

# 不同情境干擾對自我配速動作空間準確性及錯誤偵察能力學習的影響

張智惠、卓俊伶  
國立臺灣師範大學

## 摘要

本研究更改 Sherwood (1996) 的研究中有關測量錯誤偵察的設計，進一步檢驗不同情境干擾程度對自我配速動作空間準確性及錯誤偵察能力的影響。實驗參加者為三十二名女性，平均年齡 20.9 歲（標準差 2.4 歲），隨機分派到集團／集團、集團／隨機、隨機／集團及隨機／隨機等四組中。實驗動作為自我配速的線性直臂外移之後被動折返動作。經混合設計二因子變異數分析及杜凱氏法事後比較，結果顯示在獲得期，集團組別的動作準確性 (AE) 及錯誤偵察 (| O-S |) 能力的表現，高於隨機組別。在保留期，集團組別的動作準確性衰退情形較隨機組別顯著，而在錯誤偵察方面則各組在立即保留期的衰退情形皆達顯著。因此，在本研究的限制下結論是，相對高情境干擾的隨機練習有助於動作準確性提昇，但對於動作錯誤偵察能力的提昇沒有顯著效果。

關鍵詞：情境干擾、錯誤偵察

## 壹、緒論

動作學習的兩個主要理論分別是 Adams (1971) 的閉鎖環理論 (closed-loop theory) 及 Schmidt (1975) 的基模理論 (schema theory)；閉鎖環理論中的知覺痕跡 (perceptual trace) 及基模理論中的確認基模 (recognition schema)，皆在強調動作評估能力對動作學

習的重要性。從動作學習的觀點來看，練習的主要效果為使動作行為更有效率，並使學習者養成評價自己動作行為的能力，亦即隨著練習次數的增加，個體發展出錯誤偵察(error detection, Schmidt & White, 1972)機制，以此替代結果獲知(knowledge of result，簡稱 KR)來導引動作(Schmidt, 1988)。因此個體是否具有錯誤偵察及修正錯誤(error correction)的能力是為動作學習的重要關鍵因素之一。情境干擾(contextual interference，簡稱 CI)效應是發生在個體同時學習數種動作時的一種學習現象(Schmidt, 1988)。Magill 和 Hall (1990) 將情境干擾定義為個體同時學習數種動作時，由於練習安排採隨機的方式，以致於產生一種功能性的干擾形成壓抑動作的「表現」，但卻有利於「學習」的現象。

過去有關情境干擾的研究，依其採用依變項的不同，可以將之分成兩種類型：一是以外顯的動作輸出(motor output)為依變項，另一是以外顯的動作輸出再加上內隱的錯誤偵察能力為依變項。其中以動作輸出為依變項的研究佔大多數，例如：Shea 和 Morgan (1979) 以動作時間(movement time)就是動作速度的快慢為依變項；Goode 和 Magill (1986) 以羽球發球不同落點的得分，就是得分的多寡為依變項；Hall 和 Magill (1995) 以動作時間的絕對誤差，就是動作的準確性為依變項；Lee, Wishart, Cunningham 和 Carnahan (1997) 以動作時間的絕對恆常誤差及變異誤差，就是動作的穩定性為依變項，綜觀以上有關 CI 的實驗結果，皆顯示相對高情境干擾的練習安排會壓抑動作的表現，但有利於動作學習。但是，若只以外顯的動作表現來推論學習的效果，其可能的缺點是輕忽內隱的變項。於是遂有第二種以外顯的動作輸出，加上以估算方式得出的動作錯誤偵察能力(capability of error detection)為依變項的研究，例如：Stelmach 和 Szendrovits (1981) 以動作時間的絕對誤差與實際-估計誤差的正確率為依變項，但此研究只是針對序列(serial)及隨機(random)練習法做比較，並未真正操弄情境干擾的變項；Sherwood (1996) 以動作時間的絕對誤差和客觀表現-主觀估計的絕對值(|O-S|)為依變項。但是，其實驗動作的設計，是由參加者自原點自由出發後，移動到認知中的目標角度後，再自行主動折返回原點，並請參加者評估這兩個角度的差異，以此做為代表錯誤偵察能力的分數。依據動作控制的傳出神經複製(efference copy)觀點，當個體發出主動動作的動作命令時，除了動作神經元(motoneuron)所傳出的動作電位之外，同時也會有相同的複製訊息以電位傳導的方式傳到大腦，以做為動作評估的依據，但是假若個體在被動動作的情況之下，則不可能會有傳出神經複製的作用(Schmidt, 1988)。依此觀點，Sherwood (1996) 的研究設計，讓參加者主動地出發至目標距離後，主動地折返，如此主動地移動兩段相同的距離，都會有傳出神經複製作用，若參加者認為其所移動的是正確距離，則再折返回原點，此舉並無意義。因此本研究更改 Sherwood (1996) 的研究中有關錯誤偵察的動作設計，讓參加者自由出發滑動到認知中的目標距離後，再由實驗者帶領參加者被動折返滑動一段正確目標距離，此舉旨在藉以去除其折返時傳出神經



複製的作用，並讓受試者有正確距離的對照參考，之後，再由參加者對先前動作執行結果進行誤差的評估，以此做為本研究依變項之一的錯誤偵察的分數。

本研究所要探究的問題是不同的情境干擾程度對自我配速動作，在空間準確性及錯誤偵察能力有何影響？本研究的假說為相對高情境干擾的隨機練習法對空間準確性及錯誤偵察能力的學習較低情境干擾的集團練習法有幫助。

## 貳、方法與步驟

### 一、參加對象

本研究的參加者為女性，共計三十二名，平均年齡 20.9 歲（標準差 2.4 歲）其慣用手皆為右手（以其書寫習慣為依據）。實驗參加者被隨機分派到四組中之任一組，每組八人。參加者過去均無在線性移動儀上直臂外移的實作及測驗經驗，而且是自願、無酬參加，並在實驗之前簽署參加者同意書。

### 二、實驗動作與儀器

本實驗所採用的動作是自我配速的線性直臂外移動作，動作開始時機由動作者自行決定。所採用的儀器是線性移動儀 (Linear Movement Device, Model 31202, Lafayette)。

### 三、實驗設計

參加者在實驗期間學習自我配速「直臂外移」動作，其依變項為動作距離的絕對誤差 (AE)、客觀表現-主觀估計的絕對值 (| O-S |)。動作開始時，參加者站在線性移動儀正面，距儀器約三十公分，左肩對齊起點，以右手由內到外移動線性移動儀上的尺規到目標距離，目標距離分別為 18、33 或 48 公分。參加者從原點將尺規移動到認知中的目標後（此為參加者的動作距離），立即由實驗者帶領參加者被動從折返點滑動一段正確目標距離。經過五秒鐘之後，請參加者估測動作距離與目標距離的誤差值，以此為主觀誤差 (subjective error) 的分數，並以動作距離與目標距離的實際誤差值為客觀誤差 (objective error) 的分數，三種距離各試作 30 次，並在實驗結束後十分鐘及隔天各進行一次保留測驗。試作的過程讓參加者戴眼罩，每次試作後皆告知參加者其結果獲知 (knowledge of result，簡稱 KR)，每組參加者的試作順序皆經過平衡消去法 (counter balance)（陳錦龍，1995）。本實驗共分為集團／集團、集團／隨機、隨機／集團及隨機／隨機等四組。集團組別以目標距離 18 公分連續 30 次、33 公分連續 30 次及 48 公分連續 30 次的順序練習；隨機組別則以 18、33 及 48 公分三種目標距離隨機、並且同一動作不連續出現兩次以上的順序練習。本研究以集團／集團、集團／隨機組為相對低情境干擾組，以隨機／集團及隨機／隨機組為相對高情境干擾組。

## 四、實驗程序

- (一) 實驗參加者簽署參加者同意書後，先測量其身高及手臂長，之後測量直臂側平舉動覺（參加者靠牆站立，戴著眼罩，慣用手側平舉，量其肩膀及小指兩點間的差距，單位為公分），並以獨立樣本單因子變異數分析考驗其實驗前均質性的差異。
- (二) 說明與指導：實驗開始前，實驗者告知參加者實驗流程，之後熟悉儀器操作，並練習三次，使能正確使用儀器與操控動作。

(三) 練習順序

各組在獲得 (acquisition) 期及保留期的練習順序安排如表一所示：

表一 獲得及保留期練習順序安排表

期間 順序 組別	獲 得 期	立即保留 (十分鐘)	延遲保留 (隔天)
集團／集團	18、33、48 公分 依序各練習 30 次	18、33、48 公分 依序各測驗 8 次	18、33、48 公分 依序各測驗 8 次
集團／隨機	18、33、48 公分 依序各練習 30 次	以隨機順序 測驗 24 次	以隨機順序 測驗 24 次
隨機／集團	以隨機順序 練習 90 次	18、33、48 公分 依序各測驗 8 次	18、33、48 公分 依序各測驗 8 次
隨機／隨機	以隨機順序 練習 90 次	以隨機順序 測驗 24 次	以隨機順序 測驗 24 次

在獲得期間，集團／集團組及集團／隨機組同樣以 18 公分 30 次、33 公分 30 次及 48 公分 30 次的順序練習；隨機／集團組及隨機／隨機組則以 18、33 及 48 公分三種不同目標距離的動作，隨機但同一動作不連續出現兩次以上的順序練習 90 次。

(四) 參加者在聽到 "開始" 後，自由出發將線性移動儀的尺規由左向右移，到達所認知的目標時即停止，立即由實驗者帶領參加者折返再滑動一段正確目標距離，五秒鐘後請參加者以口語方式估測動作距離與目標距離的誤差值，以此做為主觀誤差值，之後提供實際動作距離與目標距離的 KR，以此做為客觀誤差值。參加者在試作的過程皆戴眼罩，試作間隔 (inter-trial interval) 約為五秒鐘。

(五) 在獲得期練習結束後，休息十分鐘，進行立即保留測驗，集團／集團組及隨機／集團組同樣以 18 公分 8 次、33 公分 8 次及 48 公分 8 次的順序進行立即保留測驗；

集團／隨機組及隨機／隨機組則以 18 、 33 及 48 公分三種不同目標距離的動作，隨機但同一動作不連續出現兩次以上的順序進行立即保留測驗。在練習結束的隔天進行延遲保留的測驗，各組的測驗順序同立即保留。保留測驗期間，各組在動作結束後皆被要求估測動作距離與目標距離的誤差值，但不提供任何 KR ，各組的測驗安排皆經過平衡消去法，試作間隔約為五秒鐘。

## 五、資料處理與分析

參加者在手臂側平舉所測得的成績以動作距離的絕對誤差 (AE) 的平均數計算，以單因子變異數分析 (one-way ANOVA) 進行均質性考驗；獲得期及保留期所測得的成績以動作距離的絕對誤差 (AE) 、客觀表現-主觀估計絕對值 (| O-S | ) 的平均數計算，以每三十次試做為一個區間（保留期則以二十四次試做為一個區間），以 4 (組別) × 3 (區間) 的混合設計二因子變異數分析進行統計分析（後一因子為重覆量數），若達統計顯著水準則採杜凱氏 (HSD) 法進行事後比較，統計顯著水準定為  $\alpha = .05$  。

## 參、結果與討論

### 一、前測

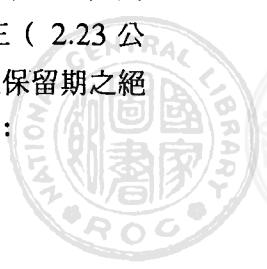
各組參加者在手臂側平舉的絕對誤差值 (AE)  $F_{(3, 28)} = 0.51$  ,  $P > .05$  , 未達統計上顯著差異，顯示各組在實驗前動覺操作的起始能力均等。

### 二、動作距離的絕對誤差 (AE)

#### (一) 獲得期

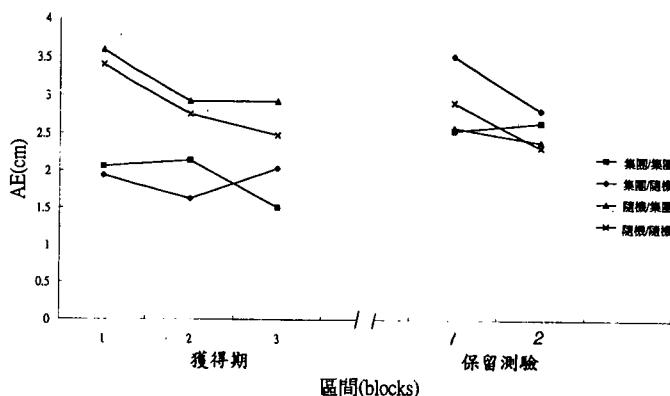
各組絕對誤差的平均數如圖一所示。

從圖一看來，在獲得期集團組的表現有優於隨機組的趨勢，組別 × 區間的交互作用未達統計上的顯著水準， $F_{(6, 56)} = 2.76$  ,  $P > .05$  。組別的主要效果達統計上的顯著水準  $F_{(3, 28)} = 6.88$  ,  $P < .05$  ，事後比較的結果發現，集團／集團組的絕對誤差 (1.90 公分) 低於隨機／集團 (3.14 公分) 及隨機／隨機組 (2.87 公分)，並且，集團／隨機組的絕對誤差 (1.86 公分) 低於隨機／集團 (3.14 公分) 及隨機／隨機組 (2.87 公分)，顯示在獲得期，集團組的動作準確性表現優於隨機組；區間的主要效果亦達統計上的顯著水準， $F_{(2, 56)} = 7.38$  ,  $P < .05$  ，事後比較的結果發現區間一 (2.74 公分) 跟區間二 (2.35 公分) 有顯著差異，區間一跟區間三 (2.23 公分) 有顯著差異，顯示在獲得期各組的進步情形達顯著。各組在獲得期及保留期之絕對誤差 (AE) 及錯誤偵察能力 (| O-S | ) 的平均數、標準差如表二所示：



表二 各組在獲得期及保留期之絕對誤差(AE)及錯誤偵察能力  
(|O-S|)的平均數及標準差

組 別	區間	獲得期(AE)	保留期(AE)	獲得期( O-S )	保留期( O-S )
集團／集團	一	2.06±0.95	1.51±0.32	1.54±0.46	1.24±0.36
集團／集團	二	2.14±0.69	2.54±0.73	1.54±0.50	2.20±1.02
集團／集團	三	1.51±0.32	2.64±0.85	1.24±0.36	2.15±1.13
集團／隨機	一	1.94±0.53	2.03±0.78	1.55±0.34	1.56±0.57
集團／隨機	二	1.62±0.40	3.51±1.56	1.45±0.37	2.46±0.83
集團／隨機	三	2.03±0.78	2.81±1.29	1.53±0.54	2.08±1.33
隨機／集團	一	3.59±1.34	2.92±0.61	2.20±0.55	1.60±0.34
隨機／集團	二	2.92±0.96	2.58±0.44	1.81±0.62	1.55±0.41
隨機／集團	三	2.92±0.61	2.39±0.42	1.60±0.34	1.44±0.55
隨機／隨機	一	3.40±0.78	2.47±1.13	2.62±0.46	1.69±0.42
隨機／隨機	二	2.76±1.00	2.91±0.96	1.87±0.47	1.98±0.97
隨機／隨機	三	2.47±1.14	2.32±0.62	1.69±0.42	1.88±0.54



圖一 AE 平均數曲線圖

因此，在獲得期動作準確性的表現上，集團組的表現優於隨機組，支持本研究的假說，即在獲得期相對高情境干擾的隨機練習法會壓抑動作的表現，導致較差的動作準確性。

## (二) 保留期

各組在保留期的動作距離絕對誤差的交互作用達統計上的顯著水準， $F_{(6, 56)} = 2.76$ ， $P < .05$ ，表示不同練習安排在保留效果的反應有顯著的差異，故需進一步進行單純主要效果的分析，結果發現，組別因子的單純主要效果中，獲得期的最後一

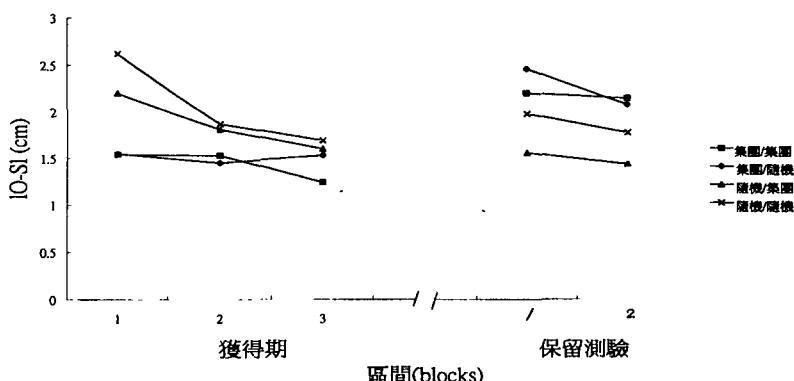
個區間達顯著差異  $F_{(3, 28)} = 3.72$ ,  $P < .05$ , 事後比較的結果發現, 隨機／集團組 (2.92 公分) 與集團／集團組 (1.51 公分) 有顯著差異, 區間因子的單純主要效果中, 在集團／集團組及集團／隨機組達顯著水準  $F_{(2, 56)} = 4.80$ ,  $P < .05$ ,  $F_{(2, 56)} = 6.66$ ,  $P < .05$ , 事後比較的結果發現, 集團／集團組獲得期最後一個區間的動作絕對誤差低於立即保留及延遲保留。區間的主要效果達顯著  $F_{(2, 56)} = 5.19$ ,  $P < .05$ , 組別的主要效果未達統計上的顯著水準  $F_{(3, 28)} = 1.26$ ,  $P > .05$ 。各組之平均數、標準差如上表二所示。

因此, 在動作準確性的學習方面, 集團／集團組的衰退情形明顯高於其他各組。從練習順序來看, 集團／集團組在目標距離 18 公分的最後一次試作到保留測驗之間, 介入了目標距離 33、48 公分各 30 次, 總計 60 次的練習試作; 而隨機組別在目標距離 18 公分的最後一次試作到保留測驗之間, 所介入的其它不同距離的練習試作最多不超過 6 次, 集團／集團組可能因介入活動的次數較多, 而對空間性動作準確性的學習產生負面的影響 (Buxton, 1940)。

### 三、客觀表現-主觀估計絕對值 (| O-S |)

#### (一) 獲得期

各組客觀——主觀絕對值的 (| O-S |) 平均數如圖二所示：



圖二 | O-S | 平均數曲線圖

參加者在獲得期客觀-主觀絕對值的交互作用達顯著,  $F_{(6, 56)} = 3.51$ ,  $P < .05$ , 顯示在獲得期各組在錯誤偵察能力的評估, 在三個區間的表現上有顯著差異, 故需進一步進行單純主要效果事後比較, 結果發現, 組別因子的單純主要效果中, 在第一個區間達顯著水準,  $F_{(3, 28)} = 10.42$ ,  $P < .05$ , 事後比較的結果發現, 在第一個區間, 集團／集團組的 | O-S | 低於隨機／集團及隨機／隨機組, 集團／隨機組的

| O-S | 低於隨機／隨機組；區間因子的單純主要效果中，在隨機／集團組及隨機／隨機組達顯著， $F_{(2, 56)} = 6.62$ ， $P < .05$ ， $F_{(2, 56)} = 17.19$ ， $P < .05$ ，事後比較的結果發現，在隨機／集團組中第一個區間的 | O-S | 高於第三個區間，隨機／隨機組中第一個區間的 | O-S | 高於第二個區間及第三個區間，表示隨機組別在獲得期有顯著的進步。組別 ( $F_{(3, 28)} = 5.02$ ， $P < .05$ ) 及區間 ( $F_{(2, 56)} = 16.68$ ， $P < .05$ ) 的主要效果達統計上的顯著水準。各組之平均數、標準差如上表二所示。

因此，在錯誤偵察方面，只有在第一個區間，集團組優於隨機組，之後隨著練習次數的增加，隨機組有明顯的進步，但各組之間沒有顯著差異，意即在錯誤偵察能力發展的後續階段兩種練習方法沒有差異。對照動作準確性的結果，可以發現，在獲得期的後續階段，雖然隨機組別的外顯動作表現較差，但其內在的錯誤偵察能力則與集團組別間沒有顯著差異。

#### (二) 保留期

各組在保留期客觀-主觀絕對值的交互作用未達統計上的顯著水準， $F_{(6, 56)} = 1.45$ ， $P > .05$ ，組別的主要效果未達統計上的顯著水準， $F_{(3, 28)} = 1.12$ ， $P > .05$ ，區間的主要效果，達統計上的顯著水準  $F_{(3, 56)} = 5.08$ ， $P < .05$ ，顯示參加者在不同區間的錯誤偵察能力有顯著差異，經事後比較的結果發現，獲得期最後一個區間的 | O-S | 低於立即保留期，顯示錯誤偵察能力在立即保留方面有衰退的情形。各組之平均數、標準差如上表二所示。

在錯誤偵察能力的學習方面，各組之間並沒有顯著差異，但從描述統計的資料顯示，在立即保留期，隨機／隨機組的平均數 1.55 公分低於集團／隨機組的 2.46 公分；在延遲保留期，隨機／隨機組的平均數 1.44 公分低於集團／隨機組的 2.08 公分、集團／集團組的 2.15 公分，大體來說，隨機組別有較高的錯誤偵察能力的趨勢。但綜觀而言，本研究操弄不同情境干擾程度，對錯誤偵察能力的學習效果，各組間沒有顯著差異。一般來說，相對高情境干擾的隨機練習方式，理應可以在錯誤偵察能力上反應出改善的效果，但本研究的結果顯示，在保留效果的學習上，相對高情境干擾的隨機組別，並無此現象，其可能原因之一是初學者在學習技能之初比較強調動作策略之發展，而忽略了利用內在回饋機轉來修正錯誤動作的能力；原因之二是情境干擾對錯誤偵察能力的效應可能是屬於短期效果，因其在本研究中的保留期，四組的表現皆顯示出衰退的現象，有關情境干擾的錯誤偵察能力是否能有長期學習效果，有待未來進一步的研究。

## 肆、結論與建議

在本研究的範圍限制下，相對高情境干擾的隨機練習組有助於動作準確性提昇，但對於動作錯誤偵察能力的提昇沒有顯著效果。依據實驗結果，本研究對未來研究及體育

運動教學提供數點建議。(一)未來研究方面：1.進行遷移測驗，以進一步檢驗情境干擾效應所帶來的類化動作程式(generalized motor program)中的參數學習(parameter learning)。2.採用實際情境的動作技能。3.運用質的研究，探究參加者問題解決的策略及認知歷程。4.採用其他的認知涉入手段，例如示範或觀察，進一步檢驗情境干擾效應的假說。(二)體育運動教學方面：1.在實際的教學情境中，除了外顯的動作表現外，教學者應廣泛的運用其他手段來了解學習者認知歷程的轉變機制。2.相對高情境干擾的隨機練習方式，其學習效果並非立竿見影，建議教學者應從長程學習的觀點來看待此一問題。

## 引用文獻

- 陳錦龍。(1995)。平衡消去法之遷移效應。台灣師大體育研究，第一期，頁43-53。
- Adams, J. A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. Journal of Motor Behavior, 3, 111-149.
- Buxton, C. E. (1940). Retroaction and gains in motor learning: III. Evaluation of results. Journal of General Psychology, 22, 309-320.
- Goode, S., & Magill, R. A. (1986). Contextual interference effects in learning three badminton serves. Research Quarterly for Exercise and Sport, 57, 308-314.
- Hall, K. G., & Magill, R. A. (1995). Variability of practice and contextual interference in motor skill learning. Journal of Motor Behavior, 27, 299-309.
- Lee, T. D., Wishart, L. R., Cunningham, S., & Carnahan, H. (1997). Modeled timing information during random practice eliminates the contextual interference effect. Research Quarterly for Exercise and Sport, 68, 100-105.
- Magill, R. A., & Hall, K. G. (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. Human Movement Science, 9, 241-289.
- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. Psychological Review, 82, 225-260.
- Schmidt, R. A. (1988). Motor control and learning: A behavioral emphasis (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R. A., & White, J. L. (1972). Evidence for an error detection mechanism in motor skills: A test of Adams' close-loop theory. Journal of Motor Behavior, 4, 143-153.
- Shea, J. B., & Morgan, R. L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition retention, and transfer of a motor skill. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 5, 179- 187.
- Sherwood, D. E. (1996). The benefits of random variable practice for spatial accuracy and error detection in a rapid aiming task. Research Quarterly for Exercise and Sport, 67, 35-43.
- Stelmach, G. E., & Szendrovits, L. D. (1981). Error detection and correction in a structured movement task. Journal of Motor Behavior, 13, 132-143.

投稿日期：87年6月  
審稿日期：87年6月  
接受日期：87年9月

# Contextual Interference Effects on the Acquisition of Spatial Accuracy and Error Detection in a Self-paced Motor Task

*Chih-hui Chang*

*Junling Jwo*

*National Taiwan Normal University*

## ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the contextual interference effects on the acquisition of spatial accuracy and error detection in a self-paced motor task. Thirty-two female participants made either 18, 33, or 48 cm straight-arm outward and reversal movement in the linear movement device. Participants were randomly assigned to one of the following practice groups: (a) blocked / blocked group, (b) blocked / random group, (c) random / blocked group, and (d) random / random group. Mixed ANOVA and Tukey's HSD method were utilized for analyses. During acquisition phase, blocked practice group resulted in less absolute error (AE) and absolute objective-subjective difference ( $|O-S|$ ) relative to the random group. On no-knowledge of result retention test, blocked practice group decreased significantly relative to the random group in terms of spatial accuracy; but no significant difference in error detection was found. Thus, within the limitation of this study, it was concluded that relative high in contextual interference, random practice, benefits of spatial accuracy but not of the capability of error detection.

**Key words:** Contextual interference, Error detection

