

# 意象與實際動作中樞神經訊息 處理相關性之研究——時間面 上的探究

石恒星<sup>1</sup>、陳慧英<sup>2</sup>、林榮輝<sup>3</sup>

<sup>1</sup>台北市立體育學院運動科學研究所畢業生

<sup>2</sup>長庚技術學院通識中心講師

<sup>3</sup>國立宜蘭大學人文暨科學教育中心副教授

## 摘 要

運動心理學以往較少研究比較意象與實際動作的生理歷程。Decety (1996) 提出假說認為意象和實際動作的編序 (programming)、準備 (preparing) 階段具有相同的中樞神經表徵過程，動作意象會活化大腦許多區域 (Jeannerod & Decety, 1995)，在探討意象訓練的訓練效果時，Wang與Morgan (1992) 也發現意象時中樞自主神經有伴隨的活動發生。本研究透過心理測時法 (mental chronometric study)，以時間面來檢驗相關假說。20位小學運動選手，在實驗者設計的紙上地圖 (圖形形狀相同但分路徑寬度不同之地圖兩種)，分別以實際和意象動作進行計時測驗，前、後測中間的練習時間為20分鐘。結果發現，參與者在路徑較窄，難度較高的地圖，意象與實際動作所使用的時間，均顯著多於難度較低、路徑較寬的實驗作業 $F_{(1,19)}=16.01, p<.05$ 。不論意象或實際動作，後測使用的時間也顯著少於前測 $F_{(1,19)}=146.28, p<.05$ 。本研究之結果可提供說明意象練習，因具有類似實際動作的生理歷程，也能產生訓練效果。

關鍵詞：意象活動、動作執行、心理測時法

---

通訊作者：林榮輝，國立宜蘭大學人文暨科學教育中心 260宜蘭市神農路一段一號  
聯絡電話：(03) 9357400轉422 E-mail:linjh@niu.edu.tw

# **The Relationship of Central Neural Representation Processes between Motor Imagery and Motor Execution: A Chronometric Study of Task Duration**

**Heng-hsing Shih,<sup>1</sup> Huei-ying Chen<sup>2</sup> & Jung-huei Lin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Graduate, Graduate Institute of Exercise Science,  
Taipei Physical Education College

<sup>2</sup> Instructor, Center for General Education,  
Chang Gung Institute of Technology

<sup>3</sup> Associate Professor, Center for Humanities and Science Education,  
National Ilan University

## **Abstract**

Little has been done in sports psychology to compare the neurophysiological process between motor imagery (MI) and motor execution (ME). Decety (1996) posited that motor imagery pertains to the same category of processes as those which are involved in programming and preparing actual actions. While motor imagery was found to activate various brain regions (Jeannerod & Decety, 1995) in a study of imagery perspective effects on imagined exercise, Wang and Morgan (1992) also demonstrated ventilation and other physiological responses during imagery. We planned to use chronometric analysis to examine whether MI and ME shared the same neurophysiological substrate. Twenty student athletes aged 12 years

old participated in this study through an experiment called “walking on the paper map.” The experiment involved two kinds of maps drawn on A4 paper with the same length and shape but of varying road widths. Participants were asked to trace each of the two maps (either physically or mentally) three times, and between the pre- and post-trials they were encouraged to practice on the maps for 20 minutes to master the task. The results of a three-way ANOVA (approach  $\times$  task difficulty  $\times$  training) revealed significant two-way interaction effects for each pair of variables  $F_{(1,19)} = 16.01, p < .05$ . Simple main effect analysis showed that for both MI and ME, participants took longer to complete the difficult task than the easier one, and the post-training task duration was significantly lower than that of the pre-training  $F_{(1,19)} = 146.28, p < .05$ . The result might serve to explain why MI can sometimes functionally work as ME in sports training.

**Keywords: motor imagery, motor execution, chronometric analysis**

## 壹、緒論

### 一、前言

意象 (imagery) 已被認為是許多運動員用來強化運動表現的重要心理技巧之一 (DeFrancesco & Burke, 1997)。Thomas, Murphy與Hardy (1999) 發展出用來測量運動員的心理技能和表現策略的自陳式量表, 表現策略分析量表 (Test of Performance Strategies), 意象就是八個分量表之一。有關意象的實際應用, 許多優秀運動員也證實經常運用意象來增強運動表現 (Weinberg, 1988)。Fournier與MacIntyre (1997) 甚至主張意象是應用運動心理學心理技能訓練的支柱。一般認為, 意象技術有助於運動技術的獲得與維持、放鬆、自信心的建立、情緒的控制、喚醒水準的調整、注意力集中和準備策略的提昇 (Murphy & Jowdy, 1992)。林啓賢 (1998) 在心智練習在運動技能應用上的探討中強調, 在競爭日漸激烈的運動界, 想要出人頭地, 更需要接受各種嚴厲的考驗, 除了身體的訓練, 也必須加入其他可提供效益的訓練, 他認為意象訓練可提供一個符合經濟效益的訓練, 所以應列為正式訓練課程。

### 二、問題背景

國內目前對意象的相關探討研究, 比之國外相對缺乏, 運動訓練課程也鮮少包括意象練習的設計。推論其因, 可能在於對意象活動時個體的心、生理反應、大腦各區部位的活化、肌電活動狀況、以及自主神經系統代謝活動, 相較於實際動作時的反應模式 (pattern), 較少做相關比較研究, 因此對意象動作的生理機轉過程、意象對動作學習的生理作用較為陌生, 因而阻礙了這項重要心理技能訓練在國內運動訓練的應用

發展。意象對運動技能的學習作用，研究方法通常有兩種：一是意象訓練和身體訓練效果的比較研究；另一則是探究意象活動的神經生理基礎（Hall, 2001），比較而言，過去我們對前者的研究較多也較為清楚，對後者的探究則較遲較少也較模糊。Holmes與Collins（2001）在談論當今意象研究的問題時，就指出現今的意象研究，偏重於結果導向的意象訓練效果比較研究，較少探討意象的生理神經機轉，這種研究趨勢不但影響我們對意象神經生理機轉過程的瞭解掌握，也間接影響更具生理功能準確性的意象訓練方法之設計發展。

Holmes與Collins（2001）所指的問題，我們認為可能來自於神經生理測量技術。所幸，此障礙隨著腦影像技術（brain imaging technique）測量技術的進步，如腦波（EEG），核磁共振造影掃描（MRI），以及正子輻射斷層掃描（PET）的發展，已大有改善（洪聰敏，1998）。運用這些先進的腦影像技術，我們對意象活動時，腦神經活動的神秘面紗，便多了一扇可供觀察的視窗，而許多實證研究也發現意象活動時，腦部有類似於實際活動的神經活化（Wang & Morgan, 1992; Naito & Matsumura, 1994; Pfurtschiller, Neuper, Ramoser, & Muller-Gerking, 1999），雖然活化的區域仍有些許爭議。Decety（1996）綜論這些心生理測量，提出假說認為意象和實際動作具有相同的神經生理機轉，他認為意象和實際動作的編序（programming）、準備（preparing）階段具相同的中樞神經表徵過程，只是最後的執行階段被抑制罷了，和Decety（1996）持類似主張的還有Annet（1995）、Jeannerod（1995）和Holmes與Collins（2001）。我們認為，這項假說如能加以驗證成立，那麼意象訓練在動作學習中所扮演的角色，將更加清楚。另一方面，有了生理過程的清楚掌握，我們也才能更有效率、更準確的實施意象訓練，可以從意象這個重要的運動心理技能中獲得最佳的幫助。

觀察意象時的腦部活動，除運用腦影象技術外，過去也常運用心理測時研究法（mental chronometric study），雖然此方法所獲得的

腦部活動訊息，需由外顯行為，通常為反應時間，推論而得（Decety, 1996）。Decety, Jeannerod與Prablanc（1989）曾運用此方法，讓受試者實際走幾個距離不同的點，然後再讓受試者意象自己走這些相同的幾個點，實驗結果發現意象和實際動作一樣都是走距離越遠的點，使用的時間越長，結果也顯示意象和實際動作的反應時間具有相關性。心理測時法被運用最廣泛的是，觀察腦損傷病人實際和意象動作作業時間的相關性，以觀察推論病患腦認知功能受損的情形（Dominey, Decety, Broussolle, Chazot, & Jeannerod, 1995）；許多臨床實驗也記錄到，腦區域的損傷對實際和相同作業的意象活動有相同的症狀影響（Jeannerod & Decety, 1995）。

丁雪琴和劉淑慧（1989）也曾運用心理測時法，對優秀跨欄選手的意象訓練效果進行測試，結果發現優秀跨欄選手意象跨欄全程和實際跑110公尺欄的時間差，最好時只有0.04秒或0.23秒，可見意象和實際動作中樞神經表徵過程內涵之相似性。雖然心理測時法曾被運用來觀察意象和實際動作作業時間的相關性，以推論意象活動時之腦部活動情形，增補或驗證其他相關研究之不足，但探討的範圍仍嫌侷促，也鮮少觸及動作難度和技巧水平兩項變數，對意象和實際動作作業時間的影響關係。Decety（1996）提出假說認為意象和實際動作的編序（programming）、準備（preparing）階段具有相同的中樞神經表徵過程，動作意象會活化大腦許多區域（Jeannerod & Decety, 1995），依此假說，動作難度與動作者的技巧水平應會同時影響動作者意象與實際動作的作業時間，若此種關係能驗證成真，則意象活動具有類似實際活動的中樞生理歷程，將更為明確。古典費茲定律（Fitts'law）認為，在準確度的制約下，動作時間會因動作難度而增加（Jeannerod, 1995）。Georgopoulous與Massey（1987）研究也發現，意象者在增加意象作業難度時，意象時間顯著增加。動作難度會增加作業時間，費茲定律認為主要來自於較高的準確需求回饋訊息。日常生活中，開車

者經過越窄的門，速度會放的越慢，即是此種現象，但動作者的技巧提升後，或練習次數增加後，準確需求回饋訊息的干擾會減少，則動作時間會加快。因此，本研究的主要目的，即在探究動作難度與技巧水平差異對意象與實際動作表現之影響，以擴充這方面的研究證據。如果，實驗操弄此兩項變數，意象和實際動作作業時間仍呈同步增減的共變關係，則我們將可以更充分確定，意象和實際動作中樞神經表徵過程相似性的假說，結果對我們瞭解意象訓練的神經生理基礎也將有一定的幫助。本研究的觀察分析結果、實驗模式，也可作為進一步運用腦波，觀察意象和實際動作腦部神經活動相似性的資料依據，澄清意象訓練生理成因的可能性。

根據上述研究目的，本研究將探討下列三個問題：

- (一) 相同難度之作業，實際和意象動作作業時間是否相似？
- (二) 動作難度高低是否等同影響實際和意象動作之作業時間？
- (三) 技巧水平高低，是否等同影響實際和意象動作的作業時間？

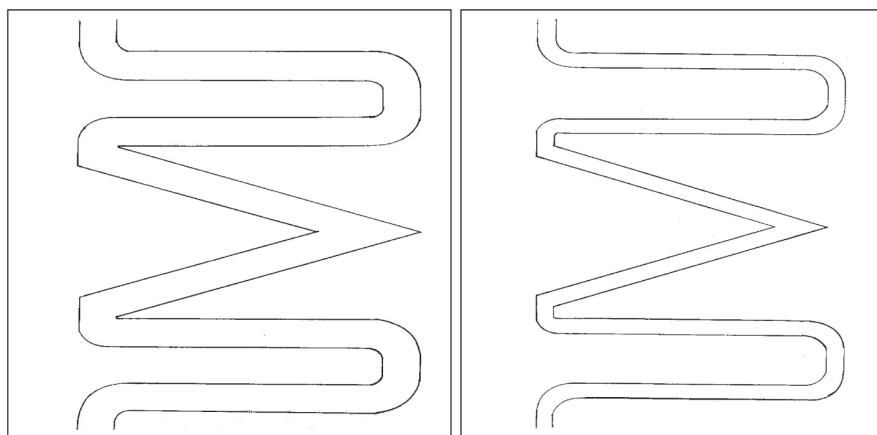
## 貳、研究方法與步驟

### 一、參與者

本研究之實驗參與者為北部某國小12歲（ $12.1 \pm 0.3$ ）小六的少年運動選手20位，（男10人，女10人），實驗參與者皆為慣用右手，健康且無神經方面疾病記錄的兒童，參與者視覺及聽覺均正常，實驗前後並無感冒及使用影響中樞神經的治療藥物。

### 二、測量工具

本研究之實驗設計是以費茲動作定律 (The Fitts' law trade-off) 速度與動作難度相互消長關係，為實驗設計理論依據。依費茲定律的解釋，在準確度的制約下，動作難度低時，動作反應時間 (RT) 會減少，當動作難度提高時動作反應時間則會增加。根據費茲動作定律，本研究由實驗者自行設計圖形、長度一樣，但路面寬窄不同的紙上地圖兩種 (圖一，圖二)。地圖的路面越窄 (路寬一公分)，代表動作難度越高，路面越寬 (路寬二公分)，代表難度較低。兩種地圖由實驗者分別繪製於A4紙上，並經事前測試成人10人，證明具有難度鑑別度後，再進行實驗。作業時間的測量，則使用CASIO HS5碼表，實驗所有作業時間均測量至1/100秒。



圖一 難度低、路寬二公分圖示

圖二 難度高、路寬一公分圖示

### 三、實驗步驟

參與者在實驗前均經實驗者介紹研究方式後填寫同意書，由於參與者均未成年，因此預先於實驗前取得參與者監護人之同意書。本研究在市立武功國小一間安靜明亮的教室中進行。實驗時，參與者平穩的坐在高度適中的桌前，以慣用手拿一支PLATINUM B-7 的原子筆，



從地圖的起點，聽測試者「開始」口令後，沿地圖中的彎曲路線往前畫線，直到地圖的終點，測試者則坐在參與者正前方手握碼表測量參與者的作業時間。參與者在實驗前均預先被告知，實驗時，動作越快越準確越好，最快最準確之前五名，將獲得由實驗者提供價值約新台幣三百元的獎品一份，參與者也被告知，在地圖中前進時不能碰觸到道路的邊線，如果參與者碰觸到道路的邊線，則每一碰觸點將被外加0.5秒，以示公平。

參與者連續實際走完同一難度的地圖三次後，即進行難度相同的意象動作。意象時，參與者手持筆，將筆懸在地圖起點上方處不動，閉眼，聽測試者「開始」口令後，意象自己從地圖起點到終點的全程行走，若參與者意象自己已走到地圖終點，則快速將筆點觸桌面表示。每一難度的意象動作同樣各進行三次做為前測。前測時，順序為參與者隨機先實際走某一難度的地圖三次，意象該難度的動作三次，再實際做另一難度的地圖三次，意象該難度的動作三次。前測後，測試者發給參與者實驗用地圖兩種，讓測試者在教室中練習。練習時，測試者在參與者一旁，鼓勵參與者練習越多越好。經20分鐘練習後，參與者依前測相同的程序步驟，難度不同的地圖各以兩種作業模式再做三次，做為後測技巧水平提高後之作業時間。實驗完畢後，參與者與測試者分別在時間記錄表上簽名。因意象無外顯動作，為確認參與者實驗中均認真進行意象動作，參與者在實驗前均被告知，意象和實際動作的時間差將被列入給獎的評估，因此參與者一定要努力意象才有可能獲得好成績而獲獎。本實驗之動作為一新奇（novel）之動作，又兼有比賽性質，參與者對該動作皆感好奇，因此有足夠的動機努力參與實驗。

本實驗為降低測時之人為誤差，實驗測試均由第一作者同一人進行，每一位參與者實驗時間約需30分鐘，測試者一天測試兩位參與者，所有實驗由於中間假日影響，前後共進行約半個月。

## 四、資料處理及分析

- (1)研究統計以SPSS 10.0軟體進行各項統計分析，先以三因子變異數分析（作業模式×難度×前後測）考驗各因子之間的交互作用顯著關係。
- (2)依變異數統計分析結果，各因子交互作用若達顯著水準，再以單純主要效果進行另一統計分析。
- (3)前後測實際與意象作業時間之時間差，則以 t 考驗進行兩個時間差之差異考驗，以觀察其差異顯著性。
- (4)本研究所有統計考驗顯著水準均為  $\alpha = .05$ 。

## 參、結果與討論

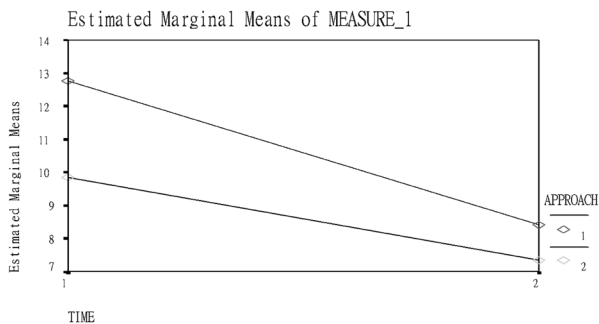
### 一、結果

表一 不同作業時間的描述性統計摘要表

作 業	平均數 (標準差)	前 測		後 測	
		難 度 低	難 度 高	難 度 低	難 度 高
實 際 動 作		9.82(2.79)	15.75(3.92)	6.44(1.89)	10.40(3.34)
意 象 動 作		7.88(1.86)	11.86(3.81)	6.27(1.24)	8.40(2.54)

經三因子變異數分析（作業模式×動作難度×前後測）統計結果顯示，各組二因子之間交互作用均達顯著水準。實驗前後測的作業時間差異統計分析 $F_{(1,19)}=146.28, p<.05$ 達顯著水準。在動作難度的時間差異上，時間×難度的交互作用 $F_{(1,19)}=27.74, p<.05$ ，也達顯著水準。此外，意象動作和實際動作的時間差異，時間×作業模式 $F_{(1,19)}=16.01, p<.05$ 也達顯著水準。

由於在描述性統計中（如表一所示），我們看出實際和意象動作相同作業的時間差，在後測中有縮短的趨勢（圖三）。因此我們將實際動作作業時間減去意象動作作業時間後，並將前後測兩個時間差做t考驗分析，以考驗兩個時間差之差異顯著性，結果顯示 $p < .05$ ，這個遞減的趨勢經分析達顯著水準。



圖三 圖中上面一條線為實際動作前後測之作業時間，圖左側為前測作業時間，圖右側為後測作業時間；下面一條線則為意象動作之作業時間。實際動作和意象動作的時間差在後測時已明顯縮短。

## 二、討 論

由實驗結果顯示，本研究經由動作難度和技巧水平的操弄，實際動作和意象動作作業時間呈現共變的關係。即在實驗處理下，實際和意象動作的作業時間呈現高度相關性的同步增減關係。結果也顯示大部分的實驗結果均和實驗假設一致，當動作難度高時，不僅實際動作作業時間較難度低的作業時間長，意象動作也呈現相同的趨勢，有趣的發現是費茲定律不僅適用於實際動作表現，也適用於意象動作表現，意即意象動作作業時間也受動作難度的制約。實驗探討問題三，我們認為，動作水平差異可能會同時影響實際和意象動作的作業時間，實驗結果，在前測階段，當動作技巧水平低時，實際和意象動作的作業時間確實較多，經過訓練，意象和實際作業時間則同步減少。

技巧水平差異這項變數，經實驗證明同時影響實際和意象動作的作業時間。

由上可知，動作難度和技巧水平兩個實驗自變項，對實際動作和意象動作兩個實驗依變項的影響，在本實驗中形成共變正相關關係。依此關係，實驗結果驗證也支持了Decety（1996），意象和實際動作的編序、準備階段具有相同的中樞神經表徵過程的假說。意象時，參與者依指示在無外顯動作下，想像自己經歷該動作，其作業時間在實驗處理下能與實際動作具有高度相似性，意象動作和實際動作在神經生理過程上，有某種程度的相似之處，應屬合理的推論（Holmes & Collins, 2001），這項推論發現，也解釋了意象訓練在動作技巧學習上，具有助益的生理證據。Jeannerod與Decety（1995）討論意象時，表示觀看他人示範動作，對與動作相關的神經路徑也會有增強的學習效果，從本研究的實驗結果，我們得到一個重要的啓示，即和實際動作具相同中樞神經表徵過程的意象活動，在動作學習上，對建立鞏固動作的神經記憶連結，縮短動作學習自動化的過程，應有某種程度的幫助。Hall（2001）認為，意象動作沒有外顯的肌肉關節活動，但意象活動的特點，一如實際動作，都是提取大腦神經網路中儲存的記憶，來重組一組具時間序列的動作。Hall的主張，除了說明意象在動作學習功能上所可能扮演的角色，也可用來解釋本研究意象動作和實際動作作業時間相似性的發現。意象既然和實際動作一樣，都是依動作儲存的神經記憶重組進行，在時間上自然會與實際動作具相似性，而意象重複練習了動作的中樞神經表徵過程，對該組動作的神經記憶連結之強化自然有其作用。

在實驗結果中，我們發現意象作業時間均較實際動作作業時間縮短的現象，問題的癥結可能也在腦部神經與該動作相關的神經記憶連結的強弱上。實驗前測時，參與者動作技巧水平低，腦中該組動作的神經記憶連結尚未建立，意象模糊，所以意象作業時間相較實際動作快。

Weinberg (1988) 討論意象訓練時，也發現意象初學者，在意象訓練初期，往往也有意象時間比實際動作時間短的傾向。石岩 (1999) 討論意象訓練效果的評估方法時，認為在意象訓練初期，意象者很快就意象完規定動作，有時與實際完成這些動作的時間差距很大，在意象能力提高後，這種差異會明顯減少。石岩的看法和本研究的實驗情形非常類似，只是他沒有對這種現象背後的神經生理原因加以清楚解釋。

Hatfield與Hillman (2001) 在運動巔峰表現的生理機轉討論中主張，動作學習初期，與動作相關的神經路徑，往往需經歷一段調適階段，以去除或抑制某些與動作無關的神經雜訊 (neural noise)，在此階段，學習者動作顯得笨拙、不順暢，經反覆練習後，與動作相關的神經路徑，建立了有效率的神經資源重分配，動作便變得自動化、精準、優美且流暢。Hatfield與Hillman的中樞神經調適說，以及用腦神經資源分配效率來解釋學習過程中，中樞神經表徵系統所經歷的幾個階段，在本研究實驗中，同時顯現在實際與意象動作表現中。實驗前測時，參與者動作生疏，動作神經記憶連結尚未完全建立鞏固，腦神經工作較無效率，不僅實際動作作業時間較長，也因中樞神經該組動作記憶連結的缺乏，造成參與者意象模糊，所以意象和實際動作的作業時間有較大的差距。實驗後測時，大腦的神經記憶連結經練習而獲得強化，中樞神經資源重組做有效率的重分配，作業時間因而縮短，意象時，也因神經記憶連結的建立鞏固，意象清晰，動作準確，和實際動作的作業時間差距因而縮短。

大腦中樞神經表徵系統，在動作學習過程中可能的種種神經生理變化，和本研究實驗中所顯現的大部分現象相當一致，因此我們認為本研究的結果驗證、也支持意象與實際動作具有相同中樞神經表徵過程的假說。透過這個假說與本次實驗，我們不但對意象功能的神經生理基礎有較清楚的了解，也經由實驗中的種種現象，觀察到了意象在動作學習上，強化與動作相關的中樞神經路徑，加速動作學習自動

化所可能扮演的角色。Jeannerod與 Decety (1995) 曾主張，動作學習也許可以只經由中樞神經對於動作在大腦中的記憶形塑而達成，我們不必然完全同意這個看法，但從這個主張來看，意象訓練在運動訓練、動作學習上應扮演更積極的角色。

## 肆、結 論

本實驗藉由心理測時研究方法，操弄動作難度與動作技巧水平差異，從外顯行為作業時間，觀察推論意象和實際動作時，大腦中樞神經表徵過程的可能關係，目的在探究意象功能的神經生理機轉，以及意象與實際動作的神經生理相似程度，結果發現意象與實際動作的神經生理過程，在時間面上有高度的正相關。類似的實驗探討在文獻中雖略有提及，但仍嫌不夠充分完整，尤其對動作難度與動作技巧水平差異，可能對意象與實際動作作業時間的影響關係，至今尚未加以探究釐清，本研究發現除可以彌補這項不足，對澄清了解意象之神經生理機轉也應有助益。另一方面，本研究的發現分析、實驗模式，也可提供日後從腦波層面，探討意象和實際動作大腦活動相關性的研究依據和參考。意象研究，當今面臨的一個困難是，如何客觀評定參與者的意象能力，以及如何評估參與者在實驗過程中認真意象的程度，以控制意象相關實驗的信度、效度。目前常用的自陳式量表，運動意象問卷 (Sport Imagery Questionnaire, SIQ) 是由參與者主觀的評定自己的意象狀況，缺乏標準客觀性。本研究所發現實際與意象動作的作業時間差距大小，顯示參與者意象清晰水平差異狀況，正好可以做為客觀評定參與者意象能力的指標，對提升今後意象相關實驗之科學客觀性，在概念及工具上都可做為參考。

## 參考文獻

### 一、中文部份

- 丁雪琴、劉淑慧（1989）。*冠軍路上指迷津—體育運動與心理*。北京：科學普及出版社。
- 石 岩（1999）。*射箭射擊運動心理學*。北京：人民體育出版社。
- 林啓賢（1998）。心智練習在運動技能上應用的探討。*中華體育*，47，115-123。
- 洪聰敏（1998）。腦波：探討運動及身體活動心理學的另一扇視窗。*中華體育*，44，63-74。

### 二、英文部份

- Annett, J. (1995). Motor imagery: Perception or action? *Neuropsychologia*, 33(11), 1395-1417.
- Decety, J., Jennerod, M., & Prablanc, C. (1989). The timing of mentally represented actions. *Behavioural Brain Research*, 34, 35-42.
- Decety, J. (1996). The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural Brain Research*, 77, 45-52.
- DeFrancesco, C., & Burke, K. L. (1997). Performance enhancement strategies used in a professional tennis tournament. *International Journal of Sport Psychology*, 28, 185-195.
- Dominey, P., Decety, J., Broussolle, E., Chazot, G., & Jeannerod, M. (1995). Motor imagery of a lateralized sequential task is asymmetrically slowed in hemi-Parkinson patients. *Neuropsychologia*, 33, 727-741.
- Fournier, J., & MacIntyre, T. (1997). Imagery skills: Toward new methods and purposes of measurement. *Journal of Applied Sport Psychology*, 9, S92.
- Georgopoulos, A. P., & Massey, J. T. (1987). Cognitive spatial-motor processes. *Experimental Brain Research*, 65, 361-370.



- Hall, C. R. (2001). Imagery in sport and exercise. In R. N. Singer, H. A. Hausenblas, & C. M. Janelle (Eds.), *Handbook of Sport Psychology* (pp. 529-549). New York: Wiley.
- Hatfield, B. D., & Hillman, C. H. (2001) The psychophysiology of sport: A mechanistic understanding of the psychology of superior performance. In R. N. Singer, H. A. Hausenblas, & C. M. Janelle. (Eds.). *Handbook of Sport Psychology* (pp. 362-386). New York: Wiley.
- Holmes, P. S., & Collins, D. J. (2001). The PETTLEPT approach to motor imagery: A functional equivalence model for sport psychologists. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13(1), 60-83.
- Jeannerod, M. (1995). Mental imagery in the motor context. *Neuropsychologia*, 33 (11), 1419-1432.
- Jeannerod, M., & Decety, J. (1995). Mental motor imagery: A window into the representational stages of action. *Current Opinion in Neurobiology*, 5, 727-732.
- Murphy, S., & Jowdy, D. (1992). Imagery and mental rehearsal. In T. Horn (Ed.), *Advances in Sport Psychology* (pp. 221-250). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Naito E., & Matsumura, M. (1994). Movement-related slow potentials during motor imagery and motor suppression in humans. *Cognitive Brain Research*, 2, 131-137.
- Pfurtscheller, G., Neuper, C., Ramoser, H., & Muller-Gerking, J. (1999). Visually guided motor imagery activates sensorimotor areas in humans. *Neuroscience Letters*, 269, 153-156.
- Thomas, P. R., Murphy, S. M., & Hardy, L. (1999). Test of performance strategies: Development and preliminary validation of a comprehensive measure of athletes' psychological skills. *Journal of Sport Sciences*, 17, 697-711.
- Wang, Y. & Morgan, W. P. (1992). The effect of imagery perspectives on the psychophysiological responses to imagined exercise. *Behavioural Brain Research*, 52, 167-174.
- Weinberg, R. S. (1988). *The mental advantage*. Champaign, Illinois: Leisure Press.