

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

發展性閱讀障礙者之視知覺處理能力 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2410-H-040-001-
執行期間：98年08月01日至99年11月30日
執行單位：中山醫學大學心理學系(所)(臨床組)

計畫主持人：李宏鎰

計畫參與人員：大專生-兼任助理人員：曹詠翔
大專生-兼任助理人員：呂文潔
大專生-兼任助理人員：陳鈺弦
大專生-兼任助理人員：王譽心
大專生-兼任助理人員：周佳蓉

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 12 月 03 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

發展性閱讀障礙者之視知覺處理能力

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2410-H-040-001-

執行期間：98年08月01日至99年07月31日

計畫主持人：李宏鎰

共同主持人：(無)

計畫參與人員：曹詠翔、陳鈺弦、呂文潔、周佳蓉、王譽心

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學心理系

中華民國九十九年十月十一日

閱譜困難者之視知覺能力探討

摘要

樂譜內容包括音高(pitch)與時間(temporal)兩個向度，因此，閱譜是一多重處理歷程，至少包括音高及節拍兩個處理歷程，它們動用不同的認知能力，本研究假設前者與視空間能力較有關，後者與物體辨識較有關，其中任一歷程受損都會影響閱譜的成功與否。本研究以10位閱譜困難的大學生與34位一般大學生為對象，評量他們的心像旋轉及物體區辨能力。結果發現閱譜困難者在心像旋轉作業上的反應時間較一般人慢，這可能表示他們的視空間能力較差。相對的，閱譜困難者與一般組在物體辨識作業上的反應時間則沒有達顯著差異，這表示他們的視覺辨識能力沒有較差。

關鍵詞：心像旋轉，五線譜，物體辨識，閱譜障礙

To explore the visual perception abilities of individuals with music reading difficulties

Abstract

In music reading, the pitch and duration processing are independent processes. The acquisition of pitch information depends mostly on the spatial position of note and more on the spatial processing ability whereas the acquisition of temporal information depends mostly on the features of note itself and more on the ability of object recognition. This research explored the visual perception abilities of individuals with music reading difficulties. Two groups were differentiated with different music reading ability and then assess their visual processing ability - spatial-processing and object recognition ability. It is found that that the high correlation seemed to exist between music reading and the spatial-processing ability, but not the object recognition ability.

KEYWORD: mental rotation, musical staff, object recognition, music dyslexia

前言

已經有少數學者主張且發現發展性閱譜障礙者的存在，即天生無法閱讀五線譜理解其旋律者，然而與閱譜障礙者或閱譜困難者相關的認知受損為何則所知有限。因此，本研究篩選出閱譜困難者，了解他們主要的視知覺處理能力受損情形。

研究目的

目前學者都同意樂譜內容包括音高(pitch)與時間(temporal)兩個向度，音高向度包括音符在五線譜上特定的高低順序(位置愈高代表音高愈高)及音符之間的垂直距離即音程(interval)。時間向度(節拍)則是由音符的形狀表示(即依音符之符桿、符尾、符頭及符頭右邊的附點而定)及音符之間的水平方向距離(如 Schön & Besson, 2002; Cappelletti et al., 2000)。因此，閱譜是一多重處理歷程，至少包括音高及節拍兩個處理歷程，它們動用不同的認知能力，本研究假設前者與視空間能力較有關，後者與物體辨識較有關，其中任一歷程受損都會影響閱譜的成功與否。所以，本研究主要目的在於確認閱譜能力與空間點定位能力及物體辨識能力的關係。

文獻探討

閱譜(music reading)是重要的音樂表現技能之一，雖然並非每個音樂家都必然會閱譜，然而，樂譜卻是傳播音樂經典之作及作曲家與演奏者彼此溝通的重要媒介。可惜的是，有些人即便擁有正常的智力，且有機會接受一般的閱譜教學，可是卻仍無法獲得其年齡該有的閱讀技巧者，這些人被稱為發展性閱譜障礙者(developmental musical dyslexia)(Gordon, 2000; Hébert & Cuddy, 2006)。近年來，已經有學者陸續報導這些閱譜障礙者或閱譜困難者的存在及閱譜特徵(例如：李宏鑑，2005; 李宏鑑、黃凱祺、顏瑞萱、李妍緹、莊婷，2006; Hébert & Cuddy, 2006; Hébert, Beland, Beckett, Cuddy, Peretz, & Wolforth, 2008)。

Henson(1997)最早提到一位10歲孩子很會彈鋼琴，但是閱譜非常困難，他都是用「耳朵聽」的方式學習彈琴。之後，Gordon(2000)開始倡議需重視發展性閱譜障礙的研究，文中也簡單提到一位12歲女孩，鋼琴已經學了四年，且琴藝不斷進步，但是仍然閱譜困難。小女孩表示看譜時，音符就像一堆沒有意義的黑點。她也是用聽的方式學彈琴，然後牢記音符在琴鍵上的位置。雖然，她拼字(spell)較差且閱讀速度較慢，但並沒有顯著的語文學習困難。Gordon於文中呼籲讀者應提供更多類似個案及協助他們的方法。李宏鑑(2005)便以自編的音符記號評量工具評估一位19歲自稱閱讀困難的普通大學生之閱譜能力，結果發現個案表現出較差的唱名能力及節拍概念。在晤談及行為觀察時，發現個案閱譜速度相當緩慢，且無法將之轉譯成旋律。然而，個案卻有良好的音感、演奏及歌唱能力。最近，Hébert等人(2008)則以音樂系的大學生為對象，也以自編的閱譜測驗(包括視覺與聽覺呈現兩種方式，分別閱讀與複頌)及許多神經心理測驗評量之，結果篩選出一位音樂系先修班的學生(IG)。但IG可能是同時有發展性閱讀(text reading)及閱譜障礙。IG的所有音樂評量作業之得分都比控制組(19位一般音樂系學生)來得低，而且IG的分數分佈與一般音樂系學生很不一樣，一般音樂系學生的閱譜表現比聽覺複頌來得好，IG則恰好相反。同樣的，在熟悉曲調再認部份，一般音樂系學生的視覺再認(視譜)比聽覺再認來得好，反之，當視覺再認時，IG

表現差且慢；當聽覺再認時，IG表現得與一般音樂系學生差不多。有趣的是，IG的音高閱讀表現比少數音樂系學生來得好，音樂符號區辨(music symbol discrimination)則比一般音樂系學生來得差。

李宏鑑、黃凱祺、顏瑞萱、李妍緹、莊婷(2006)利用自編的音符記號評量工具及簡易自評問卷篩選出較多的閱譜困難者，經訪談之後，發現閱譜困難者雖擁有一般的五線譜常識，但是他們的閱譜速度非常緩慢，採用的是「數算式的閱譜方式」，也就是閱讀五線譜時，每個音符都必須由下一線上的Do一個一個往上數，才能得知每個音符之唱名，而且他們通常無法將五線譜上的音符轉譯成具音高及節拍感的樂音。究竟是那方面的認知因素缺損造成他們閱讀困難相當值得探討。

Sergent、Zuck、Terriah 及 MacDonald(1992)採用正子掃描(positron emission tomography, PET)及核磁共振造影(magnetic resonance imaging, MRI)為研究工具，發現當音樂專家在閱讀樂譜時，所活化的腦區域鄰近但獨立於負責語文作業的腦區域，即語文與音樂依賴不同的神經機制。當音樂專家閱譜時，視覺區域會被活化，尤其是兩側外紋狀視覺區(18區)(extrastriate visual area(area 18))及枕一頂葉交接處(occipito-parietal cortex)，表示負責視空間處理的背側系統(dorsal visual system)參與閱譜(Ungerleider & Mishkin, 1982)。同時基於一般會因文字辨識而活化的腦區域—左舌狀回和梭狀回(left lingual and fusiform gyri)在閱譜時並不會活化的現象，Sergent 等人(1992)就認為這是因為不同於文字閱讀，樂譜訊息不是透過音符(note)的特徵辨認，而是透過音符的高低空間位置。此假設已由李宏鑑、楊雅琪及張家仁(2007)的研究獲得初步證實，他們發現相對於閱譜優秀者，閱譜困難者的音符視空間能力確實表現較差。然而，李宏鑑等(2007)的研究中僅評量閱譜困難者的視空間位置之區辨能力，未評量物體辨識能力，進一步的研究仍有待進行。

Cappelletti 等人(2000)報告一位較單純的閱譜障礙腦傷病人(暱稱 PKC)。PKC 是位 51 歲的音樂家，擅長吉他與鋼琴，且發表過 60 首歌曲。但因為一次的急性腦炎而昏迷二天，之後她便無法閱譜，即不能看譜唱名、唱歌及演奏。但是受損的情況只限樂譜的讀寫，一般文字的讀寫則不成問題，且其它音樂能力也不受影響，例如她仍可以記住且彈奏出熟悉或新的曲子。此外，PKC 傷及的腦區域是左腦顳葉後部(left posterior temporal cortex)和右腦枕一顳葉交接處(right occipito-temporal cortex)。Stewart 和 Walsh(2001)整合其它相關的腦影像研究後，認為 PKC 所表現出來的症狀(讀、寫樂譜障礙)應該是右腦枕一顳葉皮質受損所致，而不是左腦顳葉後部受損，因為已有文獻指出後者與閱譜沒有關係。此外，負責視奏的腦區域是位於左右腦的頂葉後上部(posterior superior parietal site)。Schön、Anton、Roth 和 Besson(2002)以功能性核磁共振造影(functional magnetic resonance imaging, fMRI)探討視奏時的腦活化區，發現當以鍵盤視奏時，右頂葉(right parietal)活動量最大。但是，仍然不能確定視譜唱歌或視譜唱名也是同樣以此頂葉為主的神經網路。因為視譜彈琴是需要動用視覺與動作協調的能力，其它視譜活動則否。也就是，閱譜不比視奏那麼明顯依賴頂葉，這可能是因為視奏需要動用到視覺—動作間的配對協調。例如：Stewart、Walsh 和 Frith(2004)發現對鋼琴演奏家而言，視奏經驗已經塑造出鋼琴家的特定的空間配對關係，也就是鋼琴家已經將音符在樂譜上的垂直位置與琴鍵上的水平位置形成自動化的配對關係，即形成垂直對水平的視覺動作配對(vertical-to-horizontal visuomotor mappings)。

可見，與純閱譜較有關的腦區域尚不清楚，目前被提及的包括枕一頂葉交接處(Sergent

et al., 1992)及右腦枕—顳葉交接處(Cappelletti et al., 2000)。而純閱譜活動是否需要動用頂葉成了有趣的議題。目前學者大都認為統閱譜與視空間能力較具高相關(Banich, 1997; Sergent et al., 1992)，與物體辨識能力的關係相對較少。然而，研究發現與閱譜較有關的腦區域包括枕—頂葉交接處(Sergent et al., 1992)及右腦枕—顳葉(Cappelletti et al., 2000)，這恰好對應視知覺基本的區分—物體辨識與空間處理兩大向度(Ungerleider 和 Mishkin(1982); Mishkin、Ungerleider 和 Macko(1983); Haxby et al., 1991)，若能同時評量閱譜能力與兩大向度的視知覺之關係，較能完整了解與閱譜有關的認知能力。

研究方法

(一)參與者

10 位閱譜困難的大學生與 34 位一般大學生參與本研究，所有參與者均來自同一所大學。之所以選擇大學生是因為筆者認為在台灣現行的基礎音樂教育並不強調閱讀五線譜，因此部份學生可能並不積極學習學習，所以如果以大學生為對象相較於小學生或中學生較可排除教育環境、智力、學習動機等因素之影響。

(二)研究工具

1.閱譜困難篩選測驗

本測驗主要是參考基本樂理、考量閱譜成分及發展性閱譜障礙者之閱譜特徵所設計(李宏鎰, 2008)。此量表評量基本閱譜能力，分成唱名、節拍數及歌譜辨識三個分測驗。因為閱譜成分包括音高(pitch)、節拍(rhythm)及其它符號(symbol)的處理，其它符號泛指音高與節拍之外的所有音符記號，例如：高、低音譜號；升降記號等(Hébert & Cuddy, 2006)。但是考量台灣音樂教育現況，一般學生(非音樂班)較常接觸的音符記號只有唱名與節拍(李宏鎰等人, 2006)，因此，本量表僅以常見的 C 大調樂譜為主，評量學生唱名及節拍數概念。再者，音高與節拍兩者結合既可以表徵音樂的旋律，為了評量參與者是否可以結合唱名及節拍數而獲得旋律感，本量表亦包括歌譜辨識分測驗。

另一方面，本量表之設計亦考量閱譜困難者之閱譜特徵而編製。根據李宏鎰等人(2006)的研究發現，閱譜困難者雖瞭解唱名的轉譯規則，但仍表現出閱譜速度較慢，無法在規定時間內完成所有唱名題目的特徵，因此本量表之唱名分測驗設有時間限制。除了單音符之唱名速度較慢之外，另一項閱譜困難者的特徵是無法從五線譜中獲得歌曲旋律的表徵，也就是說無法藉由整合唱名與節拍數，而形成具音高及節拍變化之旋律。因為，李宏鎰(2005)所報告的閱譜障礙個案是以「唸出」唱名的方式閱譜，而不是「唱出」唱名，他完全無法透過五線譜認出所聽過的歌曲。也就是他可認懂 Do、Re、Mi 等記號，只是這些記號對他而言就只是代表符號，而不代表音高。因此，本量表之歌譜辨識分測驗即評量此項旋律理解能力，即是否可透過五線譜認出所聽過的歌曲。

(1).**唱名分測驗**。此部分都是最常見的 C 大調樂譜，要求參與者填寫出五線譜上每個不同音高之音符的唱名，每三個音符為一組，共 72 組，216 個音符，且在一度至六度之間做音域的變化，如圖 1 所示。每答對 1 個音符計 1 分，滿分為 216 分，然最後得分以正確率(%)表示，時間限制為 8 分鐘。

(2).**節拍分測驗**。此部份是以最簡單的 C 大調四四拍樂譜為主的是非題，如圖 2 所示，

要求參與者判斷每小節內的各個節拍記號是否總合為四拍，節拍記號之變化包括全音符、二分音符、四分音符、八分音符、附點音符及四分休止符，共 30 題，每答對 1 題計 1 分，滿分為 30 分。然最後得分以正確率(%)表示，沒有時間限制，約為 2 分鐘左右可完成。

(3).**歌譜辨識分測驗**。此分測驗包括 8 首一般人都熟悉的童謠樂譜之前三小節，要求參與者以配合題方式在 9 首童謠名稱中，填寫出正確的童謠名稱代號，以進行歌譜旋律之辨認，評量參與者之旋律理解能力。答案選項多於題目數是為了迫使參與者必須實際閱讀每首樂譜。在施測本測驗前會在音樂學習經驗問卷中，安插一項題目詢問參與者聽過多少首所列舉的童謠，最後的計分方式是以答對題數除以聽過題數的百分比表示，沒有時間限制，約 8 分鐘左右可完成。此分測驗的預試版本為 18 首著名童謠曲名，43 位大學生的預試表現為平均正確率為 68.91%，18 首著名童謠被聽過的比例為 92.5%。因為從中去除較不熟悉的曲目及較可能藉由第一小節的音符數目猜得答案的曲目，如布穀，前兩小節每節各有相同的兩個音符，很容易被猜測。最後，保留 8 首最為熟悉且彼此前三小節音符數最接近(每小節四個音符左右)，即外觀較相似者成正式題本。

本研究的「閱譜困難篩選測驗」是李宏鑑等人(2006)「音符記號概念評量」的修訂版。「音符記號概念評量」的唱名分測驗已獲得良好之信、效度(折半信度為 0.96，效標關聯效度為 0.77)。本研究增列「旋律理解分測驗」可更完整評量到閱譜能力，所以希望藉此機會考驗修訂版的信度與效度。李宏鑑(2008)採用本篩選測驗以醫學社會學系為再測樣本(47 人)，求得相隔五個半月的再測信度為 .72 ($p < .001$)。另外，以參與者(504 人)自述閱譜困難之程度當效標(區分成 0 至 9 分不同的嚴重程度)，求得測驗總平均得分(包括唱名、節拍數、歌譜辨識分測驗)的效標關聯效度為 .54 ($p < .001$)。本量表曾以同一所大學大一學生 504 名，男生 211 名，女生 293 名，平均年齡 19.5 歲(範圍為 19 至 23 歲)為測量對象，涵蓋十一個科系—第一至第三類組的學生(第一類組 216 名，第二及三類組 288 名)。504 名大一學生在本量表三個分測驗上的表現情形。結果發現整體平均正確率為 80%左右。做為一份篩選量表，偏易的測驗比較不會降低參與者的作答動機，符合本研究所需。再者，本研究既以此量表總平均正確率的百分等級 25 (PR25) 以下，即 $P_{25}=73.43$ 做為決斷點，若參與者之得分在此之下，則視為閱譜困難者，屬於低分組。因為在一般的測驗與評量中可採 25%至 33%作為高、低組別分組的標準(吳裕益、陳英豪，民 80)。

2.心像旋轉作業。採用類似於 Shepard 與 Metzler (1971) 的刺激材料，以 3D 的立方體所構成的人造物體，共有 5 個物體，如圖 1 所示。每張物體圖又區分出平面轉及深度轉 0° 、 40° 、 80° 、 120° 、 160° 五種不同角度。此外，又製造出每張圖的鏡像圖。指導語要求參與者：「每次嘗試，您都會看到同一物體的兩張不同角度或相同角度的圖，但請不用理會它們角度上的差異，您的工作只是判斷它們是否互為鏡像？如果是，請按鍵盤上的 Z 鍵，如果不是，請按 M 鍵。」每張圖的大小為高約 8 公分，寬約 5—13 公分。

在正式實驗之前，參與者有 20 次練習機會，接下來才正式實驗，共 180 次嘗試，每 30 次休息一下，由參與者自行決定休息時間長短，再繼續直到最後完成所有嘗試為止。每次嘗試包括 500 毫秒的凝視點，接著呈現刺激圖 3000 毫秒，參與者必須在此時間內做出判斷，不然刺激圖會在呈現 3000 毫秒後自動結束，進行下一個嘗試。電腦自動記錄參與者的錯誤率及反應時間。

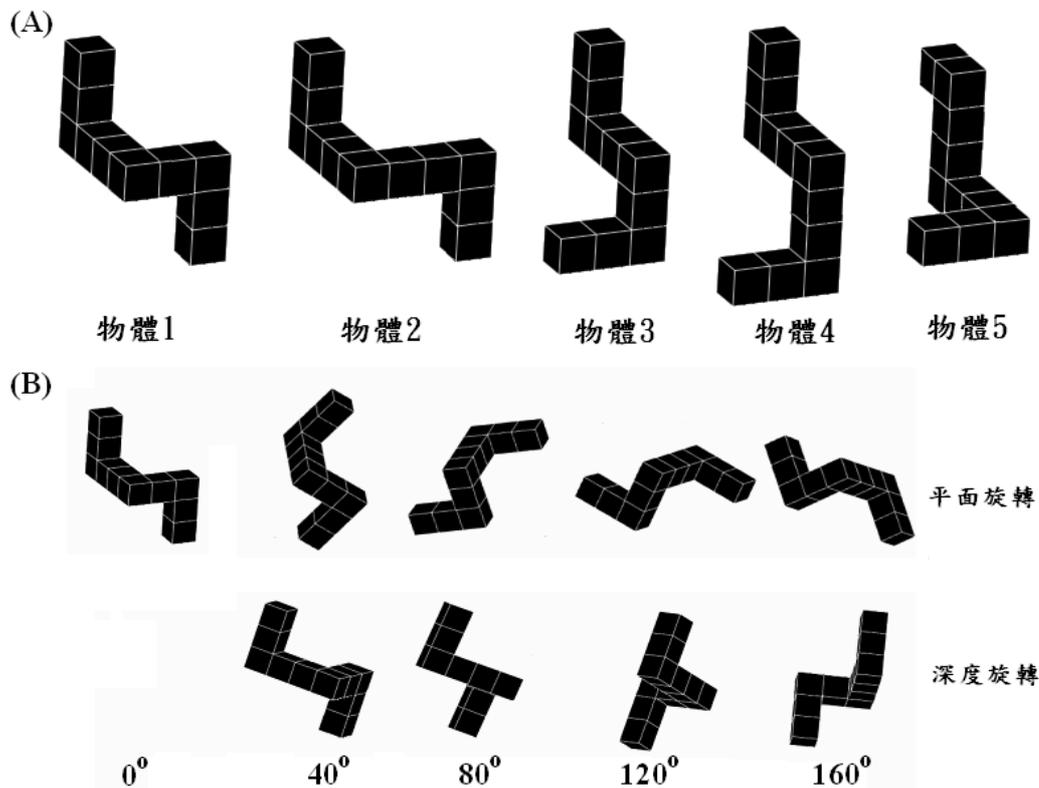


圖 1 (A) 實驗二的五個刺激圖。(B) 心像旋轉作業所操弄的五個視角。

3.物體辨識作業。採用與心像旋轉作業相同的刺激材料，即相同的五個人造物體。但是，每次從這五個人造物體中選取兩個要求參與者判斷是否為同一物體。為了使參與者不需動用心像旋轉能力即可判斷，每次呈現的兩張人造物體圖，都是相同視角。指導語為：「每次嘗試，您都會看到同一視角的兩張物體圖，您的工作只是判斷它們是否為同一物體？如果是，請按 Z 鍵，如果不是，請按 M 鍵。」其它作業的實施方式完全與心像旋轉作業一樣。

(三)實施設計

採二因子混合設計，獨變項為不同閱譜能力的組別（閱譜困難組與一般組）及不同的視知覺作業（心像旋轉作業與物體辨識作業）。依變項為參與者在作業上的平均反應時間（毫秒）及錯誤率。

(四)實施程序

首先，徵求志願參與的參與者，包括閱譜困難組與一般組。所有參與者都先施予「閱譜困難篩選測驗」，約需 20 分鐘左右完成。之後，再參與心像旋轉作業與物體辨識作業且完成兩項作業的順序是以對抗平衡方式為之。

結果

閱譜困難組與一般組在閱譜困難篩選測驗上的表現差異，如表 1 所示，兩組的閱譜能力達顯著差異。

表 1 閱譜困難組與一般組在閱譜困難篩選測驗上的正確率比較

	一般組(n=34)	閱譜困難組(n=10)	t 值
閱譜困難篩選測驗			
唱名 (%)	99.80(0.44)	80.66(13.29)	4.32**
節拍數 (%)	92.65(9.46)	61.11(38.12)	2.46*
歌譜辨識 (%)	93.23(11.06)	44.44(32.54)	4.43**
總正確率	95.22(5.97)	62.07(15.55)	6.28***

註：資料表達方式為平均數±標準差；*代表組間的顯著差異($p < 0.05$)；**代表組間的顯著差異($p < 0.01$)；***代表組間的顯著差異($p < 0.001$)

兩組在心像旋轉作業上的平均反應時間如圖 2 所示，經變異數分析，結果發現組別的主要效果未達顯著差異($F(1, 42) = 2.44, p = .13$)，視角的主要效果達顯著差異($F(4, 168) = 143.70; p < .001$)。視角效果與組別之間的交互作用未達顯著差異($F(4, 168) = .35, p = .85$)。但兩組都同樣表現出視角效果，分別對兩組參與者的反應時間進行趨向分析，對一般生而言，線性成份達顯著($F(1, 33) = 195.76, p < .001$)，二次成份也達顯著($F(1, 33) = 64.50, p < .001$)。可見，音樂系學生的反應時間會隨角度增大而增長，同時符合線性趨向及二次趨向，後者可能是因為當旋轉角度很大(120° 及 160°)時，反應時間就不再也有太大改變使然。閱譜困難組的表現也一樣，線性成份達顯著($F(1, 9) = 145.91, p < .001$)，二次成份也達顯著($F(1, 9) = 44.30, p < .001$)。閱譜困難組的反應時間會隨角度增大而增長，同時符合線性趨向及二次趨向。

另，就閱譜困難組在心像旋轉作業上的反應時間比一般組來得慢($t_{(30)} = -2.58; p < .05$)，兩組的錯誤率則沒有達顯著差異($t_{(11)} = -0.13; p = .90$)，如表 2 所示。但是，兩組在物體辨識作業上的反應時間及錯誤率都沒有達顯著差異($t_{(14)} = -1.25; p = .23$ 及 $t_{(17)} = -1.37; p = .18$)。雖然閱譜困難組的反應時間及正確率似乎比一般組來得差。

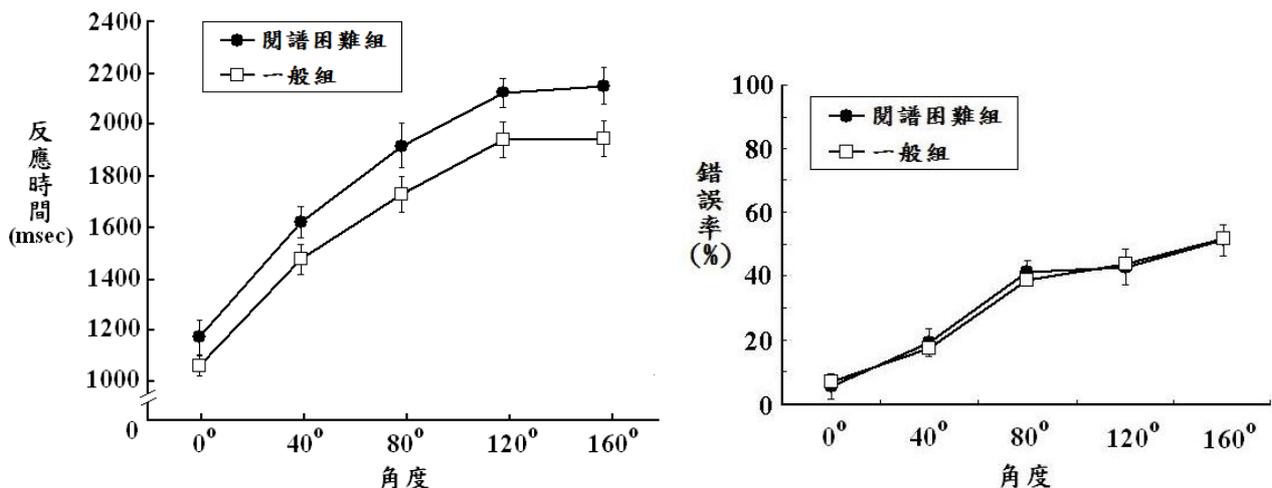


圖 2 心像旋轉作業結果。閱譜困難組與一般組的反應時間及錯誤率都會隨角度的增加而變慢，直到 120° 之後平緩下來。但是，閱譜困難組的整體反應時間比一般組來得慢。

表 2 閱譜困難組與一般組在心像旋轉及物體辨識作業上的整體表現

作業類別	一般組(n=34)	閱譜困難組(n=10)
心像旋轉		
反應時間(毫秒)	1611.65(344.49)	1822.50(178.75)*
錯誤率(%)	34.51(6.77)	35.00(10.90)
物體辨識		
反應時間(毫秒)	1355.87(446.24)	1574.10(494.21)
錯誤率(%)	15.42(6.18)	18.17(5.37)

註：資料表達方式為平均數±標準差；*代表組間的顯著差異 (p < 0.05)。

討論

本研究主要發現閱譜困難者在心像旋轉作業上的反應時間較一般人慢，這可能表示他們的視空間能力較差。相對的，閱譜困難者與一般組在物體辨識作業上的反應時間則沒有達顯著差異，這表示他們的視覺辨識能力沒有較差。然而，本研究的閱譜困難者人數較少，以上結論可能是暫時性的，本研究會繼續蒐集閱譜困難者的資料確定之。

因此依目前的研究結果而言，閱譜困難似乎與視空間能力較有關，與視覺辨識能力較無關，此結果與部分學者強調閱譜與視空間能力有關的觀點相一致(Banich, 1997; Sergent et al., 1992)。

參考文獻

- 李宏鎰(2005)。發展性閱譜障礙一個案報告。「臨床心理學刊」，2(2)，106-112。
- 李宏鎰、黃凱祺、顏瑞萱、李妍緹、莊婷(2006)。閱譜困難者之閱譜特徵，「中華心理衛生學刊」，19，41-60。
- 李宏鎰、楊雅琪、張家仁(2007)。閱譜與視空間能力之關係初探。「中華心理衛生學刊」，20(4)，387-402。
- 李宏鎰(2008)。大學生自陳閱譜困難與發展性閱譜障礙之研究，「師大學報—教育類」，53(3)，1-18。
- Banich, M. T. (1997). *Neuropsychology: The neural basis of mental function*. Boston, MA: Houghton Mifflin Company.
- Cappelletti, M., Waley-Cohen, H., Butterworth, B., & Kopelman, M. (2000). A selective loss of the ability to read and write music. *Neurocase*, 6, 321-332.
- Gordon, N. (2000). Developmental dysmusia (developmental musical dyslexia). *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42, 214-215.
- Haxby, J. V., Grady, C. L., Horwitz, B., Ungerleider, L. G., Mishkin, M., Carson, R. E., Herscovitch, P., & Schapiro, M. (1991). Dissociation of object and spatial visual processing pathways in human extrastriate cortex. *Proceeding National Academic of Science, U. S. A.*, 88, 1621-1625.

- Henson, R. A. (1997). Neurological aspects of musical experience. In M. Critchley, & R. A. Henson (Eds.), *Music and the brain* (pp. 344-353). London: Heinemann.
- Hébert, S., & Cuddy, L. L. (2006). Music-reading deficiencies and the brain. *Advances in Cognitive Psychology*, 2, 199-206.
- Hébert, S., Béland, R., Beckett, C., Cuddy, L. L., Peretz, I., & Wolforth, J. (2008). A case study of music and text dyslexia. *Music Perception*, 25, 369-381.
- Mishkin, M., Ungerleider, L. G., & Macko, K. A. (1983). Object vision and spatial vision: Two cortical pathways. *Trends in Neuroscience*, 6, 414-417.
- Sergent, J., Zuck, E., Terriah, S., & MacDonald, B. (1992). Distributed neural network underlying musical sight-reading and keyboard performance. *Science*, 257, 106-109.
- Schön, D. & Besson, M. (2002). Processing pitch and duration in music reading: A RT – ERP study. *Neuropsychologia*, 40(7), 868-878.
- Schön, D., Anton, J. L., Roth, M., & Besson, M. (2002). An fMRI study of music sight-reading. *Neuroreport*, 13(17), 2285-2289.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703.
- Stewart, L., & Walsh, V. (2001) Neuropsychology: music of the hemispheres. *Current Biology*, 11(4), 125-127.
- Stewart, L., Walsh, V., & Frith, U. (2004) Reading music modifies spatial mapping in pianists. *Perception and psychophysics*, 66(2), 183-195.
- Ungerleider, L. & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In D. Ingle, M. Goodale, & R. Mansfield (Eds.), *Analysis of visual behavior* (pp. 549-586). Cambridge, MA: MIT Press.

計畫成果自評

一、研究內容與原計畫相符程度

本研究內容完全依照原計畫進行，然而目前對大學生進行閱譜困難篩選，所得閱譜困難者人數僅 10 人，研究結果可能較不穩定。因此，本人主持之研究室將持續蒐集閱譜困難的學生，增加人數到 16 人左右，以利統計分析。

二、研究成果與應用價值

本研究說明了閱譜歷程所需動用的認知能力為何？即視空間能力。因為本研究主要發現閱譜困難者在心像旋轉作業上的反應時間較一般人慢，這可能表示他們的視空間能力較差。相對的，閱譜困難者與一般組在物體辨識作業上的反應時間則沒有達顯著差異，這表示他們的視覺辨識能力可能沒有較差。因此依目前的研究結果而言，閱譜困難似乎與視空間能力較有關，與視覺辨識能力較無關，此結果與部分學者強調閱譜與視空間能力有關的觀點相一致(Banich, 1997; Sergent et al., 1992)，也支持閱譜障礙者的音高閱譜能力高於節拍閱譜能力(Hebert et al., 2008)。

據此，可知訓練閱譜困難者的視空間區辨能力是改善他們閱譜能力的方向之一。

三、本研究部分成果已經投稿出去，適合在學術期刊上發表。

除了比較閱譜困難者與一般生的差異之外，本研究計劃尚包括比較閱譜能力強者(音樂系學生)與一般生的差異。限於研究成果的篇幅，未於成果報告中呈現，然本研究發現音樂系學生與一般大學生在心像旋轉及物體辨識作業上都沒有達顯著差異，因為較多的音樂訓練似乎不會增強學生的視空間能力。此部分的研究成果已以論文方式投稿出去了。

無衍生研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：李宏鎰		計畫編號：98-2410-H-040-001-				計畫名稱：發展性閱讀障礙者之視知覺處理能力	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	2	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	ps 本研究計畫剛完成, 論文發表陸續展開中.
--	-------------------------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

部分研究成果仍足以發表，已整理好且投稿了。

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究說明了閱譜歷程所需動用的認知能力為何？即視空間能力。因為本研究主要發現閱譜困難者在心像旋轉作業上的反應時間較一般人慢，這可能表示他們的視空間能力較差。相對的，閱譜困難者與一般組在物體辨識作業上的反應時間則沒有達顯著差異，這表示他們的視覺辨識能力可能沒有較差。因此依目前的研究結果而言，閱譜困難似乎與視空間能力較有關，與視覺辨識能力較無關，此結果與部分學者強調閱譜與視空間能力有關的觀點相一致(Banich, 1997; Sergent et al., 1992)，也支持閱譜障礙者的音高閱譜能力高於節拍閱譜能力(Hebert et al., 2008)。據此，可知訓練閱譜困難者的視空間區辨能力是改善他們閱譜能力的方向之一。