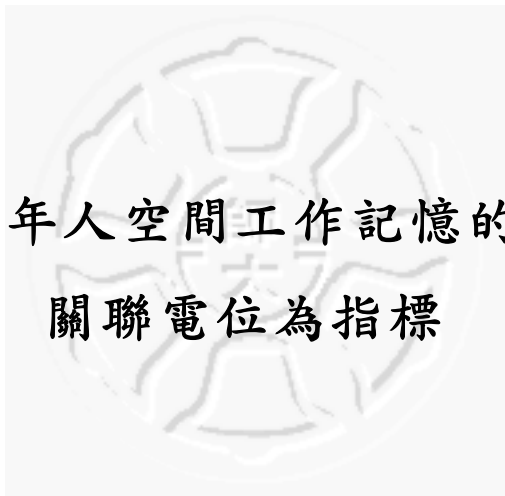


國立臺灣師範大學體育學系
碩士學位論文



身體活動與老年人空間工作記憶的關係-以事件
關聯電位為指標

研究生：林韋儒

指導教授：洪聰敏

中華民國一百零一年七月

中華民國臺北市

身體活動與老年人空間工作記憶的關係－以事件關聯電位為 指標

2012 年 7 月

研究生：林韋儒

指導教授：洪聰敏

摘要

目的：本研究目的在探討身體活動與老年人空間工作記憶的關係。**方法：**招募身體活動組（持續參與游泳、慢跑、健走二年以上者，平均年齡 67.75 ± 2.22 ，男 12 人，女 8 人）與無規律運動組（平均年齡 68.15 ± 2.32 ，男 7 人，女 13 人）各 20 位老年人，施以空間工作記憶作業並收集腦波。**結果：**身體活動組與無規律運動組在空間工作記憶作業的反應時間與正確率並無顯著差異；但身體活動組在 Fz 的 N100 振幅顯著較大。**結論：**有規律身體活動的老年人在執行認知功能上有較佳表現，尤其在 Fz 的 N100 振幅明顯較大，代表參與者對於早期刺激出現時，能夠投入較多專注力。雖然研究結果上與假說部份不符，但身體活動強度、持續時間及類型對於認知功能的可能影響，還是有待探討。

關鍵詞：認知功能、空間工作記憶、事件關聯電位

Physical activity and spatial working memory in older adults- A study of event-related potential

July, 2012

Student: Lin, Wei-Ju

Advisor: Hung, Tsung-Min

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to investigate the relationship between physical activity and older adults' spatial working memory. **Methods:** Participants were recruited according to their exercise behaviors: physical activity group (continued to participate in exercise for more than two years, such as: swimming, jogging, walking, M = 12, F = 8, Mean age = 67.75 ± 2.22) and irregular exercise group (M = 7, F = 13, Mean age = 68.15 ± 2.32), and asked to perform spatial working memory task along with EEG recorded. **Results:** There were no significant differences in reaction time and response accuracy in the spatial working memory task between the physical activity group and irregular exercise group. However, the physical activity group exhibited significantly larger N100 amplitude in Fz than the irregular exercise group. **Conclusion:** Older adults with regular exercise behaviors perform better cognitive function than those with irregular exercise behaviors, especially in the investment of attentional resources at the early stimulation period during a task requiring spatial working memory. Further research is needed to continually explore the relationships between physical activity intensity, duration, type, and cognitive function in elderly.

Key word: cognitive function, spatial working memory, event-related potential

謝 誌

回想剛踏入洪聰敏老師所帶領的運動心生學實驗室時，到現在轉眼間三年的研究所生涯即將邁入尾聲，縱然心中有滿滿的不捨，但我清楚知道，實驗室永遠是我的家。我要感謝讓我成長蛻變的指導教授洪聰敏老師，在論文撰寫期間給予的教導及督促，且從中學學習到洪老師對於研究的執著與態度。感謝黃崇儒老師不厭其煩的指導，讓我的碩士論文更臻於完善，再次表示深摯的謝忱。求學期間，實驗室的成員們彼此的情誼是最值得回憶的部份，感謝林榮輝老師、石恆星老師在研究上適時的教導，感謝博士班哲偉、巧菱、伶君、嵐雅的指點及照顧，感謝至寬、士竣、智千、采純、怡婷、喬夫、劉倩、名揚、怡潔、小雲、侑蓉、泰廷、冠甫、芄君、人英，因為有你們的支持及鼓勵，此篇論文才得以完成。同時感謝同窗好友淑娟、佳蟬、建增對我的關懷及勉勵，在我研究所生涯中增添了豐富的色彩。尤其淑娟，在我低潮喪失動力時，總帶給我無窮盡的鼓勵。

最後要感謝默默支持與關心我的母親，體諒我在異鄉工作、讀書這麼多年，讓我無後顧之憂，我想我沒有讓您失望。因為這個實驗室、因為有你們，我是全天下最幸福的人。

目 次

口試委員與系主任論文通過簽名表	i
授權書	ii
中文摘要	iii
英文摘要	iv
謝誌	v
目次	vi
表次	viii
圖次	ix
第壹章 緒論	1
第一節 問題背景	1
第二節 研究目的	7
第三節 研究假設	8
第四節 名詞解釋	8
第五節 研究限制	10
第貳章 文獻探討	11
第一節 老化對認知神經系統的影響	11
第二節 身體活動對大腦認知功能、老化的影響	13
第三節 事件關聯電位之特性	15
第四節 文獻總結	16
第參章 研究方法	18
第一節 研究架構	18

第二節 實驗參與者	18
第三節 實驗儀器與工具	19
第四節 實驗流程	20
第五節 資料處理與統計分析	22
第肆章 結果與討論	23
第一節 行為資料	23
第二節 腦波資料	24
第三節 討論	27
第伍章 結論與建議	29
參考文獻	30
附錄	40
附錄一 實驗參與者同意書	40
附錄二 實驗參與者基本資料	41
附錄三 簡易智能量表 (Mini-Mental State Examination, MMSE)	42
附錄四 七日身體活動回憶量表	43

表 次

表 4-1 二組別在年齡、教育程度、智力、身體活動量的平均數	23
表 4-2 二組別在反應時間的表現	24
表 4-3 二組別在正確率的表現	24
表 4-4 二組別在 Fz 及 Cz 的 N100 潛伏時間的表現	24
表 4-5 二組別在 Fz 及 Cz 的 N100 振幅的表現	25
表 4-6 二組別在 Cz 及 Pz 的 P300 潛伏時間的表現	25
表 4-7 二組別在 Cz 及 Pz 的 P300 振幅的表現	25

圖 次

圖 3-1 研究架構圖	18
圖 3-2 實驗流程圖	20
圖 3-3 SWM 作業示意圖	21
圖 3-4 二組別在 Fz、Cz 與 Pz 三點電極位置振幅與潛伏時間的比較	26

第壹章 緒論

第一節 問題背景

台灣社會人口結構的迅速變遷，內政部提供的人口統計顯示，至 2011 年底止，我國 65 歲以上老人計有 252 萬 8,249 人，占總人口比例達 10.9%，老化指數 72.2%，呈持續增加之現象（內政部，2012）。伴隨年齡的增長，腦部老化是不可避免的過程，因老化在生活上所產生的不便及健康問題如傳統的心血管疾病外，目前最讓大家重視的莫過於由大腦神經功能老化所引起的相關疾病如阿茲海默症 (Alzheimer's disease)、帕金森氏症 (Parkinson's disease)、憂鬱症等疾病的生成，而這些疾病仍是由於中腦內某些神經元中嚴重缺乏神經傳導物質，如：多巴胺 (Dopamine)、血清素 (serotonin, 5-HT) 等所引起的，且神經元逐漸凋零而伴隨腦部功能的下降，但並非在全腦一起發生神經元減損，而是有選擇性的在各個不同區域中凋零，且神經樹突分支減少，會造成樹突密度降低，這些皆會影響腦部認知功能效率下降 (Burke & Barnes, 2006)。

老化是影響大腦結構的因素之一，由於老化的過程中，神經密度降低或神經白質髓鞘脫失 (demyelination)、缺損，造成大腦整體體積減少，甚至某些大腦功能如記憶力、反應速度或行動能力的退化，這種老化速率也會因為教育程度、工作性質、動腦程度而減緩 (林慶波，2008)。在認知作業中腦波振幅與反應速度在年輕人與老年人之間也有著顯著差異 (Thermanson, Hillman & Curtin, 2006)。隨著大腦神經科學的發展，學者測量 65-85 歲的老人，在大腦白質與灰質的萎縮比率，發現老化時每 10 年整體萎縮 7%，其中前額葉萎縮速率達 8.9% (Petten, Plante, Davidson, Kuo, Bajuscak, & Glisky, 2004)。由

於，額葉、前額葉是大腦計畫、協調、抑制、短期工作記憶的執行區，因此，大腦前額葉受老化的影響會損害訊息整合與判斷，同時老人因伴隨大腦老化而來的心理變化、社會判斷和情感對應、注意力分散、情緒的控制，都與前額葉老化有關 (Royall et al., 2002)。神經造影結果也顯示，空間儲存機制位於大腦右葉前運動區及部份前額葉區 (Smith & Jonides, 1997)。許多老化相關的研究發現，大腦功能在人類、靈長類動物及啮齒類動物在老年時，皆有工作記憶及執行功能衰退的現象 (Bizon et al., 2009; Brennan et al., 2009)。

神經衰退疾病患者的臨床研究皆強調在「執行功能」的症狀，如困惑、注意力不集中、缺少規劃及缺乏完成目標導向行為 (Miller & Cummings, 2007)。尤其現今生活型態，攝取飽和脂肪及高膽固醇食物，皆會提高認知衰退的風險。因此，大腦老化在各種形態及神經生物學及功能上的改變，都可能導致認知障礙。而工作記憶 (working memory, WM) 在反映心智活動是相當重要的一環，且對於縮小知覺及行為之間的差距，是一個非常重要的功能，且能在有限的容量裡，處理及儲存訊息的短期認知系統；在較高水準的認知作業裡也扮演一個關鍵角色，如學習、推理、理解 (Baddeley & Hitch, 1974)，以及將環境訊息進行即時監控、維持與處理的線上運作認知能力，在擷取環境訊息後，維持訊息清晰且同時提取長期記憶中的經驗或知識與其進行比對整合，以利個體進行問題的解決、規劃、與執行目標任務，此與複雜的認知作業有關 (Baddeley, Chocchini, Della Logie, & Spinnler, 1999)。當然複雜的推理及理解作業，還得依賴其他因素，如知識及策略的使用 (McNamara & Kintsch, 1996)。工作記憶同時也是執行控制中的重要功能

(Miller & Cohen, 2001)，而工作記憶容量被定義為可以控制並保持注意力，在面對干擾或使其分心的事物時的機制，具有個別差異。它主要是由中央執行系統 (central executive system) 所負責，此系統調節底下的二個奴隸系統 (slave system)：視覺空間處理模板 (visuo-spatial sketchpad) 以及語音迴路 (phonological loop)，這二個奴隸系統有各自獨立且有限的儲存資料庫 (storage resource pool) (Baddeley, 1992; Just, Carpenter, & Keller, 1996)。在工作記憶裡，對於視覺空間與語言訊息儲存的獨立機制，已被廣泛研究 (Jonides, Lacey, & Nee, 2005)，其中視覺空間工作記憶是指有能力去儲存在短暫時間裡出現在視野中特殊位置的訊息刺激 (Theeuwes, Belopolsky, & Olivers, 2009)。學者指出空間工作記憶是注意複述機制的一種外在表現 (陳彩琦, 2004)，且空間工作記憶的維持是經由注意力演練而來 (Awh, Jonides, & Reuter-Lorenz, 1998)。研究發現神經系統相關的空間工作記憶出現在頂葉 (parietal) 及額葉 (frontal) 皮質，能反映出維持的過程位置在前額葉皮質 (prefrontal cortex, PFC)、額葉眼動區 (frontal eye fields, FEF) 及後頂葉皮質 (posterior parietal cortex, PPC) (Curtis, 2006; Naghavi & Nyberg, 2005)。學者使用功能性神經造影 (fMRI) 研究指出，老人在執行視覺空間工作記憶任務時，因任務困難度的差異，而使老化相關的神經機能改變，如工作記憶任務中老人在背側前額葉皮質區 (dorsolateral prefrontal cortex, DPFC) 雙邊活化，而年輕人只有在左半球較為活化，因此額—頂葉功能的重組可能涉及對於大腦老化的補償機制，但不排除老化會縮減視覺空間工作記憶的表現 (Martina, Özgür, & Gereon, 2012)。神經心理學研究顯示，由於阿茲海默症患者 (Alzheimer's disease, AD) 的執行功能較正常人差，所以阿茲海默症患者和正

常人在進行空間搜尋的協調作業時，隨著作業儲存記憶量增加時，阿茲海默症患者較正常人無法協調作業，此證據支持協調空間的工作記憶為中央執行功能的表現之一 (Logie, Cocchini, Sala, & Baddeley, 2002)。

過去研究發現隨著年紀的增大，老化的過程中，神經密度降低或神經白質髓鞘脫失 (demyelination)、缺損，造成大腦整體弱體積減少，甚至造成某些大腦功能如記憶力、反應速度或行動能力的退化。學者指出因為老化而使得老年人的認知資源有限，也無法像年輕人有效率的快速執行複雜的作業任務，而且認知衰退常發生在 70 歲左右的老年人，規律運動能有效促進老年人認知，降低痴呆症風險 (Salthouse, 2010)。但有些研究介入有氧運動 16-40 週，並沒有發現老年人 (60-83 歲) 的認知有任何改變 (Allen & Madden, 1989)。因此，老化時大腦功能特殊細胞形態的消失，使得大腦結構對於認知要求的處理過程變得較不明確 (Cabeza, 2001)。Martina 等學者 (2010) 比較受過大學教育的年輕人與老年人的視覺空間工作記憶，但未有任何身體活動介入，研究結果發現執行功能及反應時間，年輕人均顯著優於老年人。Spirduso (1975) 以簡單反應時間與複雜的選擇反應時間認知測驗，檢測老人運動習慣與認知表現之相關性，結果顯示，自我陳述過去至少三年以上，且每週運動三次以上的 60 歲以上的老人，其認知測驗表現明顯優於不運動的同年齡老人，且和 20 歲年輕人相比無差異。另有研究將 64 歲-75 歲老人分成有氧 (走路) 與無氧運動 (伸展、肌力訓練) 兩組，經過 6 個月運動訓練，結果兩組在簡單反應測驗都只有小幅改善，但當需要大腦前額葉活化去抑制不相干訊息，在複雜的認知作業中做出決定時，有氧運動組的表現明顯優於無氧運動組 (Kramer, Kahn, &

Harrison, 1999)。學者研究指出有氧身體活動正面影響著認知與大腦功能，無論在分子、細胞、系統與行為層面中，可增加身體及精神健康，因此身體活動絕對是生活中的重要因子 (Hillman, Castelli, & Buck, 2005)。

對孩童及成人進行運動及認知相關的研究，指出身體活動、學習及智力分數間呈正相關 (Sibley, & Etnier, 2003)。大學生給予激烈跑步訓練 (Hillman, Snook, & Jerome, 2003) 與成人 (平均年齡 33 歲) 在有氧訓練 12 週後，也顯示出反應時間及詞彙學習皆較快 (Winter et al., 2007)。此外，學者指出提昇工作記憶與認知功能，可經由規律身體活動 (van Praag et al., 2007)。老人預防醫學研究也發現，身體活動能有效降低及預防因老化所引起的許多現代文明病如高血壓、糖尿病及癌症 (豐東洋、黃廖植、楊世達、林曼蕙、陳俊忠，1998)；且透過適度的身體活動來維持或強化心血管疾病，藉此來維持老年人腦部認知功能是個不錯的選擇 (林志懋，2008)。

在 Hatfield 和 Lander (1983, 1987) 融合心生理在競技與健身運動研究後，運用腦波測量工具來了解身體活動與大腦情緒與認知功能的作用關係，彌補了健身運動心理學對身體活動對大腦功能機制的不足。過去研究身體活動與大腦認知表現的研究，大多以簡單或選擇反應時間認知測驗來檢驗其中的關聯性，但受到反應時間受到周圍肌肉執行收縮動作時間的影響，無法區分身體活動對大腦認知反應功能真正的影響作用。因此藉由事件關聯電位 (event-related potential, ERP) 經由內在事件 (如：時間點估計) 或外在事件 (如：視覺、聽覺及體感覺) 所誘發之腦電位波形變化，來探討大腦處理訊息過程的狀況 (Cacioppo & Tassinary, 1990)。由於 ERP 只計算反應時間中的中樞神經之運作期，

不計算周圍肌肉執行收縮動作時間，因此是觀察中樞訊息處理過程的時間變化及神經資源投入的最佳測量方法（洪聰敏，1998）。ERP 正波稱為 P，負波稱為 N，其後標出潛伏期的時間，如 300 毫秒的正波即稱之為 P300，其潛伏時間則可反應對刺激分類和區辨的速度，且 P300 潛伏時間的延遲和年齡、疾病，以及詮釋認知過程速度有關；而與刺激的物理屬性相關，又與心理因素相關的成分稱為中源性成分 (mesogenous component)，例如 N100。ERP 成分中之 P300 因參與者接受目標刺激時，經過訊息選擇、輸入、比對、評估的過程，使腦波激發一個與事件關聯的電位變化，此變化在目標刺激出現後約 300~700 毫秒時出現，在頂葉 (parietal) 測得之正極 (positive) 波峰被認為是在認知處理過程中最具代表性的指標，可做為大腦認知功能判斷的參考(Kekoni, Hämäläinen, McCloud, Reinikainen, & Näätänen, 1996)；N100 是刺激呈現後 70~150 毫秒在顳葉 (temporal) 區左側或大腦枕葉 (occipital) 位置出現的一個負極 (negative polarity) 波峰，代表訊息處理過程中「專注力」的表現，振幅代表投入作業的專注力，潛伏時間代表大腦對訊息處理的速度 (Hillyard & Picton, 1987)。

既然身體活動對大腦神經系統運作有正面影響，可提昇大腦血流量、改善心血循環功能、促進腦神經細胞新陳代謝速度、調節神經傳遞物分泌量。而隨著年紀的增長會有腦部老化的問題，如何健康的老化及延緩老化，並改善或維持認知功能，即是值得研究的問題。為摒除老年人在腦部老化過程中，本身即有腦容量萎縮速度的不同，且過去研究大多以年輕人與老年人來做比較，或支持運動訓練能有效改善老年人在大腦某些認知表現，或以 flanker 作業（檢測干擾控制）、stroop 作業（檢測注意力資源與自動化運作

兩者關係)來做比較,均指出年輕人對於認知的表現皆優於老年人,當然年輕人隨著年齡成長,使得心智成熟而能增加控制干擾的能力,與老年人相形比較之下,表現自然優於老年人。所以本研究採用空間工作記憶作業,橫向測量不同身體活動類型與老年人認知功能之間的關係,尤其能檢測老年人在需要對環境中所存在的不同目標的位置時,能持續幾秒鐘的工作記憶的能力。在空間工作記憶作業裡,注意力與記憶是二個非常重要的認知能力,如何分配有限的心智資源,在訊息環境中是很重要的,記憶的保留是提供過去經驗來指導未來的行為,近年對於空間工作記憶參與視覺檢索的研究中,對於空間工作記憶與注意力之間的關係,尚不明確。但學者對於注意力的研究,證實注意力對於維持空間工作記憶是很重要的 (Luck, Geoffrey, Woodman, & Edward, 2000)。目前顯少研究探討身體活動在老年人執行空間工作記憶作業時,對於注意力分配與維持是否會有調節作用,此為本研究欲探討之問題。由於老化速率可能因為教育程度、工作性質、動腦程度而減緩 (林慶波, 2008),因此,本研究參與者均篩選曾受過較高層次教育,並規律從事身體活動 (如:游泳、慢跑、健走)的老年人以及無規律運動的老年人為研究項目。本研究為探討身體活動對於老年人腦部認知功能的差異,採用空間工作記憶 (spatial working memory, SWM) 作業,剖析大腦在執行作業過程中,透過反應時間 (reaction time, RT) 及正確率之相關性及事件關聯電位之 N100 和 P300 的腦波時間面分析的方式,探討身體活動對於老年人之大腦在執行作業過程中腦電位的變化情形。

第二節 研究目的

本研究主要是探討身體活動與老年人執行空間工作記憶作業表現的關係,同時以

ERP 探討在執行作業過程中腦電位的變化情形。研究問題如下：

- 一、 身體活動組與無規律運動組之老年人在執行空間工作記憶作業時，反應時間、正確率是否有差異？
- 二、 身體活動組與無規律運動組之老年人在執行空間工作記憶作業時，大腦事件關聯電位 N100 之振幅、潛伏時間是否有差異？
- 三、 身體活動組與無規律運動組之老年人在執行空間工作記憶作業時，大腦事件關聯電位 P300 之振幅、潛伏時間是否有差異？

第三節 研究假設

- 一、 身體活動組較無規律運動組反應時間快、正確率高。
- 二、 身體活動組較無規律運動組之 N100 之振幅較大、潛伏時間較短。
- 三、 身體活動組較無規律運動組之 P300 之振幅較大、潛伏時間較短。

第四節 名詞解釋

- 一、 老年人

本研究採用我國行政院內政部統計處定義之 65 歲以上為老年人口（內政部統計處，2012）。為使實驗結果均質，本研究之老年人口均為大學畢業，無任何不良嗜好之實驗參與者。

- 二、 空間工作記憶 (spatial working memory, SWM)

將環境訊息進行即時監控、維持與處理的「線上 (on-line) 運作」認知能力 (Baddeley & Logie, 1999)，此與複雜的認知作業有關，主要是指對刺激物位置、範圍、大小等空間要素的注意。本研究實驗中，係以 spatial working memory (SWM) 作業 (Baddeley & Hitch, 1974) 測量結果作為老年人的工作記憶之依據，執行 SWM 作業的反應時間 (單位：毫秒)、正確率 (單位：百分比)、腦波功率 (單位：微伏)。

三、 事件關聯電位 (event related potential , ERP)

指經由感覺、動作或認知事件的時間關聯所引起的以毫秒 (ms) 為單位的腦波電位變化，並藉由測量某波段的尖峰振幅 (amplitude) 或潛伏時間 (latency) ，以推測大腦訊息處理之過程。ERP 一般可分為聽覺 (auditory)、視覺 (visual) 及體感覺 (somatosensory) 等三種誘發電位的刺激原，誘發腦部訊息處理的機轉，所得資料經過數位化處理後，進行受試者腦部功能的判讀 (豐東洋等，1995)。

四、 N100

指刺激呈現後 70~150 毫秒在顳葉 (temporal) 區左側或大腦枕葉 (occipital) 位置出現的一個負極 (negative polarity) 最大振幅。可用來代表訊息處理過程中「專注力」的表現，常被用來研究人類感知機制的一項指標 (Hillyard & Picton, 1987)。

N100 振幅代表投入作業初期的專注力；潛伏時間代表大腦對訊息處理的速度。

五、 P300

當參與者接受目標刺激時，經過訊息選擇、輸入、比對、評估的過程，會使腦波激發一個與事件關聯的電位變化，此變化在目標刺激出現後約 300~700 毫秒時出現，在顳頂骨 (parietal) 區域測得之正極最大振幅。P300 的振幅可反映注意力容量的處理能力；潛伏時間則可反映刺激分類的速度 (Kekoni, Hämäläinen, McCloud, Reinikainen, & Näätänen, 1996)。

第五節 研究限制

本研究僅招募 65-75 歲之男女性為實驗參與者，因此，研究結果無法推論至其他各種不同年齡層之實驗參與者。本研究僅以大腦事件關聯電位做為老年人認知功能的比較，無法以此解釋其他的認知電生理現象。

第貳章 文獻探討

促進成功的認知老化是一件非常重要的議題，此包含了二個目標：預防大腦訊息處理與認知儲存容量的減少，以及提升的大腦容量與認知儲存。本研究將透過身體活動對空間工作記憶誘發大腦事件關聯電位，對老年人認知功能的影響。本章內容依序為：第一節、老化對認知神經系統的影響；第二節、身體活動對大腦認知功能、老化的影響；第三節、事件關聯電位之特性；第四節、本章總結。

第一節 老化對認知神經系統的影響

大腦儲備 (brain reserve) 與認知儲備 (cognitive reserve) 這二個專有名詞，被學者描述為是心智與身體活動的保護作用(Graves et., 1996; Mortimer, 1997; Stern, 2002; Stern, Albert, Tang, & Tsai, 1999)。而現今在大腦與認知儲備中最廣泛的腦疾病就是阿茲海默症 (Alzheimer's disease, AD) (Nithianantharajah & Hannan, 2009)。在大腦神經科學的發展，學者 (Gur et al., 1991) 以fMRI測量發現，大腦皮質神經元灰質區（第一眼看到人類大腦，我們首先會注意到的就是那縱橫交錯的隆起和溝壑，這些有著彎曲皺摺的膠狀組織即為大腦皮質「又稱為灰質」，約2~4毫米厚，裡面佈滿了神經元，負責調控認知、思想、情緒和行為），且會隨年齡增長而日漸萎縮。腦部伴隨年紀老化，除了腦部型態上和功能上的改變，也會影響樹突 (dendritic trees) 及突觸 (synapses)、神經傳遞物質、腦部循環 (brain circulation)及腦新陳代謝 (metabolism)、記憶和學習以及脂褐素的累積 (lipofuscin accumulation)。老化的大腦在各種形態、神經生物學及功能的改變，可能造

成認知障礙 (Martina, Özgür, & Gereon, 2010)。如，白質代謝物的損害及改變 (Nordahl et al., 2006)，特別是老化在前額葉皮質區 (prefrontal cortex, PFC) 多巴胺神經傳遞的改變，對於工作記憶造成衰退。隨著年紀的增加，腦部細胞的複製和再生能力逐漸衰退，認知功能減損，雖然每個個體之間都有不同的差異性，但腦部老化是必然的趨勢。過去老化相關研究指出，人類的知覺速度、工作記憶、思路、判斷決定與多重作業歷程能力受老化現象影響，隨著年齡增加而衰退 (Kramer, Martin-Emerson, Larish, & Andersen, 1996; Polich, 1996)。

上述所指之工作記憶是指心智對於短暫時間出現的相關訊息維持處理過程的能力 (Baddeley & Hitch, 1974)，在工作記憶裡有二個獨立儲存訊息的緩衝器「口語」與「視覺空間」。而中央執行管理訊息時，會介於不同的緩衝器之間 (Baddeley, 2000)。在本研究中，只聚焦於工作記憶中的視覺空間，因為，視覺空間記憶密切連結了工作記憶與視覺注意力，若在工作記憶中保留一個位置，對於刺激出現時的處理過程較優於其他位置 (Awh & Jonides, 2001)。學者也指出視覺注意力分配的位置在視覺空間，可以增強訊息的處理過程 (Munneke, Heslenfeld, & Theeuwes, 2008)。Der 與 Deary (2006) 認為隨著年齡的增長，反應時間變得更慢，且認知功能的測驗，大多需要利用反應時間，且年齡與反應時間有著非常顯著的差異性。因此，在老年人個別表現中，環境與遺傳因素也可能造成表現的差異性。伴隨著老化對於學習與記憶產生的問題，老化造成大腦神經元密度的減少，密度的減少與海馬體的損害有關，而海馬體又與記憶力相關，此將會造成大腦對於明確指示的功能降低。

第二節 身體活動對大腦認知功能、老化的影響

透過適度的身體活動來維持或強化心血管疾病，藉此來維持老年人腦部認知功能是個不錯的選擇（林志懋，2008）。身體活動對大腦神經系統運作有正面影響，可提昇大腦血流量、改善心血管循環功能、促進腦神經細胞新陳代謝速度、調節神經傳遞物分泌量（如：血清素、兒茶酚胺、多巴胺）、刺激海馬體中的大腦神經營養因子（brain derived neurotrophic factor, BDNF）及神經成長因子分泌，以促進神經營養因子發展，其中以海馬體主導合成分泌的 BDNF 是協助維持神經細胞的生命力與功能，也促進其他腦神經細胞增殖與突觸間的訊息傳遞（Molteni et al., 2004）。此外，van Praag 等學者（2007）指出提昇工作記憶與認知功能，可攝取含腦神經細胞營養物、合成神經傳遞物、保護腦神經細胞的食物，如葡萄糖、膽鹼、維生素 B 群、維生素 C 與 E、DHA、從事動腦作業、提升睡眠品質、規律身體活動、保持正面情緒、聽音樂。從事較高層次的身體活動、教育、職業與休閒，有較低風險得到阿茲海默症（Alzheimer's disease）或其他類似的疾病（Nithianantharajah & Hannan, 2009）。如果身體活動可以富涵策略性、計劃謀略性或技巧性（如：桌球、羽球等），會使我們在身體活動過程中不斷的修正動作與對敵策略（石恆星、洪聰敏，2006），以改善或維持認知功能。

身體活動能提升執行控制認知功能，能夠降低在前扣帶迴（ACC）的活化，並且能降低外在行為的不一致性，且對大腦神經功能有正面影響，能夠提升大腦血流量，改善大腦及心血管循環功能，促進腦神經細胞新陳代謝速度，以獲得足夠的營養成分，是促進大腦認知功能的重要關鍵之一（Colcombe et al., 2004）。

學者以動物實驗證實，身體活動能提升腦神經細胞的抗氧化酶活性，減少體內的自由基（分子游離狀態），進而降低大腦因氧化作用所造成的功能損傷(Radák et al., 2001)；也有許多證據表示，一些營養因子(如：BDNF 與 IGF-1) 可參與調節腦發育與髓鞘，且在海馬齒狀迴 (dentate gyrus) 可增加新的神經元數量 (Aberg, Brywe, & Isgaard, 2006)。另外，身體活動調節神經傳遞物分泌量，而影響大腦神經系統的運作，此類物質皆為單胺類，包括血清素 (serotonin, 5-HT)、兒茶酚胺 (catecholamines)，其中多巴胺 (dopamine)、腎上腺素 (epinephrine) 及正腎上腺素 (norepinephrine) 皆為兒茶酚胺類的神經傳導物。身體活動促進大腦神經營養物生成，身體活動增加大量的基因轉譯量，有助於神經活動、突觸結構及神經可塑性 (Tong, Shen, Perreau, Balazs, & Cotman, 2001)。Cotman 與 Berchtold (2002) 以整合分析研究指出，身體活動能刺激海馬體中的 BDNF 之 mRNA、纖維組織母細胞成長因子-3、及神經成長因子分泌 (Gómez-Pinilla, Ying, Opazo, Roy, & Edgerton, 2001)，以促進神經細胞發展。而 BDNF 除維持神經細胞生命與功能外，亦促進其他腦神經細胞增殖與突觸間的訊息傳遞，使腦神經細胞減緩萎縮，並維持腦神經網絡運作，因而產生的長期增益效果 (long-term potentiation, LTP) 直接影響記憶及學習工作表現，也是神經可塑性的關鍵 (Cotman & Engesser-Gesar, 2002)。而 Colcombe 等人 (2003) 以整合分析研究指出，有氧運動對執行控制，與規劃、協調、抑制、工作記憶等認知歷程有正面效益，由上述推知，身體活動經由刺激 BDNF 分泌，對神經系統的訊息傳遞與網絡運作有正面影響，提高認知功能的運作。

當老年人執行各項認知作業時，前額葉需動員雙側半腦神經細胞以達作業目標

(Reuter-Lorenz & Stanczak, 2000) ，異於年輕成年人執行相同作業時所產生的側化現象。學者也指出身體活動益於減緩認知功能衰退，且體適能對計畫、協調、抑制、工作記憶等執行控制的處理能力有正面效益 (Colcombe et al., 2003)；在腦波研究中，老年人相較於年輕成年人，其辨識訊息速度慢且較難以專注於目標作業 (Dustman, Shearer, & Emmerson, 1993; Polich, 1996)，而 Hillman等學者證實，高或中等身體活動量的老年人於進行訊息處理之際，其辨別訊息的速度快於身體活動量較低之老年人，且投入作業的注意力資源亦較多，所以身體活動對工作記憶有提升之效果 (Hillman et al., 2006)。

第三節 事件關聯電位之特性

事件關聯電位 (event-related potential, ERP) 是經由內在事件 (如：時間點的估計) 或外在事件 (如：視覺、聽覺及體感覺) 所誘發的腦電位波變化，可用來探討大腦處理認知過程的情況 (Cacioppo & Tassinary, 1990)。由於 ERP 只計算反應時間中的中樞神經運作期，不計算周圍肌肉執行收縮動作時間，因此是觀察中樞訊息處理過程的時間變化及神經資源投入的最佳測量方法。ERP 是腦波時間面分析的主要方式，除可直接將腦部活動客觀量化資料，並可從時間面的觀點，探討訊息傳導路徑的機轉，同時經由 ERP 成分 (component) 分析，提供腦部基本電位的變化情形，以作為個體中樞神經運作期認知階段功能表現的參考 (洪聰敏，1998)。ERP 資料的判讀是經由測量時間面，某波段的最大振幅 (amplitude) 或潛伏時間 (latency) 來推測大腦在訊息處理過程中各階段的功能表現。而 ERP 中的 P300，可作為測量認知老化的評估 (Polich, 1996)，當參與者接

受目標刺激時，經過訊息選擇、輸入、比對、評估的過程，會使腦波激發一個與事件關聯的電位變化，此變化在目標刺激出現後約 300~700 毫秒時出現，在顱頂骨 (parietal) 區域測得之正極最大振幅，P300 的振幅可反映注意力容量的處理能力。N100 的潛伏時間則可反映刺激分類的速度指刺激呈現後 70~150 毫秒在顱葉 (temporal) 區左側或大腦枕葉 (occipital) 位置出現的一個負極 (negative polarity) 最大振幅。可用來代表訊息處理過程中「專注力」的表現，常被用來研究人類感知機制的一項指標 (Hillyard & Picton, 1987)。N100 振幅代表投入作業的專注力；潛伏時間代表大腦對訊息處理的速度。

第四節 文獻總結

經由以上文獻探討做一總結，老化的大腦在各種形態、神經生物學及功能的改變，均可能造成認知障礙 (Martina, Özgür, & Gereon, 2010)。特別是老化引起在前額葉皮質區 (PFC) 多巴胺神經傳遞的改變，對於工作記憶造成衰退。且隨著年紀的增加，腦部細胞的複製和再生能力逐漸衰退，認知功能減損，雖然每個個體之間都有不同的差異性，但腦部老化是必然的趨勢。人類的知覺速度、工作記憶、思路、判斷決定與多重作業歷程能力受老化現象影響，隨著年齡增加而衰退。近年來，在研究人類認知功能與大腦間的關係，廣泛採用事件關聯電位、功能磁共振造影等技術。然而，過去以事件關聯電位來研究身體活動介入對大腦認知功能影響的結果並不一致，但從過去研究學者證實，高或中等身體活動量的老年人於進行訊息處理之際，其辨別訊息的速度快於身體活動量較低之老年人，且投入作業的注意力資源亦較多，所以身體活動對工作記憶有提升之效

果 (Hillman et al., 2006)。但無進一步探討不同的身體活動類型，對於老年人在執行空間工作記憶作業時，對於注意力分配與維持是否有所差異。本研究以準實驗設計進一步證實不同的身體活動類型對老年人空間工作記憶的影響，作為未來研究的依據；此外本研究為求均質，實驗參與者均受過高等教育程度的老年人，透過反應時間與事件關聯電位 N100、P300 的潛伏時間和振幅，探討不同類型的身體活動對老年人是否在反應時間和事件關聯電位上有任何差異。因此研究假設，不同的身體活動類型，尤其是長期規律運動的老年人，皆能顯著提升空間記憶的表現；行為資料表現在反應時間變短、正確率提高；ERP 指標上則呈現振幅變大與潛伏時間變短。

第參章 研究方法

本章共分為六節依序來說明本研究之研究方法與步驟：第一節、研究架構；第二節、實驗參與者；第三節、實驗儀器與工具；第四節、實驗流程；第五節、資料處理與統計分析。

第一節 研究架構

本研究採準實驗設計，自變項有二組，分別為身體活動組（每週固定參與游泳、慢跑或健走運動三次以上，每次時間超過30分鐘，且持續二年以上）及無規律運動組（每週少於一次，且活動時間少於20分鐘）。依變項為執行認知功能作業之反應時間 (RT)、正確率及事件關連電位，如圖3-1。

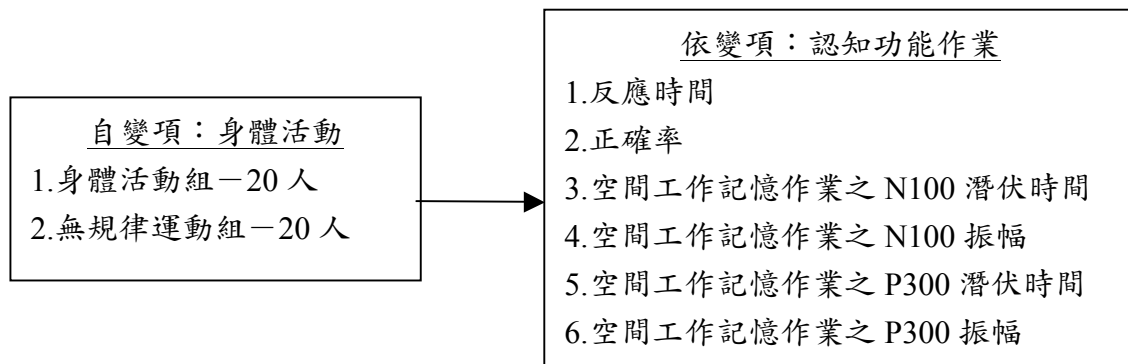


圖 3 - 1 研究架構圖

第二節 實驗參與者

參與本研究的參與者依據研究架構分為二組，為確保參與者的均質性，針對可能影響參與者老化的條件：教育背景、休閒活動參與情形、生活型態（飲食及菸酒習慣）、

生活滿意度、收入程度、職業、身體的健康狀態（睡眠狀況、藥物使用情形、疾病史、營養狀態、身體適能）、運動經驗等條件予以篩選出大學畢業條件相同的老年人共 40 位，從事規律運動（游泳、慢跑、健走）的 65 歲至 75 歲老人 20 位、無規律運動習慣的 65 歲至 75 歲老人 20 位。所有參與者皆為無色盲且為慣用右手、過去無大腦損傷就醫記錄。經過篩選後，身體活動組 20 名（男性 12 名，女性 8 名；年齡 67.75 ± 2.22 ）與無規律運動組 20 名（男性 7 名，女性 13 名；年齡 68.15 ± 2.32 ）。所有實驗者皆自願參與本研究，並瞭解整個研究的實驗程序及目的，簽署實驗參與同意書與基本資料。

第三節 實驗儀器與工具

一、腦波儀器與放大器：

本研究採用多頻道腦波儀（硬體：美製 NeuroScan Synammmps；軟體：同一公司 Scan4.3 版）紀錄腦波。電極位置採用國際 10-20 系統（International 10-20 system）(American Electroencephalographic Society, 1994) 之標準安置。本研究共紀錄 3 個電極位置（Fz、Cz、Pz），以雙耳耳後乳突為參照點，並以 Fpz 為接地電極；以及一雙極誘導之 EOG 置於實驗參與者的慣用眼。類比/數位比率（A/D rate）設為 500 點/秒，腦波高低頻率波則設定為 0.01Hz 至 30Hz 之間，每個電極位置之頭皮電阻須小於 $5k\Omega$ 。

二、心理刺激器：

採用美製 Stim2.0 記錄參與者 Spatial Working Memory (SWM) 作業的行為資料、反應時間與正確率。

三、實驗耗材：

紙筆、基本資料問卷、腦波帽、電極導線、導電膠、平頭針、針筒、磨砂膏、棉花棒、衛生紙、皮尺、透氣膠帶、頭帶、電極貼片等物品。

第四節 實驗流程

一、資料收集

參與者在填完參與實驗同意書後即進行腦波記錄之準備工作。當天為參與者戴上電極帽裝置儀器至腦波記錄狀態，同時請參與者填寫基本資料、簡易智能量表 (Mini-Mental State Examination, MMSE; Folstein, Folstein, & McHugh, 1975)、七日身體活動回憶量表，並說明實驗作業操作流程與要點後，即進行熱身練習。練習前調整電腦螢幕的高度，讓螢幕的正中央對準參與者之眼睛水平，眼睛與螢幕正中央距離 70 公分，視角約為 4° 。

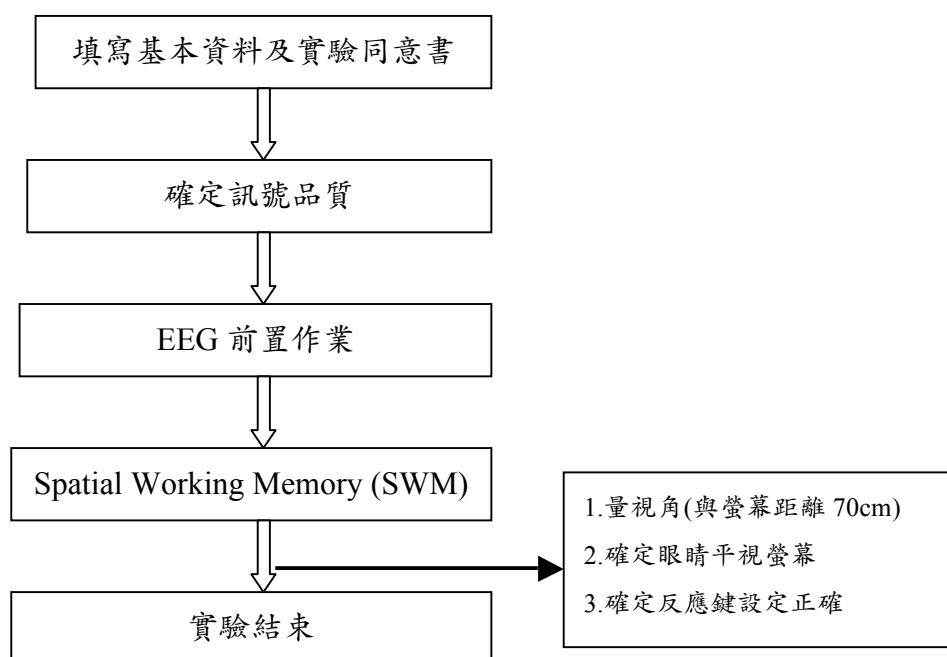


圖 3-2 實驗流程圖

二、ERP 腦波資料收集

本研究採用空間工作記憶作業檢測參與者之空間工作記憶，以 NeuroScan 公司之 Stim2 製作，首先會有一個十字預警圖（時間 500ms），接著由三個實心圓點組成的圖為記憶目標（時間 200ms），參與者必須記住三個實心圓點的位置，再次出現一個十字預警圖（時間 3000ms），接著會看到一個圓環的圖出現（時間 1500ms），如圖 3-3。並請參與者以左手食指與右手食指做出是與否的反應，且用最快速度判斷，這個圓環的位置是否與三個實心圓點的位置相同，「是」請用左手按鍵盤的「是」鍵（設 key 9），「否」請用右手按鍵盤的「否」鍵（設 key 6）；在練習時參與者要達到 80% 的正確率才進入正式測試。操弄 4 組各 40 個試作數（是與否各 20 個試作數），組間休息 1 分鐘。參與者開始練習試作到完成最後一組，時間上約 30 分鐘。Neuroscan Stim 軟體會計算控制刺激出現的時間與作業表現。

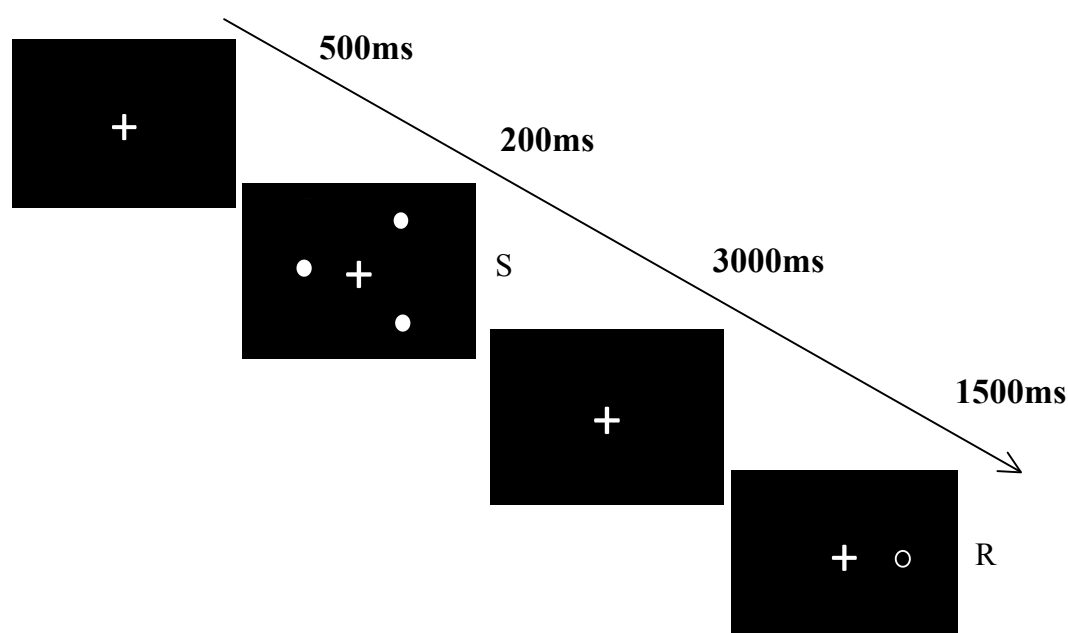


圖 3-3 SWM 作業示意圖

第五節 資料處理與統計分析

一、資料處理

本研究在資料處理部分，反應時間資料的記錄在目標刺激出現至手指按下反應鍵，此資料由 Stim 作業系統自動記錄並儲存。ERP 成份資料處理由 NeuroScan4.3 程式自動記錄並儲存，其內容主要針對 N100 與 P300 成分的振幅與潛伏時間進行處理。事件關聯電位成份潛伏時間與振幅是藉由各區間時間內的最高波峰求得，因成分出現的時間是在一個區間內並不為一定值，因此，本研究之事件關聯電位成份選取的區間在於各成份波峰的總平均前後 50ms 作為最後成分選取的區間。將腦波與行為資料結合之後，為了減低變異性和排除反常反應，腦波處理僅針對正確反應，此外，因為腦波分段受到眼動和其他類型偽訊所影響，本研究利用以下處理程序校正和排除：腦波分段除了電腦自動的迴歸分析之外，研究者仍需以手動視覺檢索校正，並且捨棄無關的偽訊（包括：眼動偽訊、肌電偽訊和其他異常的腦波訊號），腦波分段的時間為刺激出現前 200ms 至刺激出現後 1000ms 後使用基準線校正、過濾掉高於 30Hz 以上的訊號，另外將超過正負 100 μ V 的腦波振幅予以排除後平均。

二、統計分析

本研究之反應表現有三類：反應時間、反應正確率與事件關聯電位差異，利用獨立樣本 t 考驗來檢定二組老年人之反應時間、反應正確率差異性。事件關聯電位之 N100 和 P300 振幅、潛伏時間，則分別以 2（組別） \times 2（腦葉區）混合設計二因子變異數分析，其中組別因子為獨立樣本，腦葉區因子為重複量數，來考驗二組老年人在執行空間工作記憶作業時於事件關聯電位的差異性。本研究之統計考驗顯著水準設為 $\alpha = .05$ 。

第肆章 結果與討論

本研究的身體活動組與無規律運動組在身體活動量上有達到國際身體活動量表對身體活動量的界定標準，依據身體活動量分類，能量消耗達 600 METs 以上為身體活動量足夠；消耗量達 1500METs 以上為高身體活動量；未達身體活動量足夠標準者，即為身體活動量不足，本研究身體活動組 METs 平均為 (1030.60 ± 273.34) ，達中等費力身體活動量以上；無規律運動組 METs 平均為 (500.50 ± 139.78) 。

本研究採用簡易智能量表 (Mini-Mental State Examination, MMSE) 來檢測參與者平均智能，正常值劃分標準為：26 至 30 分為正常，21 至 25 分為認知功能障礙，10 至 20 分為輕度智障，0 至 9 分為重度智障；得知二組別的參與者智力均為正常值以上 (無規律運動組 $26.05 \pm .83$ ；身體活動組 26.30 ± 1.08)，如表 4-1。

表 4-1 二組別在年齡、教育程度、智力、身體活動量的平均數

	無規律運動組 (平均數±標準差)	身體活動組 (平均數±標準差)	t	p
年齡	67.75±2.22	68.15±2.32	-.557	.450
教育程度(年)	13.65±2.85	13.75±2.90	-.110	.844
智力(分)	27.30±1.22	27.75±1.52	-1.034	.270
身體活動量(METs)	500.50±139.78	1030.60±273.34	-7.722	.042*

* $p < .05$

第一節 行為資料

一、反應時間

二組別在反應時間如表 4-2 所示，t 考驗檢定結果發現，二組別在反應時間上未達顯著差異($t(38) = -.14, p > .05$)。

表 4-2 二組別在反應時間的表現

組別	M (ms)	SD	t	p
無規律運動組	940.22	149.35	-.14	.89
身體活動組	946.91	155.46		

二、正確率

二組別在反應時間如表 4-3 所示，t 考驗檢定結果發現，二組別在正確率上未達顯著差異($t(38) = -.89, p > .05$)。

表 4-3 二組別在正確率的表現

組別	M (%)	SD	t	p
無規律運動組	.63	.10	-.89	.38
身體活動組	.65	.08		

第二節 腦波資料

一、N100 潛伏時間

統計上採用 2(組別) x 2(腦葉區) 二因子混合設計變異數分析，由表 4-4 得知在 Fz 與 Cz 的 N100 潛伏時間並沒有交互作用 ($F = 1.45, p > .05; F = 1.19, p > .05$)，也無組別和腦葉區的主要效果。

表 4-4 二組別在 Fz 及 Cz 的 N100 潛伏時間的表現

	無規律運動組		身體活動組		F	p
	M	SD	M	SD		
Fz	104.45	24.51	96.73	13.16	1.45	.24
Cz	105.30	30.42	95.86	19.31	1.19	.28

二、N100 振幅

統計上採用 2(組別) x 2(腦葉區) 二因子混合設計變異數分析，由表 4-5 所示二組別在 Fz 的 N100 振幅有交互作用，達顯著差異 ($F = 3.98, p < .05, \eta^2 = .100$)；經事後比較

身體活動組在 Fz 的 N100 振幅大於無規律運動組 ($F = 0.07, p < .05$)。

表 4-5 二組別在 Fz 及 Cz 的 N100 振幅的表現

	無規律運動組		身體活動組		F	p
	M	SD	M	SD		
Fz	-2.63	1.50	-3.15	1.63	3.98	.05*
Cz	-2.23	1.69	-3.05	1.76	2.56	.12

* $p < .05$

三、P300 潛伏時間

統計上採用 2(組別) x 2(腦葉區)二因子混合設計變異數分析，二組別在 Cz 及 Pz 的 P300 潛伏時間並沒有交互作用($F = 3.37, p > .05; F = 0.93, p > .05$)，也無組別和腦葉區的主要效果(表 4-6)。

表 4-6 二組別在 Cz 及 Pz 的 P300 潛伏時間的表現

	無規律運動組		身體活動組		F	p
	M	SD	M	SD		
Cz	524.10	112.84	464.43	76.17	3.37	.78
Pz	524.65	102.73	492.30	78.47	.93	.34

四、P300 振幅

統計上採用 2(組別) x 2(腦葉區)二因子混合設計變異數分析，二組別在 Cz 及 Pz 的 P300 振幅並沒有交互作用($F = 0.22, p > .05; F = 0.75, p > .05$)，也無組別和腦葉區的主要效果(表 4-7)。

表 4-7 二組別在 Cz 及 Pz 的 P300 振幅的表現

	無規律運動組		身體活動組		F	p
	M	SD	M	SD		
Cz	8.43	4.75	8.93	3.58	.22	.64
Pz	11.21	4.40	10.19	3.37	.75	.39

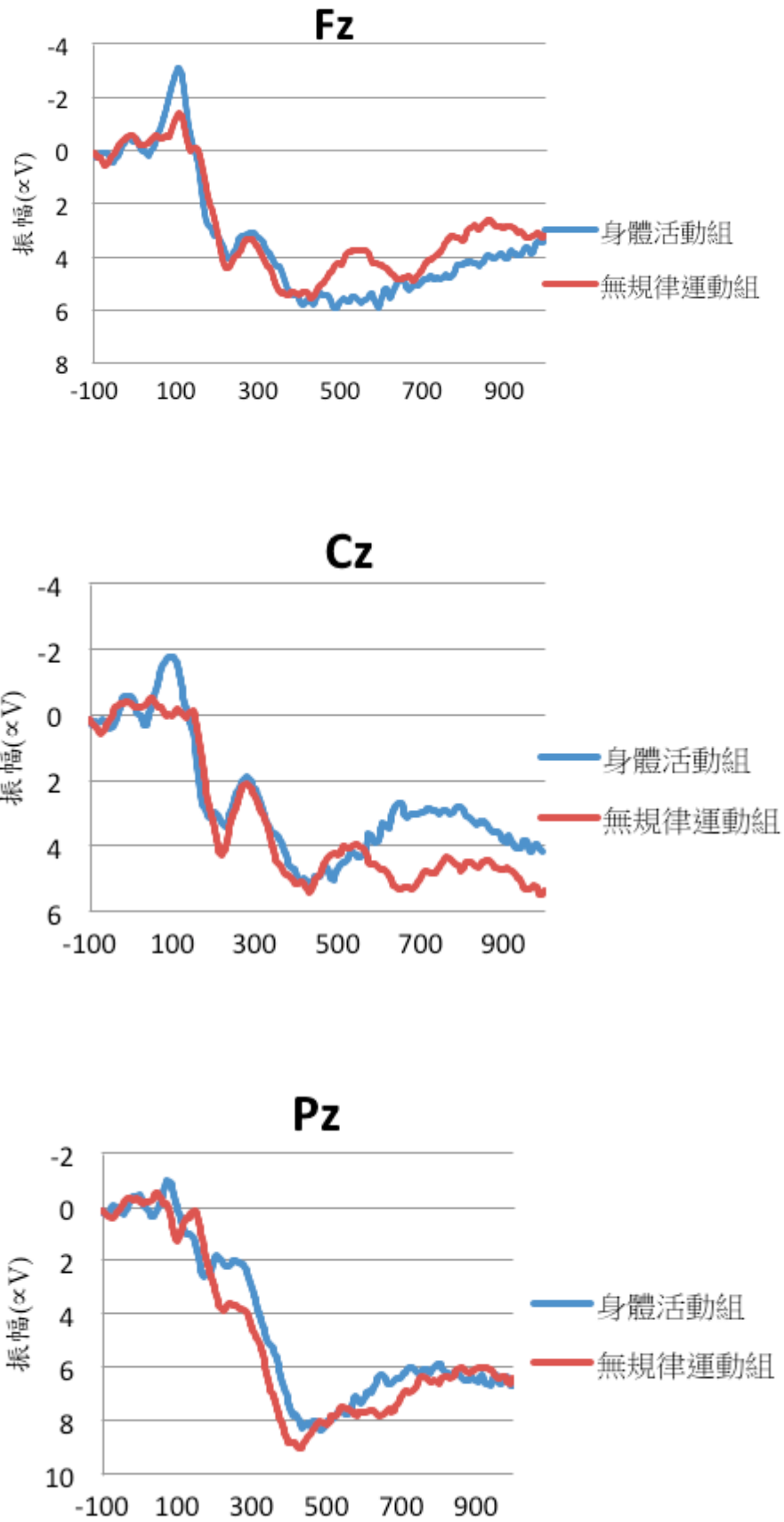


圖 3-4 二組別在 Fz、Cz 與 Pz 三點電極位置振幅與潛伏時間的比較

第三節 討論

一、反應時間和正確率

本研究結果指出不論身體活動的類型，在反應表現及正確率皆無組別差異，所以拒絕研究假設一。

空間工作記憶作業在無規律運動組的反應時間 ($M = 940.22\text{ms}$) 較身體活動組的反應時間 ($M = 946.91\text{ms}$) 短。學者發現對刺激物位置的預先提示會提高對刺激物辨認的反應效率，而這種反應效率的提升是由於知覺改善，還是由於決策、反應的改善所致，目前仍是一個爭論的問題 (Mangun & Hillyard, 1995)。但身體活動組的正確率 ($M = 65\%$) 較無規律運動組的正確率 ($M = 63\%$) 高，顯示身體活動組很可能是分配較多注意力在執行作業正確與否，因此反應時間長於無規律運動組，但正確率較無規律運動高。二組別的反應時間及正確率沒有差異，可能是作業難度過低，而無法有效區辨出差異。

二、ERP 資料

(一) N100 振幅及潛伏時間

本研究結果發現兩個組別在 Fz 的 N100 振幅有差異；在 Cz 的 N100 振幅及潛伏時間均未發現差異，所以僅部分支持研究假設二。

兩個組別在 Fz 的 N100 振幅有交互作用存在，身體活動組在 Fz 的 N100 振幅大於無規律運動組，此結果說明身體活動組在早期目標刺激出現時較無規律運動組，投入較多專注力。因此，ERP 的早期成份 N100 的調節可能與注意方位有很大的關連。

本研究身體活動組在 Fz 及 Cz 的 N100 潛伏時間雖然沒有達到顯著，但潛伏時間仍短於無規律運動組，顯示在早期刺激出現時，身體活動組在大腦前額葉區及中央區較為活化，分配較多資源在認知功能上，因此能較快做出反應。但二組別並沒有交互作用 ($F = 1.45, p > .05; F = 1.19, p > .05$)，也無組別和腦葉區的主要效果。

(二) P300 振幅及潛伏時間

本研究結果發現兩個組別在 Cz 和 Pz 的 P300 振幅及潛伏時間均未發現差異，所以並未支持研究假設三。

P300 振幅反應刺激環境的神經表徵，並且投入部分注意力資源到既定的作業上 (Kida et al., 2004)。因此，P300 振幅越大，代表投入的注意力資源越多，且有較佳的注意力分配。ERP 成份振幅的改變可以解釋運動介入後增加相關大腦區域的招募可能反應出增加頂葉皮質區對作業相關的活化與額葉注意力網絡連結的能力。然而研究結果顯示，二組在 Cz 及 Pz 的 P300 振幅並沒有交互作用，也無組別和腦葉區的主要效果。

而 P300 潛伏時間是測量刺激分類與刺激評時間 (Kamijo, Nishihira, Higashiura, & Kuroiwa, 2007)。研究結果顯示，身體活動組在 Cz 的 P300 潛伏時間短於無規律運動組。P300 的潛伏時間通常比反應時間來得短，因此較短的 P300 潛伏時間代表對認知訊息處理過程的速度較快。

第五章 結論與建議

本研究結果顯示不同身體活動能促進老年人的執行功能並且影響認知控制作業時所誘發的 ERP 成份，二組別在反應時間及正確率之間沒有差異，可能是二組別的老年人在複雜的認知作業中做出決定時，利用大腦前額葉活化去抑制不相干的訊息，且投入較多的專注力在區辨作業。

本研究結果顯示，身體活動組在 N100 潛伏時間短於無規律運動組，表示身體活動組在處理訊息的速度快於無規律運動組，但二組未達顯著差異；在 N100 振幅，結果顯示二組別在 Fz 達到顯著水準，身體活動組大於無規律運動組，代表身體活動組在執行作業時，投入較大專注力。在 P300 潛伏時間方面，反應時間的測量包含刺激分類、刺激評估、反應選擇和動作編碼，而潛伏時間的改變是反映了注意力分配的結果，通常 P300 潛伏時間較反應時間來得短，根據本研究發現身體活動組雖在 P300 潛伏時間快於無規律運動組，但二組未達顯著差異。P300 振幅反應刺激環境的神經表徵，並且投入部份的注意力資源到既定的作業上。因此，P300 振幅越大，投入的注意力資源越多，且有較佳的注意力分配，研究結果顯示，二組別在 P300 振幅上並未達統計顯著差異。本研究在二組別的 P300 潛伏時間及振幅皆無顯著差異，可能因參與者均能有效分配注意力資源在刺激的選擇上，也可能因作業難度太低而無法有效區辨出差異。未來本研究可朝向增加執行作業的困難度、身體活動量的強度、時間及種類，或許能廣泛了解何種運動及持續時間能有效幫助老年人對於認知功能的影響。

參考文獻

- 內政部統計處 (2012)。內政統計通報—人口結構分析，臺北市：內政部。擷取日期 2012 年 03 月 28 日，網址：<http://sowf.moi.gov.tw/stat/week/week10102.doc>。
- 石恆星、洪聰敏 (2006)。身體活動與大腦神經認知功能老化。《臺灣運動心理學報》，8，35-63。
- 林志懋 (譯) (2008)。補腦全書。早安財經：台北市。(Amen, D. G., 2006)
- 林慶波 (2008)。大腦神經網絡：凡走過必留下痕跡。《科學人》，74，52-54。
- 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。
- 陳彩琦 (2004)。視覺選擇性注意與工作記憶的交互關係—認知行為與 ERP 的研究。未出版博士論文，華南師範大學，中國廣州。
- 豐東洋、黃廖植、楊世達、林曼蕙、陳俊忠 (1995)。事象關連腦電位 (ERP) 在訊息處理研究之應用。《中華民國體育學會體育學報》，12，51-62。
- 魏景漢、羅躍嘉 (2002)。認知事件相關腦電位教程。經濟日報出版社，中國北京。
- Aberg, N. D., Brywe, K. G., & Isgaard, J. (2006). Aspects of growth hormone and insulin-like growth factor-I related to neuroprotection, regeneration, and functional plasticity in the adult brain. *Scientific World Journal*, 6, 53-80.
- Allen, P. A., & Madden, D. J. (1989). Adult age differences in the effects of word frequency during visual letter identification. *Cognitive Development*, 4(3), 283-294.
- Awh, E., & Jonides, J. (2001). Overlapping mechanisms of attention and spatial working

- memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(3), 119-126.
- Awh, E., Jonides, J., & Reuter-Lorenz, P. A. (1998). Rehearsal in spatial working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(3), 780-790.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. L. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-90). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shan (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp.102-134). New York: Cambridge University Press.
- Baddeley, A. D., Chocchini, G., Della, S. S., Logie, R. H., & Spinnler, H. (1999). Working memory and vigilance: evidence from normal aging and Alzheimer's disease. *Brain and Cognition*, 41(1), 87-108.
- Bizon, J. L., Lasarge, C. L., Montgomery, K. S., McDermott, A. N., Setlow, B., & Griffith, W. H. (2009). Spatial reference and working memory across the lifespan of male Fischer 344 rats. *Neurobiology of Aging*, 30, 646 – 655.

- Brennan, A. R., Yuan, P., Dickstein, D. L., Rocher, A. B., Hof, P. R., Manji, H., & Arnsten, A. F. (2009). Protein kinase C activity is associated with prefrontal cortical decline in aging. *Neurobiology of Aging, 30*, 782–792.
- Burke, S. N., & Barnes, C. A. (2006). Neural plasticity in the ageing brain. *Nature Reviews Neuroscience, 7*, 30-40.
- Cabeza, R. (2001). Cognitive neuroscience of aging: Contributions of functional neuroimaging. *Scandinavian Journal of Psychology, 42*(3), 277-286.
- Cacioppo, J. T., & Tassinary, L. G. (1990). *Principles of psychophysiology: Physical, social, and inferential elements*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Raz, N., Webb, A. G., Cohen, N. J., McAuley, E., & Kramer, A. F. (2003). Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *Biological Sciences and Medical Sciences, 58*(2), 176-180.
- Colcombe, S. J., Kramer, A. F., Elavsky, K. I., Scalf, P. McAuley, E., Cohen, N. J.,...Elavsky, S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceeding of the National Academy of Science of United States of America, 101*(9), 3316-3321.
- Cotman, C. W., & Engesser-Gesar, C. (2002). Exercise enhances and protects brain function. *Exercise and Sport Science Review, 30*(2), 75-79.
- Curtis, C. E. (2006). Prefrontal and parietal contributions to spatial working memory. *Neuroscience, 139*(1), 173–180.

- Der, D., & Deary, I. J. (2006). Age and sex differences in reaction time in adulthood: Results from the United Kingdom health and lifestyle survey. *Psychology and Aging, 21*(1), 62-73.
- Dustman, R. E., Shearer, D. E., & Emmerson, R. Y. (1993). EEG and event-related potentials in normal aging. *Progress in Neurobiology, 41*(3), 369-401.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). 'Mini-mental State': A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research, 12*, 189-198.
- Gómez-Pinilla, F., Ying, Z., Opazo, P., Roy, R. R., & Edgerton, V. R. (2001). Differential regulation by exercise of BDNF and NT-3 in rat spinal cord and skeletal muscle. *The European Journal of Neuroscience, 13*(6), 1078-1084.
- Graves, A. B., Mortimer, J. A., Larson, E. B., Wenzlow, A., Bowen, J. D., & McCormick, W. C. (1996). Head circumference as a measure of cognitive reserve: Association with severity of impairment in Alzheimer's disease. *The British Journal of Psychiatry, 169*(1), 86-92.
- Gur, R. C., Mozley, P. D., Prsnick, S. M., Gottlieb, G. L., Kohn, M., Zimmerman, R.,...Berretta, D. (1991). Gender differences in age effect on brain atrophy measured by magnetic resonance imaging. *Proceeding of the National Academy of Science of United States of America, 88*(7), 2845-2849.

- Hatfield, B. D., & Landers, D. A. (1983). Psychophysiology-a new direction for sport psychology. *Journal of Sport Psychology, 5*, 243-259.
- Hatfield, B. D., & Landers, D. A. (1987). Psychophysiology in exercise and sport research: An overview. *Exercise Sports Science Review, 15*, 351-386.
- Hillman, C. H., Castelli, D. M., & Buck, S. M. (2005). Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 37*, 1967-1974.
- Hillman, C. H., Motl, R. W., Pontifex, M. B., Posthuma, D., Stubbe, J. H., Boomsma, D. I., & De Geus, E. J. (2006). Physical activity and cognitive function in a cross-section of younger and older community-dwelling individuals. *Health Psychology, 25*(6), 678-687.
- Hillman, C. H., Snook, E. M., & Jerome, G. J. (2003). Acute cardiovascular exercise and executive control function. *International Journal of Psychophysiology, 48*, 307-314.
- Hillyard, S. A., & Picton, T. W. (1987). Electrophysiology of cognition. In F. Plum (Ed.), *Handbook of physiology, Section 1, The nervous system* (Vol. V. pp. 519-584). Washington, DC: American Physiological Society.
- Jonides, J., Lacey, S. C., & Nee, D. E. (2005). Processes of working memory in mind and brain. *Current Directions in Psychological Science, 14*(1), 2-5.
- Just, M. A., Carpenter, P. A., & Keller, T. A. (1996). The capacity theory of comprehension: New frontiers of evidence and arguments. *Psychological Review, 103*, 773-780.

- Kamijo, K., Nishihira, Y., Higashiura, T., & Kuroiwa, K. (2007). The interactive effect of exercise intensity and task difficulty on human cognitive processing. *International Journal of Psychophysiology*, *65*, 114-121.
- Kekoni, J., Hämäläinen, H., McCloud, V., Reinikainen, K., & Näätänen, R. (1996). Is the somatosensory N250 related to deviance discrimination or conscious target detection? *Electroencephalogram Clinic Neurophysiology*. *100*(2), 115-125.
- Kida, T., Nishihira, Y., Hatta, A., Wasaka, T., Taxoe, T., Sakajiri, Y.,, Takurou, H. (2004). Resource allocation and somatosensory P300 amplitude during dual task: Effects of tracking speed and predictability of tracking direction. *Clinical Neurophysiology*, *115*, 2626-2628.
- Kramer, A. F., Hahn, S., & Harrison, C. R. (1999). Aging, fitness and neurocognitive function. *Nature*, *400*, 418-419.
- Kramer, A. F., Martin-Emerson, R., Larish, J. F., & Andersen, G. J. (1996). Aging and filtering by movement in visual search. *Psychological Sciences and Social Sciences*, *51*(4), 201-216.
- Logie, R. H., Cocchini, G., Sala, S. D., & Baddeley, A. D. (2002). Is there a specific executive capacity for dual task coordination? *Neuropsychology*, *18*, 504-513.
- Luck, S. J., Geoffrey, F., Woodman, Edward, K. V. (2000). Event-related potential studies of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(11), 432-440.

- Mangun, G. R., & Hillyard, S. A. (1995). Mechanisms and models of selective attention. In: Rugg MD, Coles GHM (Eds.), *Electrophysiology of Mind: Event-Related Brain Potentials and Cognition* (pp.40-85). Oxford: Oxford University Press.
- Martina, P. Özgür, A. O., & Gereon, R. F. (2012). Aging-related changes of neural mechanisms underlying visual-spatial working memory. *Neurobiology of Aging*, 33, 1284-1297.
- McNamara, D. S., & Kintsch, W. (1996). Learning from text: Effects of prior knowledge and text coherence. *Discourse Processes*, 22, 247-287.
- Miller, B. L., & Cummings, J. L. (Eds.) (2007). *The human frontal lobes: Functions and disorders*. New York: Guilford Press.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
- Molteni, R., Wu, A., Vaynman, S., Ying, Z., Barnard, R. J., & Gomez-Pinilla, F. (2004). Exercise reverses the harmful effects of consumption of a high-fat diet on synaptic and behavioral plasticity associated to the action of brain-derived neurotrophic factor. *Neuroscience*, 123, 429-440.
- Mortimer, J. A. (1997). Brain reserve and the clinical expression of Alzheimer's disease. *Geriatrics*, 52 (Suppl. 2), S50-S53.
- Munneke, J., Heslenfeld, D. J., & Theeuwes, J. (2008). Directing attention to location in space

- results in retinotopic activation in primary visual cortex. *Brain Research*, 1222, 184-191.
- Naghavi, H. R., & Nyberg, L. (2005). Common fronto-parietal activity in attention, memory, and consciousness: Shared demands on integration? *Consciousness and Cognition*, 14(2), 390-425.
- Nithianantharajah, J., & Hannan, A.J. (2009). The neurobiology of brain and cognitive reserve: Mental and physical activity as modulators of brain disorders. *Neurobiology*, 89, 369-382.
- Nordahl, C. W., Ranganath, C., Yonelinas, A. P., Decarli, C., Fletcher, E., & Jagust, W. J. (2006). White matter changes compromise prefrontal cortex function in healthy elderly individuals. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(3), 418-429.
- Petten, C. V., Plante, E., Davidson, P. S. R., Kuo, T. Y., Bajuscak, L., & Glisky, E. L. (2004). Memory and executive function in older adults: relationships with temporal and prefrontal gray matter volumes and white matter hyperintensities. *Neuropsychologia*, 42(10), 1313-1335.
- Polich, J. (1996). Meta-analysis of P300 normative aging studies. *Psychophysiology*, 33(4), 334-353.
- Radák, Z., Kaneko, T., Tahara, S., Nakamoto, H., Pucsok, J., Sasvári, M.,Goto, S. (2001). Regular exercise improves cognitive function and decreases oxidative damage in rat brain. *Neurochemistry International*, 38(1), 17-23.

- Reuter-Lorenz, P. A., & Stanczak, L. (2000). Differential effects of aging on the functions of the corpus callosum. *Developmental Neuropsychology*, *18*(1), 113-137.
- Royall, D. R., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I., ... Coffey, C. E. (2002). Executive control function: A review of its promise and challenges for clinical research. A report from the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, *14*(4), 377-405.
- Salthouse, T. A. (2010). Is flanker-based inhibition related to age? Identifying specific influences of individual differences on neurocognitive variables. *Brain and Cognition*, *73*(1), 51-61.
- Sibley, B. A., & Etnier, J. L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Prdiatric Exercise Science*, *15*, 243-256.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1997). Working Memory: A view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, *33*, 5-42.
- Spirduso, W. W. (1975). Reaction and movement time as a function of age and physical activity level. *Journal of Gerontology*, *30*, 435-440.
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society* *8*(3), 448-460.
- Stern, Y., Albert, S., Tang, M. X., & Tsai, W. Y. (1999). Rate of memory decline in AD is

- related to education and occupation: cognitive reserve? *Neurology* 53, 1942-1947.
- Theeuwes, J., Belopolsky, A., & Olivers, C. N. L. (2009). Interactions between working memory, attention and eye movements. *Acta Psychologica*, 132(2), 106-114.
- Themanson, J. R., Hillman, C. H., & Crutin, J. J. (2006). Age and physical activity influences on action monitoring during task switching. *Neurobiology of Aging*, 27, 1335-1345.
- Tong, L., Shen, H., Perreau, V. M., Balazs, R., & Cotman, C. W. (2001). Effects of exercise on gene-expression profile in the rat hippocampus. *Neurobiology of Disease*. 8(6), 1046-1056.
- van Praag, H., Lucero, M. J., Yeo, G. W., Stecker, K., Heivand, N., Zhao, C.,... Gage, F. H. (2007). Plant-derived flavanol (-) epicatechin enhances angiogenesis and retention of spatial memory in mice. *The Journal of Neuroscience*, 27(22), 5869-5878.
- Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A.,...Knecht, S. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*. 87, 597-609.

附 錄

附錄一 實驗參與者同意書

實驗參與者同意書

本人在此聲明本人健康情形良好，本人願意參加由國立臺灣師範大學體育學系洪聰敏 教授及臺灣師範大學體育學系研究生 林韋儒 共同主持之研究。

這個研究主要在探討不同身體活動類型對於銀髮族認知功能的關係。實驗中我會被要求戴上電極帽收集腦波資料，我了解這些實驗器材對我身體並無危險，我將配合實驗者的說明執行一般的實驗作業，直到實驗完成為止。本實驗為做認知相關的電腦作業並收集腦波資料和填寫簡易智能量表 (MMSE) 以及七日身體活動回憶量表。我非常願意也非常誠意在實驗進行的過程中，盡全力參與及配合這個實驗。我知道我可以在實驗當中任何時候要求終止參與實驗。

底下我的簽名證明我已經閱讀並且同意本同意書之一切聲明。

實驗參與者簽名

日期

實驗者簽名

日期

研究計畫主持人

洪聰敏 教授

臺灣師範大學體育學系 競技與健身運動心生理學實驗室

臺北市和平東路一段 162 號

TEL: 0921-071526

E-mail: ernesthungkimo@yahoo.com.tw

共同主持人

研究生 林韋儒

臺灣師範大學體育學系 競技與健身運動心生理學實驗室

臺北市和平東路一段 162 號

TEL: 0933-575646

E-mail: hayasiju@gmail.com

日期 _____ 時間 _____ 參與者 ID _____

附錄二 實驗參與者基本資料

日期_____ 時間_____ 參與者 ID_____

實驗參與者基本資料

姓名：_____ 生日：_____年_____月_____日

住址：_____

電話：（住家）_____（行動電話）_____

緊急聯絡人：_____ 關係：_____ 電話：_____

運動情形：運動習慣：約每週運動 0~2次 3次以上

運動時間：約每次 30分鐘以下 30~60分鐘 60分鐘以上

持續時間： 6個月以下 6個月~1年 1~3年 3年以上

運動類型： 球類運動：_____

跑步 游泳 騎腳踏車

舞蹈、瑜珈、伸展 其他：_____

您目前是有在服用物：無 有（藥物名稱）：_____

您是否有抽菸：無 有（請說明一天抽幾包）：_____

您是否有喝咖啡：無 有（最近一次是何時）：_____

您是否有喝酒習慣：無 有（最近一次是何時）：_____

您是否曾經因頭部撞擊而昏迷過：無 有（何時）：_____

您是否有神經方面疾病：無 有（請說明）：_____

您是否有下列疾病：心臟病 高血壓 腎臟病 胸痛
糖尿病 氣喘 癌症 偏頭痛 精神性疾病

您自認健康情形：良好 普通 不佳

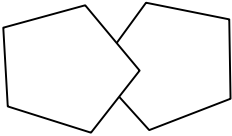
您昨晚睡眠情形：充足 不夠（請說明）：_____

您今天的精神狀況：良好 普通 不佳

附錄三 簡易智能量表 (Mini-Mental State Examination, MMSE)

簡易智能量表 (MMSE)

參與者 ID： _____ 姓名： _____ 日期： _____ 年 _____ 月 _____ 日

項目	情況描述
定向感 (共十分)	<input type="checkbox"/> 1分：今天是哪一年？ <input type="checkbox"/> 1分：現在是哪一月份？ <input type="checkbox"/> 1分：今天是幾日？ <input type="checkbox"/> 1分：今天是星期幾？ <input type="checkbox"/> 1分：現在是什麼季節？ <input type="checkbox"/> 1分：我們現在是在那一個縣、市？ <input type="checkbox"/> 1分：我們現在是在那一個鄉、鎮？ <input type="checkbox"/> 1分：這棟建築是做什麼用的？ <input type="checkbox"/> 1分：這裡的名稱或這裡是哪一科？ <input type="checkbox"/> 1分：現在我們是在幾樓？
記錄登錄 (共三分)	<input type="checkbox"/> 1分：樹木「牡丹」 請重複這三個名稱，按第一次複述結果計分， <input type="checkbox"/> 1分：剪刀「汽車」 最多只能重複練習三次；練習次數：__ <input type="checkbox"/> 1分：火車「石頭」
注意力與計算能力 (共五分)	<input type="checkbox"/> 1分：93 _____ 請從 100 開始連續減 7，一直減到 7 直到我說停(重複五次)。 <input type="checkbox"/> 1分：86 _____ 或請倒著念「台北市政府」 <input type="checkbox"/> 1分：79 _____ <input type="checkbox"/> 1分：72 _____ <input type="checkbox"/> 1分：65 _____
記憶 (共三分)	<input type="checkbox"/> 1分：樹木「牡丹」 請實驗參與者回想記錄登錄所記的三個東西。 <input type="checkbox"/> 1分：剪刀「汽車」 <input type="checkbox"/> 1分：火車「石頭」
語言 (共八分)	<input type="checkbox"/> 1分：(拿出手錶) 這是什麼？_____ 請說出名稱。 <input type="checkbox"/> 1分：(拿出原子筆) 這是什麼？_____ 請說出名稱。 <input type="checkbox"/> 1分：請複誦「白紙真正寫黑字」(台語)或「天生我才必有用」(國語) <input type="checkbox"/> 1分：請參與者看「閉上你的眼睛」，唸出並且照辦。 <input type="checkbox"/> 1分：請參與者聽指示做三個動作 請用右手拿這張紙 <input type="checkbox"/> 1分： 把紙折一半 <input type="checkbox"/> 1分： 然後放在地上 <input type="checkbox"/> 1分：請在紙上寫一句語意完整的句子。(含主詞動詞且語意完整的句子)
建構能力 (共一分)	<input type="checkbox"/> 1分：這裡有一個圖形，請在旁邊畫出一個相同的圖形。 <div style="text-align: center;">  </div>

總分： _____

施測者簽名： _____

附錄四 七日身體活動回憶量表

想請教您的是：有關您在過去七天中花在身體活動的時間，包括工作、做家事、整理庭院 / 陽台、交通，及您在娛樂、運動等活動中所花的時間。

就算您認為自己不愛動，也請您回答每一個問題。

一、您過去七天的身體活動與過去 3 個月的身體活動比較起來(請打勾)

1.比較多 2.比較少 3.差不多(請繼續)

二、請回想過去七天中，所有您做過的費力活動。這些活動會讓您的身體感覺費力，呼吸比平常喘很多，但請只考慮那些一次您至少會持續 10 分鐘以上的身體活動。例如跑步、上山爬坡、持續性的快速游泳(不含慢跑、玩水、泡水)、上樓梯、有氧舞蹈 / 運動、快速地騎腳踏車、打球(如網球單打、籃球、足球)、跳繩、重量訓練、搬運垂物(大於 17 台斤 / 10 公斤)、或者鏟土。

1、過去七天中，您有多少天有做費力的身體活動? _____ 天

2、您通常一天花多少時間在費力的身體活動上?

一天 _____ 小時 _____ 分鐘

沒有做費力的身體活動 → 請跳答問題三

三、回想過去七天中，您所有做過中等費力的活動。中等費力的活動表示：這些活動會讓您覺得身體有點費力，呼吸比平常喘些，但請只考慮那些您一次至少持續 10 分鐘以上的身體活動。例如：下山健走、用一般速度游泳、下樓梯、跳舞(不含有氧舞蹈、慢舞、國際標準舞或元極舞)、太極(不含外丹功)、用一般速度騎腳踏車、攜帶有點重的東西走路(如買菜、背、抱小孩。有點重是指 7.5-15 台斤 / 4.5-9 公斤：例如二包 A4 的紙、二瓶家庭號鮮奶、一個小玉西瓜、三個帶皮鳳梨、五公斤的米、三個紅磚頭、七瓶玻璃罐的台灣啤酒

或米酒、一箱 24 瓶易開罐飲料)、整理庭院 / 陽台、費力的家務(清洗窗戶、用手擦地、鋪床、手洗衣服、手工洗車)、或是網球雙打、羽毛球、桌球、排球、棒球?請不要將提輕物的走路算進去。

1、過去七天中，您有多少天有做中等費力的活動? _____
天

2、您通常一天花多少時間在中等費力的活動上?

一天 _____ 小時 _____ 分鐘

沒有做中等費力的活動 \Rightarrow 請跳答問題四

四、回想過去七天中、您花在走路上的時間有多久?包括工作、居家、和外出交通時的走路，以及您純粹為了娛樂、運動及休閒而花在走路(不含上下樓梯、爬山)上的時間。

1、過去七天中，您有多少天曾經走路持續 10 分鐘以上? _____
天

2、您通常一天花在走路上的時間有多久?

一天 _____ 小時 _____ 分鐘

沒有走路持續 10 分鐘以上 \Rightarrow 請跳答問題五

五、最後一個問題是：過去七天的工作天中，您坐著的時間有多久?請將工作、居家、做功課及休閒的時間都算進去，包括坐在桌前、打電腦、拜訪朋友、吃飯、閱讀、坐著或斜躺著看電視，但請不要將睡著的時間算進去。

1、過去七天的工作天中，您一天坐著的時間有多久?

一天 _____ 小時 _____ 分鐘

本問卷到此結束!謝謝!