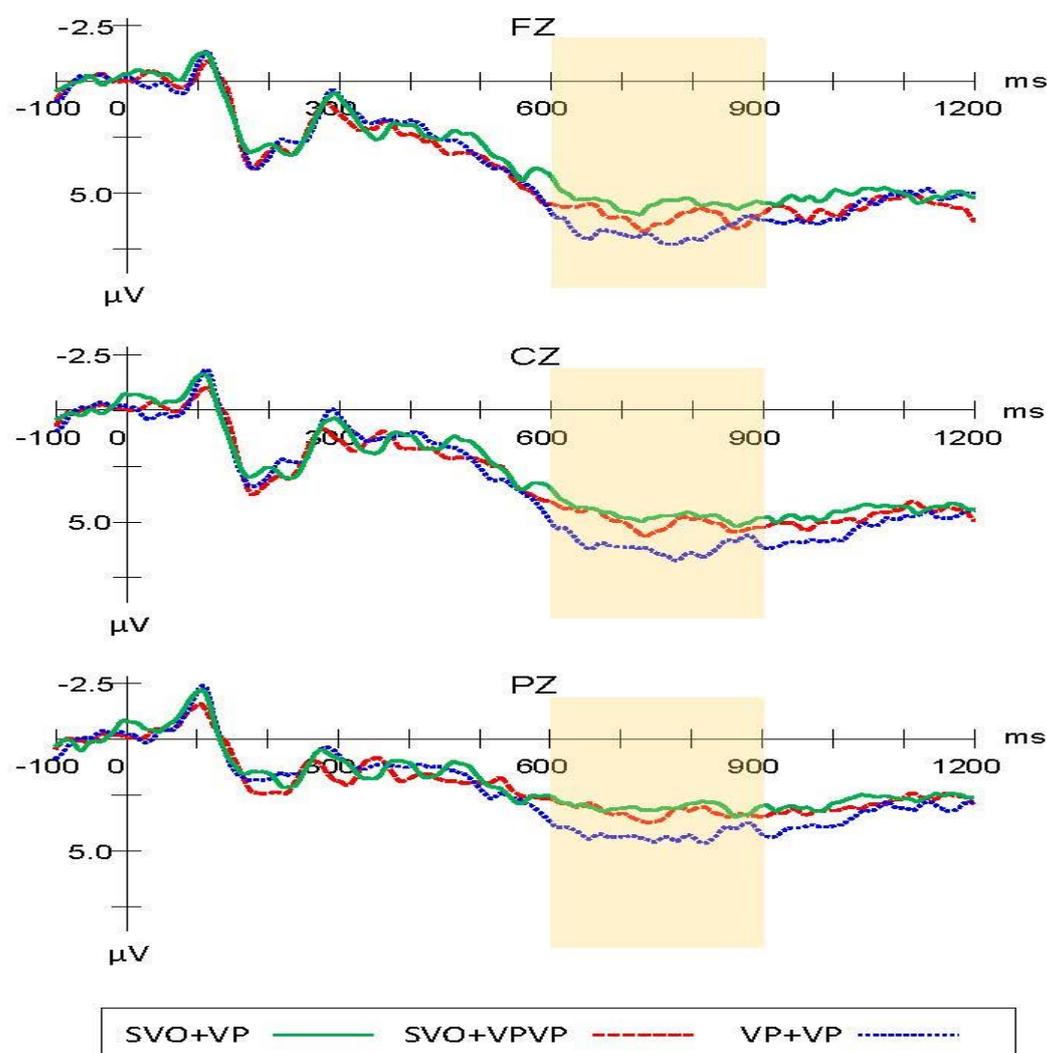


圖 三. 20 位實驗參與者之電極點 FZ、CZ、PZ 的腦波平均圖 (Grand average ERPs waveforms)

我們進一步以單因子相依樣本變異數分析來分析與促發句結構一致的目標句「SVO+VP」和與促發句結構不一致的目標句「SVO+VPVP」、「VP+VP」的腦波平均振幅 (mean amplitude) 是否有不同的表現 (見表 一.)，結果發現：不同的句法結構在目標句出現後的 600~900ms 的平均振幅是有顯差異的， $F(2, 38) = 4.587, p = .016, \eta^2 p^2 = .194 (p < .05^*)$ 。Scheffe 事後比較顯示，與促發句結構一致的目標句「SVO+VP」在目標句出現後的 600~900ms 的平均振幅 ( $M = 4.40, SD = 2.86$ ) 和與促發句結構不一致的目標句「SVO+VPVP」在目標句出現後的 600~900ms 的平均振幅 ( $M = 4.78, SD = 1.96$ ) 未達到統計上的顯著差異；與促發句結構不一致的目標句「SVO+VPVP」在目標句出現後的 600~900ms 的平均振幅 ( $M = 4.78, SD = 1.96$ ) 和與促發句結構不一致的目標句「VP+VP」在目標句出現後的 600~900ms 的平均振幅 ( $M = 5.71, SD = 2.50$ ) 也未達到統計上的顯著差異；但與促發句結構一致的目標句「SVO+VP」在目標句出現後的 600~900ms 的平均振幅和與促發句結構不一致的目標句「VP+VP」在目標句出現後的 600~900ms 的平均振幅達到統計上的顯著差異 ( $p < .05$ )。

由單因子相依樣本變異數分析統計結果得知，與促發句結構不一致的目標句「VP+VP」相較於與促發句結構一致的目標句「SVO+VP」振幅呈現正走向的腦波波形，即有 P600 效應。

由腦波圖與統計資料顯示，實驗參與者對於句法結構「SVO+VP」和「VP+VP」的句法運作歷程中實屬不同的結構類型（structural pattern）。

表一. 目標句結構「SVO+VP」、「SVO+VPVP」和「VP+VP」腦波平均振幅單因子相依樣本變異數分析結果

變異來源 <sup>7</sup>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
目標句結構類型	18.285	2	9.143	4.587	.016	.194
誤差	75.736	38	1.993			

\**p* < .05. \*\**p* < .01 \*\*\**p* < .001

## （二）討論

根據本研究的腦波圖和統計得知，實驗參與者對於句法結構「SVO+VP」和「VP+VP」的句法運作上屬於不同的句法結構類型，可知句子結構類型識別的運作歷程具有心理真實性。然而值得注意的是，從腦波圖上可見句法結構「SVO+VPVP」與另外兩種句法結構「SVO+VP」、「VP+VP」的運作模式有所不同，但在統計上卻未達顯著，針對此現象我們可以進一步探究結構類型之間的差異性如何影響了結構類型的識別。

本研究以唐詩的詩句作為的我們實驗材料，我們操控促發句與目標句的結構類型—SVO+VP、SVO+VPVP、VP+VP，此種結構與先前的研究所使用的省略式關係子句（Chen et al., 2013; Ledoux et al., 2007; Tooley et al., 2014; Tooley et al., 2009）的研究有同樣的發現，即結構促發效應的確會影響之後碰到的相同的句法結構的運作方式而產生的縮減式的 P600。

此外，從我們的研究也發現儘管促發句與目標句的動詞不同，結構促發效應依然存在。由此可知，動詞是否相同不是結構運作的必要條件，而是不同結構類型的句子其所擁有的組成成分才是運作的依據，故詞彙選擇是可以變動的，不變的是結構的組成。

## 四、結論與建議

### （一）結論

本研究以事件相關腦電位為工具，探討不同結構類型識別運作歷程，我們利用結構促發（structural priming）方式進行實驗，發現目標句的句子結構不同，其在腦波呈現有所不同，且與促發句結構不同的目標句「VP+VP」與與促發句結構相同的目標句「SVO+VP」相比，在目標句「VP+VP」出現後的 600-900ms 時間窗格中呈現了 P600 效應。可知對於結構類型識別運作歷程可以表現在

<sup>7</sup> *SS* 為離均差平方和；*df* 為自由度；*MS* 為平均值均方；*F* 為檢定值；*P* 為顯著性； $\eta_p^2$  為局部 eta 方形（Partial Eta Squared），表示 ANOVA 的檢定效果量（顏志龍、鄭中平，2017）。

P600 的電生理訊號上，P600 的確可以作為識別不同結構類型的指標。

## (二) 建議

本研究以全唐詩的詩句作為我們驗證結構類型識別的材料，發現與促發句結構類型不同的句子的確引發了 P600 效應，這印證了結構類型在語言處理的歷程中是存在，即對於唐詩的結構類型識別是具有心理真實性，不同的結構其腦波呈現出人們對於這三種結構有不同的運作歷程，而深受中華文化陶冶的我們，是否也會因為人們的教育程度、職業類別，使得 P600 效應產生更細微的變化，如表現在振幅或時間潛伏期的差異上，值得我們更進一步探討。再則，本研究促發句結構類型均為 SVO+VP，其中主語「S」為有生命的主事者 (animate agent)，第二句的 VP 則是省略了主事者 (missing agent)，並與第一句共享了有生命的主事者，受限於這特定的結構類型，故在語料設計上有些取自全唐詩中的五言詩句中緊鄰的兩句，有些自行組合而成的兩句，對於這樣的操弄是否會因為語義承接度而影響了結構類型的識別可以進一步釐清。此外，本研究以唐詩驗證了結構類型識別在語言運作歷程中的真實存在，故將結構類型識別延伸至以現代華語語料庫中的語料篩選出不同的句法結構再次驗證不同的結構類型是同樣會否引發 P600 效應也將是未來可以努力的方向。

## 參考文獻

- 顏志龍、鄭中平 (2017)。《給論文寫作者的統計指南：傻瓜也會跑統計》。臺北：五南圖書出版股份有限公司。
- Baicchi, A. (2015). Introduction: Priming. In A. Baicchi (Ed.), *Construction learning as a complex adaptive system: Psycholinguistic evidence from L2 learners of English*. (pp. 79-85). doi:10.1007/978-3-319-18269-8\_5
- Bock, J. K. (1986). Syntactic persistence in language production. *Cognitive Psychology*, 18(3), 355-387. doi:10.1016/0010-0285(86)90004-6
- Boudewyn, M. A., Zirnstein, M., Swaab, T. Y., & Traxler, M. J. (2014). Priming prepositional phrase attachment: Evidence from eye-tracking and event-related potentials. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(3), 424-454. doi:10.1080/17470218.2013.815237
- Branigan, H. P., Pickering, M. J., Liversedge, S. P., Stewart, A. J., & Urbach, T. P. (1995). Syntactic priming: Investigating the mental representation of language. *Journal of Psycholinguistic Research*, 24(6), 489-506. doi:10.1007/bf02143163

Chen, Q. R., Xu, X. D., Tan, D. L., Zhang, J. J., & Zhong, Y. (2013). Syntactic priming in Chinese sentence comprehension: Evidence from event-related potentials. *Brain and Cognition*, 83(1), 142-152. doi:10.1016/j.bandc.2013.07.005

Coulson, S., King, J. W., & Kutas, M. (1998). Expect the unexpected: Event-related brain response to morphosyntactic violations. *Language and Cognitive Processes*, 13(1), 21-58. doi:10.1080/016909698386582

Dell, G. S., & Ferreira, V. S. (2016). Thirty years of structural priming: An introduction to the special issue. *Journal of Memory and Language*, 91, 1-4. doi:10.1016/j.jml.2016.05.005

Erdocia, K., Laka, I., Mestres-Missé, A., & Rodriguez-Fornells, A. (2009). Syntactic complexity and ambiguity resolution in a free word order language: Behavioral and electrophysiological evidences from Basque. *Brain and Language*, 109(1), 1-17. doi:10.1016/j.bandl.2008.12.003

Friederici, A. D., Hahne, A., & Mecklinger, A. (1996). Temporal structure of syntactic parsing: Early and late event-related brain potential effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(5), 1219-1248. doi:10.1037/0278-7393.22.5.1219

Frisch, S., Schlesewsky, M., Saddy, D., & Alpermann, A. (2002). The P600 as an indicator of syntactic ambiguity. *Cognition*, 85(3), B83-B92. doi:10.1016/S0010-0277(02)00126-9

Gouvea, A. C., Phillips, C., Kazanina, N., & Poeppel, D. (2010). The linguistic processes underlying the P600. *Language and Cognitive Processes*, 25(2), 149-188. doi:10.1080/01690960902965951

Hagoort, P., Brown, C., & Groothusen, J. (1993). The syntactic positive shift (sps) as an erp measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes*, 8(4), 439-483. doi:10.1080/01690969308407585

Hagoort, P., Brown, C. M., & Osterhout, L. (1999). The neurocognition of syntactic processing. In C. M. Brown & P. Hagoort (Eds.), *The Neurocognition of Language*. New York, NY: Oxford University Press.

Harley, T. A. (2014). Language production. In T. A. Harley (Ed.), *The psychology of language: From data to theory* (pp. 395-448). Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.

Kaan, E., Harris, A., Gibson, E., & Holcomb, P. (2000). The P600 as an index of syntactic integration difficulty. *Language and Cognitive Processes, 15*(2), 159-201. doi:10.1080/016909600386084

Kropotov, J. D. (2009). Introduction. In J. D. Kropotov (Ed.), *Quantitative EEG, event-related potentials and neurotherapy* (pp. 181-189). San Diego, CA: Academic Press.

Ledoux, K., Traxler, M. J., & Swaab, T. Y. (2007). Syntactic priming in comprehension: Evidence from event-related potentials. *Psychological Science, 18*(2), 135-143. doi:10.1111/j.1467-9280.2007.01863.x

Levelt, W. J. M., & Kelter, S. (1982). Surface form and memory in question answering. *Cognitive Psychology, 14*(1), 78-106. doi:10.1016/0010-0285(82)90005-6

Luck, S. J. (2014). *An introduction to the Event-Related Potential technique (2 nd)*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Nisar, H., & Yeap, K. H. (2015). Introduction. In N. Kamel & A. S. Malik (Eds.), *EEG/ERP analysis: Methods and application* (pp. 2-20). Boca Raton, FL: CRC Press.

Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia, 9*(1), 97-113. doi:10.1016/0028-3932(71)90067-4

Osterhout, L. (1997). On the brain response to syntactic anomalies: Manipulations of word position and word class reveal individual differences. *Brain and Language, 59*(3), 494-522. doi:10.1006/brln.1997.1793

Osterhout, L., & Holcomb, P. J. (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language, 31*(6), 785-806. doi:10.1016/0749-596X(92)90039-Z

Osterhout, L., & Holcomb, P. J. (1993). Event-related potentials and syntactic anomaly: Evidence of anomaly detection during the perception of continuous speech. *Language and Cognitive Processes, 8*(4), 413-437. doi:10.1080/01690969308407584

Schenkein, J. (1980). A taxonomy for repeating action sequences in natural conversation. In B. Butterworth (Ed.), *Language production* (Vol. 1, pp. 21-47). London, England: Academic Press.

Tooley, K. M., Swaab, T. Y., Boudewyn, M. A., Zirnstein, M., & Traxler, M. J. (2014). Evidence for priming across intervening sentences during on-line sentence comprehension. *Language, Cognition and Neuroscience*, 29(3), 289-311. doi:10.1080/01690965.2013.770892

Tooley, K. M., Traxler, M., & Swaab, T. (2009). Electrophysiological and behavioral evidence of syntactic priming in sentence comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(1), 19-45. doi:10.1037/a0013984