

四週音樂型體感遊戲介入對大學生反應時間影響

詹家駿、蔡易縉、呂欣善*

國立臺灣體育運動大學

摘要

研究目的：本研究旨在探討以音樂型體感遊戲介入大學生的休閒活動對於反應時間和表現指數影響。**方法：**招募自願之健康大學生進行前測 (n: 19、年齡: 21.68 歲)，前測含反應時間和費茲定律，並進行隨機分為低難度組 (L) 和高難度組 (H)，低難度組 10 人，高難度組 9 人，進行每週三次，每次 30 分鐘，共計四週之體感遊戲訓練。四週訓練後進行後測，後測包含反應時間和費茲定律。**資料處理：**以 t 檢定 (t Test) 分析各組組間及組內差異，顯著水準 $\alpha=0.05$ ，以獨立樣本 t 檢定比較兩組之後測差異顯著情形，以相依樣本 t 檢定比較各組之前後測變項差異顯著情形。**結果：**四週訓練後反應時間和較長移動距離的動作時間有顯著差異，以高難度訓練會得到較佳的訓練效果。**結論：**音樂型體感遊戲訓練能有效增進反應能力與動作能力，本研究所獲之結果有助於提供教導者於教學和訓練策略之參據。

關鍵字：體感遊戲、反應時間

壹、緒論

電玩遊戲唯至今受人們喜愛的休閒活動之一，從過往需操作控制器的紅白機到現今體感式遊戲是藉由無線的控制器並改變肢體的姿勢及動作來達到操控遊戲人物的方法，配合華麗的畫面跟趣味性來使遊戲更具吸引力，進而誘使平常不運動的人來玩遊戲（陳昱文，2008），增加身體活動量及認知能力。在Staiano和Calvert (2011) 研究指出透過運動遊戲可增加卡路里的消耗、協調性的提升，可改善青少年身體健康狀況。Hsieh和Chen (2019) 研究發現學童透過10週的電玩遊戲對於其認知能力（包含選擇性注意）有積極性的影響。在Garcia等人 (2019) 研究發限智能遊戲的訓練後，對於注意力缺乏症和學習障礙的學生上有顯著改善其視覺注意力。因此考量電玩遊戲的普及性及樂趣性，透過電玩遊戲作為訓練或教學的方法，藉以提升個體的運動表現，是現今研究者可以評估的策略之一。

現今指導者為了評估個體運動表現，制定出各式的評估指標，其中反應時間常被運用在評估個人技能表現的指標，經由反應時間的測量，可做為運動選材的參考依據（靳淑嬪，2010），猶在時間極短、球速快的運動中，從刺激到動作反應所需的時間亦是極短，個體反應時間是非常重要的決定因素（陳俊汕，1995）。因此個體的反應速度越快速，其代表的為突發事件處理時間的能力是快速的，訊息處理能力好，其反應時間也較低，故反應時間提升對於教導者尤為重要。

依據體育大辭典 (1988) 的解釋反應時間 (Reaction Time) 生理學上是指接收刺激後經由感覺器官傳導至中樞神經，再經由神經肌肉協調，最後至運動器官產生反應一連串過程的時間。Schmidt 和 Lee (2011) 以心理學角度解釋反應時間，為訊息處理階段所需的時間，從刺激訊息進入中樞神經到身體準備產生動作前為止，反應時間將從警告訊號到開始訊號稱為前期時間 (Fore period)，從開始訊號到反應動作開始是為反應時間 (Reaction Time)，從開始動作到動作結束稱為動作時間 (Movement Time)，從刺激訊號開始到反應動作結束稱為整體反應時間 (Total Reaction Time)，在過程中會因會訊息量的多寡、動作選擇方式的多寡、動作複雜度的高低皆會使的反應時間有所增減，並依訊息處理理論觀點，將人體大腦所發生的過程如同電腦般發生序列歷程，當所輸入的指令越多，電腦所要運作計算的時間也相對的越長，帶來的是動作出現的時間拉長；人在處理訊息時，當所需要的動作越是複雜，反應的時間也相對應的越拉長。依Magill 和 Anderson (2007) 表示反應時間可分為簡單反應時間 (Simple Reaction Time, SRT)、選擇反應時間 (Choice Reaction Time, CRT)、區辨反應時間 (Discrimination Reaction Time, DRT)。簡單反應是單一的刺激訊息進入，做出單一的反應動作，選擇反應是多個刺激訊息進入，對各個刺激訊息做出其對應的反應動作，區辨反應是多個刺激訊息進入，但只需要針對特殊的刺激訊息做出反應，其他刺激訊息出現時則不必理會。其三種反應時間最快的是簡單反應

時間，其次為區辨反應時間，最長的則為選擇反應時間。

然依據Shannon (1948) 的訊息理論來描述動作時間 (MT)、距離 (A) 與目標大小 (W) 之間的關係，當A 或W改變皆會影響 $\log_2 (2A/W)$ 的數值，進而改變動作時間。然Fitts (1954) 提出數學公式「 $MT = a + b \log_2 (2A/W)$ 」，對於動作速度與準確度消長現象相關研究有相當大的突破，即可科學量化的指標，被後來學者稱之為費茲定律。其公式與Shannon相類似，其 $\log_2 (2A/W)$ 為難度指數(index of difficulty, ID)，當難度指數越高時（訊息量越高時），人體系統需要越多時間處理該訊息量來產生準確的動作(Fitts & Peterson, 1964; Williams, 1997)，而增加a與b兩常數，a為回歸線的截距，亦可解釋成a為基本的運動時間，通常用來描述在沒有準確度要求情況之下的動作時間；b為回歸線的斜率，b另可解釋為訊息處理的能力，b的倒數即為單位時間內所處理的位元數，b的倒數稱之為表現指數 (index of performance, IP)，可稱為該人體系統傳送與處理訊息的能力指標 (channel capacity)。表現指數越好即代表單位時間內處理的訊息越多，動作時間也就越快。在Smyrnis, Evdokimidis, Constantinidis和Kastrinakis (2000) 應用此概念在一電腦環境實驗中，要求參與者操作控制游標到目標，在距離、寬度及方向進行操弄，結果距離增加、寬度減少其動作時間也隨之增長，Slikin與Eder (2017) 要求參與者連續來回瞄準工作，操弄不同距離長度和目標寬度，其結果與Smyrnis等人研究相類似，其依據訊息理論概念，其為個體為獲取準確度而消長速度。

綜上，如何協助提升個體的反應時間，為指導者關心之議題，因此本研究主要研究透過體感遊戲為訓練介入，採用費茲定律公式來評估體感遊戲對於反應時間表現上之效果。

貳、方法

一、研究對象

本研究參與者為20名自願之健康學生 (年齡為 21.4 ± 1.42 歲)，並實驗前說明請實驗目的、實驗操作過程與注意事項並簽屬「實驗參加者須同意書」，以確保實驗參與者之權益。

二、實驗設計

本研究以訊息理論為基礎，採音樂型體感遊戲-太鼓達人四週認知訓練，探討其反應時間之效應。在實驗前先建置遊戲歌曲難度設定其高低難度歌曲，低難度歌曲是以全部歌曲的平均值正負一個標準差，時間為95.3s~139.1s、打擊次數為96下~204.8下、打擊頻率為0.9~1.64Hz；高難度歌曲是以全部歌曲的平均值正負一個標準差，時間為95.3s~139.1s、打擊次數為254.4下~507.2下、打擊頻率為2.46~3.984Hz進行設定。其動作表現採用採費茲定律的經典實驗為來回快速反覆點擊兩側的目標區域的動作，操控點擊目標區域的寬度 (target width, W) 和動作所需的距離 (amplitude, A)，藉由改變目標區域的寬度和動作所需的距離，藉以操控難度指數 (index of difficulty, ID) 來探討在不同的難度指數下所需要的動作時間，費茲定律中可見 \log_2 ，此為二進

位法，為電腦程式所用，以0和1兩種訊號組成，單位為位元 (bit)，位元數越高代表困難度越高，費茲定律為一線性方程式，其中a為回歸線的截距，b為回歸線的斜率，也可解釋成a為基本的運動時間、b為速率，b也可解釋成訊息處理的能力，b的倒數即為單位時間內所處理的位元數，b的倒數稱之為表現指數 (index of performance, IP)，表現指 (IP) 可為難度指數 (ID) 除以動作時間 (MT)，即 $IP=ID/MT$ 。表現指數越好即代表單位時間內處理的訊息越多，動作時間也就越快。因此本研究採用正Marc, Maggie與Günther Knoblich (2007) 實驗，採寬度 (W) 固定為2公分，移動距離分別為8公分及16公分 (A)，其難度指數 (ID) 其計算結果分別為3及4 (圖1)。

本研究進行四週訓練前先前測作業進行，以反應時間測定儀測量其反應時間，共測定三次，取其平均值；以費茲定律測定圖測量其動作時間和表現指數，費茲定律測驗共收2個難度，每個難度各做3次，共作6次測驗，每次動作20秒，從中擷取10秒做分析，每個難度各取其平均值。前側完後將參與者隨機分成低難度組 (以低難度歌曲進行訓練) 和高難度組 (以高難度歌曲進行訓練)，進行每週3次，每次30分鐘，為期四週的體感遊戲的練習，練習時採變異練習，每次機挑進行不同歌曲，並為提高參與者之競爭心態，達到最佳練習效果，採2人為一組進行訓練。

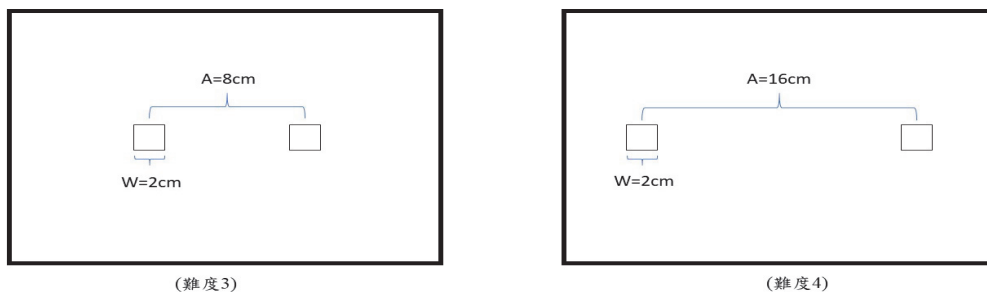


圖 1 費茲定律測定圖

三、資料處理與分析

本研究採用Welford等人 (1969) 發表的公式 $ID=\log_2 (A'/W'+0.5)$ 為參與者實際的困難指數依據，其中W'為實際上的點擊範圍，A'為兩目標區域實際點擊範圍中點之連線。Fitts (1954) 計算表現指數的公式為 $IP = ID/MT$ ，但此公式會把a也算進去，因此本研究採用新的計算公式已消掉a對表現指數的影響。

$MT_1=a+b ID_1$ ， $MT_2=a+b ID_2$ ，把兩個公式互減可得到 $b=(MT_1-MT_2)/(ID_1-ID_2)$ ，此公式可消除a的影響已便得到確切的表現指數。

本研究以t檢定分析各組組間及組內差異，以獨立樣本t檢定 (Independent-Samples t-Test) 比較兩組之前、後測差異顯著情形，以相依樣本t檢定 (Dependent sample t-Test) 比較各組之前後、測變項差異顯著情形。顯著水準 $\alpha=0.05$ 。

參、結果

本研究旨在探討體感遊戲對反對反應時間與訊息處理能力之影響，本研究招募20名自願之健康大學生，因其中一位參與者者資料異常予以剔除，故全程參與實驗者只有19名（參與者背景摘要如表1），其所得實驗記錄經統計分處理分析所得結果如下所述。

表 1
參與者背景摘要

組別	個數	年齡 (歲)	身高 (公分)	體重 (公斤)
低難度	10	21.4 ± 1.42	165.3±7.23	63.76±16.28
高難度	9	22 ± 1.32	166.78±6.82	67.72±13.43
總計	19	21.68 ± 1.38	166±6.88	65.64±14.72

一、低難度訓練與高難度訓練對表現指數之影響

以獨立樣本t檢定分析低難度及高難度訓練表現指數，二組於前後或後測時在表現指數上未達統計上顯著差異（前測： $p=0.599, p>0.05$ ；後測： $p=0.272, p>0.05$ ），表示在訓練前二組無表現指數差異，訓練後二組對表現指數都皆無影響。

以相依樣本t檢定分析二組於前、後測差異，發現低難度及高難度組於前、後測皆無統計上顯著差異（低難度： $p=0.761, p>0.05$ ；高難組： $p=0.391, p>0.05$ ），表示二組訓練對表現指數的進步幅度無統計上顯著差異。

二、低難度訓練與高難度訓練對反應時間之影響

以獨立樣本t檢定分析低難度及高難度訓練反應時間，二組於前測或後測在反應上均無達統計上顯著差異（前測： $p=0.203, p>0.05$ ；後測： $p=0.535, p>0.05$ ），表示兩組在訓練前反應時間上無顯著差異，訓練後對反應時間的進步幅度為相近。

以相依樣本t檢定分析二組於前、後測差異，發現二組於前、後測均達統計上顯著差異（低難度組：前測反應時間 0.61 ± 0.1 秒，後測反應時間 0.51 ± 0.07 秒，組內差異為 -0.1 秒， $p=0.002, p<0.05$ ；高難度：前測反應時間 0.65 ± 0.05 秒，後測反應時間 0.52 ± 0.04 秒，組內差異為 -0.13 秒， $p=0.00, p<0.05$ ），表示二組訓練對反應時間具有顯著影響（圖2、圖3）。

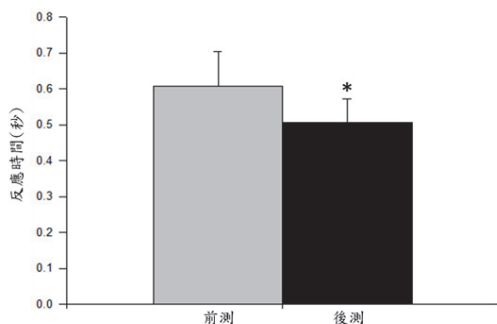


圖 2 低難度組前、後測表現指數之差異

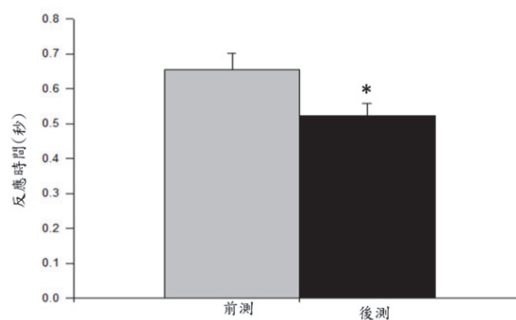


圖 3 高難度組前、後測表現指數之差異

三、低難度訓練與高難度訓練對動作時間之影響

(一) 原始難度 3 (移動距離為 8 公分)

以獨立樣本t檢定分析低難度及高難度移動短距離的動作時間上影響，二組在前測或後測時均無統計上顯著差異 (前測: $p=0.115, p>0.05$ ；後測: $p=0.062, p>0.05$)，顯示兩組於訓練前無動作時間能力上差異，訓練後動作時間能力相仿進步幅度相近。

以相依樣本t檢定分析低困難組與高困難組於前、後測差異，發現二組於前、後測均無統計上顯著差異 (低難度: $p=0.079, p>0.05$ ；高難度: $p=0.098, p>0.05$)，顯示二組訓練對移動短距離的動作時間都不具有顯著影響。

(二) 原始難度 4 (移動距離為 16 公分)

以獨立樣本t檢定分析低難度及高難度移動長距離的動作時間上影響，二組在前測或後測時均無統計上顯著差異 (前測 ($p=0.192, p>0.05$ ；後測: $p=0.124, p>0.05$)，顯示兩組於訓練前無動作時間能力上差異，訓練後動作時間能力相仿進步幅度相近。

以相依樣本t檢定分析低困難組與高困難組於前、後測差異，發現二組於移動長距離的動作時間達統計上顯著差異 (低難度組：前測動作時間 0.33 ± 0.04 秒，後測動作時間 0.29 ± 0.04 秒，組內差異為 -0.04 秒， $p=0.000, p<0.05$ ；高難度組：前測動作時間 0.35 ± 0.04 秒，後測動作時間 0.32 ± 0.04 秒，組內差異為 -0.03 秒， $p=0.042, p<0.05$)，顯示二組訓練對移動長距離的動作時間都具有顯著影響。(圖4、圖5)。

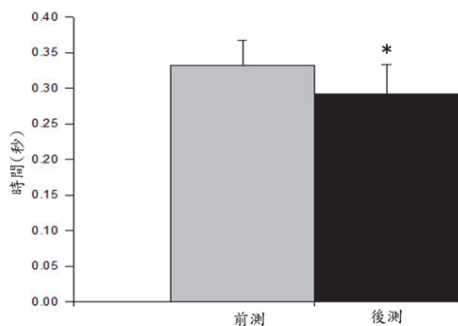


圖 4 低難度組前、後測移動長距離之動作時間差異

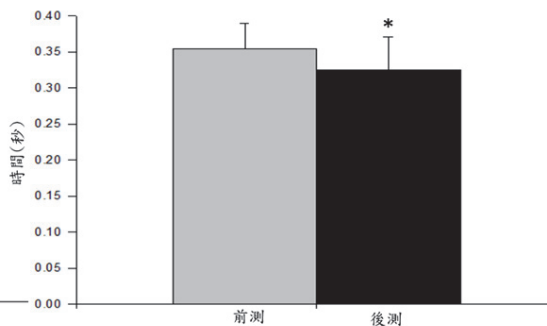


圖 5 高難度組前、後測移動長距離之動作時間差異

從上述結果發現，二組在後測之移動短距離和移動長距離動作時間上皆無顯著差異，代表兩組進步幅度無統計上顯著差異。二組在移動短距離的動作時間之前、後測皆無顯著差異，且低難度組的移動短距離動作時間的成績和進步幅度皆優於高難度組。二組在移動長距離的動作時間之前、後測皆達顯著差異 ($p<0.05$)，且低難度組成績和進步幅度皆優於高難度組。顯示在訓練動作時間方面，低難度訓練會比高難度訓練佳。

肆、結論

本研究以20名參與者為實驗對象，檢驗四週體感音樂型體感遊戲訓練對反應時間的影響，其依據上述研究結果，總結以下結論：

- 一、不論低難度組與高難度組皆無顯著提升個體表現指數和短距離動作時間進步幅度，但二組在表現指數有進步，其中高難度組的進步幅度較大，顯示進行高難度訓練對表現指數有較好的影響。因此進一步推測，假設訓練時間延長則高難度組之表現指數可能會達到顯著差異。
- 二、低難度組和高難度組的反應時間皆有顯著進步，此項結果與過去研究相類似 (Van Biljon & Longhurst, 2012；陳上迪、姜義村，2013；高國卿，2014；Ballesteros et al., 2014)，雖低難度組訓練後成績優於高難度組訓練後成績，但高難度組的進步幅度較大，顯示高難度訓練對反應時間有較佳的影響。
- 三、低難度組和高難度組的於長距離動作時間有顯著進步，且低難度組成績和進步幅度皆優於高難度組。其結果顯示在訓練動作時間方面，低難度訓練會比高難度訓練佳，然長距離動作時間相較短距離動作時間達助差異，依陳郁婷 (2009) 解釋，因是移動時會有加速期與減速期，加速期的位子大約是總距離的 65%，過了這段距離後即進入減速期，因此在長距離的動作時間上，有足夠的加速距離，能表現出足夠進步的成果。

綜上，反應時間為競技體適能裡的其中一項指標，亦為個體日常所需的重要能力之一，反應時間能力高低代表突發事件處理時間的能力是高低，訊息處理能力快慢。然提升反應時間策略有很多，藉由表現指數來量化其訊息處理能力以音樂型體感遊戲介入僅為其中之一，體感遊戲是以較趣味的方式訓練反應能力，可使大眾較為接受，達到較佳的動做能力和突發事件處理能力。

參考文獻

- 高國卿 (2014)。運用 RFID 裝置於注意力、反應力與手眼協調提昇之訓練〔未出版之碩士論文〕。國立臺北教育大學。
- 陳上迪、姜義村 (2013)。體感式遊戲對養護機構高齡者簡單反應力之影響。大專體育學刊，15 (3)，277-287。
- 陳郁婷 (2009)。單維直線運動是否符合 Fitts 定律的預測〔未出版之碩士論文〕。國立臺灣體育大學 (台中)。
- 陳俊汕 (1995)。反應時間與預期在快速運動項目的重要性。中華體育季刊，8，4，39-47。
- 陳昱文 (2008)。淺談新世代遊戲機-Wii 對提升身體健康之影響。臺中教育大學體育學系系刊，3，94-97。

- 靳淑嬪 (2010) 。球速和相容性對桌球回擊動作反應時間的影響 [未出版之碩士論文] 。國立屏東教育大學。
- Ballesteros, S., Prieto, A., Mayas, J., Toril, P., Pita, C., de León, L. P., Reales, J M & Waterworth, J. (2014) . Brain training with non-action video games enhances aspects of cognition in older adults: a randomized controlled trial. *Frontiers in aging neuroscience*, 6.
- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47,381-391.
- Fitts, P. M., & Peterson, J. R. (1964). Information capacity of discrete motor responses. *Journal of Experimental Psychology*, 67, 103-112.
- García-Redondo, P., García, T., Areces, D., Núñez, J. C., & Rodríguez, C. (2019). Serious games and their effect improving attention in students with learning disabilities. *International journal of environmental research and public health*, 16(14), 2480.
- Hsieh, C.-Y., & Chen, T. (2019). Effect of Pokémon GO on the Cognitive Performance and Emotional Intelligence of Primary School Students. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1849-1874.
- Magill, R. A., & Anderson, D. (2007). *Motor learning and control: Concepts and applications* (Vol. 11) . New York:McGraw-Hill.
- Staiano, A. E., & Calvert, S. L. (2011). Exergames for physical education courses: Physical, social, and cognitive benefits. *Child development perspectives*, 5(2), 93-98.
- Schmidt, R .A . , & Lee, T. D. (2011) .*Motor control and learning: A behavioral emphasis (5th e d)* . Champaign, I L : Human Kinetics.
- Williams, G. P. (1997). *Chaos theory tamed*. Washington, D.C.: Joseph Henry Press.
- Van Biljon, A., & Longhurst, G. K. (2012) . The influence of exergaming on the functional fitness in overweight and obese children: physical activity, health and wellness. *African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance*, 18 (4-2) , 984-991.

The effect of Four-Week Training Using Musical Somatosensory game on reaction time

Chia-Chun Chan, Yi-Chin Tsai and Shin-Shan Lu*

National Taiwan University of Sport

Abstract

Purpose: This study investigated the effect of using musical somatosensory game on reaction time and index of performance in general college students **Procedure:** Subjects (n=19, age=21.68 years) were randomly assigned to high difficulty (H) and low difficulty (L) after a pre-test to determine the reaction time and Fitts's Law. Ten subjects were in the low difficulty group and nine subjects were in the high difficulty group. Every group has completed three times a week, each time 30 minutes, musical somatosensory game training for four weeks. After the training, action time and Fitt's Law were recorded again. **Analysis Method:** Using t-Test was to analyze two groups, Inter-group and Intra-group, variations. Inter-group: we used Independent-Samples t-Test to analyze. Intra-group: we used dependent sample t-test to analyze. Significant difference level was set at $\alpha=0.05$. **Results:** After 4 weeks of training, significant improvements were on the reaction time and long distance move time ($p<0.05$). It is appeared that using the high difficulty training could contribute to a better effect. **Conclusion:** Somatosensory game training may effectively enhance the reaction time and move time. The results of this study, we that the results will provide instructors to teaching and training strategies.

Keywords : Somatosensory Game, Reaction Time

NCHU