

國立政治大學心理系研究所

碩士學位論文

運動類型與老年人作業轉換的關係

**The relationship between exercise types and
task-switch performance in elders: An event-related
potential study.**

研究生：戴志達

指導老師：洪聰敏

中華民國 102 年 01 月 11 日

中華民國臺北市

運動類型與老年人作業轉換的關係

戴志達

國立政治大學心理學系碩士班

摘要

目的：過去研究中已討論許身體活動對老年人認知功能上的改善，然而在運動類型上的著墨並不多。本研究主要想透過收及行為及腦波事件關聯電位資料探討不同的運動類型對老年人的認知執行控制功能中工作記憶、抑制及認知可塑性在改善程度上是否有差異。

方法：本研究共有 50 位 65-75 歲的老年人，依運動類型分為開放組(桌球)、閉鎖組(跑步)及控制組(無運動組)，研究作業採用作業轉換(task-switch)進行認知功能上的測量，腦波事件關聯電位資料採用 NeuroScan4.3 收集。

結果：發現有從事身體活動的組別反應時間較快及 p3 振幅較大；開放組在整體轉換成本上顯著比控制組低，然而閉鎖組則沒有。此外，在特殊轉換下之反應時間開放組顯著比控制組快，而閉鎖組接近顯著($p=.054$)。

結論：運動確實能在老年人身上看到增益執行控制功能的效果，然而開放性運動不但能達到與閉鎖性運動相同的效果，在較複雜的環境下，甚至有更好的效果出現。因此本研究認為老年人應當多從事運動行為，尤其是較具策略的開放性運動。

關鍵字：老年人，作業轉換，事件關聯電位

The relationship between exercise types and task-switch performance in elders: An event-related potential study.

Chih-Ta Dai

National Chengchi University

Abstract

Purposes: This study were to examine the relationship between physical activity and execution control function of older adults (65-75 yr) involving in different exercise types. We wanted to find the effect of physical activity by measuring behavior and ERPs data.

Method: Fifty participants were divided into three groups, open-skill group (18), closed-skill group (16), and control group (16). We used task switch paradigm and ERPs to evaluate the executive control.

Results: Our result found both open-skill and closed-skill group responded faster than the control group during global switch condition. In local switch condition, only open-skill group responded faster than control group.. We also found P300 was larger in open-skill and closed-skill group. However, there were no significant difference between open-skill and closed-skill groups.

Conclusion: We suggested that elders should take more exercises, especially open-skill exercise, which could help elders improve their executive control function more.

Keyword : Elders, Task-switch, ERPs

誌謝

經歷多般風霜，終於熬到了畢業階段，這邊首先要感謝指導老師洪聰敏老師、口委黃崇儒老師及張育愷老師給我的指導與鼓勵，使我能夠順利的畢業。實驗室許多同學及學長姐們的幫助也讓論文的寫作事半功倍，以下諸名列表，感謝大家的協助與支持：感謝陳泰廷學長的引薦，蔡侑蓉學姐的水果、餅乾、點心及飲料，陳冠甫同學的提案指導，林芄君同學的正確文獻，沈震學弟的代班，莊嵐雅學姐的開會，陳怜君學姐的幫買，陳怡潔阿姨的眼鏡，鄭名揚學長的相機，蘇人英學妹的通知，高士竣學長的自我監控，洪小雲學妹的紅豆餅，阿娘學妹的卡巴迪，杜雨龍學弟的金牌，老妹的以及小豬逼的發呆。需要感謝的人太多了，以上有遺漏者，我心中還是有掛念著你們的，只是限於篇幅，簡短表之。

半生學涯暫終止，一步兵營無盡期。未來也許還會有多舛的道路，隨著身邊夥伴們的鼓勵與支持，我相信我可以努力向上奮發不懈的完成夢想與目標。

目次

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目次	v
表次	vi
圖次	vii
第一章 緒論	1
第一節 問題背景	1
第二節 研究目的	7
第三節 研究問題與假設	7
第四節 研究範圍與限制	7
第五節 名詞解釋	8
第二章 文獻探討	11
第一節 老化對於大腦認知功能缺損及退化	11
第二節 身體活動對大腦認知神經機轉之影響	12
第三節 豐富環境因子對大腦認知功能之影響	15
第四節 身體活動中作業轉換與事件關聯電位腦波及轉換成本的關係	17
第五節 本章總結	19
第三章 研究方法	20
第一節 研究對象	20
第二節 實驗設計及研究架構	20
第三節 研究工具	21
第四節 實驗流程	22
第五節 資料處理與統計分析	23
第四章 研究結果	25
第一節 受試者之背景變項	25
第二節 行為資料分析結果	26

第三節 ERP 資料分析結果	29
第五章 討論與建議	35
第一節 討論	35
第二節 結論與建議	40
參考文獻	42
中文部分	42
英文部份	43
附錄	49
附錄一、研究參與者同意書	49
附錄二、『運動參與及類型對於銀髮族認知功能的影響』計畫	50
附錄三、MMSE 量表	51



表次

表 4-1	受試者背景變項之描述性統計	25
表 4-2	反應時間與準確率之描述性統計表	28
表 4-3	反應時間與準確率之變異數分析表	28
表 4-4	P3 振幅於整體轉換及特殊轉換之描述性統計表	30
表 4-5	P3 振幅於整體轉換及特殊轉換之變異數分析表	31
表 4-6	P3 潛伏期於整體轉換及特殊轉換之描述性統計表	32
表 4-7	P3 潛伏期於整體轉換及特殊轉換之變異數分析表	32



圖次

圖 3-1	研究架構圖.....	20
圖 3-2	作業轉換呈現圖.....	22
圖 4-1	整體轉換下三組反應時間之差異.....	27
圖 4-2	整體轉換成本三組間之差異.....	27
圖 4-3	特殊轉換下三組間之差異.....	30
圖 4-4	整體轉換下三組 P3 振幅之差異.....	30
圖 4-5	特殊轉換下三組 P3 振幅之差異.....	30
圖 4-6	整體轉換下三電極點之振幅與潛伏期之比較.....	33
圖 4-7	特殊轉換下三電極點之振幅與潛伏期之比較.....	34



第壹章、緒論

第一節 研究背景

由於醫療科技及生物技術日新月異的進步，老年人人口比例正在逐年升高，根據內政部資料顯示，台灣 65 歲以上的老年人口近十年持續上升成長，從 91 年的 203 萬人攀升至 101 年的 252 萬人(內政部戶政司，2012)。因此，高齡化的議題逐漸被大家重視及關心，關於老年人的健康生活也有愈來愈多的計劃及活動方案來推廣，以減緩老年人生心理上衰老及退化的速度。

在老年人生心理議題上，認知能力的退化是常被關注的其中一項。在認知主動控制功能方面，過去的研究中已經發現大腦認知主動控制功能會隨著年齡增長有大幅度的退化(West, 1996)。過去的研究裡發現，年齡會影響認知作業上反應的速度及時間，年紀越大反應速度越慢，所需要的時間也越長，且老年人的錯誤率也會較年輕人來得高(Bojko, Kramer, & Peterson, 2004; Gajewski et al., 2010; Hillman, Belopolsky, Snook, Kramer & McAuley, 2004; Hillman, Kramer, Belopolsky, & Smith, 2006; Hillman, Weiss, Hagberg, & Hatfield, 2002; Themanson, Hillman, & Curtin, 2006; Timothy et al., 1998)。Park 等人(2002)也發現，隨著年齡的增長，大腦認知如推理、記憶及訊息處理等功能會逐漸地下降，Raz(2000)也已經在大腦生理結構上面發現與認知退化相關腦區，如額葉、前額葉及海馬迴等等。Colcombe與Kramer(2003)的統合分析也整理出年紀的增長會使人們對刺激的反應時間變慢，Wayslyshyn 等人(2011)也從歷年文獻的統合分析中推論出較年長的人會在作業轉換上反應較慢。從上述的這些研究中我們可以推論出隨著年紀的增長，認知功能及反應也會隨之退化。

人類隨著時間的演化便會逐漸變老，老化是一個從生理機能退化以改變心理狀態的持續過程，腦部老化起因於生理上神經元的凋零，進而導致大腦認知功能的下降。然而，大腦中各個不同區域中的神經元凋零是有區域性的，而非整個大腦一起出現神經元退化。此外，老化也會導致神經樹突分支減少、樹狀脊密度降

低以及突觸可塑性減少，這些生理狀態都會影響大腦認知處理速度，最後使得認知資訊傳遞功能及效率的缺損 (Burke & Barnes, 2006; Zhu et al., 2011)。

除了神經元的退化，老化也有可能導致神經傳導物質分泌失調。過去研究發現，在額葉及前額葉的退化會使大腦認知功能下降，起因於多巴胺系統受到影響，導致訊息處理錯誤(Braver & Barch, 2002)。Colcombe與Kramer(2003)討論了大腦額葉區及前額葉區主要是操控短期工作記憶、判斷與計劃以及抑制執行控制，此二腦區的退化會使大腦神經網路之間的聯結減弱或消失，進而損害認知訊息上的整合及處理效率。除此之外，許多研究者也發現老化伴隨著大腦體積的萎縮，過去研究發現患有失智症的老年人在大腦左前額葉與左顳葉有較一般老人明顯的體積減少(Johnson & Saykin, 1999)。

老化會透過生理機制的改變而產生認知功能的衰退，因此如何減緩老化造成的影響就變成了眾所關心的議題。一般而言，在減緩老年人退化的議題上，除了透過飲食控制及醫療保健外，運動是最常被討論的方法之一。過去整合研究發現運動對心理層面的助益除了降低焦慮、憂鬱以及壓力外，還能提升樂觀積極的情緒、提升自尊以及促進認知功能等效果(Arent, Landers, & Etnier, 2000)。Churchill等人(2002)整理過去研究發現日常生活活動量較高的老年人在作業轉換認知測驗的得分上顯著高於日常生活活動量較低的老年人，他們也發現規律運動有助於認知功能的維持。Colcombe與Kramer(2003)的整合分析發現中上強度的有氧運動對認知能力有明顯的改善，尤其在較複雜且需要認知資源的作業上。Hillman、Kramer、Belopolsky及Smith與(2006)及Themanson、Hillman及Curtin(2006)的研究也發現身體活動較高的老年人在作業轉換上的表現較好，反應時間較快。美國運動醫學會(American College of Sports Medicine, ACSM)的報告中也提到，老年人進行中等強度以上的有氧運動，能讓心血管健康層面獲得良好的助益(American College of Sports Medicine, 2007)。Boucard等人(2012)也發現從事身體活動特別對於老年人在抑制功能上有好的效果，我們可以從上述研究推論運動可以對老年人

的執行控制功能帶來正面的效果。

除了透過行為資料(如反應時間等)來檢測運動帶來的效果外，近年來研究者在測量運動對於大腦認知活動的狀態常使用事件關聯電位(event-related potential, ERP)工具。ERP工具是一種高時間解析度的測量技術，透過外在的刺激來誘發腦波電位的變化進而觀察活動的腦區及現象。ERP工具的資料是經由測量時間面腦波段的振幅(amplitude)以及潛伏時間(latency)，以用於推測大腦不同腦區在處理訊息的過程中，各個時間片段所產生的認知功能表徵。高時間解析度的腦波ERP是測量認知訊息處理過程中，受動作成分汙染、影響最少的測量方法之一(Spirduso, Francis, & Macrae, 2005)。在ERP工具的成份當中，與運動相關且常被探討的腦波有P300(P3)。P3被認為是大腦中樞在注意力、記憶與環境更新的指標(Bharath et al., 2000; Bramon et al., 2005)。P3在刺激後大約300-700毫秒可測得正極之最大振幅，P3振幅反映接收刺激時注意力資源的分配(Bharath, Gangadhar, & Janakiramaiah, 2000)，P3潛伏期反映的是刺激的反應速度。

過去研究發現，較高的身體活動與ERP腦波的振幅與潛伏之間有密切的關係，一般認為較大的P3振幅與較小的P3潛伏期對執行控制功能反應著正面的影響(Jenna et al., 2008; Polich, 1996)，在過去使用不同認知作業的研究裡都有看到從事身體活動所帶來的效果。Polich與Lardon(1997)在oddball認知實驗中發現高有氧運動組(一週多於5小時)之受試者較低有氧運動組(一週少於5小時)於ERP的P3振幅較大，但在比較P3的潛伏期之兩組差異沒有顯著差異。McDowell, Kerick, Santa Maria,及Hatfield(2003)以P3來分析有無運動習慣的老年人，發現在相同的認知作業需求下，無運動習慣的老年人所動用神經資源的區域比有運動習慣的老年人來的大，表示沒運動習慣的老年人大腦萎縮的區域較大，並且工作效率也較差。Hillman、Kramer、Belopolsky及Smith與(2006)研究發現，高身體活動量的老年人P3振幅較低身體活動量者大，且P3潛伏期也較短。Phoenix等人(2009)發現有氧適能較高的老年人在執行認知作業時有較大P3振幅，表示有參與有氧運

動者能在執行作業時投入較多注意力資源。Keita與Yuji(2010)在年輕受試者之作業轉換認知實驗中發現，活動組(active group)較安靜組(sedentary group)的受試者在ERP腦波中的P3振幅較大。從上述研究可以發現，無論是年輕人或是老年人，有氧身體活動對於認知能力的助益是可以透過ERP的測量來進一步與行為資料相互驗證。

過去研究發現從事運動對人類執行控制功能上的助益來自於心血管血流量的增加與心肺適能的提升(Endres et al., 2003; Swain et al., 2003)，以及分泌大腦內的神經營養因子(brain-derived neurotrophic factor, BDNF)。Vaynman及Gomez-Pinilla (2005)整理過去研究發現較慢速踏步機類型的運動被證明會誘發比游泳更多的BDNF，並強化相關的神經突觸，進而增加認知上控制及抑制的能力，使認知能力有所改善。然而，所謂的運動並非只有一種型態，Schmidt及Wrisberg(2008)將運動類型依其不可預測性分為開放性運動及閉鎖性運動。開放性運動通常充滿著不確定的環境，需要更多的策略及思考來競爭求勝，如桌球、羽球；而閉鎖性運動則是重複進行著規律的運動，如跑步、一般有氧運動。過去研究的身體活動較多集中在有氧運動與耐力訓練運動的效果，較少去探討需要更多技能性的運動如桌球、羽球等，在大腦認知功能上是否有較大程度的助益。在討論不同運動類型的研究中，過去的研究裡還未有一個完整的樣貌及結論。在生理層面的研究上，Kleim等人(1998)發現當習得的運動技巧越複雜，越能增加小腦神經細胞之樹突及增強突觸連結密度，進而提升大腦認知功能及表現。

Gomez-Pinilla (1998)在老鼠的動物實驗中也發現習得技能較複雜的老鼠，所分泌的腦內BDNF也較多。在行為層面的研究上，Spirduso及Clifford (1978)以橫斷式的研究來比較參與網球運動及慢跑運動的老年人在認知作業中簡單反應時間與選擇反應時間的表現，結果發現從事網球運動的老人比慢跑運動的老人反應時間上均較快，這個結果可以推論網球運動需要更多的策略及思考，以致產生行為上的改變。然而，上述研究只有行為資料，還缺乏腦波ERP的資料來佐證。Lin、

Lin、Chen及Hung(2012)以橫斷式研究比較開放性運動和閉鎖性運動在Flanker測驗的腦波結果，發現開放性運動組在Flanker作業中不一致情境下的P3振幅顯著較大，且P3潛伏期較短，反應時間較快。洪小雲(2012)以縱貫式研究比較跳舞機運動組和跑走運動組在Flanker作業上的差異，發現跳舞機組的P3潛伏期短於跑走組及無運動組，顯示有策略性的運動能增進認知處理速度。過去的研究已證實了開放性運動在抑制功能上較閉鎖性運動組及無運動組好，然而還有其他與執行控制功能相關的機制未被探索，如工作記憶及認知可塑性。為了要了解開放性運動是否也能有效的提升其它層面的執行控制功能，本研究將採用作業轉換這個實驗方法。

作業轉換是探討執行控制功能中工作記憶、抑制能力及認知彈性所使用的典範之一，過去研究也發現它有一定的鑑別度，研究者能夠藉由測量反應時間、腦波內P3成分來分析受試者的工作記憶、認知可塑性、注意力分配及訊息處理速度，因此本研究以作業轉換為實驗操弄進行分析，以便對老年人認知功能做出探討及評估。作業轉換實驗主要分為兩個部分，第一個部份為同質性(homogenous)作業，在同質性作業中，實驗呈現只會出現一種規則，例如：比大小、單雙數，受試者只需要針對這些規則去進行反應即可。第二個部份為異質性(heterogeneous)作業，實驗呈現會出現兩種規則混合在一起，因此受試者需要更多的認知資源來進行調整及反應。作業轉換實驗中，整體轉換成本(global cost)主要測量受試者的工作記憶及主動控制的能力，特殊轉換成本(local cost)則測量其認知可塑性及轉換抑制的水平。研究者可以透過比較各組間兩種轉換成本來探討老年人在認知的主動控制上及轉換抑制上是否因運動而產生不同的轉變。本研究試圖從兩種轉換成本中探討不同類型的有氧運動是否能對老年人認知有不同程度的助益。

整理過去研究，我們發現過去與運動及老年人相關研究有主要四個不足的地方：一、過去研究較少探討與運動類型有關的議題，之前的討論大都著重於身體

活動量或是有氧運動的訓練，比較少探討到較有策略相關的開放性運動。二、過去少數討論到運動類型的研究中，僅有行為資料的結果，未加以腦波資料佐以證明，無法更精密的確定不同運動類型的效果(Kramer, 1999; Spirduso, 1978)。三、儘管近年以有針對老年人進行開放性運動上的研究，也在Flanker作業上得到行為及腦波資料的支持，然而對於除了抑制能力外其它執行控制功能的面向還沒有一個確定的研究結果，值得本研究詳加探討。四、過去在作業轉換及身體活動上的研究並沒有一個確切的結論，本研究也希望透過分析行為及腦波的結果來進一步探討及確定兩者間的關係。

統合上述所言，為了釐清過去研究不足之處，本研究將以橫斷式研究探討不同類型(開放性與閉鎖性)的運動對老年人執行作業轉換上表現的差異，藉透過分析行為資料及ERP中P3成份的資料來了解不同類型的身體活動對執行控制功能中工作記憶、抑制及認知可塑性上是否有能有所助益。本研究的開放性運動是以桌球運動為主，由於桌球是室內運動，對於老年人的安全負擔較小，較適合老年人進行；閉鎖性運動則是以慢跑運動為主要運動。本研究招募的老年人皆為慣用右手且65-75歲的健康個體，過去沒有相關腦神經上的疾病。根據美國運動醫學學會所建議之健康成人的運動量為每週3~5次、累積時間為30分鐘、每週運動3天及每次運動30分鐘 (ACSM, 2007)。此外，Colcombe and Kramer (2003)的統合分析的研究中發現，身體活動影響認知功能的主要因子包含運動介入長度、運動類型、每次訓練時間與參與者的性別等等。Angevaren等人(2008)的統合分析中也指出身體活動影響認知功能的因子包含：頻率、強度、持續時間、介入長度，尤上述統合分析可以看出，體適能介入的長度、運動的類型、每次訓練時間的長短以及參與者的性別以及頻率、強度都會影響認知功能。本研究選取參與者也依上述的研究發現進行挑選，以免運動的效果沒有被呈現出來。

第二節 研究目的

本研究試圖透過作業轉換認知實驗來探討在不同類型的運動中，是否開放性運動會較閉鎖性運動對於老年人的認知功能上，有更大的助益。此外，本研究也一併加入控制組進行比較，檢驗老年人在運動組是否如過去研究一般，較控制組有認知功能較佳的現象。

第三節 研究問題與假設

根據以上文獻，本研究問題主要有以下三項：

- 一、從事不同有氧運動類型的老年人在作業轉換表現中整體轉換成本與特殊轉換成本之反應時間及錯誤率是否有差異？
- 二、從事不同有氧運動類型的老年人在執行作業轉換實驗時，整體轉換與特殊轉換上事件關聯電位中 P3 腦波的振幅是否有差異？
- 三、從事不同有氧運動類型的老年人在執行作業轉換實驗時，整體轉換與特殊轉換上事件關聯電位中 P3 腦波的潛伏期是否有差異？

根據上述問題，本研究假設有以下三項：

- 一、從事不同運動類型的老年人在作業轉換表現中，桌球運動組相較閉鎖運動組與無規律運動組在整體轉換成本及特殊轉換成本的反應時間較短，且錯誤率也會相對較低。
- 二、桌球運動的老年人在執行作業轉換實驗時，整體轉換與特殊轉換上事件關聯電位 P3 的振幅大於閉鎖運動與無規律運動。
- 三、桌球運動的老年人在執行作業轉換實驗時，整體轉換與特殊轉換上事件關聯電位 P3 的潛伏時間短於閉鎖運動與無規律運動。

第四節 研究範圍與限制

本研究實驗對象總共 50 位老年人，分別從台北市桌球俱樂部、新北市永和區桌球老年人俱樂部以及台北市中正活動中心三地點進行樣本收樣，樣本經過

標準挑選後再進行實驗研究，收集其行為資料(反應時間)與事件關聯電位腦波資料。最後將資料用統計方法，對不同運動類型老年人的行為資料(反應時間)與事件關聯電位的影響進行分析，探討分析的結果。

本研究限制從工具、樣本及實驗內容三個面向來看，分別從下詳述：

一、工具限制：大腦認知功能作業和發展過程十分複雜，目前 ERP 研究工具尚未能窺見大腦的全貌，實驗者只能從腦波的一些線索如振幅、潛伏期或是腦區來推測認知行為，難免有不完善的部分，需要未來更進步的儀器來深入探討。

二、樣本的限制：樣本方面以下從年齡、地區以及訓練程度三項進行討論

1、年齡：一般老年人的定義是指年齡達 65 歲以上的人口，本研究的對象為 65 歲至 75 歲之間老年人，無法推論到更高齡的老年人。

2、地區：由於被挑選為研究對象的老年人皆為台北人，因此可能會因城鄉差距及地域背景而產生樣本偏誤。

3、訓練程度：在桌球訓練組裡的研究對象在桌球訓練的水平不全相等，在技巧水平上的差距可能會在行為資料及腦波資料產生影響，導致推論上的偏誤。

此外，由於本研究僅探討作業轉換表現上的差異，除了作業轉換所討論的議題外，對於進一步推論至其他認知層面的議題可能有所限制。

第五節 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，研究對象年齡範圍自 65 歲到 75 歲。

二、事件關聯電位 (event-related potentials, ERP)

事件關聯電位是透過給予內在或外在的刺激事件所誘發腦電位波形的變化來測量大腦認知神經功能的處理過程。一般事件關聯電位的資料判別是經由測量

特定時間面特定波段的振幅(amplitude) 或潛伏時間 (latency) 來推測大腦在訊息處理過程中各階段的認知功能表現。本研究探討的事件關聯電位成份主要以 P300 之振幅與潛伏時間為主要指標。

三、P300

P3 是指目標刺激後大約 300-700 毫秒，腦波呈現最大振幅的正向波峰，意指當個體在進行認知情境作業時，P3 可作為大腦中樞在注意力、記憶以及認知資源容量的指標(Bartholow et al., 2000; Coull, 2004)。過去研究發現，較大的 P3 振幅及較短的潛伏期，與大腦認知的正面面向有關。(Jenna et al., 2008)。

四、作業轉換實驗

作業轉換實驗主要分為兩個部分，一個部份為同質性作業，在同質性作業中，實驗呈現只會出現一種規則，例如：比大小、單雙數，受試者需要針對這些規則進行按鍵反應。另一個部份為異質性作業，實驗呈現會出現兩種規則混合在一起的狀況，因此受試者需要更多的心力及認知資源來進行調整及反應。這個實驗可以檢測受試者的工作記憶資源以及認知可塑性。

五、整體轉換成本(global cost)

整體轉換成本可以當作工作記憶中維持多樣作業處理的效率的一個指標，主要是在作業轉換實驗裡，比較異質性實驗的反應時間及同質性實驗的表現差異(Kray & Lindenberger, 2000)。整體轉換成本的計算方式為：在正確判斷的行為表現中，異質性實驗減去同質性實驗的平均反應時間數值(Themanson, Hillman & Curtin, 2006)。

六、特殊轉換成本(local cost)

特殊轉換成本可以當作認知彈性得一個指標，主要看是在異質性實驗裡，轉換作業及非轉換作業之間的表現差異，可以讓實驗者了解執行認知控制過程中處理的效果及效率(Rogers & Monsell, 1995; Meiran, 1996)。特殊轉換成本的計算方式為：異質性作業情境中，作業轉換與無作業轉換之平均反應時間相減所得

的數值(Themanson, Hillman & Curtin, 2006)。

七、身體活動

一般而言，身體活動是指骨骼肌收縮與伸展所產生的身體動作，所引起肌肉運動而消耗熱量的身體行為。通常身體活動量越高，其身體適能越好(Caspersen, Powell & Christenson, 1985)。



第貳章、文獻探討

本研究主要探討不同運動類型的老年人在作業轉換實驗上的影響，故本章之文獻探討主要分為下列五節：一、介紹老化對於大腦認知功能的影響，包含大腦的缺損及退化之原因。二、探討外在環境因子對老化認知功能的影響，特討豐富的环境刺激對於大腦神經的影響。三、身體活動對大腦認知神經機轉之影響，除了從過去研究探討運動對老人認知的影響，也進一步探討不同運動類型對老人認知的影響。四、從過去身體活動於作業轉換之事件關聯電位的相關研究，探討過去作業轉換的研究裡發現有關的ERP腦波資料。五、總結前述四節與本研究的相關，並進一步說明本研究的貢獻與目的。

第一節 老化對於大腦認知功能缺損及退化

老化是人生中必經的一個過程，隨著年紀的增長，身體與認知的功能都會隨之下降(Spirduso, Francis & MacRae, 2005)。在認知的部分，腦部細胞的複製及再生能力會逐漸衰退，進而造成認知功能減損。老化的原因一部分來自於大腦型態及功能的改變。大腦功能的衰退其中一個原因是粒線體(mitochondrial)的去氧核糖核酸(deoxyribonucleic acid, DNA)的損害。粒線體所產生氧氣容易有自由基的產生，而自由基被認為是影響老化的一個主要因素(Barja, 2004)。過去研究帕金森氏症(Parkinson's disease)病患大腦病變的狀況，發現病患主要是黑質緻密區的多巴胺神經細胞粒線體缺少，而造成無法調節運動功能以致行動不便無法正常生活(Samii et al., 2004)。此外，大腦神經樹突(dendritic trees)、突觸(synapses)、及神經傳遞物質(neuro transmitter)的數量及腦新陳代謝(metabolism)的活動也會減少。老化除了大腦神經退化之外，也會減少自我修補的能力，如年老的老鼠在海馬迴神經新生部分會失去運作功能(Shetty, Hattiangady, Rao, Shuai, 2011)。

近年來認知神經科學家使用不同工具來探討老化在大腦各腦區所產生的變化，其中包含了功能性核磁造影(functional magnetic resonance imaging, fMRI)、正離子斷層掃描(Positron emission tomography, PET)以及重覆性跨顱磁刺激

(Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation, rTMS)等腦照影工具。功能性核磁照影是利用磁振造影測量因事件而產生活化的腦區。當腦區活化時，活化區域的腦血流會改變，使得局部血液中的去氧與帶氧血紅素的濃度，以及腦血容積都會隨之改變。正離子斷層掃描則是透過放射性同位素經歷正電子放射衰變時所產生的亮點來觀測腦區活化的位置。重覆性跨顱磁刺激則是透過重覆性的磁脈衝來短暫的干擾大腦特定區域的功能，以了解不同大腦區域所掌控的認知功能。這些工具因為空間解析度高故常為認知行為的研究所用。

在過去的研究裡，fMRI 發現大腦額葉灰質隨著年齡而老化的萎縮速率最快 (Van Petten, Plante, Davidson, Kuo, & Bajuscak, 2004)，且在額葉的血流量也最少。在前額葉有也較低血流量和較差新陳代謝率 (Meltzer, Becker, Price, Moses-Kolko, 2003)。PET 的研究也發現老人額葉及前額葉區域的活動大幅度減少 (Kramer, Hahn, McAuley, 2000)。此外，過去 rTMS 干擾研究發現，老年人相較於年輕人在大腦受損區域範圍更大，顯示老年人在左右半腦皆有受損，而在年輕人上並未發現此現象 (Rossi et al, 2004)。

由上述過去研究可以發現，腦部因老化而造成的受損主要發生在額葉及前額葉區域，Raz(2000)及 Head 等人(2002)發現大腦退化主要的原因是皮質容量的退化，損失最大的區域在前額葉、聶葉及頂葉。Mosley(2002)等人發現大腦白質的完整性隨著年齡而下降，主要缺損的區位在前額葉。這些損傷可能與多巴胺系統退化有關。多巴胺系統失常會導致訊息處理過程產生錯誤，以致無法正確地回饋環境的訊息。如此一來，老年人在訊息處理及認知反應的環節上，便容易比年輕人有更多的遺漏及失誤。

第二節 身體活動對大腦認知神經機轉之影響

在關心老化的議題上，過去許多研究證實參與規律身體活動老年人其認知表現有顯著的增益，規律的身體活動增強了人體心肺適能，而心肺適能又是認知功能的一個調節因子，它影響了大腦血流量、大腦代謝率以及其它大腦神經生理機

制,使得老年人的認知功能會隨著心肺適能的優劣程度而有不同的影響(Barnes et al., 2003)。

過去研究發現中等強度的閉鎖性規律運動有助於心血管適能提升,促進工作肌肉傳送氧氣至心臟等,使心肺適能增加(American College of Sports Medicine, 2000)。Hillman, Weiss, Hagberg 與 Hatfield (2002)檢驗從事高低體適能組與控制組之老年人在 s1-s2-s3 認知決策作業的表現,發現在額葉區(Fz)、中央區(Cz)、頂葉區(Pz)上從事高和低體適能的老年人相較控制組老年人之 P3 潛伏期較短且 P3 振幅也較大。McDowell, Kerick, Santa 及 Hatfield (2003)以 P300 分析發現有規律運動習慣的老年人在相同的認知作業需求下所使用神經資源的區域比沒有運動習慣的老年人小,代表無運動習慣的老年人大腦萎縮的區域較廣泛,大腦神經功能的工作效率也較差。王影(2005)進行一個為期五年的老年人規律性運動縱貫研究,發現長期慢跑的老年人基礎心跳率較未規律運動老年人低,顯示中等強度的閉鎖性運動如慢跑有助於心肺適能的提升。Erickson 等人(2009)發現身體適能較好的老年人,左右腦海馬迴體積也較體適能較差的老年人大,且有較好的空間記憶能力(spatial memory ability)。

過去研究已經證實,心肺適能的改善會促進大腦血流量的增加及提升大腦代謝能力(Endres et al., 2003; Swain et al., 2003),並且改變大腦構造(Colcombe et al., 2003)。由於規律的身體運動改善了大腦生理機制及心血管循環,大腦腦內的神經營養等相關因子的濃度也會隨之提升(Vaynman & Gomez-Pinilla, 2005; Zheng et al., 2005)。BDNF 是一個大腦間神經傳遞的重要因子,它可以促進神經分化及軸突延長,使海馬迴(hippocampus)及腦皮質免於缺血性損害。除此之外,BDNF 還可以增加突觸的傳遞效率,因此腦部雖然隨著年齡老化而有神經生理上的退化,透過規律的運動也許可以增加 BDNF 濃度以減緩神經元的減損,並且維持或促進腦部的神經可塑性。BDNF 可增進神經元功能、促進神經生長與連結以提升突觸可塑性 (synaptic plasticity),並預防神經細胞老化與死亡(Cotman,

Berchtold, & Christie, 2007)。BDNF 對大腦皮質與海馬迴神經細胞產生神經保護作用，能夠有效抑制神經疾病之發病機制(Ahmed, Tessarollo, Thiele, & Mocchetti, 2008)。此外，閉鎖性運動會促使神經系統分泌改變情緒的神經傳遞物質 (neurotransmitter)，例如：正腎上腺素、多巴胺、腎上腺素和血清素的分泌，能夠影響動物或人的精神情緒狀態，進一步增進學習動機與認知功能。

儘管閉鎖性運動可以透過增進心肺功能間接影響認知功能，近年來研究者發現較具備開放性及開放性的運動較一般規律性運動更能有效增進認知功能，因為學習技巧及策略不斷修正會刺激大腦神經連結的產生，增強訊息的傳遞與儲備。研究者發現當習得的運動技巧越複雜，越能增強大腦神經細胞之樹突及突觸連結密度，進而提升大腦認知功能及表現(Kawashima & Koizumi, 2003)。Lees(2003)也提出像桌球之類的開放性運動，可訓練協調能力及反應能力並且提升對周遭環境的警覺性。石恆星和洪聰敏(2006)認為選擇富有開放性的運動類型或高挑戰性運動項目如桌球及網球對於腦部刺激有正面的益處，桌球是一含有豐富變化性的運動，所有的動作細節都考驗著運動者的反應速度，眼睛也必須專注於球旋轉的變化，並將策略不斷改變及修正以戰勝對方。因此桌球運動可以達到身體高活動量且在運動中同時運用大量的思考策略。此外，由於桌球運動花費需求並不高，且場地無論風雨皆可使用，非常適合一般老年人進行運動訓練。

綜合以上文獻，我們可以發現透過從事運動對於大腦認知有正面的幫助，無論是在年輕人或是老年人身上皆有發現正面的結果。然而，人們應該要從事哪些類型的運動，在過去並不算有一個完整的推論及結果。統合過去的研究可以得知，閉鎖性質的運動如有氧運動等對於認知功能有所幫助，然而統合更多的策略的開放性運動是否能達到和過去閉鎖性一樣或更佳的效果，是本研究以下探討的主題之一。

第三節 豐富環境因子對大腦認知功能之影響

當過去研究已經證實運動的效果，研究者便想了解是否從事何種運動皆能產

生相同的效果。過去 Schmidt 及 Wrisberg(2008)將運動類型依其特性分為開放性及閉鎖性，開放性運動面臨較多的策略及挑戰，也會接觸到許多不可預測因子，運動本身的環境性質較為豐富(如桌球、羽球)；而閉鎖性運動通常為一般的有氧運動，重複進行某些固定的動作及行為(跑步)。因此研究者試圖了解開放性運動所面臨的豐富環境，是否足以彌補老年人認知能力於年齡退化上的不足。

過去研究探討外在環境因子會間接影響大腦認知功能，在動物研究發現透過外在環境因子刺激會在神經結構上增生神經元樹突、膠質細胞、以及神經微血管，進而增進神經功能並減緩其老化(Rosenzweig & Bennett, 1996)；Gomez-Pinilla 及 Kesslak (1998)在老鼠的動物實驗中將老鼠分為一般活動組、學習活動組及安靜組進行 Morris 水上迷宮(Morris water maze)，一種空間記憶的作業(spatial memory task)，並觀察三組在海馬迴(HCP)，小腦(CB)，大腦皮質尾側 (CCX)，前額葉皮質尾側 (FCX)以及中央皮質尾側 (MCX)等六區下鹼性纖維母細胞生長因子(bFGF)及纖維細胞成長因子-2(FGF-2)的濃度。研究發現學習活動組的老鼠所分泌的腦內因子如 bFGF 及 FGF-2 較另外兩組多，尤其在海馬迴這個區塊。

Klntsova、Dicksonb、Yoshidab 及 Greenough(2004)將老鼠分為三組，特技組(acrobatic motor skill learning condition, AC)，活動組(motor activity condition, MC)以及控制組(inactive social-only control, SC)。研究將在七天及十四天進行 BDNF 及其接受器(receptor)TrkB 蛋白質(TrkB protein)於小腦分子層及運動皮質上濃度的觀察。結果發現，在小腦分子層上前七天 AC 組及 MC 組的 BDNF 濃度皆有上升；但到 14 天後只剩 AC 組的還有上升，而 MC 組的沒有；TrkB 蛋白質兩組前七天與 BDNF 一樣皆有上升，然而後來便降回控制組水平。在運動皮質上，AC 在 14 天後 BDNF 跟 TrkB 蛋白質都有顯著上升，而 MC 只有 BDNF 上升，TrkB 蛋白質卻沒有。這個研究也顯示了策略性的學習運動與一般的有氧運動在神經生理上的結果是有所不同的，尤其在大腦分泌 TrkB 蛋白質的部份。Cao 等人(2010)將老鼠分別放在豐富環境刺激的籠子與單純環境的籠子進行比較，結果

發現即便單純籠子的老鼠身體活動量較豐富環境組高，但腦組織中 BDNF 的濃度提升幅度依然低於豐富環境中的老鼠。Zhu 等人(2011)在老鼠實驗中，將 64 隻老鼠分成四組，以手術控制分為有血栓組、有血栓加豐富環境組、無血栓組以及無血栓加豐富環境組於手術完後 28 天進行 Morris 水上迷宮，結果發現給予老鼠豐富環境(enrich environment, EE)可以使老鼠的腦血栓有回復效果，使其原本受到腦血栓所降低的認知表現被回復。此外，該研究也發現控制組放入豐富環境一樣有增進認知表現的效果，研究者更進一步用 fMRI 發現控制組及腦血栓組中 EE 組老鼠之腦部結構也有回復改善的現象，大腦中磷酸化 CREB(pCREB)、突觸蛋白以及微管蛋白 2(MAP2)的密度也在豐富環境組看到的增長，這也證明了這些認知上的進步是有生理基礎上的改善。這項研究的發現顯示出將動物放在一個豐富刺激的環境中對其認知功能及認知可塑性是有正面影響的，且不論是疾病組或是控制組都一樣有增進的效果。從動物的研究中我們可以發現，策略性的環境或運動對大腦生理上的幫助都是顯而易見的，也因此本研究將豐富環境用於探討人類認知功能的研究於以下討論。

反觀策略性的開放環境對人類的效果，過去研究也在不同層面上有所發現。Whalley, Deary, Appleton 以及 Starr(2004)對此現象分析發現人生年輕階段若身體活動較多、生活形式較為動態、教育水準較高、職業工作較為複雜，會增加老年階段時大腦認知儲備(cognitive reserve)及工作記憶(working memory)的容量，使大腦有更多容量可以儲存訊息，以降低老年癡呆症的機率。Gajewski 等人(2010)將修車廠的工作人員 91 人分為青年組(平均年齡為 18-30，共 45 人)及老年組(平均年齡為 48-58，共 46 人)，依其工作性質將工作分為複雜作業(年輕人 22，老年人 23)及單純作業(23 年輕人，23 老年人)進行作業轉換的表現比較。結果發現較複雜作業的工作人員無論是在老年組或年輕組皆有較好的表現，且在腦波也有較好的呈現。Anderson-Hanley 等人(2012)探討不同運動環境對於提升 BDNF 之效果差異，該研究將 79 位老年人分別進行 12 週的介入，每週 3 次、每次 40 分鐘且

達到 60%HRR 的虛擬實境腳踏車運動與一般環境腳踏車運動，結果發現二種情境下的腳踏車運動皆能增加 BDNF 濃度，但虛擬實境腳踏車運動增加 BDNF 的程度又顯著高於一般環境腳踏車運動。這些研究可以支持上述的老鼠研究，讓我們推論複雜的環境下也能對人類產生較好的行為及腦波上的反應結果。

因此，本研究假設如果老年人能接受更多外在環境的刺激與學習訓練，較常進行複雜思考並嘗試解決問題，能夠強化神經元突觸的聯結、增加神經元數量、增長大腦工作記憶容量以及強化認知可塑性，以增進認知功能的表現。而本研究所著重的開放性運動正充滿了許多外在的不可預測性、策略性及競爭性，或許足以在生理上帶來上述所言的改善。

第四節 身體活動中作業轉換與事件關聯電位腦波及轉換成本的關係

在探討身體活動或是運動類型對於認知中各種執行控制的研究越來越多，過去也已經發現了部份運動類型在與抑制有關的Flanker作業上產生了不同的效果，尤其發現開放性運動組在抑制能力上無論是行為資料或是腦波ERP的結果皆會優於閉鎖性運動組(Lin, Lin, Chen, & Hung, 2012; 洪小雲, 2012)。研究發現，開發性運動組的反應時間，P3振幅及潛伏期皆有較閉鎖組快的結果，因此本研究想探討除了抑制功能外，其它執行控制功能的面向如工作記憶等是否會受運動類型的影響。而作業轉換正是可以同時測量工作記憶、抑制能力及認知可塑性等執行控制功能的實驗方法，因此本研究採用作業轉換當作測量認知表現的作業。

過去使用作業轉換來探討身體活動與執行控制功能的研究已有不少，然而目前沒有一個完全正面的結果，過去的研究依舊互有出入，因此本研究也希望能在這個議題上詳加探討(Hillman, Kramer, Belopolsky & Smith, 2006; Hawkes, 2012; Keita & Yugi, 2010; Themanson、Hillman, & Curtin, 2006; Scisco, Leynes, & Keng, 2008)。在過去的研究中，部分的學者有發現從事身體活動或者不同類型的身體活動在作業轉換的表現上有行為資料及腦波資料的改善，如Hillman、Kramer、Belopolsky以及Smith(2006)將年輕人(34人)與老年人(32人)分為兩組，其中再細分

為高身體活動及低身體活動共四組進行作業轉換實驗，並觀察其行為及腦波資料上的表現。結果發現年輕人比老年人反應較快，P3振幅較大，且有運動者的結果皆較好；Themanson、Hillman和Curtin(2006)在一項作業轉換認知實驗中將老年人受試者(32人)分為有氧運動組及無有氧運動組兩組，結果發現有氧運動組的老年人在整體轉換上發現顯著小於無有氧運動組，然而在特殊轉換成本上兩組卻沒有顯著差異，顯示在工作記憶上，有氧運動確實可以帶來助益。Keita與Yuji(2010)將40位年輕受試者分為活動組(20人)及安靜組(20人)進行作業轉換認知實驗，發現活動組的受試者反應時間顯著低於安靜組的受試者，且活動組的受試者ERP腦波中的P3振幅也較安靜組的受試者大，由此可知身體活動對執行控制功能是有幫助的。Hawkes(2012)進行一個橫斷式研究，將54位成年受試者分為參與太極拳(10人)及冥思加有氧運動組(16人)、有氧運動組(16人)及控制組(12人)進行作業轉換實驗，發現太極拳組在P3的振幅上顯住大於控制組，而有氧運動組則沒有。顯示出在有氧運動外額外加上對注意力有幫助的身體活動，在P3的反應較大，使人投入更多的注意力在認知作業上。

然而，過去也有研究發現身體活動或運動類型在作業轉換的表現上沒有顯著的效果。Kramer(1999)將受試者分為有氧運動及阻力運動兩組進行六個月的介入，並使用作業轉換測量其表現。結果發現阻力運動組的反應時間較有氧運動組來的慢，故推論阻力運動所帶來的效益較低。Scisco、Leynes及Keng(2008)將52位年輕受試者分為高體適能組(26人)與低體適能組(26人)進行作業轉換實驗，發現高低體適能的年輕人在P3的振幅及潛伏期與低體適能組皆沒有顯著差異，但是作業上有發現統計顯著，有轉換情境在P3的振幅較無轉換情境大，並且有轉換情境潛伏期較無轉換情境短。曾科達(2009)發現高低活動組的老年人在執行作業轉換時整體轉換成本與特殊轉換成本上皆沒有顯著差異，他也認為開放性類型的身體活動對於認知表現上沒有顯著的影響。這些結果使得本研究對於身體活動在作業轉換上的效果產生興趣，因此本研究也試圖透過收及行為及腦波資料來驗證是

否不同運動類型皆可以對與作業轉換有關之執行控制功能產生好的效益。

第五節 本章總結

整合上述文獻，儘管老年人隨著年齡的增長而產生大腦構造上的退化(如額葉、顳葉及頂葉等區域)是必然的，研究者依然試圖透過外在環境因子如飲食、藥物及運動來減緩它的退化，而運動介入通常是研究者及醫護相關機構較常使用的方法之一，研究也發現運動能夠較無副作用的改善老年人認知功能及恢復其認知彈性。

根據過去的研究，有氧運動較其它類型的運動更能在短期內有效的增進認知作業的表現，對老年人來說是較適當的運動介入。研究發現中等強度規律性的運動可以幫助心肺適能的提升，介以促進大腦血流量及新陳代謝，進而使認知功能獲得改善。此外，除了規律性運動，研究也發現較具開放性及開放性的運動能增強神經連結及誘發更多的 BDNF 而有更好的認知表現，由此可以推論開放性的運動較閉鎖性的運動為佳。過去的研究也使用過作業轉換實驗來進行認知能力的測量，發現有運動組比起無運動組的老年人在認知表現上較好，反應時間也較快。然而，目前並沒有研究使用作業轉換認知測驗進行開放性運動、規律性運動及無運動老年人認知功能上的比較，因此本研究將以作業轉換實驗測量老年人的反應時間、ERP 的 P3 潛伏期和振幅來探討不同運動類型對大腦認知產生的影響。

第參章 研究方法與步驟

本章將以五個部分闡述本研究之研究方法與步驟：第一節、研究對象，第二節、實驗設計及研究架構，第三節、研究工具，第四節、實驗流程，第五節、資料處理與統計分析。

第一節、研究對象

本研究對象取自於新北市永和桌球老人俱樂部會員、台北市長青桌球俱樂部及台北市中山運動中心。本研究分為兩種不同運動類型，開放性運動（桌球 32 位）及閉鎖性運動（38 位），加上控制組（23 位）共 93 位老年人，為了確定實驗參與者的同直性，本研究事先針對可能會影響老化的因素如年齡(65-75 歲)、教育背景、簡易智能量表(Mini Mental State Examination, MMSE)、基本資料（生活型態、身體的健康狀態、運動訓練經驗）、七日身體活動回憶問卷等加以控制。此外，所有受試者皆無腦部相關疾病史且慣用手皆為右手，視力水平皆為正常。受試者簽署實驗參與者同意書後，依據人口學背景變項進行配對，分出桌球運動組、閉鎖性運動組及控制組。以上前置作業節結束後，才進行腦波資料收集。

第二節、實驗設計及研究架構

本研究採橫斷實驗設計，所有受試者只進行一次實驗並測量腦波資料後便進行比較。本研究之獨變項為參與不同類型運動的組別，依變項為執行作業轉換之整體轉換成本、特殊轉換成本及事件關聯電位 P3 之潛伏期及振幅大小(圖 3-1)。

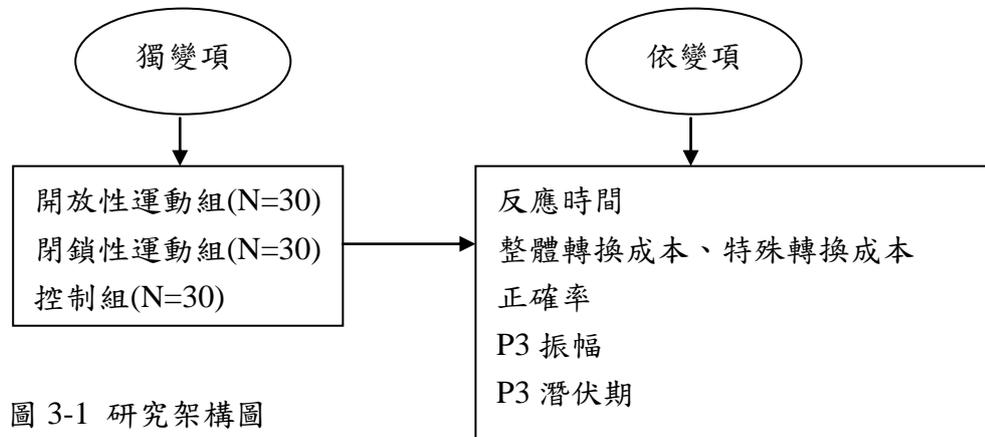


圖 3-1 研究架構圖

第三節、研究工具

本研究採可攜式多頻道腦波儀（硬體：NeuroScan NuAmps 放大器系統；軟體：Scan4.3 版記錄腦波）為心理記錄刺激器，記錄老年人從目標出現到作出反應的反應時間，頭皮電極位置採用國際 10-20 系統 (International 10-20 System) 之標準安置。本研究電極點設置為額葉區(Fz)、中央區(Cz)、頂葉區(Pz)，並以雙耳耳後乳突為參照電極，Fpz 位置為接地電極(Ground)。參與者的左眼電極點位於 VEOU、VEOL、HEOL 及右眼電極點 HEOR 為監控眼球肌電訊號 (electrooculographic, EOG)活動，以作為辨別所記錄之腦波是否受肌電干擾的參考依據。類比/數位轉換比率 (A/D rate) 設為 500 點/秒，高低頻率波範圍設為 0.1-30Hz，每個電極位置之頭皮電阻須小於 5k Ω 。

本研究採用簡易式智能量表檢測及身體活動時間回憶問卷做測驗，其他腦波記錄之周邊設備包含筆記型電腦、電極帽、平頭針、磨砂膏以及量尺及透氣膠帶等等。

本研究採用作業轉換認知作業，用以測量參與者之工作記憶容量及認知彈性與可塑性。作業轉換認知作業分為兩個部分，第一個部份為同質性作業，也就是所謂的單純作業(pure task)。在同質性作業中，螢幕只會出現一種數字邏輯規則，例如：比大小(比5大或小)、單雙數，受試者需要針對這些規則進行按鍵反應(按左或右)。另一個部份為異質性作業，也就是所謂的混合作業(mix task)，螢幕會出現兩種邏輯規則混合在一起的狀況。每個數字呈現時間兩秒，刺激間隔一秒測驗總共有三個階段，第一階段呈現數字比大小的刺激，第二階段呈現數字判斷單雙的刺激，第三階段混合前兩階段的刺激進行測試。在正式測驗實施前，實驗參與者先進行數次練習，受試者練習正確率達八成以上之後實施正式測驗。

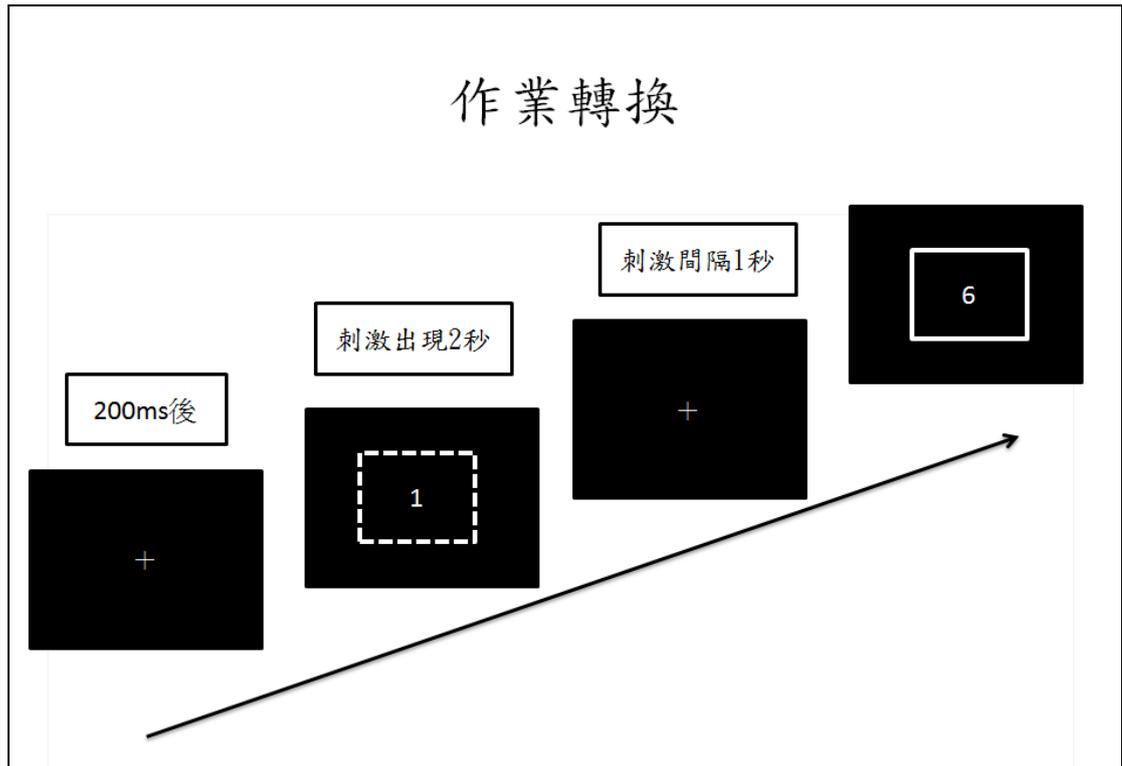


圖 3-2 作業轉換呈現圖(粗框比大小，細框比奇偶)

第四節、實驗流程

一、研究對象篩選

本研究對象採取於新北市永和桌球老人俱樂部會員、台北市長青桌球俱樂部及台北市中山運中心，運動組先以簡易智能量表檢測無認知功能損害(25 分以上)，再以七日身體活動回憶問卷篩選掉近三年每週從事運動 3 天以上且每次運動達 30 分鐘以上。控制組使用相同量表進行評估，無運動條件為半年內無從事任何中等強度運動，每週運動 3 次以下且 1 次運動時間少於 30 分鐘。如此一來得到開放性運動組 16 人，閉鎖性運動組 16 人以及無運動組(控制組)18 人，所有人皆無腦部相關疾病史且視力正常、均為慣用右手且當天無使用任何藥物，並簽屬實驗參與者同意書。

一、本研究在實驗參與者到實驗室後，向受試者說明本研究實驗目的及流程，先填寫實驗參與者同意書後，接著填寫基本資料(簡易智能量表、七日身體活動回憶問卷)，再開啟實驗說明檔給實驗參與者做詳細說明。

二、接著開始做清潔動作包括額頭、眼電位置、耳後乳突等部位，依據每個人所量的頭圍做定位點，再打腦波膠在每個電極點位置並確保腦波訊號品質後(電阻須小於 $5k\Omega$)，接著可以進行實驗說明。

三、進行腦波資料收集前，先調整受試者位置(距離螢幕水平位置70公分)及固定stim pad之位置，並以右手的食指(右pad)與左手食指(左pad)進行按鍵反應。在施測前先讓實驗參與者瞭解如何實驗操作，並確保實驗參與者瞭解整個研究操作後，再要求實驗參與者把眼睛注視螢幕正中間的十字，之後給予2次的作業轉換實驗練習至正確率答80%以上，確保實驗參與者瞭解實驗情境的過程，最後告知實驗參與者對特定作業做出相對應之正確反應，並盡可能以最快速度精確的完成每一次作業。正式測驗實施時，刺激呈現時間為2秒，參與者必須在刺激出現後3秒內反應，刺激出現間隔為1秒。每一次64個試作 \times 6組，總共384個試作。受試者每完成一階段的測試便休息2分鐘，測驗總時間約30分鐘，收集受試者之ERP腦波從刺激出現開始到執行按鍵反應結束。

第五節、資料處理與統計分析

一、資料處理

(一)、行為表現

離群值界定為反應時間低於 200 毫秒或超過 3000 毫秒未執行按鍵反應動作，視同該次反應失敗且不列入計分。

(二)、事件關聯電位分析

事件關聯電位腦波資料由 NeuroScan4.3 程式自動記錄並儲存，其內容主要針對 P3 的潛伏時間與振幅進行處理。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，因成份出現的時間是在一個區間內並不為一定值，故本研究之事件關聯電位選取的時間區間在於各成份波峰的總平均前後 100ms。

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。除此之外，因為腦波分段會受到眼動和其他偽訊干擾，我們利用以下處理程序校正和排除：1、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，2、篩選放棄無關的偽訊（包括：眼動偽訊、肌電偽訊和其他明顯異常的腦波訊號），3、腦波分段的時間為刺激出現前-100ms（使用基準線校正）至刺激出現後 1000ms、過濾 0.1Hz-30Hz band pass 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

本研究分析軟體為 SPSS 19.0 分析行為資料及腦波資料。首先受試者資料方面，以變異數分析在不同運動類型的簡易智能量表(MMSE)、七日回憶身體活動問卷檢驗(IPAQ)、年齡以及教育長度等等人口學變項上是否有顯著差異。其它資料以單變量統計方式進行分析：

- (一)、在行為表現資料方面，以單因子變異數分析運動類型三組整體轉換成本及特殊轉換成本。
- (二)、在腦波方面，以 3 \times 3 \times 2 三因子混和設計變異數分析比較三組不同運動類型參與者之不同腦區(Cz、Pz 及 Fz)在不同轉換情境(有轉換，無轉換)下，P3 振幅及潛伏時間的差異。
- (三)、本研究之統計考驗顯著水準為 $\alpha=0.05$ 。

第肆章 研究結果

本章將實驗收集來的資料經整理後由統計軟體 Spss 19.0 進行分析，分為以下三節描述：一、受試者之背景變項，二、行為資料分析結果，三、ERP 資料分析結果。

第一節 受試者之背景變項

本研究從收到的資料中，刪除行為資料有缺損及腦波檔受過度干擾的樣本後剩下開放組 16 人(9 男 7 女，平均年齡 69 歲)，閉鎖組 16 人(6 男 10 女，平均年齡 69.9 歲)以及控制組 18 人(2 男 16 女，平均年齡 69.6 歲)。三組受試者在 BDI($F=3.56, p=.03$)及 IPAQ 量表分數($F=4.37, p=.01$)上有顯著差異，在 BDI 分數上，控制組與閉鎖組大於開放組；在 IPAQ 量表上，開放組與閉鎖組大於控制組，表開放組與閉鎖組之身體活動確實大於控制組；而年齡、教育長度以及 MMSE 量表分數上三組則無顯著差異。(表 4-1)

由於 BDI 分數與本研究之依變項反應時間($r=.12, p=.37$)、準確率($r=.07, p=.60$)、P3 振幅($r=-.17, p=.23$)以及 P3 潛伏期($r=.02, p=.86$)之相關未達顯著，故在行為資料與腦波資料之變異數分析時不放入共變項內。

表 4-1 受試者背景變項之描述性統計

組別	開放組	閉鎖組	控制組	F/p
性別：男/女	9/7	6/10	2/16	
年齡	69.0(3.6)	69.9(3.6)	67.6(3.5)	
教育長度	10.7(2.8)	10.8(4.2)	13.2(3.5)	
BDI 量表分數*	1.6(1.8)	5.1(5.4)	6.7(6.5)	3.56/.03
MMSE 量表分數	27.7(1.2)	27.9(1.4)	27.9(2.3)	
IPAQ 量表分數*	2087.7(812.3)	2222.6(1265.3)	651.1(453.6)	15.44/.00

* $p<0.05$

註：表格中簡式智能檢測量表 MMSE 滿分 30，24 分以上為正常值；貝克憂鬱量表 BDI-II 滿分 63 分，0-13 分為正常值，14-19 輕度憂鬱，20-28 中度憂鬱，29-63 重度憂鬱

第二節 行為資料分析結果

本研究行為資料分析反應時間及準確率，於兩種轉換情境下描述，以組別(開放、閉鎖及控制組)X 情境(異同質或有無轉換)二因子混合設計變異數分析，如表 4-2 及表 4-3 所示。結果顯示，反應時間在整體轉換時有組別效果， $F(2,47)=3.08$ ， $p=.05$ ， $\eta^2=.11$ ，及情境效果， $F(1,47)=605.14$ ， $p=.00$ ， $\eta^2=.11$ ，表示組別間有差異且異質情境下反應時間長於同質情境，經事後比較發現控制組的反應時間顯著較閉鎖組， $t(32)=2.01$ ， $p=.05$ ，及開放組， $t(32)=2.22$ ， $p=.03$ ，長；在特殊轉換時也一樣發現有組別效果， $F(2,47)=3.33$ ， $p=.04$ ， $\eta^2=.12$ ，及情境效果， $F(1,47)=154.12$ ， $p=.00$ ， $\eta^2=.76$ ，表示有轉換情境所需的時間較無轉換來的長，經事後比較發現控制組的反應時間顯著較開放組長， $t(32)=2.39$ ， $p=.02$ ，與閉鎖組的差異則接近顯著， $t(32)=1.97$ ， $p=.054$ 。轉換成本的部分，於整體轉換成本發現控制組顯著大於開放組， $t(32)=2.14$ ， $p=.03$ ，與閉鎖組無顯著相關。此外，於反應時間下沒有任何的組別與情境之交互作用。(圖 4-1 至圖 4-3)

另外在準確率的部分，整體轉換， $F(1,47)=15.92$ ， $p=.00$ ， $\eta^2=.25$ ，與特殊轉換， $F(1,47)=37.25$ ， $p=.00$ ， $\eta^2=.44$ ，的情境主效果達顯著差異，表示情境的操弄有效果。除此之外，沒有其他的因子或交互作用達顯著差異。

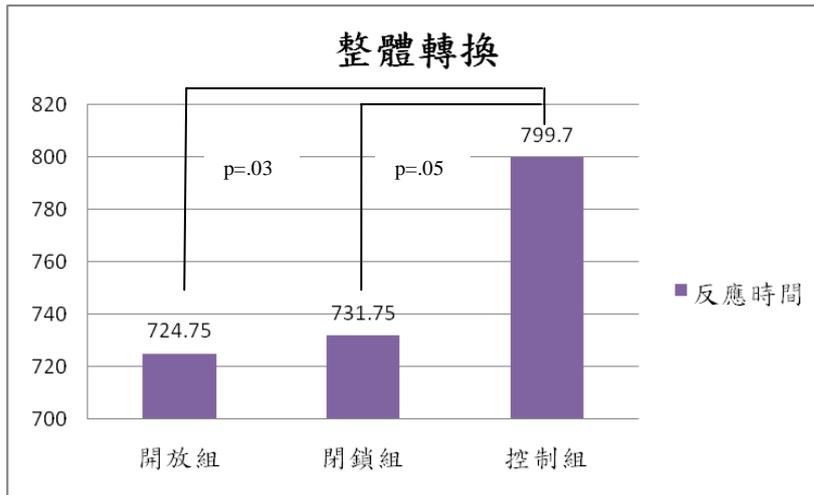


圖 4-1 整體轉換下三組反應時間之差異

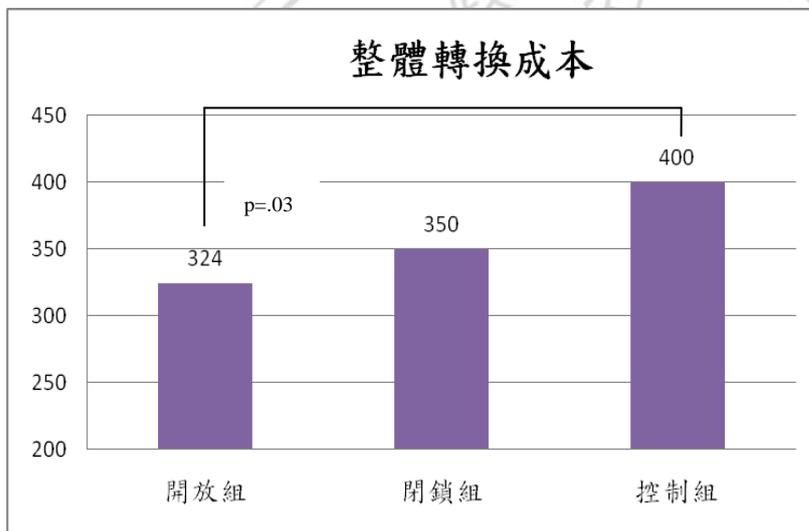


圖 4-2 整體轉換成本三組間之差異

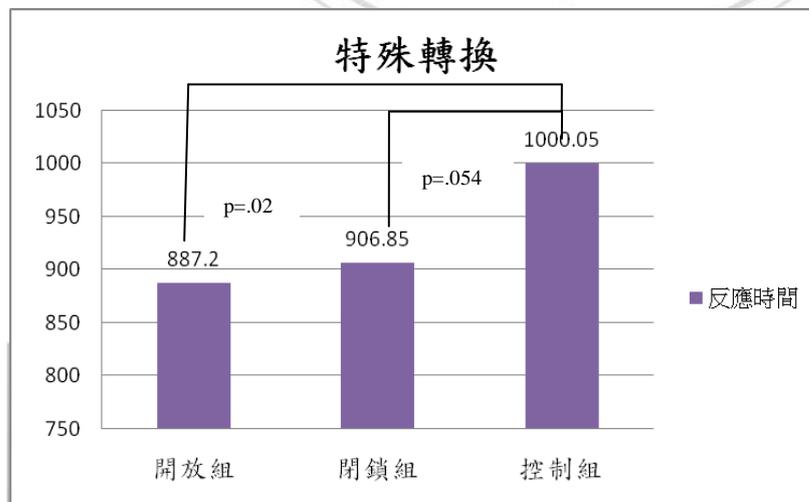


圖 4-3 特殊轉換下三組間之差異

表 4-2 反應時間與準確率之描述性統計表

	整體轉換			特殊轉換		
	異質性	同質性	整體成本	有轉換	無轉換	特殊成本
反應時間						
開放組	887.2(44.9)	562.3(17.5)	324.8(31.7)	953.9(48.5)	820.5(42.8)	133.3(17.6)
閉鎖組	906.9(28.4)	556.6(16.4)	350.2(20.4)	967.3(33.6)	846.4(25.5)	120.8(17.9)
控制組	1000.1(25.9)	599.3(20.6)	400.8(22.5)	1055.0(29.5)	945.1(24.2)	109.8(15.3)
準確率						
開放組	0.91(.01)	0.94(.00)	-.03(.01)	.89(.01)	.92(.01)	-.03(.00)
閉鎖組	0.91(.01)	0.94(.00)	-.03(.01)	.89(.01)	.92(.01)	-.03(.00)
控制組	0.90(.01)	0.93(.00)	-.02(.01)	.88(.01)	.92(.01)	-.04(.01)

表 4-3 反應時間與準確率之變異數分析表

依變項	因子	F/p	LSD 事後比較
反應時間	整體轉換	組別	3.08/0.05* 異質情境下 控制組>閉鎖組, t(32)=2.01, p=.05* 控制組>開放組, t(32)=2.22, p=.03*
		情境	605.14/0.00** 異質>同質
		組別 X 情境	2.41/0.1
	特殊轉換	組別	3.33/0.04* 控制組>閉鎖組, t(32)=1.97, p=.054 控制組>開放組, t(32)=2.39, p=.02*
		情境	154.12/0.00** 異質>同質
		組別*情境	0.49/0.61
轉換成本	整體轉換	組別	2.41/.01 控制組>開放組, t(32)=2.14, p=.03*
	特殊轉換	組別	0.49/.61
準確率	整體轉換	組別	0.18/0.83
		情境	15.92/0.00** 有轉換>無轉換
		組別 X 情境	0.07/0.92
	特殊轉換	組別	0.02/0.97
		情境	37.25/0.00** 有轉換>無轉換
組別 X 情境	0.03/0.96		

* p<0.05 **p<0.01

第三節 ERP 資料分析結果

本研究以組別(開放、閉鎖及控制組)X 情境(異同質或有無轉換)X 電極點(Fz、Cz 及 Pz)之三因子混合設計分析 ERP 資料。本節將 ERP 資料中 P3 振幅及潛伏期之分析結果，如同行為資料一樣分為整體轉換及特殊轉換進行描述。圖 4-1 與圖 4-2 為各種情境下三個電極點之 P3 振幅及潛伏期。

一、P3 振幅

P3 振幅的部份如同表 4-4 及 4-5 所示，在整體轉換下發現有組別的主效果， $F(2,47)=6.04$ ， $p=.00$ ， $\eta^2=.20$ ，及情境 X 電極點的交互作用， $F(2,47)=3.40$ ， $p=.03$ ， $\eta^2=.06$ 。組別的主效果經 LSD 事後比較發現控制組的 P3 振幅顯著小於閉鎖組， $t(32)=2.91$ ， $p=.00$ 及開放組， $t=3.04$ ， $p=.00$ 。情境 X 電極點的交互作用經分析後發現於異質情境下，Cz 的 P3 振幅顯著小於 Fz， $t(98)=4.44$ ， $p=.00$ 及 Pz， $t(98)=2.46$ ， $p=.01$ 。

在特殊轉換下發現有組別， $F(2,47)=3.80$ ， $p=.02$ ， $\eta^2=.13$ 及電極點， $F(2,47)=7.76$ ， $p=.00$ ， $\eta^2=.14$ ，的主效果。組別的主效果經 LSD 事後比較發現控制組的 P3 振幅顯著小於閉鎖組， $t(32)=2.58$ ， $p=.01$ 及開放組， $t(32)=2.12$ ， $p=.04$ 。電極點的主效果經 LSD 事後比較發現 Cz 的 P3 振幅顯著小於 Fz， $t(98)=4.56$ ， $p=.00$ 及 Pz， $t(98)=2.39$ ， $p=.01$ 。

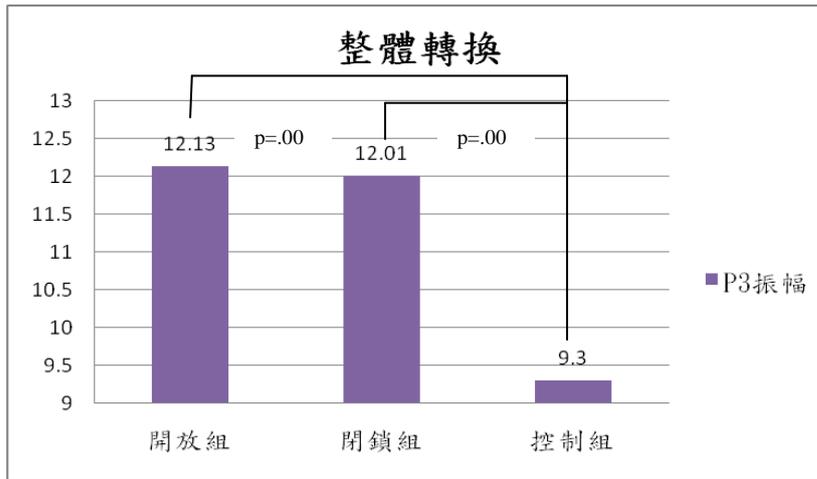


圖 4-4 整體轉換下三組 P3 振幅之差異

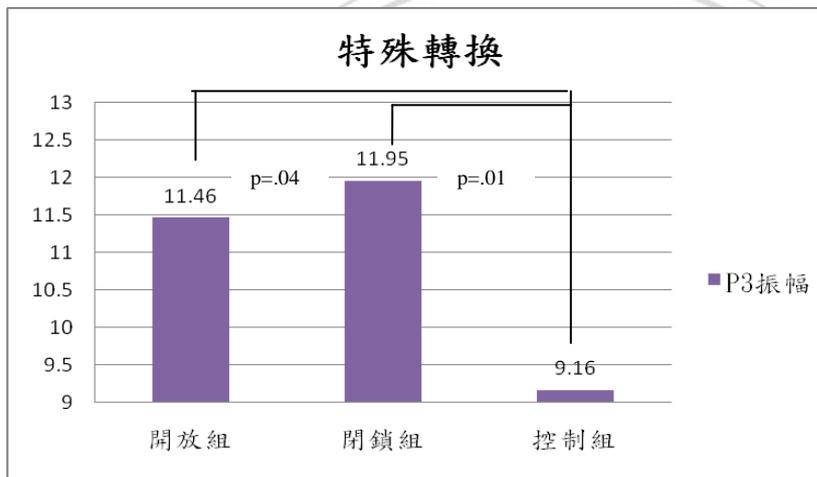


圖 4-5 特殊轉換下三組 P3 振幅之差異

表 4-4 P3 振幅於整體轉換及特殊轉換之描述性統計表

整體轉換						
P3 振幅	異質性			同質性		
	Fz	Cz	Pz	Fz	Cz	Pz
開放組	11.8(.85)	10.8(1.1)	11.8(1.0)	13.5(1.1)	12.4(1.0)	12.5(.89)
閉鎖組	13.9(.92)	10.8(.92)	11.2(.77)	12.7(.82)	11.0(.75)	12.5(.75)
控制組	9.7(.79)	8.1(.77)	9.6(.94)	8.7(.99)	9.1(.81)	10.6(.75)

特殊轉換						
P3 振幅	有轉換			無轉換		
	Fz	Cz	Pz	Fz	Cz	Pz
開放組	11.8(.86)	10.7(1.2)	11.7(1.1)	11.8(.87)	11.0(1.1)	11.8(.96)
閉鎖組	13.8(.87)	10.4(.94)	11.0(.73)	13.9(1.0)	11.3(.93)	11.3(.83)
控制組	9.9(.94)	8.7(.96)	10.3(1.1)	9.6(.78)	7.5(.69)	9.0(.81)

表 4-5 P3 振幅於整體轉換及特殊轉換之變異數分析表

依變項	因子	F/p	LSD 事後比較	
P3 振幅	整體轉換	組別	6.04/0.00** 閉鎖組>控制組(t=2.91, p=.00) 開放組>控制組(t=3.04, p=.00)	
		情境	1.94/0.16	
		電極點	4.93/0.00**	
		組別 X 情境	0.80/0.45	
		組別 X 電極點	1.43/0.23	
		情境 X 電極點	3.40/0.03* 異質情境下 Fz>Cz (t=4.44, p=.00) Pz>Cz (t=2.46, p=.01)	
		組別 X 情境 X 電極點	2.32/0.62	
		特殊轉換	組別	3.80/0.02* 閉鎖組>控制組 (t=2.58, p=.01) 開放組>控制組 (t=2.12, p=.04)
			情境	0.24/0.62
			電極點	7.76/0.00** Fz>Cz (t=4.56, p=.00) Pz>Cz (t=2.39, p=.01)
組別 X 情境	2.20/0.12			
組別 X 電極點	1.84/0.12			
情境 X 電極點	0.69/0.50			
組別 X 情境 X 電極點	2.15/0.08			

二、P3 潛伏期

P3 潛伏期的部份如同表 4-6 及 4-7 所示，在整體轉換下發現情境 X 電極點的交互作用， $F(2,47)=4.22$ ， $p=.01$ ， $\eta^2=.08$ ，進一步分析後發現在異質情境下，Fz 的 P3 潛伏期顯著小於 Pz， $t(98)=2.01$ ， $p=.05$ ；在同質情境下，Fz 的 P3 潛伏期顯著小於 Cz， $t(98)=3.70$ ， $p=.00$ ，及 Pz， $t(98)=-3.01$ ， $p=.00$ 。在特殊轉換下發現電極點， $F=3.01$ ， $p=.05$ ， $\eta^2=.06$ ，的主效果，經事後比較發現 Fz 的潛伏期顯著小於 Pz， $t(98)=2.04$ ， $p=.04$ 。

表 4-6 P3 潛伏期於整體轉換及特殊轉換之描述性統計表

整體轉換							
		異質性			同質性		
P3 潛伏期		Fz	Cz	Pz	Fz	Cz	Pz
開放組		488.8(12.0)	496.4(15.2)	496.8(12.8)	499.7(18.1)	539.3(25.7)	511.0(20.4)
閉鎖組		458.3(8.7)	476.4(10.0)	480.1(11.5)	448.8(9.3)	484.8(11.4)	493.8(13.3)
控制組		480.7(16.0)	483.1(13.7)	498.2(20.0)	463.8(14.3)	514.6(25.7)	495.7(21.1)

Local switch							
		Switch			NonSwitch		
P3 潛伏期		Fz	Cz	Pz	Fz	Cz	Pz
開放組		482.1(10.1)	488.7(15.1)	489.8(15.1)	495.6(19.1)	504.1(14.5)	503.7(13.4)
閉鎖組		460.1(14.3)	474.2(12.6)	482.0(11.9)	456.5(10.0)	478.5(10.6)	478.3(12.5)
控制組		477.1(15.2)	473.2(16.6)	495.0(21.8)	491.0(19.2)	498.1(16.9)	509.6(22.5)

表 4-7 P3 潛伏期於整體轉換及特殊轉換之變異數分析表

依變項	因子	F/p	LSD 事後比較	
P3 潛伏期	整體轉換	組別	2.69/0.07	
		情境	0.80/0.37	
		電極點	8.34/0.00**	
		組別 X 情境	0.28/0.75	
		組別 X 電極點	0.57/0.68	
		情境 X 電極點	4.22/0.01*	異質情境下 Fz<Pz (t=2.01, p=.05)
		組別 X 情境 X 電極點		同質情境下 Fz<Cz (t=3.70, p=.00)
				Fz<Pz (t=-3.01, p=.00)
	特殊轉換	組別	0.67/0.61	
		情境	0.87/0.42	
		電極點	3.01/0.05*	Fz<Pz (t=2.04, p=.04)
		組別 X 情境	0.83/0.45	
		組別 X 電極點	2.60/0.11	
		情境 X 電極點	0.51/0.72	
		組別 X 情境 X 電極點	0.43/0.64	

整體轉換

異質性

同質性

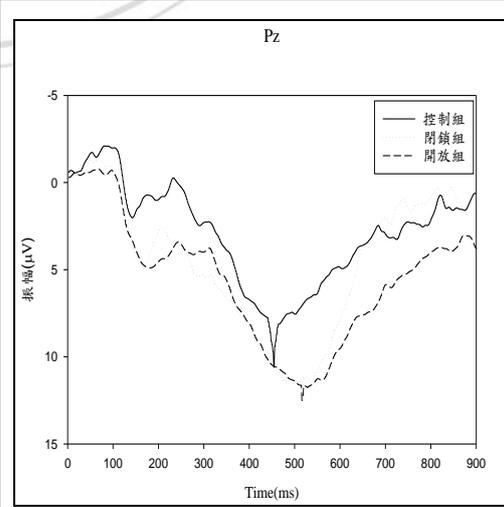
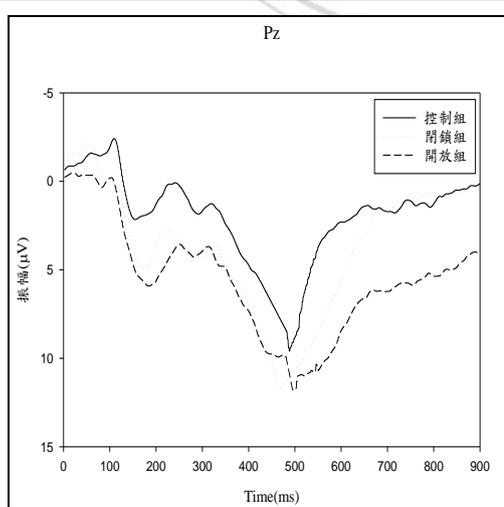
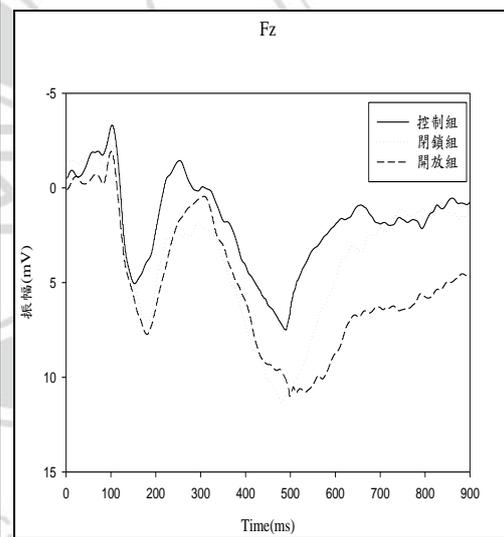
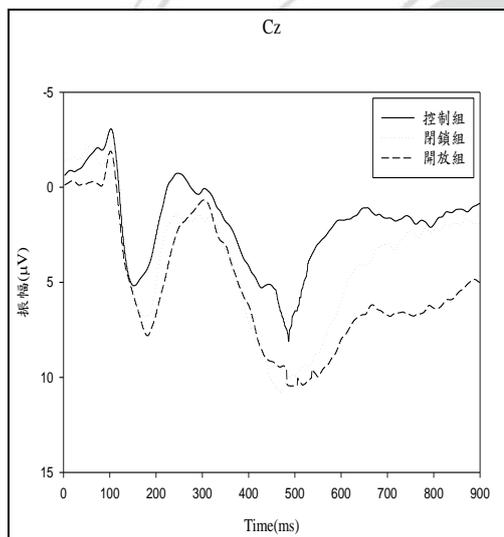
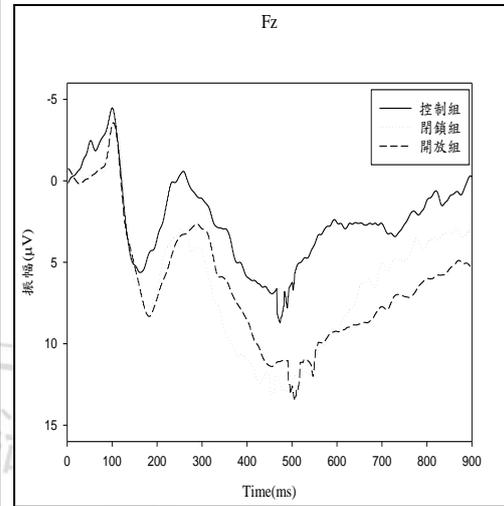
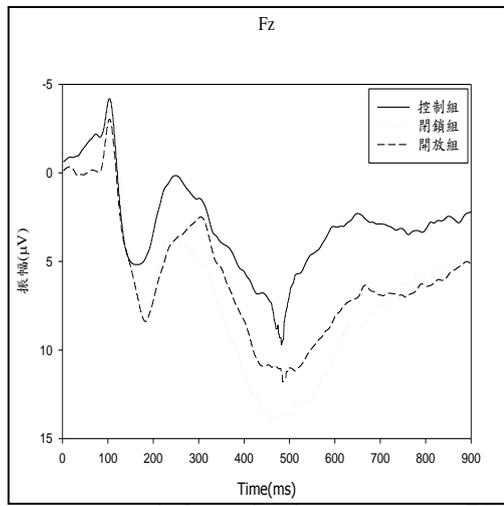


圖4-6 整體轉換下三電極點之振幅與潛伏期之比較

特殊轉換

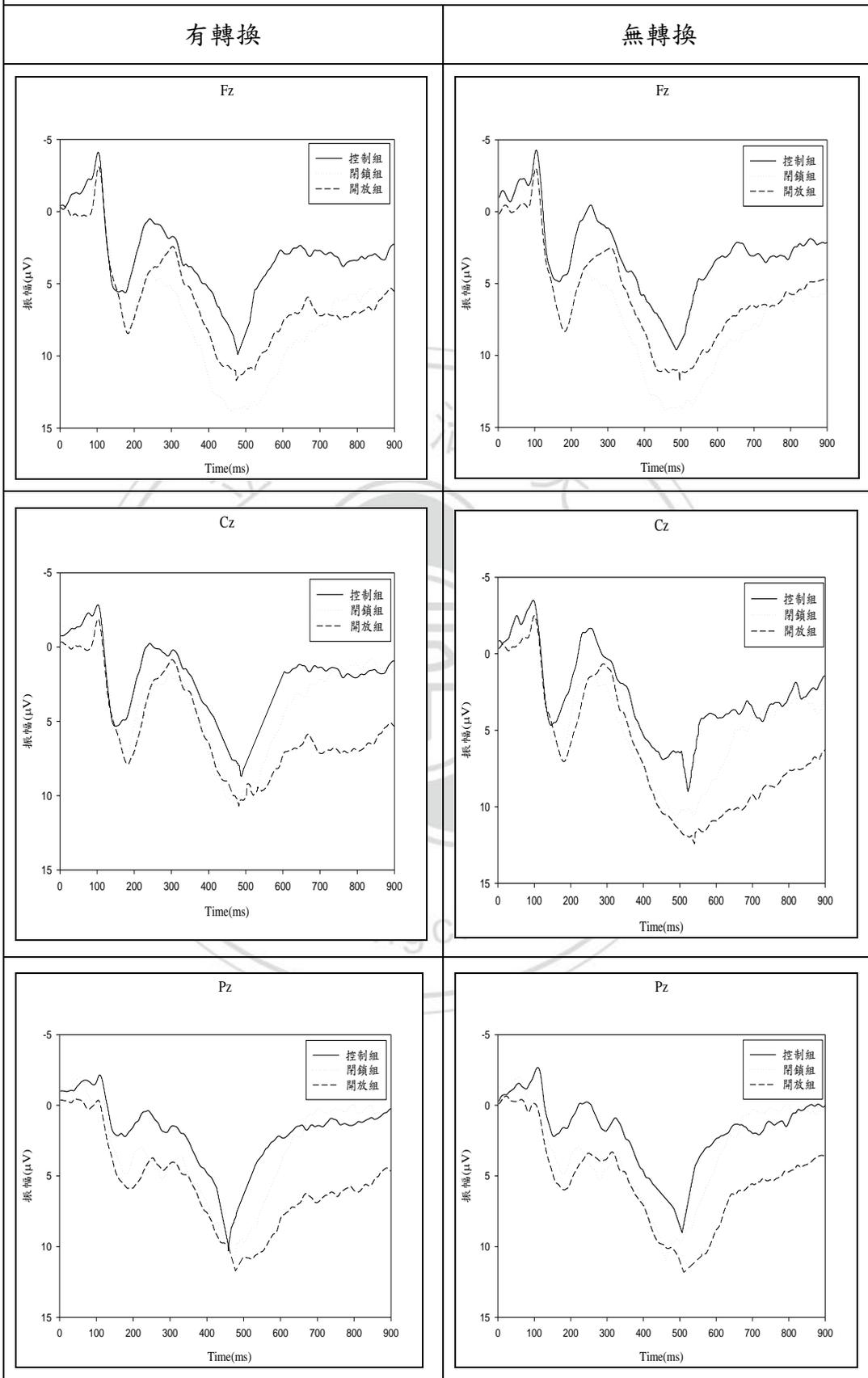


圖4-7 特殊轉換下三電極點之振幅與潛伏期之比較

第五章 討論與建議

本章依研究分析結果一一進行討論，並與之前文獻之發現互相比較及檢驗，最後給予未來研究一些建議。

第一節 討論

本節將行為資料及腦波 ERP 資料分兩段進行分析，並將結果與過去的文獻進行比較及討論。

一、行為資料

行為資料的討論以下分為反應時間及準確率兩個部分，分別討論整體轉換及特殊轉換下的結果。

(一)、反應時間

1、整體轉換

在反應時間的部分，本研究於整體轉換下發現了組別與情境的主效果。組別的主效果上，開放組及閉鎖組的反應時間於異質及同質兩情境下皆顯著較控制組快，這個結果與 Hillman、Kramer、Belopolsky 及 Smith(2006)的研究一致。Hillman、Kramer、Belopolsky 及 Smith(2006)將老年人分為高低身體活動兩組，以橫斷式研究檢驗兩組間執行作業轉換的差異，結果發現高身體活動組的老年人反應時間較快。本研究認為這起因於身體活動所帶來生理上的改變，如腦血流量、腦代謝率(Barnes et al., 2003; Endres et al., 2003; Swain et al., 2003)、大腦體積增加(Colcombe et al., 2003)、神經連結及突觸密度(Kawashima & Koizumi, 2003)，進而使得老年人的表現有所提升。此外，由於運動分泌了許多的腦內化學因子，如多巴胺、血清素及正腎上腺素等等，可能也間接的提升了參與身體活動老年人的心理狀態，使得生理及心理上皆有所改善，而使執行功能上產生進步。

在作業間的整體轉換成本上，本研究發現開放組的整體轉換成本顯著較控制組低，然而閉鎖組卻沒有顯著差異，此結果與 Themanson、Hillman 及 Curtin(2006)有部分相同之處。Themanson、Hillman 及 Curtin(2006)發現高身體活動量的老年

人在整體轉換成本上有顯著的較低，且在異質情境下差異更大，顯示運動所帶來的效果會提升老年人執行功能中工作記憶的能力，尤其是在更需要認知資源的作業情境下。而本研究發現開放性運動組也有提升工作記憶的效果，反而是閉鎖組沒有達到顯著差異。此外，在異質性的情境下可以看出效果更為明顯，這說明了參與較具策略性的運動在工作記憶的儲存及負荷上或許較閉鎖性運動更具有幫助。

在情境的部分，與過去研究相同皆發現異質情境的反應時間大於同質情境，表示作業的複雜性確實影響到老年人判斷上的速度(Hillman, Kramer, Belopolsky & Smith, 2006; Themanson, Hillman, & Curtin, 2006)，也與過去年輕人的研究一致(Keita, & Yuji, 2010; Scisco, Leynes, Keng, 2008)。

2、特殊轉換

在特殊轉換下本研究同前面一樣發現了組別及情境之主效果。組別部分開放性運動組之反應較控制組快，但閉鎖組只有接近顯著差異($p=.054$)，整體而言有參與運動的老年人表現依然較好，與 Hillman、Kramer、Belopolsky 及 Smith(2006)的結果一致，然而在本研究額外發現開放組的效果較佳。本研究認為開放組較有效果的原因可能由於開放性運動本身是一個豐富的刺激環境，改善了老年人的生理機制，使老年人足以應付較複雜的情境(Zhu et al., 2011)。由於開放性運動需要更多的思考及策略，因此產生較多的 BDNF，進而發現正面的認知效果。開放性運動的額外效益在過去文獻中也有支持，從過去的研究發現，較豐富的環境或較複雜學習的運動所帶來的腦內因子如 bFGF、FGF2(Gomez-Pinilla & Kesslak, 1998)、TrkB 蛋白質(Klintsova, Dicksonb, Yoshidab, & Greenough, 2004)、BDNF(Anderson-Hanley, 2012; Cao, 2010; Klintsova, Dicksonb, Yoshidab, & Greenough, 2004)，會較一般有氧運動組多。也因此本研究的發現有過去生理研究的支持，呼應了生理與行為上的結果。

此外，在特殊轉換成本上，三組之間沒有看到顯著差異，與過去 Themanson、

Hillman 及 Curtin(2006)的研究一致，本研究認為這個結果是因為控制組之老年人在有轉換情境與無轉換情境的表現皆太慢，使得兩者相減的數值過小，因此沒有發現轉換成本上的差異，但我們依然可以從特殊轉換的反應時間之差異推斷有參與身體活動的老年人(開放組及閉鎖組)確實能提升執行控制功能中抑制的能力。

整體而言，我們可以發現無論是整體轉換或是特殊轉換下，有參與身體活動的組別反應時間皆較快，顯示運動確實對老年人的執行控制功能有帶來好的影響。然而，運動兩組間(開放組及閉鎖組)彼此則無任何顯著差異，閉鎖組及開放組沒有顯著差別的原因可能是因為開放組所參與的運動並非一般性的有氧運動，對於心血管適能或大腦血流等等的提升有限。然而由於開放性運動需要透過思考及策略來進行競爭，可能因此產生額外的腦內化學元素，彌補了上述的不足。

(二)、準確率

在準確率上，不論是整體轉換或特殊轉換下，本研究皆只有發現了情境的主要效果，顯示異質情境下的反應準確率較同質情境來的低，且有轉換情境下也較無轉換來的低，這個結果與 Hillman、Kramer、Belopolsky 及 Smith(2006)的結果一致，顯示作業的難易度造成老年人判斷上的失誤。此外，也因為作業本身在不同情境下難易度清楚分明，故容易產生天花板及地板效應，因此在準確率上較不易看到組別效果。

從準確率的部分我們也可以證明，參與者並沒有因為準確率的取捨(trade-off)而造成在反應時間上的偏差，也可以證明反應時間的差別是來自於不同運動類型的差異。

二、ERP 資料

ERP 資料的部份以下分為 P3 振幅及 P3 潛伏期，由於整體轉換及特殊轉換之結果相近，因此合併兩狀況進行結果討論：

(一)、P3 振幅

P3 振幅的部份，本研究發現整體轉換及特殊轉換下皆有組別主效果及電極

點主效果。在組別的部分，本研究發現開放組及閉鎖組在兩整體或特殊轉換兩情境下之 P3 振幅皆比控制組顯著來的大，且開放組大的幅度較多。Hillman、Kramer、Belopolsky 及 Smith(2006)過去研究支持本研究結果，過去也發現高身體活動高的老年人 P3 振幅也較低身體活動者大，本研究更發現了開放性運動比控制組的顯著程度較閉鎖性運動高，也呼應了行為資料上面的差異。P3 振幅一般被視為注意力資源分配的指標(Polich, 1996)，因此運動組所產生較大的 P3 振幅可以推論從事身體活動的老年人會投注更多的注意力資源在執行控制的作業上，且從事開放性運動者會投注更多注意力在作業上。除了 Hillman 等人的研究外，Lin、Lin、Chen 及 Hung(2012)對於不同運動類型在 Flanker 作業中抑制功能上的研究在 P3 振幅上也有發現結果，與本研究結果雷同。

在電極點上，整體轉換於異質情境下發現腦區 Fz 及 Pz 的振幅會大於 Cz，而特殊轉換兩情境下 Fz 及 Pz 的振幅皆會大於 Cz，由於 Fz 反應了額葉及前額葉的腦波狀況，此兩處為協調及控制行動的腦區，因此振幅會較 Cz 來的大。而 Pz 為反應注意力分配的腦區，執行作業時所需控制的注意力分配較多，因此 Pz 也會大於 Cz。

(二)、P3 潛伏期

P3 潛伏期的部份，本研究沒有發現與組別相關的效果，過去研究只有在較複雜的情境下有發現高身體活動組較低身體活動組 P3 潛伏期較快(Hillman, Kramer, Belopolsky & Smith, 2006)，本研究推論沒有顯著的原因可能來自於不同老年人個體間反應的差異，由於 P3 潛伏期反應了知覺的訊息處理速度，容易受到個別差異所產生的影響。

此外，本研究發現了電極點上的差異。在整體轉換下，本研究發現同質情境下，Fz 的潛伏期短於 Pz；異質情境下，Fz 的潛伏期短於 Pz 及 Cz。而特殊轉換下，兩情境皆發現 Fz 潛伏期小於 Pz。以下將過去探討身體活動與老年人或身體活動與作業轉換之文獻進行整理及比較。

第二節 結論與建議

一、結論

儘管過去對於老年人在身體活動上的研究已有許多正面的證明，然而在與作業轉換相關執行功能的議題上還沒有一個一致的結果，對於運動類型的研究也少有著墨。本研究結果透過行為資料及腦波 ERP 資料證實了從事身體活動的老年人在執行控制功能中的工作記憶、抑制能力及認知彈性上會有所助益，也在 P3 振幅上發現支持的結果，但在 P3 潛伏期上本研究沒有發現組別上的差異。

除此之外，運動類型的部份我們發現除了過去研究常用的有氧運動外，較有策略的開放性運動也能達到與有氧運動一樣甚至更好的效果，過去的研究於運動類型的探討並不多，更少有在腦波上的證據，本研究結合行為資料及腦波資料將運動類型的討論更詳細且具體，也發現除了閉鎖性運動外，富有策略的開放性運動也是大有助益。本研究也將一改過去 Kramer(1999)認為阻力運動對老年人在作業轉換上表現沒有正面成效之推論，或許較有策略性的阻力運動對老年人作業轉換上的效益可以達到與一般有氧運動相同，甚至更好的效果。我們認為老年人為了減緩自身的退化及增加生活上的品質，應該規律且多方面的嘗試不同類型的運。

二、建議

本研究建議依研究方法、資料內容及樣本差異描述有以下四點，依議題順序討論如下：

- (一)、本研究由於是橫斷式研究，因此在樣本的選取及運動類型上的抽樣難免產生實驗誤差，進而在統計及結果上產生誤差，且對研究的結果也無法較不易進行追蹤及觀察。建議未來對此議題有興趣的學者可以進行前後測或是縱貫性質的研究，以彌補研究方法上的缺失。

- (二)、本研究缺乏一些受試者的基本資料，如 BMI 值、IQ 及 BDNF 基因等等，使某些推論無法得到完整的證實，於未來的研究應當詳加注意。
- (三)、本研究男女比例及 BDI 量表分數上略嫌失衡，未來研究應該於這些背景因素上多加注意，盡量平衡各組之間的差異，以免影響到分析的結果及統計的推論。
- (四)、由於近年來腦照影技術的進步，未來可以考慮採用如 fMRI 的精密的腦照影技術來檢驗不同類型運動的效果。



參考文獻

中文文獻

王影(2005)。慢跑對老年人心肺功能的影響。《**心血管康復醫學雜誌**》，14, 2，
104-105。

內政部戶政司(2012)。人口統計處 (近年各縣市人口年齡結構重要指標)。資料
引用自 <http://www.ris.gov.tw/37>。

石恒星、洪聰敏(2006)。身體活動與大腦神經認知功能老化。《**台灣運動心理學報**》，
8，35-63。

曾科達(2009)。從認知神經生理角度探討不同身體活動量與不同性別的老年人在
作業轉換表現之差異。未出版碩士論文，國立成功大學碩，台南市。

洪小雲(2012)。跳舞機運動介入對女性老年人大腦神經認知功能之影響。未出版
碩士論文，台北市立教育大學，台北市。

英文文獻

Ahmed, F., Tessarollo, L., Thiele, C., & Mochetti, I. (2008). Brain-derived
neurotrophic factor modulates expression of chemokine receptors in the brain.
Brain Research, 1227, 1-11. doi: 10.1016/j.brainres.2008.05.086.

Anderson-Hanley, C., Arciero, P. J., Brickman, A. M., Nimon, J. P., Okuma, N.,
Westen, S. C., . . . Zimmerman, E. A. (2012). Exergaming and older adult
cognition: A cluster randomized clinical trial. *American Journal of Preventive
Medicine, 42*(2), 109-119. doi: 10.1016/j.amepre.2011.10.016.

Anstey, K., & Christensen, H. (2000). Education, Activity, Health, blood pressure and
apolipoproteine as predictors of cognitive change in old age: a review.
Gerontology, 46, 163-177.

Arent, S. M., Landers, D. M., & Etnier, J. L. (2000). The effects of exercise on mood
in older adults: A meta-analytic review. *Journal of Aging and Physical Activity*,
8(4), 407-430.

- Barnes, D. E., Yaffe, K., Satariano, W. A., & Tager, I. B. (2003). A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, *51*, 459–465.
- Bartholow, B. D., Pearson, M. A., Dickter, C. L., Sher, K. J., Fabiani, M., & Gratton, G. (2005). Strategic control and medial frontal negativity: beyond errors and response conflict. *Psychophysiology*, *42*, 33-42.
- Bharath, S., Gangadhar, B. N., & Janakiramaiah, N. (2000). P300 in family studies of schizophrenia: review and critique. *International Journal of Psychophysiology*, *38*, 11.
- Bojko, A., Kramer, A. F., & Peterson, M. S. (2004). Age equivalence in switch costs for prosaccade and antisaccade tasks. *Psychology and Aging*, *19*, 226–34.
- Boucard, G. K., Albinet, C.T., Bugajska, A., Bouquet, C. A., Clarys, D., & Audiffren, M. (2012). Impact of physical activity on executive functions in aging: A selective effect on inhibition among old adults. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *34*, 808-827.
- Burke, S. N., & Barnes, C. A. (2006). Neural plasticity in the ageing brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *7*, 30-40.
- Cao, L., Liu, X., Lin, E. J., Wang, C., Choi, E. Y., Riban, V., . . . During, M. J. (2010). Environmental and genetic activation of a brain-adipocyte BDNF/leptin axis causes cancer remission and inhibition. *Cell*, *142*(1), 52-64. doi: 10.1016/j.cell.2010.05.029.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness : Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, *100*(2), 126-131.
- Churchill, J. D., Galvez, R., Colcombe, S., Swain, R. A., Kramer, A. F., & Greenough, W. T. (2002). Exercise, experience and the aging brain. *Neurobiology of Aging*,

23(5), 941-955.

Coffey, C. E., Lucke, J.F., Saxton, J. A., Ratcliff, G., Unitas, L. J., & Billig, B. (1998).

Sex differences in brain aging. *Archives of Neurology*, 55(2), 169-179.

Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Raz, N., Webb, A. G., Cohen, N. J., & McAuley, E., et al. (2003). Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(2), 176–180.

Colcombe, S. J., & Kramer, A.F., (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological Science*, 14, 125-130.

Colcombe, S. J., Kramer, A. F., Erickson, K. I., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N. J., Webb, A., Jerome, G. J., Marquez, D. X., & Elavsky, S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101, 3316-3321.

Dustman, R. E., Emmerson, R. Y., Ruhling, R. O., Shearer, D. E., Steinhaus, L. A., Johnson, S. C., Bonekat, H. W., & Shigeoka, J. W. (1990). Age and fitness effects on EEG, ERPs, visual sensitivity, and cognition. *Neurobiology of Aging*, 11, 193-200.

Endres, M., Gertz, K., Lindauer, U., Katchanov, J., Schultze, J., Schrock, H., Nickenig, G., Kuschinsky, W., Dirnagl, U., & Laufs, U. (2003). Mechanisms of stroke protection by physical activity. *Annals of Neurology*, 54(5), 582–590.

Gajewski, P.D., Hengslter, J.G., Golka, K., Falkenstein, M. & Beste, C. (2011). The met-allele of the BDNF Val66Met polymorphism enhances task switching in elderly. *Neurobiology of Aging*, 32(2737), 7-19.

Gajewski, P. D., Wall, N. W., Schapkin, S. A., Erdmann, U., Freude, G., & Falkenstein, M. (2010). Effects of aging and job demands on cognitive flexibility assessed by task switching. *Biological Psychology*, 85, 187-199.

- Goldstein, J. M., Jerram, M., Poldrack, R., Anagnoson, R., Nikos, H. C., & Goodman, J. M. (2005). Sex Differences in Prefrontal Cortical Brain Activity During fMRI of Auditory Verbal Working Memory. *Neuropsychology*, 4, 509-519.
- Gomez-Pinilla, F., So, V., & Kesslak, J. P. (1998). Spatial learning and physical activity contribute to the induction of fibroblast growth factor: neural substrates for increased cognition associated with exercise. *Neuroscience*, 85(1), 53-61.
- Hawkes, T. D.(2012). Effect of the long-term health practices of Tai-Chi, Meditation and aerobics on adult human execution attention: A cross-sectional study (Unpublished doctoral dissertation). University of Oregon, Unite State.
- Head, D., Raz, N., Gunning-Dixon, F., Williamson, A., & Acker, J. D. (2002). Age-related differences in the course of cognitive skill acquisition: The role of regional cortical shrinkage and cognitive resources. *Psychology and Aging*, 17, 72-8.
- Hillman, C. H., Weiss, E. P., Hagberg, J. M., & Hatfield, B. D. (2002). The relationship to age and cardiovascular fitness to cognitive and motor processes. *Psychophysiology*, 39, 1 –10.
- Hillman, C. H., Kramer, A. F., Belopolsky, A. V., & Smith, D. P. (2006). A cross-sectional examination of age and physical activity on performance and event-related brain potentials in a task switching paradigm. *International Journal of Psychophysiology*, 59, 30-39.
- Kawashima, R., & Koizumi, H. (2003). *Learning Therapy*. Sendai: Tohoku University Press.
- Keita K., & Yuji T. (2010). Regular physical activity improves executive function during task switching in young adults. *International Journal of Psychophysiology*, 75, 304-311.
- Kleim, J. A., Swain, R. A., Armstrong, K. A., Napper, R. M., Jones, T. A., &

- Greenough, W. T. (1998). Selective synaptic plasticity within the cerebellar cortex following complex motor skill learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 69(3), 274-289.
- Klintsova, A. Y., Dicksonb, E., Yoshidab, R., Greenough, W. T. (2004). Altered expression of BDNF and its high-affinity receptor TrkB in response to complex motor learning and moderate exercise. *Brain Research*, 1028(1), 92-104.
- Kramer, A. F., Hahn, S., Cohen, N. J., Banich, M. T., McAuley, E., Harrison, & C. R. et al. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, 400(6743), 418-419.
- Kramer, F., Hahn S. & McAuley, E. (2000). Influence of aerobic fitness on the neurocognitive function of older adults. *Journal of Aging and Physical Acitivity*, 8, 379-385.
- Kray, J., & Lindenberger, U. (2000). Adult age differences in task switching. *Psychology and Aging*, 15, 126-147.
- Lees, A. (2003). Science and the major sports: A review. *Journal of Sports Sciences*, 21, 707-732.
- Marchal, G., Rioux, P., Petit-Taboue M. T., Sette, G., Travers, J. M., & Le Poec, C. (1992). Regional Cerebral Oxygen Consumption, Blood Flow, and Blood Volume in Healthy Human Aging. *Archives of Neurology*, 49(10),1013-1020.
- McDowell, K., Herick, S.E., Santa Maria, D.L., & Hatfield, B.D. (2003). Aging, physical activity, and cognitive processing: an examination of P300. *Neurobiology of Aging*, 24, 597-606.
- Meiran, N. (1996). Reconfiguration of processing mode prior to task performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 1423-1442, 4.
- Meltzer, C. C., Becker, J. T., Price, J. C., & Moses-Kolko, E. (2003). Position

- emission tomography imaging of the aging brain. *Neuroimaging Clinics of North America*, 13(4), 759-767.
- Mosley, M., Bammer, R. I., & Illes, J. (2002). Diffusion-tensor imaging of cognitive performance. *Brain and Cognition*, 50, 396-413.
- Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17, 299-320.
- Polich, J. (1996). Meta-analysis of P3 normative aging studies. *Psychophysiology*, 33, 334-353.
- Polich, J., & Lardon, M. T. (1997). P300 and long-term physical exercise. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 103, 493-498.
- Pontifex, M. B., Hillman, C. H., & Polich, J. (2009). Age, physical fitness, and attention: P3a and P3b. *Psychophysiology*, 46, 379-387.
- Raz, N. (2000). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: integration of structural and functional findings. In F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *The Handbook of Aging and Cognition* (pp. 1-90). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Rogers, R. D., & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology General*, 124, 207-231.
- Rosenzweig M. R., & Bennett E. L. (1996). Psychobiology of plasticity: effects of training and experience on brain and behavior. *Behavioural Brain Research*, 78, 57-65.
- Rossi, S., Miniussi, C., Pasqualetti, P., Babiloni, C., Rossini, P. M., & Cappa, S. F. (2004). Age-related functional changes of prefrontal cortex in long-term memory: repetitive transcranial magnetic stimulation study. *The Journal of Neuroscience*, 24, 7939-7944.

- Schaie, K. W., & Hofer, S. M. (2001). Longitudinal studies in aging research. In: J Birren, KW Schaie, eds. *Handbook of the Psychology of Aging. 5th Ed. San Diego, CA: Academic Press, 53–77.*
- Scisco, J. L., Leynes, P. A., & Keng, J.(2008). Cardiovascular fitness and executive control during task-switching: An ERP study. *International Journal of Psychophysiology, 69, 52-60.*
- Shetty, A. K., Hattiangady, B., Rao, M. S., & Shuai, B. (2011). Deafferentation enhances neurogenesis in the young and middle aged hippocampus but not in the aged hippocampus. *Hippocampus, 21, 631–646.*
- Spirduso, W. W., & Clifford, P. (1978). Replication of age and physical activity effects on reaction and movement time. *The Journal of Gerontology, 33(1), 26-30.*
- Spirduso, W. W., Francis, K. L., & MacRae, P. G. (2005). *Physical Dimensions of Aging.* Champaign, IL: Human Kinetics.
- Swain, R. A., Harris, A. B., Wiener, E. C., Dutka, M. V., Morris, H. D., Theien, B. E., Konda, S., Engberg, K., Lauterbur, P. C., & Greenough, W. T. (2003). Prolonged exercise induces angiogenesis and increases cerebral blood volume in primary motor cortex of the rat. *Neuroscience, 117, 1037–1046.*
- Themanson, J. R., Hillman, C. H., & Curtin, J. J. (2006). Age and physical activity influences on action monitoring during task switching. *Neurobiology of Aging, 27, 1335-1345.*
- Van Petten, C., 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 matters hyperintensities. *Neuropsychologia, 42, 1313-1335.*
- Vaynman, S., & Gomez-Pinilla, F. (2005). License to run: exercise impacts functional plasticity in the intact and injured central nervous system by using neurotrophins.

Neurorehabil. *Neurorehabil Neural Repair*, 19, 283–295.

Wayslyshyn, C., Verhaeghen, P., & Sliwinski, M. J. (2011). Aging and Task

Switching: A Meta-Analysis. *Psychology and Aging*, 26(1), 15-20.

Whalley, L. J., Deary, I. J., Appleton, C. L., & Starr, J. M. (2004). Cognitive reserve

and the neurobiology of cognitive aging. *Aging Research reviews*, 3, 369-382.

West, R. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive

aging. *Psychological Bulletin*, 120, 272-292.

Zheng, H., Liu, Y., Li, W., Yang, B., Chen, D., Wang, X.... Halberg, F. (2005).

Beneficial effects of exercise and its molecular mechanisms on depression in rats.

Behav. Brain Research, 168(1), 47–55.

Zhu, H., Zhang, J., Sun, H., Zhang, L., Liu, H., Zeng, X., Yang, Y., & Yao, Z. (2011).

An enriched environment reverses the synaptic plasticity deficit induced by

chronic cerebral hypoperfusion. *Neuroscience Letters*, 502, 71-75.



附錄一 受試者同意書

受試者 ID

實驗參與者同意書

本人在此聲明本人健康情形良好，並願意參加先生所主持之研究計畫。

此研究主要探討運動參與及類型對於銀髮族認知功能的效益。在每次實驗時，我將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傷害，我將配合實驗者的說明執行一般的實驗作業，直到實驗成功完成為止。本實驗為做認知相關的電腦作業並收集腦波資料。簡而言之，我非常願意也非常誠意在實驗進行的過程中，盡全力參與及配合實驗者的要求。

我知道在實驗進行當中，我有權力在任何時候要求終止參與實驗。

底下為我的簽名，證明我已經閱讀並遵守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

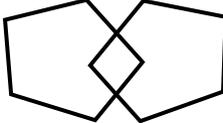
研究計畫人主持人：洪聰敏

地 址：106 台北市和平東路一段 162 號

電 話：0921-071-526

姓名：

日期： 年 月 日

項目	情況描述
定向感 (共十分)	<input type="checkbox"/> 1分：今年是哪一年？ <input type="checkbox"/> 1分：現在是那一個月份？ <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 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』 請病人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：請病人看「閉上你的眼睛」，唸出並且照辦。 <input type="checkbox"/> 1分：請病人聽指示做三個動作 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。 

總分： _____

施測者簽名： _____