

國立臺灣師範大學體育學系

碩士學位論文

單次有氧運動對大學男生前額葉氧合能力與執行控制之影響

研究生：邱麟翔

指導教授：方進隆

中華民國102年6月

中華民國臺北市

單次有氧運動對大學男生前額葉氧合能力與執行控制之影響

2013年6月

研究生：邱麟翔

指導教授：方進隆

摘要

前言：過去文獻指出規律有氧運動可以改善認知功能，但是單次有氧運動後腦部氧飽和能力與認知功能是否能同時維持較佳狀態，過去的研究較少。研究目的：一、比較單次30分鐘適度有氧運動前中後大學男生前額葉氧合能力的差異。二、比較單次30分鐘適度有氧運動與無運動後大學男生執行控制能力的差異。方法：招募32位大學男生（年齡18到22歲）為研究對象。每位受試者進行兩次測驗，一次從事單次中等強度腳踏車運動（55~60%保留心跳率）30分鐘，另一次為靜態休息30分鐘之控制情境。運動前中後（約運動後52分鐘）以近紅外線光譜儀（near-infrared spectroscopy, NIRS）測得受試者前額葉氧合能力包含氧合（oxyhemoglobin, HbO₂）、去氧（deoxyhemoglobin, HHb）、總血紅素差（total hemoglobin difference, Δ HbTot, 運動時或運動後減安靜時之總血紅素）與血紅素含氧差（hemoglobin difference, O₂Hbdiff, 是氧合血紅素減去氧血紅素的值）。於運動後10分鐘測量執行控制表現以（1）Stroop叫色測驗，（2）長期記憶與短期記憶，（3）Eriksen flanker task 為測驗項目。受試者之不同運動情境為相依A因子，前、中與後測驗時間點為相依B因子，氧合能力與執行控制為依變項，所得資料以二因子相依變異數分析與相依樣本t檢定分析。結果：（1）單次30分有氧運動過程與運動後（52分內）前額葉的 Δ HbTot與O₂Hbdiff顯著高於安靜值（ $p < .05$ ），（2）前額葉的 Δ HbTot與O₂Hbdiff於運動過程和運動後顯著高於控制情境（ $p < .05$ ），（3）Stroop色字測驗叫色色塊測驗（SC）反應時間於運動後顯著優於控制情境（ $p < .05$ ），其他執行控制能力則沒有顯著差異。結論：單次30分鐘適度有氧運動提高運動過程與運動後之 Δ HbTot與O₂Hbdiff與部分認知測驗的反應時間。

關鍵詞：近紅外線光譜儀、總血紅素、腳踏車運動、認知功能

Effects of Acute Aerobic Exercise on Cerebral Oxygenation and Executive Control of College Males

2013.6

Author: Lin-Hsiang Chiu

Advisor: Chin-Lung Fang

Abstract

PURPOSE: Previous research indicated that regular exercises could improve cardiopulmonary function and enhance cognitive function. However, there are few research has conducted to investigate the effects of acute aerobic exercise on cerebral oxygenation and cognitive functions simultaneously. The purposes of this study are: 1, to compare the differences of cerebral oxygenation before (base line), during and after 30-minutes-moderate acute aerobic exercise of college male students, 2, to compare the differences of executive control ability with and without acute aerobic exercise. **METHODS:** Thirty two healthy males, aged from 18-22 years old, are recruited as the subjects in this research. All the subjects are asked to come at 2 different occasions and randomly assigned for the experiments, one for 30 minutes cycling exercise with 55-60% HRR, and one for 30-minutes control rest trail. Before, during and after exercise (52minutes), the near-infrared spectroscopy (NIRS) is used to measure the cerebral oxygenation, including oxygenated hemoglobin (HbO_2), deoxygenated hemoglobin (HHb), hemoglobin difference ($\text{HbO}_2\text{-HHb}$) and total hemoglobin difference (ΔHbTot , the difference of total hemoglobin during or after exercise – resting value) at 2 occasions. The executive control abilities including (1) Stroop, (2) Free recall, (3) Eriksen flanker task are measured after acute exercise following 10 minute rest. The collected data are analyzed with correlated dependent ANOVA and dependent t-test. **RESULTS:** (1) The ΔHbTot and O_2Hbdiff of prefrontal cortex during 30-minute acute exercise and after exercise (within 52 minutes) are significantly higher than that of resting condition ($p < .05$), (2) The ΔHbTot and O_2Hbdiff of prefrontal cortex during exercise and after exercise are significantly higher than that of resting condition ($p < .05$), (3) the reaction time of stroop color test after acute exercise is significantly better than that of resting condition ($p < .05$), the other executive control tests are not significantly different between exercise and resting trials. **CONCLUSION:** The 30-minute-moderate aerobic exercise enhances the ΔHbTot and O_2Hbdiff of the frontal cortex during and after acute exercise and improves the reaction time of part of executive control tests.

Key words : NIRS, total hemoglobin, cycling exercise 、 cognitive function.

謝 誌

碩士論文終於告一段落了，從論文計畫到論文口試完成與修改非常感謝指導教授方進隆博士耐心與細心協助本實驗完成，更感謝口試委員國立體育大學李再立博士與本校洪聰敏博士，提供寶貴的建議使本實驗更加順利與完整。從碩士論文中學習到研究相關的方法與知識，實驗過程雖然辛苦但卻覺得相當充實。經歷過碩士論後，對於未來的研究將會有很大的助益，研究的熱誠更會持續延續下去。

本實驗需要感謝很多人的幫助，首先感謝 32 位受試者能順利完成實驗，因為沒有你們的配合就沒有辦法完成本實驗；感謝師大體育系提供實驗所需完整的設備與場地進行實驗；感謝師大所有運動生理學實驗室曾經幫助我的老師與研究生與熱心幫助我的人，有你們的幫助使我的實驗更加順利；感謝父母精神與經濟上的支持，協助我順利取得碩士學位。

 謹誌於

國立臺灣師範大學 體育學系研究所碩士班

中華民國 102 年 6 月

目次

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
謝誌.....	iii
圖次.....	vi
表次.....	viii
第壹章 緒論.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 問題背景.....	4
第三節 研究目的.....	5
第四節 研究範圍與限制.....	6
第五節 研究虛無假設.....	7
第六節 名詞操作性定義.....	8
第七節 研究的重要性.....	9
第貳章 文獻探討.....	10
第一節 何謂有氧運動.....	10
第二節 有氧運動對運動生理之影響.....	12
第三節 運動對大學生腦部氧合能力之影響.....	14
第四節 運動對認知功能之影響.....	16
第五節 本章總結.....	18
第參章 研究方法.....	19
第一節 實驗對象.....	19

第二節	實驗設計.....	20
第三節	實驗地點與日期.....	21
第四節	實驗流程與設計.....	22
第五節	實驗方法與步驟.....	23
第六節	實驗場地與儀器設備.....	24
第七節	資料處理與分析.....	31
第肆章	結果.....	32
第一節	受試者基本資料.....	32
第二節	運動與控制之前額葉氧合能力分析.....	33
第三節	運動與控制後之執行控制能力分析.....	43
第伍章	討論與結論.....	61
第一節	討論.....	61
第二節	結論與建議.....	69
參考文獻.....		71
附錄一	受試者同意書.....	77
附錄二	病史問卷表.....	79
附錄三	IPAQ 台灣活動量調查長版問卷.....	81

圖 次

圖 3-1 實驗流程圖.....	22
圖 3-2 運動與控制情境流程圖.....	22
圖 3-3 近紅外線光譜儀佩戴於前額葉圖示 1	24
圖 3-4 近紅外線光譜儀佩戴於前額葉圖示 2.....	24
圖 3-5 受試者靜坐 10 分鐘圖示.....	25
圖 3-6 配戴近紅外線光譜儀騎腳踏車測功儀圖示.....	25
圖 3-7 近紅外線光譜儀接受器圖示.....	26
圖 3-8 近紅外線光譜儀主機圖示.....	26
圖 3-9 Stroop 色字測驗用鍵盤.....	26
圖 3-10 叫色色塊測驗 (Stroop color, SC) 範例圖.....	27
圖 3-11 叫色文字測驗 (Stroop color-word, SW) 範例圖.....	27
圖 3-12 叫色文字與顏色相同測驗 (Stroop congruent color, SCON) 範例圖.....	27
圖 3-13 叫色文字與顏色不相同測驗 (Stroop incongruent color, SINC) 範例圖.....	28
圖 3-14 與中間箭頭方向一致.....	29
圖 3-15 與中間箭頭方向不一致.....	30
圖 3-16 與中間開口方向不一致.....	30
圖 3-17 與中間開口方向不一致.....	30
圖 4-1 運動與控制情境在不同時間下總血紅素差值 (ΔHbTot) 變化圖.....	37
圖 4-2 運動與控制情境下在不同時間之血紅素含氧差值的變化圖.....	42
圖 4-3 不同的叫色測驗下的反應時間圖.....	46
圖 4-4 不同的叫色測驗下的正確率圖.....	47
圖 4-5 短期記憶 (free record) 回答字詞個數圖.....	49
圖 4-6 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數圖.....	51

圖 4-7 短期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率.....	53
圖 4-8 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率.....	55
圖 4-9 Eriksen flanker task 測驗的反應時間.....	59
圖 4-10 Eriksen flanker task 測驗的正確率.....	60

表 次

表 3-1 長期記憶與短期記憶測驗 (free record) 各階段與時間說明.....	28
表 3-2 長期與短期記憶 A 卷.....	29
表 3-3 長期與短期記憶 B 卷.....	29
表 4-1 全體受試者基本生理資料表.....	32
表 4-2 受試者在運動與控制情境前後總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM).....	33
表 4-3 運動時前中後總血紅素差值 (ΔHbTot) 變異數分析 (完全相依設計) 摘要表.....	34
表 4-4 總血紅素差值 (ΔHbTot) 單純主要效果分析摘要表.....	35
表 4-5 運動情境總血紅素差值 (ΔHbTot) 事後比較摘要表.....	35
表 4-6 控制情境總血紅素差值 (ΔHbTot) 事後比較摘要表.....	36
表 4-7 受試者在運動與控制情境前後血紅素含氧差.....	38
表 4-8 運動時前中後血紅素含氧差變異數分析 (完全相依設計) 摘要表.....	39
表 4-9 血紅素含氧差單純主要效果分析摘要表.....	40
表 4-10 運動情境的血紅素含氧差事後比較摘要表.....	41
表 4-11 控制情境的血紅素含氧差事後比較摘要表.....	41
表 4-12 運動與控制情境下不同的叫色測驗下的反應時間表.....	43
表 4-13 運動與控制情境下不同的叫色測驗下的正確率表.....	44
表 4-14 短期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數.....	48
表 4-15 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數.....	50
表 4-16 短期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率.....	52
表 4-17 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率.....	54
表 4-18 不同情境 Eriksen flanker task 測驗的反應時間.....	56
表 4-19 不同情境 Eriksen flanker task 測驗的正確率.....	57

第壹章 緒論

第一節 前言

規律運動對於腦部認知功能的影響越來越受重視，已被證實可以增加心肺功能與氧攝取量，但運動是否能改善腦部的功能與氧合能力（如腦血液量、氧合血紅素、去氧血紅素與總血紅素等）的相關研究較少。早期的研究認為腦部血流量（cerebral blood flow）維持恆定不會增加，但隨著科技的進步，最近研究則發現運動過程中會增加腦部血流量（Ide, Horn, & Secher, 1999），運動導致腦部血流量增加是否有助於認知能能，也是值得探討的議題。此外，運動過程中前額葉腦皮質（prefrontal cortex）的氧合狀況或血流量亦可加以測量，近紅外線光譜儀（near-infrared spectroscopy, NIRS）常被使用在運動中腦部血液動力學的相關研究；除了被廣泛使用在監測腦部、觀察內臟組織的氧合能力（Rao, Danduran, Loomba, Dixon, & Hoffman, 2012）外，更被用在運動生理學上觀察肌肉的有氧代謝狀況（Wang, Tian, Zhang, & Gong, 2012）。近紅外線光譜儀用來測量人體肌肉與腦部氧化能力，是一種非侵入性的光學技術（Rupp & Perrey, 2008）。近紅外線光譜儀的紅外線 760nm (nano meter) 與 850nm 分別為測量氧合與去氧血紅素的波長（Bhambhani, Malik, & Mookerjee, 2007）。儀器的光源與測量部位的最佳測量距離是 3 至 5 公分，超過 5 公分則會降低其敏感度（Rooks et al., 2010）；近紅外線光譜儀能同時測量運動和認知測驗時組織間氧合能力及血液量的變化（Patrick Neary et al., 2008）。Hiura, Mizuno 與 Fujimoto (2010) 指出近紅外線光譜儀除了適合用在穩定持續運動，更能觀察力竭運動時氧合血紅素值；能夠以連續及無侵入性的方式測量局部肌肉與大腦的氧合狀態（Rissanen et al., 2012）。

最近研究探討有、無運動訓練者在不同運動強度時的腦部氧合狀況，結果發現接近非常費力的運動強度時，受過運動訓練者比未受過訓練者有較高的大腦皮質氧合能力和去氧與總血紅素值（Rooks, Thom, McCully, & Dishman, 2010）。此文獻發現受過訓練的運動員在高強度運動腦部非常需要氧氣的情況，還能夠供給腦部氧氣需求並維持正常運

作。Rooks 等 (2010) 認為，有氧運動訓練能反覆刺激中樞神經系統內的中央調節器 (central governor) 並使其敏感度降低，延緩從事更高強度運動時的肌肉疲勞程度與維持大腦的恆定狀態。在高強度運動的條件下，有運動訓練者比無運動訓練者有較佳的腦部氧合能力，這可能是有氧運動訓練的效果。研究發現訓練有素的運動員在 5 公里計時跑步測驗接近終點最大運動強度時其氧合血紅素、去氧血紅素、總血紅素與血紅素含氧差皆顯著下降 (Billaut et al., 2010)，而無運動訓練者下降的幅度更大，是否因為訓練而產生這樣的差異值得深入探討。

從低到中等運動強度過程大腦氧合和腦血流量增加，而腦部的局部氧合血紅素和總血紅素也是增加的 (Subudhi, Lorenz, Fulco, & Roach, 2008)。在不同的運動與運動過程的血流動力學，需要更深入探討 (Perrey, 2012)。研究指出漸增運動與恆定的運動強度兩種方式一直到衰竭，需要大量的氧氣以供應大腦，腦部的血流量會些微下降、總血紅素上升或不變、氧合血紅素下降但去氧血紅素則上升 (Billaut et al., 2010)。本實驗測定最大攝氧量的方式為漸增運動測驗，運動時之氧合狀態可能改變。

過去研究指出動態身體活動可以降低與減輕年齡老化相關的認知功能下降 (Tsuji et al., 2012)。單次有氧運動對於認知功能的執行控制能力是否有改善的效果，也是有意義探討的議題，過去研究以最大運動能力的70%為運動強度，單次有氧運動一個小時，發現工作記憶測驗的反應時間，單次有氧運動後比運動前快 (Pontifex et al., 2009)。

單次有氧運動導致工作記憶反應時間改善的原因是否與腦部血流量或氧合能力改變有關，單次有氧運動後，腦部血流量或氧合能力是否有所改變，改變的持續時間多久，氧合能力是否與認知能力有關等議題，過去少有研究加以探討。

腦部額葉與前額葉是大腦計劃、協調、抑制與短期工作記憶的執行區，它負責大腦左右半球及各區域的彼此聯繫，對認知功能的影響很大 (石恒星、洪聰敏，2006)。對腦部生理結構方面已有研究發現，老年人經過6個月的有氧運動訓練後可增加前額葉皮層的灰質和白質的量，而改善前額葉對工作記憶測驗有益 (Tsuji, Komatsu, & Sakatani, 2012)。

本研究希望透過NIRS儀器，探討單次三十分鐘中等強度的腳踏車有氧運動對腦部認

知功能與氧合能力的影響，並觀察氧合能力或血流量受單次運動的影響程度。

第二節 問題背景

目前研究已知規律有氧運動可能對於大學生的心肺適能和認知功能皆有影響，但對於腦部氧合能力仍然有待進一步研究。使用近紅外線光譜儀可測量氧合血紅素、去氧血紅素與總血紅素吸收光譜的細胞色素氧化酶差異 (Perrey, 2012)，可探討或觀察單次有氧運動對腦部氧合能力的影響。過去許多與單次有氧運動的腦部氧合能力和認知功能等問題仍然有待研究證實。

本次研究為觀察大學生單次有氧運動前、中、後腦部氧合能力之變化，未來可能當作運動訓練介入實驗參考。藉本研究之實驗結果希望能提供給體育相關研究者、體育教學者、醫師以及大學男性在從事運動或選擇運動型態時參考，有效促進大學生的健康。

第三節 研究目的

本研究目的在於探討：

- 一、比較單次 30 分鐘適度有氧運動與無運動前、中、後大學男生前額葉氧合能力的差異。
- 二、比較單次 30 分鐘適度有氧運動與無運動後大學男生執行控制能力的差異。

第四節 研究範圍與限制

- 一、本研究以 32 位自願參加本研究的健康大學男生為受試者，性別與年齡則不在此研究範圍。
- 二、本研究以近紅外線光譜儀測量腦部氧合能力；執行控制能力使用 (1) 色字測驗 (Stroop) (2) 長期記憶與短期記憶 (free recall) (3) Eriksen flanker task 共三項測驗，不同測量儀器與方法不在此研究範圍。
- 三、本研究為單次有氧運動 30 分鐘適度腳踏車運動，不同運動時間、強度、項目之效果不在此研究範圍。
- 四、本研究因受限於研究對象、運動方式與時間，未來可能無法推論至其他族群、年齡或運動方式。

第五節 研究虛無假設

- 一、單次 30 分鐘適度有氧運動與無運動前、中、後大學男生前額葉氧合能力無差異。
- 二、單次 30 分鐘適度有氧運動與無運動後大學男生執行控制能力無差異。

第六節 名詞操作性定義

一、單次有氧運動

依據美國運動醫學會 (ACSM, 2011) 之定義，運動方式為大肌肉、持續性、有韻律性的運動，以提升心肺功能。本研究的有氧運動為中度運動強度 (55~60 %保留心跳率) 的腳踏車運動持續 30 分鐘。

二、執行控制

執行控制是人類訊息處理的能力總稱，它涵蓋注意力、識別力、記憶力、學習、語言處理、解決問題及判斷能力等，高階智力功能以及心理動作技能。本研究以 (一) Stroop 叫色測驗，(二) 短期記憶與長期記憶測驗 (free record)，(三) Eriksen flanker task 測驗三項測驗來測量執行控制能力。

第七節 研究的重要性

本研究的重要性為觀察一次性或急性的有氧運動前後腦部氧合與執行控制之變化，藉以了解一次性的有氧運動對大學生的氧合能力與執行控制是否有所改善。在過去文獻探討中已發現運動對於執行控制能力有所幫助，但急性或單次有氧運動對大學生的氧合能力與執行控制能力是否也同時有所改善？可以進一步加以探討和釐清。三十分鐘中等強度急性腳踏車運動後如可以提升腦部血流量或是氧化能力，那可以持續提升多久？本研究可以利用 NIRS 持續觀察運動過程和運動後的變化情形，提供更具體和明確的資料，以佐證運動改善認知的執行功能，是否和腦部的血流量或氧化能力有關。本研究結果可以提供相關單位或人員更多運動與學習或認知的資訊，了解單次有氧運動更多元的效果。

第貳章 文獻探討

本章共分為五節，第一節、何謂有氧運動；第二節、有氧運動對運動生理之影響；第三節、運動對大學生腦部氧合能力之影響；第四節、運動對認知功能之影響；第五節、本章總結。

第一節、何謂有氧運動

根據2011美國運動醫學會 (ACSM) 對有氧運動處方提出以下六點建議，一、運動頻率：中等強度一週需要五天以上、高強度運動三天以上，如果中等與高強度運動混合則需要三到五天。二、運動強度：中等或/和高強度運動適合成年人，而低到中等強度的運動則適合運動能力受限的人。三、運動時間：中等強度每天30到60分鐘，每週需大於150分鐘。而高強度運動每天則需要20到60分鐘，每週至少需要75分鐘。中等與高強度混合運動每天需要20分鐘以上，每週需要大於150分鐘才能達到最好效果，尤其是坐式生活者。四、運動型式：建議定期並從事有目的性運動包含身體大肌肉群連續且有節奏性的運動。五、運動模式：可以在一天內從事一回合或是分成多回合來進行運動，每次運動需要大於10分鐘，累積運動時間與運動量。六、漸進原則：有氧運動需要循序漸進並不定期調整運動的時間、頻率、或/和強度直到達到我們預期的目標。這樣的方式可以減少肌肉與骨骼的受傷亦可降低冠心病發生的機率。

國內學者也提出很多有關有氧運動的定義，人體有氧能力通常以「心肺適能」而論，指的是人體肺部呼吸和心臟輸送氧氣之能力 (方進隆, 1997)。長時間 (20到60分鐘) 持續進行的具有規律與節奏性的運動，可稱為有氧運動，強度則可依照個別能力調整，約每分最高心跳率60~90% (最高心跳率=220-年齡) (彭郁芬, 2002)。經過12週不同訓練頻率之健走有氧運動課程介入後，大專男生之代謝症候群指標均顯著改善 (陳律盛、林學宜、陳世昌、張育瑞、曾明郎, 2012)。有氧運動的確能改善心肺適能，心肺適能是心血管疾病和健康很重要的評估指標 (Wang et al., 2012)。

國內學者將有氧運動分為很多種類，最常見的有氧運動為快走、慢跑、游泳、腳踏車等。近年較流行的有氧運動國內學者整理的種類如下，一、有氧舞蹈，二、水中有氧，三、健走有氧，四、大型機械式有氧 (彭郁芬, 2002)。本研究的有氧運動項目為腳踏車，能夠提供資訊讓更多人了解有氧運動的認知效果與重要性。

第二節、有氧運動對運動生理之影響

一、心肺系統

有氧運動訓練是否可以增加心肺適能？研究證實適當的運動強度與規律運動可以增加心肺適能與降低罹患心血管疾病的危險（郭芳娟、林正常、陳鈺奇，2005）。經過12週的有氧耐力腳踏車運動訓練後，有效降低動脈硬化程度，其降低原因與收縮壓有關（朱嘉華，2011）。每週三次，連續十二週的低強度的有氧運動訓練 60% HRmax 配合熱量攝取控制， $\dot{V}O_{2max}$ 增加 $4.92 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ （吳蕙米，2000）。

國內學者郭芳娟等（2005）指出，8週中強度有氧舞蹈訓練後，經測驗顯示休息和最大運動強度時的最大攝氧量皆有改善，其中 $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}CO_2$ 與 O_2 皆呈現顯著上升，而 $VE/\dot{V}O_2$ 、 $VE/\dot{V}CO_2$ 達顯著下降。階梯有氧運動可改善心肺適能、降低心跳率、收縮壓（蘇信榮、林瑞興，2011）。經過18週的有氧舞蹈訓練課程後肌耐力、柔軟度、心肺適能皆有顯著改善（魏正，2009）。有氧運動對於心血管疾病亦有很大的幫助，例如：改善血脂異常、高血壓、胰島素阻抗、第二類型糖尿病和肥胖等，預防與治療已有相關研究證實（朱嘉華，2011）。

二、骨骼肌肉系統

有氧運動對於肌肉氧合能力是否有改善的功效？在跑步機上的實驗發現，走路時股外側肌的氧合作用幾乎不會有太大改變，但是在跑步時或是更高強度時的氧合作用利用率就會下降；使用手搖式腳踏車時觀察手臂肌群的氧合作用發現，在運動開始時氧合血紅素有快速下降的情況（Rissanen et al., 2012）。

三、身體組成

有氧運動能有效控制體重與減少身體脂肪（鄭景峰、林煉傑、黃憲鐘，2002）。有氧運動訓練頻率為每週三次，連續十二週，強度為60% HRmax並配合熱量攝取控制，對於體重、身體質量指數和脂肪百分比達顯著改善的效果（吳蕙米，2000）。研究發現規律從事有氧運動的老年人達到控制體重的效果，亦可提升體能狀況（鍾佩容與邱啟潤，

2007)。郭芳娟等 (2005) 指出，3至4個月的有氧舞蹈訓練對中年婦女體重控制亦有成效。肥胖大學生從事12週腳踏車有氧耐力運動訓練後顯著改善身體組成 (朱嘉華, 2011)。

四、其他生理指標

有氧運動訓練頻率為每週三次，連續十二週，強度為60% HRmax並配合熱量攝取控制，對於血壓及安靜心跳數有降低的效果 (吳蕙米, 2000)。運動有助於提升罹患糖尿病患者的體適能，例如：降低體重、改善心肺功能、柔軟度、肌力和肌耐力和提高生理效能 (趙明玲、林伶利、余秋霖、方郁文, 2007)。3個月的有氧運動訓練顯著改善體適能、全身體脂肪 (total adiposity)、腹部脂肪、腰圍與肌肉質量 (趙明玲等, 2007)。老年人規律從事有氧運動後，其血壓、體重、BMI、腰圍、臀圍、平衡力及柔軟度皆較訓練前顯著改善；血糖、尿酸、肝功能與膽固醇等血液生化值亦有下降；血壓、脈搏、腰圍、臀圍、平衡力及柔軟度顯著優於不運動的老年人 (鍾佩容與邱啟潤, 2007)。

郭芳娟等 (2005) 表示規律運動有助於提昇整體自律神經活性，促進副交感神經張力。長期規律有氧訓練能有效降低血壓，對高血壓病人更有效果，而對潛在高血壓與一般健康人則次之；從事有氧訓練對動脈硬化程度與血壓能有所改善 (林信甫與王傑賢, 2007)。大腦額葉、頂葉與顳葉皮質可能隨著老化而減少，但有較高的有氧運動訓練者皮質區流失量較少；較高有氧適能者能活化額葉與頂葉區，降低前扣帶皮質區活性，由此可知有氧運動訓練可以增加腦部的可塑性 (王駿濠、蔡佳良, 2011)。

人體與動物實驗中發現從休息到中等強度，部分或全腦血流量會增加 20 到 30% (Alonso et al., 2004)。有氧運動與腦部氧合能力到底有什麼關係呢？環境氧氣濃度低時大腦氧合能力的減少，會限制運動表現 (Subudhi, Dimmen, & Roach, 2007)。在氧氣供應過低的情況下，可能會對腦部造成威脅與傷害，而這時心肺系統就必須要增加氧氣供給腦部以維持氧氣需求量；腦部於嚴重低氧狀態亦可能導致握力下降 (Subudhi et al., 2008)。

第三節、運動對腦部氧合能力之影響

透過近紅外線光譜儀可以分析出人體的氧合血紅素、去氧血紅素、總血紅素、氧飽和指數與組織的血液量 (Rissanen et al., 2012)。各種血紅素值之說明如下：氧合血紅素 (oxyhemoglobin, HbO₂)：氧和血紅素結合成；去氧血紅素 (deoxyhemoglobin, HHb)：沒跟氧結合的血紅素；總血紅素 (total hemoglobin, HbTot)：氧合血紅素與去氧血紅素相加的和，亦能估算出血流量(林正常，林貴福，徐台閣，吳慧君，2002)；血紅素含氧差 (hemoglobin difference, O₂Hbdiff)：氧合血紅素減去氧血紅素的值，通常與含氧血紅素和二氧化碳飽和度合併觀察。氧飽和度(oxygen saturation) 或組織氧飽和指數 (tissue saturation index, TSI)：氧合血紅素除以總血紅素 (Rooks, Thom, McCully, & Dishman, 2010)。

目前有氧運動對腦部氧合能力的影響較少相關研究。腦部氧合作用因運動而改變的相關文獻結果不一致，一篇研究發現在中與高強度的運動中腦部氧合作用是明顯增加的 (Timinkul et al., 2008)，而另一篇研究則發現，腦部代謝作用因運動強度上升而提高，而血流灌注和氧合能力減少 (Pé riard, Thompson, Caillaud, & Quaresima, 2012)。運動可能提高大腦的活性，原因可能是氧氣代謝增加，腦部的血流量也跟著增加 (Timinkul et al., 2008)。血液攜帶氧氣供應全身需求，有氧能力的優劣與此相關；肺部的攝氧能力則與總血紅素攜氧能力有關 (Rissanen et al., 2012)。從休息到最大攝氧量的 30 與 60% 的運動強度時，氧合血紅素值上升、去氧血紅素與總血紅素值有逐漸增加的趨勢；在 30% 時則有先下降再恢復的趨勢 (Ide, Horn & Secher, 2012)。Rissanen 等 (2012) 表示在漸增式跑步機上運動，當速度從每小時 0 到 12 時只有去氧血紅素值上升，氧合與總血紅素皆呈現下降的趨勢。

腦部氧合之狀況於漸增式運動中的變化是如何的呢？大腦氧合作用隨運動強度增加而逐漸升高，在 65~85% 的最大運動強度時，去氧血紅素上升快速，而氧合血紅素則是大幅度下降 (Subudhi, Lorenz, Fulco, & Roach, 2008)。腦部之組織氧飽和指數從低運動強度到高強度過程中逐漸增加，在高強度運動時可能呈現高原的圖形或下降趨勢

(Rissanen et al., 2012)。在激烈的有氧運動過程中，腦部氧合能力是下降的 (Keramidas, Kounalakis, Geladas, Eiken & Mekjavic, 2012)。老年人受試者一次性的運動介入後使大腦更高層次的認知功能改善 (Tsuji et al., 2012)。運動剛開始腦部的血流量逐漸增加，可能使神經活化，氧合血紅素在運動剛開始時升高、去氧血紅素則呈現下降的趨勢 (Timinkul et al., 2008)。

漸增式運動過程中在無氧閾值時，肌肉的氧合作用（氧合血紅素）有大幅度下降的趨勢 (Rissanen et al., 2012)。當運動時間過長無法維持肌肉的正常運動功能、腦部血液流量與氧氣輸送將會在有氧運動時的表現下降 (Pe'riard et al., 2012)。運動到力竭狀態時大腦血流灌注下降的原因可能為大腦代謝、粒線體氧分壓減少有很大的關聯性，這樣的情況可能會影響中央神經系統對運動肌肉發出訊號的敏感度 (Pe'riard et al., 2012)。

大腦所需的重要營養因子 BDNF（腦源性神經滋養因子）與氧合血紅素之間是怎樣的關係呢？在認知測驗中發現氧合血紅素與基因型 BDNF 與血清中 BDNF 兩者皆呈現負相關 (Matsuzawa et al., 2012)。

慢性疲勞症候群在近幾年罹患者很多，症狀包括持續性疲勞、睡眠障礙、神經認知困難、關節和肌肉酸痛和許多其他腦部症狀，這些合併症狀可能造成病人生理與認知問題；腦血氧量與慢性疲勞症候群亦有很大的相關性，在漸增式測驗發現患有疲勞症候群者血氧能力顯著低於健康受試者 (Neary et al., 2008)。

第四節、運動對認知功能之影響

目前有許多研究中發現運動後對於認知功能具改善的效果。認知功能是人類訊息處理的一個總稱，它涵蓋注意力、識別力、記憶力、學習、語言處理、解決問題、抽象推理……等高階智力功能以及心理動作技能（曾鈺婷、蔡佳良，2010）。增加身體活動量已經被證實可以活化腦部皮質與提高認知功能測驗的效果，同時提高注意力與記憶力（Deeny et al., 2008）。

許多實驗觀察前額葉的認知能力，因為前額葉負責人體高層次的認知行為（Pe riard et al., 2012）。類胰島素生長因子（Insulin-Like Growth Factor-I, IGF-1）的濃度與認知表現有高度的相關性，IGF-1濃度越高的老年人，其認知表現越佳（曾鈺婷、蔡佳良，2010）。大腦的血流灌注量過低可能造成低血壓的情況，若是發生在大腦動脈很有可能造成認知功能障礙，嚴重可能罹患憂鬱症（Timinkul et al., 2008）。

在運動時海馬迴中的腦衍生神經滋長因子（BDNF）和IGF-1會有直接或間接的交互作用，大腦中IGF-1增加刺激更多的BDNF受體，增加神經元間的連接，而這樣的神經生化機制可作用在前腦（prosencephalon）、紋狀體、海馬迴、腦皮質、隔神經元（septum neurons）、小腦及運動神經元等中樞神經系統區域，而以上這些作用位置皆與認知處理有關（曾鈺婷、蔡佳良，2010）。從事運動不只能增加身體健康與預防疾病外，還可以增加認知功能（反應正確率、反應時間、視覺空間、反應速度與持行控制）產生正面效益（王駿濠，2011）。急性健身運動也將對於認知表現產生增進效果（王俊智、陳豐慈、齊璘、張育愷，2012）。

老化影響認知功能是非常值得注意的議題，經常從事身體活動除了對身體健康有許多好處外，減緩大腦認知功能的衰退和老化也有改善作用。國內學者也有一些相關研究，生命過程中老化是無可避免的過程，老化伴隨認知功能下降是一個必然的趨勢（石恒星、洪聰敏，2006）。不過蔡忠昌與劉蕙綾（2006）的研究發現，運動有益於老年人的認知功能的執行。人類受年齡影響可能使神經傳導物的量減低與腦內白質量流失，將會影響認知功能（曾鈺婷、蔡佳良，2010）。

研究發現，在簡單的認知測驗中身體適能較好的老年人表現優於較差的老年人，所以身體活動與認知功能之間可能存在影響的作用。單次運動對大腦認知神經產生改善作用比心肺功能慢，實驗發現心肺功能改善27%，但認知功能卻沒有顯著改善，持續從事規律運動3到5年才會有顯著的效果產生（石恆星、洪聰敏，2006）。規律運動的人步入老年後，其認知功能與記憶力較能維持理想的狀況（蔡忠昌、劉蕙綾，2006）。

老化是一個動態且漸進性的過程，它會使神經傳導系統的功能下降、降低神經物質，如：IGF-1、生長荷爾蒙（Growth Hormone, GH）的釋放，進而使認知表現衰退，減少個體適應環境的能力（曾鈺婷、蔡佳良，2010）。蔡忠昌與劉蕙綾（2006）指出，在大腦前額葉（prefrontal）與頂葉（parietal）區域，心肺耐力（有氧能力）較好與較差兩組受試者的比較發現，體能好的受試者在進行認知相關實驗時其腦部與空間選擇有關的神經細胞活動高於體能較差的受試者。

而運動改善認知功能的原因到底是什麼？運動能使心血管功能提升，有助於大腦微血管增生，使細胞獲得足夠的養分有助於生存（石恆星、洪聰敏，2006）。在動物實驗中，無論是強迫性或自主性跑步，皆可增加海馬體（hippocampus）的腦神經生長因子（brain-derived neurotrophic factor, BDNF）–tropomyosin- related kinase B的路徑（BDNF-TrkB pathway）及Synaptotagmin I，進而提高空間學習及記憶能力（王駿濠，2011）。老化是不可避免的生命過程與現象對生活可能造成許多不便，運動是減緩大腦衰老速度保持身心適能健康最常被建議的方法之一（石恆星、洪聰敏，2006）。

除了有氧運動外是否所有種類的運動皆會使認知功能提高呢？重量訓練是否也會提高認知功能呢？效果如何？實驗發現，一次性有氧運動訓練後執行控制測驗的反應時間優於重量訓練（Pontifex, et al., 2009）。國內研究學者整理相關研究後指出，阻力訓練的確可以促進早期訊息與認知處理效率，訓練後也會增加腦血流量、神經傳導物質分泌、細胞複雜性以及提供中央神經系統的完整性（曾鈺婷、蔡佳良，2010）。

第五節、本章總結

本章整理許多過去的研究關於有氧運動可能影響生理與心理上的總結如下：

- 一、有氧運動對於心肺系統、骨骼肌肉系統、身體組成與其他生理指標（體重、協調性、血壓、腰臀圍……等）皆有幫助。
- 二、有氧運動可能對於腦部的氧合能力有所影響，但過去較少文獻加以探討，一次性中等強度的有氧運動會如何改變腦部前額葉氧合能力，需要進一步探討。
- 三、有許多研究文獻皆證實運動對於認知功能有所助益，例如對正確率、反應時間、視覺空間、反應速度與執行控制等方面。一次性的有氧運動對於反應時間亦有的影響，可使反應變得更加迅速；老化對於認知功能可能產生負面影響，但運動可以減緩此情況。

第參章 研究方法

本章將分為以下八節說明：第一節、實驗對象，第二節、實驗設計，第三節、實驗地點與日期，第四節、實驗流程圖，第五節、實驗方法與步驟，第六節、實驗場地與儀器設備，第七節、資料處理與分析，第八節、預計可能遇到之困難及解決途徑。

第一節、實驗對象

本研究招募自願參予本實驗大學男生 32 名 (18 到 22 歲)，正式實驗進行前均需確認受試者無視覺損傷、腿部無受傷、骨折等，且無暈眩、小腦病變等疾病，確保實驗安全。實驗前，每位受試者均須了解本研究目的、實驗過程以及可能發生的情況，並請簽署附錄一「受試者同意書」、附錄二「病史問卷表」、附錄三「IPAQ 台灣活動量調查長版問卷」，以保障受試者自身權益。

第二節、實驗設計

一、實驗對象：

32 位大學健康男性。

二、自變項：

受試者分別從事兩種情境：(一) 運動情境：單次腳踏車中等強度有氧運動連續 30 分鐘，運動強度約 55~60%保留心跳率，(二) 控制情境：受試者安靜坐於腳踏車上不從事運動。

三、依變項：

本研究依變項為 (一) 腦部氧合能力，(二) 執行控制功能。

三、實驗控制：

實驗可能由於個人生活型態、生活環境、飲食習慣及遺傳因素等不同，所以要求受試者盡量維持日常生活作息與飲食習慣。為提升單次有氧運動的效果，要求受試者在實驗前一天避免從事激烈運動，並於實驗前至少 3 小時不攝取咖啡因之食物。

第三節 實驗地點與日期

一、實驗地點：

師大分部運動生理學實驗室及運動生化實驗室。

二、實驗日期：

本研究的執行時間為中華民國 102 年 2 月至 6 月。

第四節、實驗流程與設計

圖 3-1 實驗流程圖

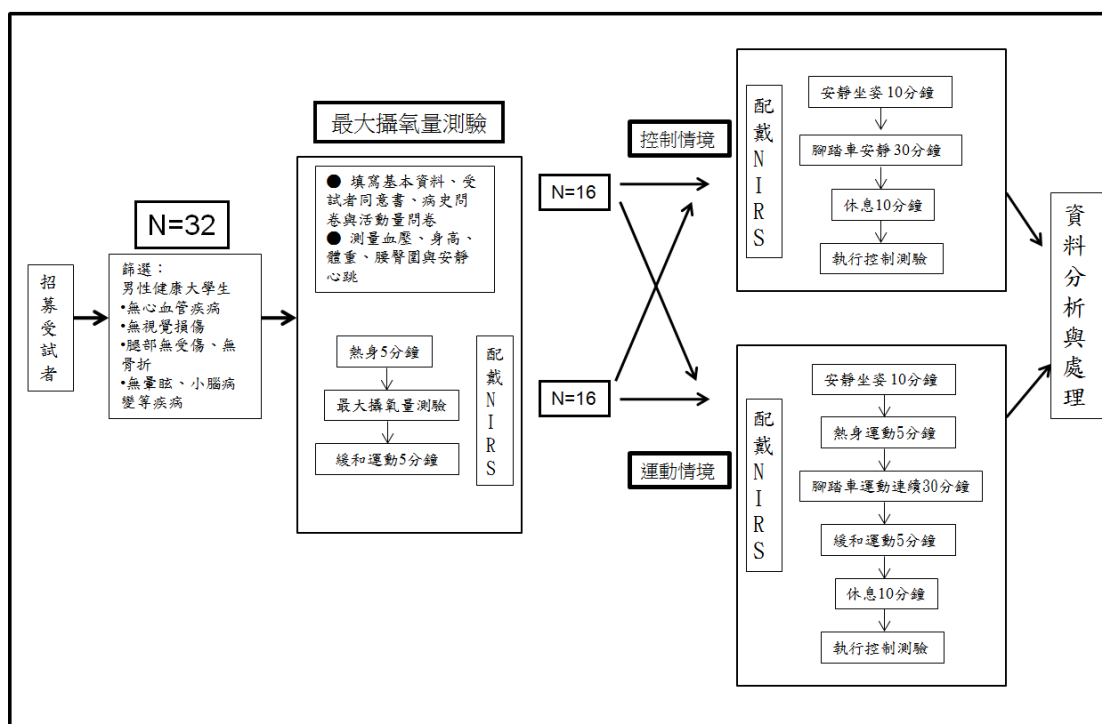
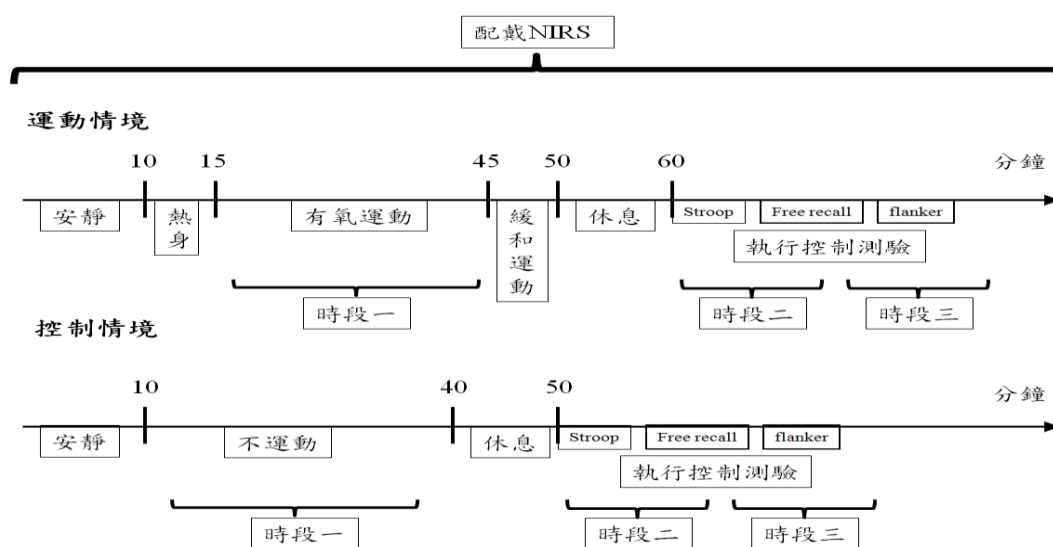


圖 3-2 運動與控制情境流程圖



註：(1) 運動情境：時段一為有氧運動、時段二為 60 到 90 分鐘與時段三為 90 到測驗結束

(2) 控制情境：時段一為不運動、時段二為 50 到 80 分鐘與時段三為 80 到實驗結束

第五節、實驗方法與步驟

實驗共分為兩種情境，(一) 運動情境：配戴近紅外線光譜儀靜坐10分鐘，以腳踏車測功儀從事中等強度有氧運動30分鐘，休息10分鐘後進行執行控制測驗 (1) 色字測驗 (Stroop)，(2) 長期記憶與短期記憶 (free recall)，(3) Eriksen flanker task；(二) 控制情境：配戴近紅外線光譜儀靜坐10分鐘，在腳踏車測功儀上安靜坐姿30分鐘後休息10分鐘後進行執行控制測驗 (1) 色字測驗 (Stroop)，(2) 長期記憶與短期記憶 (free recall)，(3) Eriksen flanker task。

一、受試者之準備

實驗前讓受試者詳讀實驗內容以了解實驗程序與目的，並讓受試者填寫「基本資料」、「受試者同意書」、「病史問卷」與「活動量表」，並請受試者在受試者同意書上簽名，代表同意本實驗，遵守實驗之規範。讓受試者了解或配合下列事項：

- (一) 受試者在參與實驗前，對於研究的目的、方法與受試者須知，對實驗必須有所瞭解。
- (二) 受試者填寫健康狀況問卷調查表及受試者同意書，並與研究者約定好實驗日期、時間。
- (三) 受試者須穿著運動衣褲至實驗地點。
- (四) 3小時內不得飲用含有咖啡因的飲料以及禁止於前一天進行激烈運動。

二、施測者之準備

首先，必須對於近紅外線光譜儀操作熟悉，並了解或能執行下列事項：

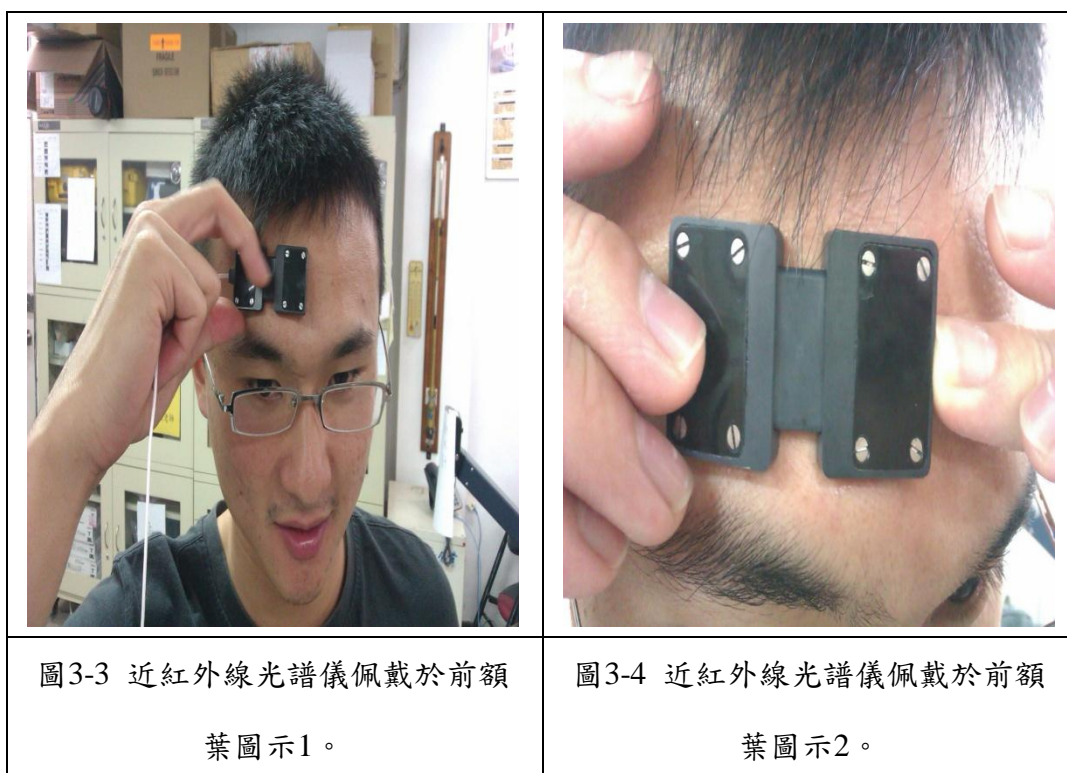
- (一) 研究者必須先對測驗者說明清楚研究目的、方法與受試者須知。
- (二) 測驗人員必須瞭解之實驗儀器的操作方式。
- (三) 測驗人員皆進行儀器實驗前測試，確保實驗流程與設計無誤，以利實驗順利進行。
- (四) 研究者必須先安排受試對象之測驗日期，以利實驗順利進行。

第六節、實驗場地與儀器設備

一、腦氧合能力測驗：

(一) 注意事項

近紅外線光譜儀易受到外界光線干擾，須以繃帶纏繞於受試者前額葉，於眉毛以上約1公分位置，如圖3-3與圖3-4。以不透光之黑色頭巾包覆，遮蔽光線透入以免影響實驗數據。實驗時需隨時注意紅外線光譜儀與電腦連接是否正常，避免斷線之情況發生。施測者必須隨時觀察受試者之狀況。受試者靜坐10分鐘如圖3-5，騎腳踏車時如圖3-6。





(二) 測驗方法

(1) 儀器設備：

儀器設備包括紅外線光譜儀 (Artinis, PortaLite, Inc, Netherlands)，如圖3-7與圖3-8、資料收集平台 (電腦)、腳踏車測功儀 (Lode BV, Excalibur Sport V2, Inc, Netherlands)和心率發射器 (Polar T31 Sender, Polar Electro, Inc, Finland)。

(2) 測驗項目：

氧合能力測驗項目包含氧合血紅素、去氧血紅素與總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 為運動與控制情境之時段一、二與三減安靜階段的值。

(3) 方法步驟：

受試者坐於平穩的椅子上，配戴心率發射器和近紅外線光譜儀於前額葉 (如圖 3-3 與 3-4)，然後靜坐 10 分鐘，並在腳踏車測功儀上以 60 W 進行熱身 3 分鐘，實驗時以心率發射器監控心率。熱身結束後運動強度增加至 120W，每 3 分鐘增加運動強度 30W，並且詢問受試者運動自覺量表與記錄心跳率 (Rupp & Perrey, 2008)。



二、認知功能測驗：

於受試者從事有氧運動30分鐘結束10分鐘後進行認知功能測驗如下：

(一) 測驗一：Stroop 色字測驗

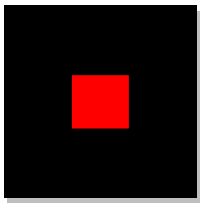
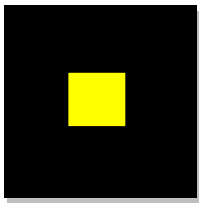
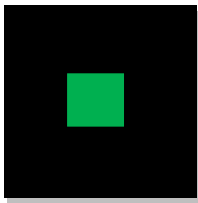
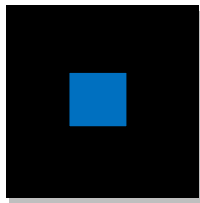
共進行四回合不同的測驗，作答之鍵盤的A、S、L與K四個鍵分別貼上紅、黃、綠與藍四種不同顏色，如圖3-9。



圖3-9 Stroop 色字測驗用鍵盤

第一回合 叫色色塊測驗 (Stroop color, SC)，圖3-10：

圖3-10 叫色色塊測驗 (Stroop color, SC) 範例圖

			
按：A	按：S	按：K	按：L

第二回合 叫色文字測驗 (Stroop color-word, SW)，圖3-11：

圖3-11 叫色文字測驗 (Stroop color-word, SW) 範例圖

紅	黃	綠	藍
按：A	按：S	按：K	按：L





第三回合 叫色文字與顏色相同測驗 (Stroop congruent color, SCON)，圖3-12：

圖3-12 叫色文字與顏色相同測驗 (Stroop congruent color, SCON)

紅	黃	綠	藍
按：A	按：S	按：K	按：L

第四回合 叫色文字與顏色不相同測驗 (Stroop incongruent color, SINC)，圖3-13：

圖3-13 叫色文字與顏色不相同測驗 (Stroop incongruent color, SINC)

			
按：A	按：S	按：K	按：L

(二) 測驗二：長期記憶與短期記憶測驗 (free record) 說明，如表3-1。

表3-1長期記憶與短期記憶測驗 (free record) 各階段與時間說明

測驗階段	一	二	三	四	五
動作	記憶	回想	作答	延遲時間	作答
時間	每個名詞約出現5秒鐘	100秒	100秒	12分鐘	100秒
說明	受試者須將40個日常生活常中見的物品名詞記下。	受試者須記階段一的40個名詞在腦內回想	受試者須唸出階段一的40個名詞。	經過12分鐘的延遲時間。	受試者須將階段一的40個名詞再次唸出。

(2) 長期與短期記憶的40個名詞如下

為防止學習效應，所以分為A卷與B卷。一半的受試者先進行A卷測驗（表3-2），另一半的受試者則先進行B卷（表3-3）。

表3-2 長期與短期記憶A卷

P	學生	家庭	空間	國家	活動	文化	地方	感覺	教育	機會
I	產品	人類	經濟	政治	藝術	廠商	結果	動物	教授	工作
	母親	運動	品質	小組	行為	計畫	軟體	建築	民眾	新聞
R	問題	科技	態度	故事	學術	結構	管理	技術	現象	電視

表3-3 長期與短期記憶B卷

P	老師	朋友	時間	政府	生活	環境	網路	關係	企業	系統
I	電腦	人生	歷史	社會	設計	總統	方法	土地	學者	訓練
	父母	音樂	發展	個人	精神	目標	作品	工程	人民	資料
R	壓力	科學	價值	經驗	語言	功能	會議	設備	階段	電影

(3) Eriksen flanker task 範例圖，不同之測驗之範例圖如圖3-14、3-15、3-16與3-17。

視中間箭頭的方向做答，箭頭朝右邊答L，左邊答A。

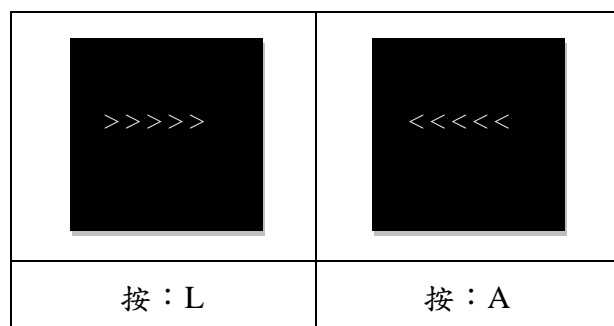


圖3-14 與中間箭頭方向一致 (FC)

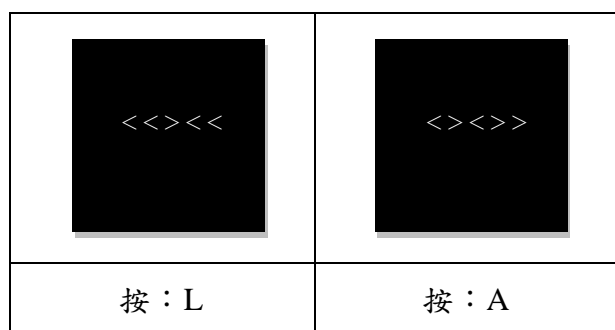


圖3-15 與中間箭頭方向不一致 (FINC)

視中間箭頭的相反方向做答，箭頭朝右邊答A，左邊答L。

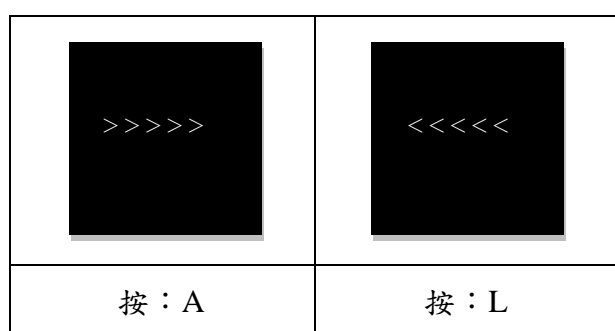


圖3-16 與中間開口方向一致 (FC1)

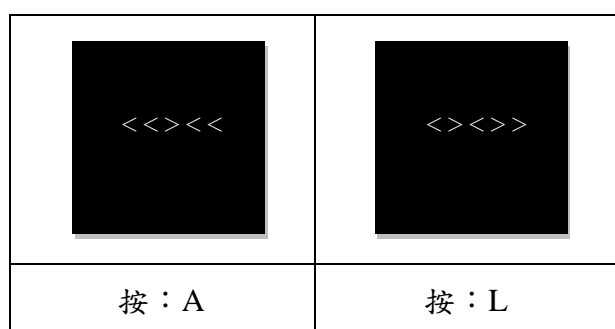


圖3-17 與中間開口方向不一致 (FINC 1)

第七節、資料處理與分析

主要的統計分析方法如下：

- 一、描述統計：本研究所得各項以SPSS for Windows 20.0 套裝統計軟體 (Statistical Analysis System) 進行資料處理及分析，結果採用平均數±標準差(M±SD) 表示。
- 二、氧合能力為依變項，使用完全相依變異數分析比較在運動與控制情境的安靜、時段一（運動30分鐘）、時段二（運動後30分）與時段三（運動後30-52分）各測驗時間點氧合能力的差異。
- 三、執行控制測驗所得資料以相依樣本t檢定 (t-test) 考驗不同執行控制測驗在不同情境下的差異。

第肆章 結果

本章將分為以下四節說明：第一節、受試者基本資料，第二節、運動與控制之前額葉氧合能力分析，第三節、運動與控制後之執行控制能力分析。

第一節、受試者基本資料

一、全體受試者基本生理資料

本研究受試者目前共有男性大學生32位，平均年齡為 20.43 ± 1.98 歲，各項生理指標列於表4-1中。

表4-1 全體受試者基本生理資料表

項目	平均數	±標準差	最大值	最小值
年齡 (歲)	20.43	±1.98	26	18
身高 (公分)	174.48	±5.26	188.4	165.4
體重 (體重)	67.48	±10.47	102	48.9
身體質量指數 (公斤/公尺 ²)	22.10	±3.12	29.9	16.8
最大攝氧量 (毫升/公斤/分)	45.00	±8.10	63.7	30.66
最大心跳率 (下/分)	182.38	±10.97	204	161
腰圍 (公分)	77.53	±8.58	101	60
臀圍(公分)	94.06	±7.51	109	72
收縮壓 (下/分)	117.15	±10.70	146	96
舒張壓 (下/分)	63.94	±6.43	89	53
安靜心跳 (下/分)	68.12	±10.55	91	47

第二節、運動與控制之前額葉氧合能力分析

一、前額葉皮質氧合能力資料

本研究運動與控制情境前後前腦部額葉皮質氧合能力共分為兩個部分呈現，(一) 總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 表示運動與控制情境之時段一、二與三減安靜階段的值，(二) 血紅素含氧差。

(一) 受試者在運動與控制情境之總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM)，如表4-2。

表4-2 受試者在運動與控制情境前後總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM)

項目	平均數 (μM)	± 標準差
運動情境		
安靜	6.89	±4.68
時段一	69.76	±20.21
時段二	44.44	±25.36
時段三	31.22	±22.33
控制情境		
安靜	6.90	±3.55
時段一	27.67	±16.62
時段二	24.91	±15.50
時段三	28.94	±17.36

從表4-3中可看出，由受試者內效應項檢定可以看出兩個自變項主要效果中運動與控制情境達到顯著水準， $F(1,31)=5.87$ ， $p<.05$ 與時間 $F(3,93)=102.80$ ， $p<.05$ 皆有達到顯著效果。

情境×時間交互作用項達顯著水準， $F(3,93)=30.98$ ， $p<.05$ ，以剖面圖來觀察，亦可發現有明顯交叉或非平行線段。故進行單純主要效果分析如表4-4。

表4-3 運動時前中後總血紅素差值 (ΔHbTot) 變異數分析 (完全相依設計) 摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
組間	30823.15	7		
情境 (A主要效果)	8016.91	1	8016.91	5.87*
時間 (B主要效果)	8611.51	3	2870.50	102.80*
情境*時間(交互作用)	14194.73	3	4731.58	30.98*
組內	20583.84	248	83.00	
受試者內S	4558.05	31	569.76	
殘差(A×S)	11736.75	31	489.03	
殘差(B×S)	623.86	93	77.98	
殘差(AB×S)	3665.18	93	152.72	
全體 Total	51406.99	255		

* $p<.05$ * $F(1,31)=4.16$ $F(3,93)=3.70$

表4-4 總血紅素差值 (ΔHbTot) 單純主要效果分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
A 情境因子					
在安靜條件下	2.911	1	2.91	.182	
在時段一條件下	28460.187	1	28460.19	129.768*	運動 > 控制
在時段二條件下	6933.405	1	6933.41	15.179*	運動 > 控制
在時段三條件下	2075.891	1	2075.89	9.090*	運動 > 控制
誤差(A+AB*block)	15401.33	124	641.75		
B 時間因子					
在運動情境下	35093.49	3	11697.83	50.37 [‡]	2 > 3 > 4 > 1
在控制情境下	4117.08	3	1372.36	9.240*	4 > 2 > 3 > 1
誤差(B+AB*block)	4289.04	186	230.70		

$$*F_{.95}(1,124)=3.84 \quad \dagger F_{.95}(3,186)=2.6$$

註：事後比較表格內數字1表示安靜階段、2表時段一、3表時段二與4表時段三。

由表4-4事後比較可以看出，在運動情境下時段一（腳踏車運動三十分），時段二（運動後三十分鐘恢復期）和時段三（運動後三十分鐘至五十二分鐘恢復期），運動時的總血紅素差值 (ΔHbTot) 皆顯著高於控制組。另外，在運動情境下，時段一、時段二和時段三的總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 顯著高於安靜值。

由表4-4與4-5可以看出，在運動情境下時段一、二與三的總血紅素差值 (ΔHbTot) 顯著大於安靜值，而且時段一顯著大於時段二，時段二顯著大於時段三，時段三顯著大於安靜值，達顯著水準 ($p < .05$)，如表4-5。

表4-5 運動情境總血紅素差值 (ΔHbTot) 事後比較摘要表

實驗處理	安靜	時段一	時段二	時段三
安靜	--	*	*	*
時段一		--	*	*
時段二			--	*
時段三				--

(* $p < .05$ 表示各時段之間有顯著差異)

註：時段一代表30分鐘腳踏車運動、時段二代表運動後三十分鐘、時段三代表運動後三十至五十二分鐘

由表4-4與4-6可以看出，在控制情境下時段一、二與三的總血紅素差值 (ΔHbTot) 顯著大於安靜值，而且時段三大於時段一，時段三大於時段四，時段四大於安靜值，達顯著水準 ($p < .05$)，如表4-6。

表4-6 控制情境總血紅素差值 (ΔHbTot) 事後比較摘要表

實驗處理	安靜	時段一	時段二	時段三
安靜	--	*	*	*
時段一		--		
時段二			--	
時段三				--

(* $p < .05$ 表示各時段之間有顯著差異)

註：時段一代表30分鐘腳踏車運動、時段二代表運動後三十分鐘、時段三代表運動後三十至五十二分鐘

圖 4-1 為運動與控制情境下之總血紅素差 (ΔHbTot) 值的變化圖，分為安靜、時段一、時段二與時段三，共分為四個階段。

運動情境下總血紅素差值 (ΔHbTot) 從安靜到時段一快速升高的趨勢，於時段一到時段二下降，時段二到時段三降低的趨勢比時段一到二下降趨勢較為平緩。

控制情境下從安靜階段到時段一為緩慢上升，時段一到時段二有緩慢降低的情況，而時段二到時段三有些微上升。

運動與控制情境兩條折線的趨勢可以看出，總血紅素差值 (ΔHbTot) 除在安靜階段外，運動各個情境皆高於控制情境的值。

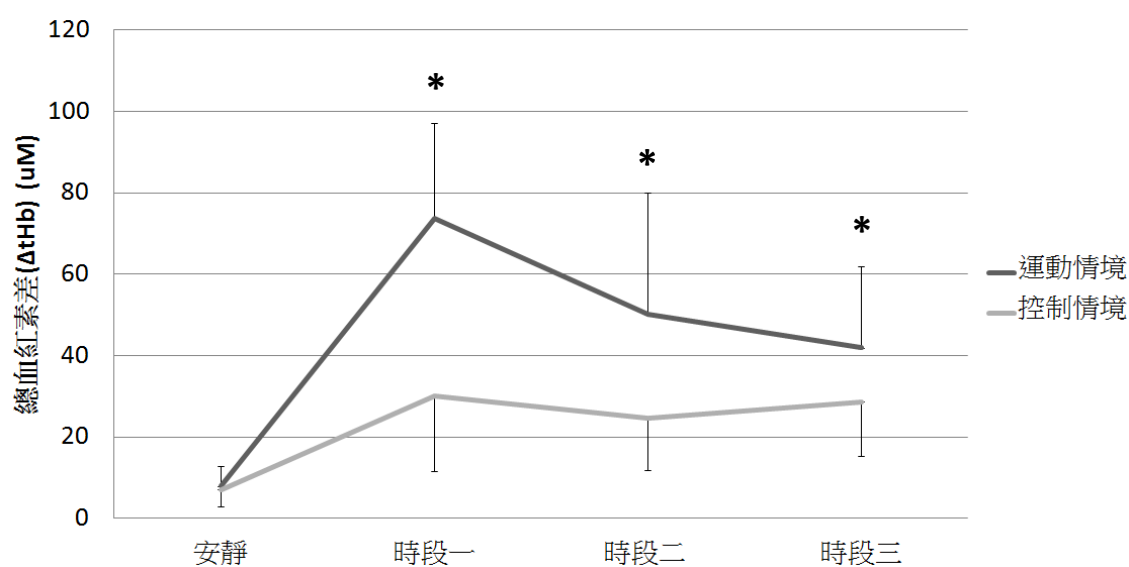


圖4-1 運動與控制情境在不同時間下總血紅素差值 (ΔHbTot) 變化圖

*表示運動與控制情境達顯著差異 ($p < .05$)。

(二) 運動與控制情境下血紅素含氧差 (hemoglobin difference, O₂Hbdiff)，如表4-7。

表4-7 受試者在運動與控制情境前後血紅素含氧差

項目	平均數(uM)	± 標準差
運動情境		
安靜	12.46	±8.88
時段一	50.79	±14.45
時段二	34.87	±13.16
時段三	19.59	±13.44
控制情境		
安靜	6.83	±5.35
時段一	16.56	±8.05
時段二	12.48	±7.61
時段三	13.34	±10.66

表4-8由受試者內效應項的檢定，可以看出兩個自變項主要效果中運動與控制情境達到顯著水準， $F(1,31)=58.76$ ， $p<.05$ 與時間 $F(3,93)=26.07$ ， $p<.05$ 皆有達到顯著效果。

情境×時間交互作用項達顯著水準， $F(3,93)=35.46$ ， $p<.05$ ，以剖面圖來觀察，亦可發現有明顯交叉或非平行線段。故進行單純主要效果分析如表4-9。

表4-8 運動時前中後血紅素含氧差變異數分析（完全相依設計）摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
組間	16572.96	7		
情境 (A主要效果)	6454.80	1	6454.801	58.76*
時間 (B主要效果)	6980.29	3	2326.763	26.07*
情境*時間(交互作用)	3137.87	3	1045.956	35.46*
組內	9065.33	248	36.55	
受試者內S	4404.23	31	440.42	
殘差(A×S)	1098.42	31	109.84	
殘差(B×S)	2677.71	93	89.26	
殘差(AB×S)	884.97	93	29.50	
全體 Total	25638.29	255		

* $p<.05$ * $F(1,31)=4.16$ $F(3,93)=3.70$

表4-9 血紅素含氧差單純主要效果分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
A 情境因子					
在安靜條件下	75.78	1	75.78	1.85	
在時段一條件下	14283.42	1	14283.42	65.78*	運動 > 控制
在時段二條件下	4246.06	1	4246.06	11.22*	運動 > 控制
在時段三條件下	519.55	1	519.55	6.89*	運動 > 控制
誤差(A+AB*block)	1983.39	124	16.00		
B 時間因子					
在運動情境下	14166.74	3	4722.25	31.42 [‡]	2 > 3 > 4 > 1
在控制情境下	1250.28	3	416.76	8.66 [‡]	2 > 4 > 3 > 1
誤差(B+AB*block)	3562.68	186	19.15		

$$*F_{.95}(1,124)=3.84 \quad ^{\ddagger}F_{.95}(3,186)=2.6$$

註：事後比較表格內數字1表示安靜階段、2表時段一、3表時段二與4表時段三。

由表4-9事後比較可以看出，在運動情境下時段一（腳踏車運動三十分），時段二（運動後三十分鐘恢復期）和時段三（運動後三十分鐘至五十二分鐘恢復期），運動時的血紅素含氧差皆顯著高於控制組。另外，在運動情境下，時段一、時段二和時段三的血紅素含氧差顯著高於安靜值。

由表4-9與4-10可以看出，在運動情境下時段一與二的血紅素含氧差顯著大於安靜值，而且時段一顯著大於時段二，時段二顯著大於時段三，時段三大於安靜值，達顯著水準 ($p < .05$)，如表4-10。

表 4-10 運動情境的血紅素含氧差事後比較摘要表

實驗處理	安靜	時段一	時段二	時段三
安靜	--	*	*	
時段一		--	*	*
時段二			--	*
時段三				--

(* $p < .05$ 表示各時段之間有顯著差異)

註：時段一代表30分鐘腳踏車運動、時段二代表運動後三十分鐘、時段三代表運動後三十至五十二分鐘

由表4-9與4-11可以看出，在控制情境下時段一、二與三的血紅素含氧差顯著大於安靜值，而且時段一顯著大於時段二，時段二顯著大於時段三，時段三大於安靜值，達顯著水準 ($p < .05$)，如表4-11。

表 4-11 控制情境的血紅素含氧差事後比較摘要表

實驗處理	安靜	時段一	時段二	時段三
安靜	--	*	*	*
時段一		--		
時段二			--	
時段三				--

(* $p < .05$ 表示各時段之間有顯著差異)

註：時段一代表30分鐘腳踏車運動、時段二代表運動後三十分鐘、時段三代表運動後三十至五十二分鐘

圖 4-2 為運動與控制情境下之血紅素含氧差 (O_2Hb_{diff}) 的變化圖，分為安靜、時段一、時段二與時段三，共分為四個階段。

運動情境下血紅素含氧差值從安靜到時段一快速升高的趨勢，於時段一到時段二與時段二到時段三呈現下降趨勢。

控制情境下從安靜階段到時段一為緩慢上升，階段一到階段二與時段二到時段三仍有微幅上升的情況。

運動與控制情境兩條折線的趨勢可以看出，除在安靜情況下，血紅素含氧差在運動情境三個時段皆顯著高於控制情境的值。

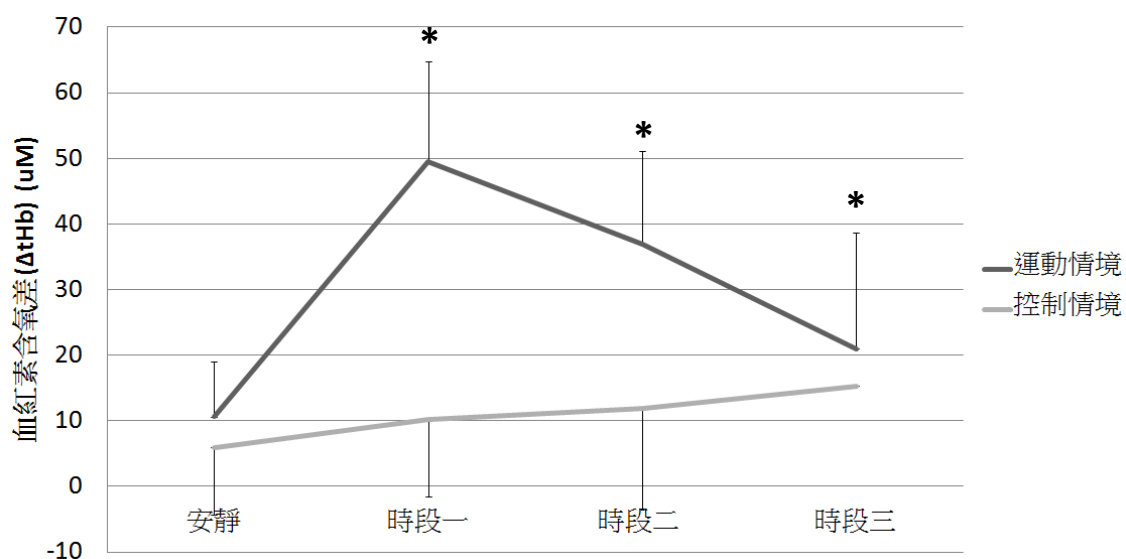


圖4-2 運動與控制情境下在不同時間之血紅素含氧差值的變化圖

*表示運動與控制情境達顯著差異 ($p < .05$)。

第三節、運動與控制情境後之執行控制能力分析

本研究的運動與控制情境後之執行控制能力分為三個部分說明結果，(一) Stroop 測驗的反應時間與正確率，(二) 長期記憶與短期記憶測驗 (free record)，(三) Eriksen flanker task 測驗。

一、運動與控制情境後Stroop測驗的反應時間與正確率

表4-12 運動與控制情境下不同的叫色測驗下的反應時間表

項目	平均數(ms)	±標準差	顯著性
叫色色塊測驗 (SC)			
運動情境	476.78	±63.32	.038*
控制情境	503.58	±126.22	
叫色文字測驗 (SW)			
運動情境	544.51	±70.82	.397
控制情境	556.48	±91.77	
叫色文字與顏色相同測驗 (SCON)			
運動情境	491.23	±65.39	.674
控制情境	495.90	±114.98	
叫色文字與顏色不相同測驗 (SINC)			
運動情境	605.67	±99.55	.951
控制情境	606.60	±173.19	

*表示不同情境之間有顯著差異 ($p < .05$)

表4-13 運動與控制情境下不同的叫色測驗下的正確率表

項目	平均數%	顯著性
叫色色塊測驗 (SC)		
運動情境	96.5	.871
控制情境	96.6	
叫色文字測驗 (SW)		
運動情境	95.9	.343
控制情境	95.4	
叫色文字與顏色相同測驗 (SCON)		
運動情境	96.2	.185
控制情境	97.1	
叫色文字與顏色不相同測驗 (SINC)		
運動情境	94.7	.179
控制情境	94.0	

運動與控制情境下的執行控制測驗結果由上表4-12與4-13得知：

(一) 叫色色塊測驗 (SC)

1、反應時間，如表4-12：

兩個樣本的平均秒數各為476.78與503.58毫秒，顯著性為.038，考驗結果達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下有顯著的不同。從樣本平均數大小可以看出，運動後的反應時間（秒數）成績476.78毫秒較控制情境下503.58毫秒為優，顯示運動後的反應時間有顯著較快的表現。

2、正確率，如表4-13：

兩個樣本的平均正確率各為96.5%與96.6%，顯著性為.871，考驗結果未達顯著，表

示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

(二) 叫色文字測驗 (SW)

1、反應時間，如表4-12：

兩個樣本的平均秒數各為544.51與556.48毫秒，顯著性為.397，考驗結果未達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2、正確率，如表4-13：

兩個樣本的平均正確率各為95.9%與95.4%，顯著性為.343，考驗結果未達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

(三) 叫色文字與顏色相同測驗 (SCON)

1、反應時間，如表4-12：

兩個樣本的平均秒數各為491.23與495.90毫秒，顯著性為.674，考驗結果未達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2、正確率，如表4-13：

兩個樣本的平均正確率各為96.2%與97.1%，顯著性為.185，考驗結果未達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

(四) 叫色文字與顏色不相同測驗 (SINC)

1、反應時間，如表4-12：

兩個樣本的平均秒數各為605.67與606.60毫秒，顯著性為.951，考驗結果未達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2、正確率，如表4-13：

兩個樣本的平均正確率各為94.7%與94.0%，顯著性為.179，考驗結果未達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

不同Stroop測驗的反應時間圖，如圖4-3可以看出在叫色色塊測驗中運動與控制情境後有顯著差異，而其他的測驗沒有達顯著差異。

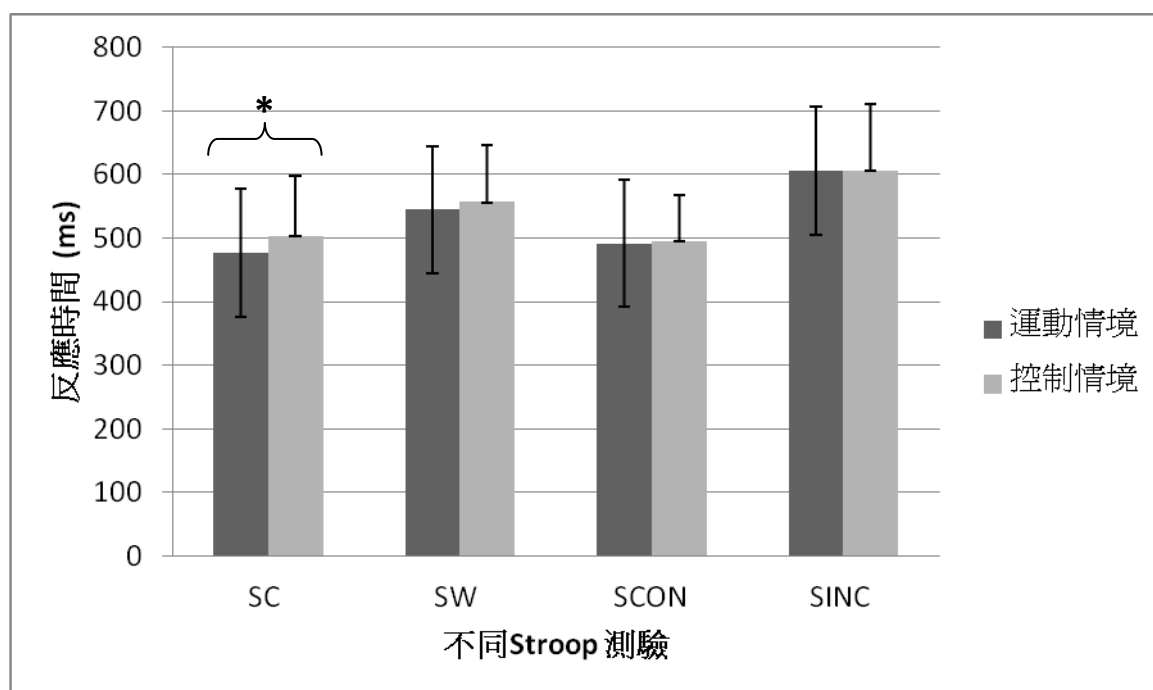


圖4-3 不同的叫色測驗下的反應時間圖

註：*表兩個不同情境下達到顯著差異 ($p < .05$)。SC表叫色色塊測驗、SW表叫色文字測驗、SCON表叫色文字與顏色相同測驗、SINC表叫色文字與顏色不相同測驗。

不同Stroop測驗的正確率圖，如圖4-4得知，在正確率的結果上皆沒有達到顯著差異。

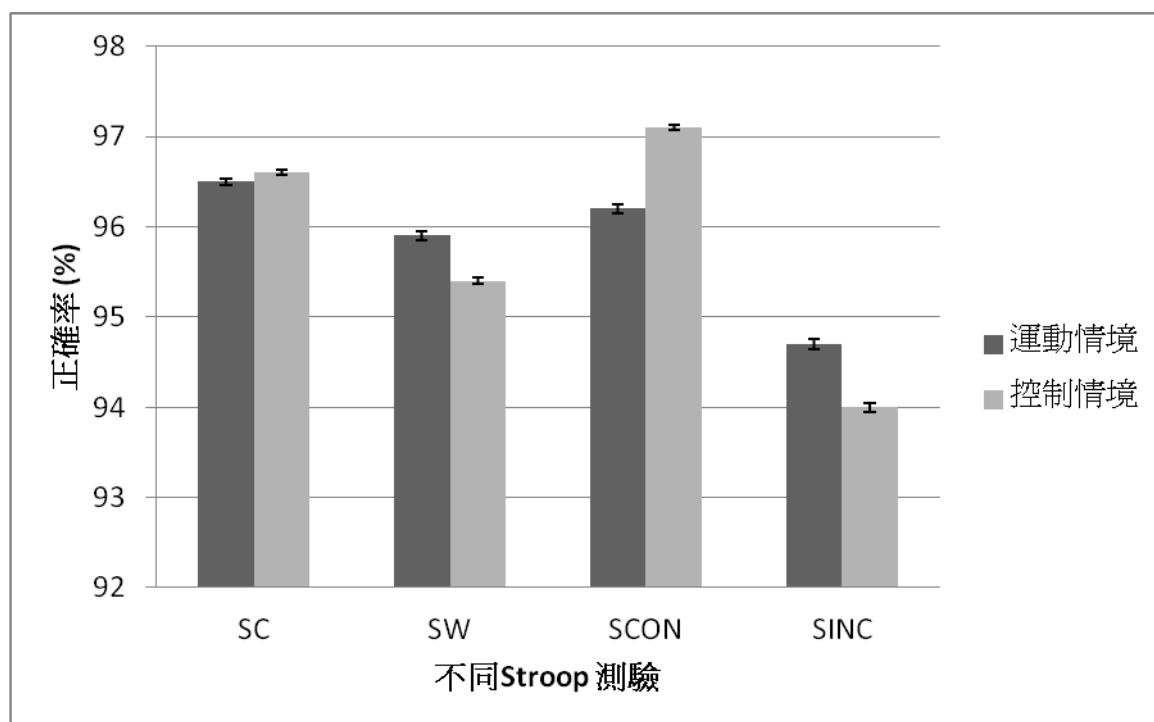


圖4-4 不同的叫色測驗下的正確率圖

註：*表兩個不同情境下達到顯著差異 ($p < .05$)。SC表叫色色塊測驗、SW表叫色文字測驗、SCON表叫色文字與顏色相同測驗、SINC表叫色文字與顏色不相同測驗。

二、運動與控制情境下長期記憶與短期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數與正確率

本研究的長期記憶與短期記憶測驗 (free record) 分為兩個部分，(一) 短期記憶測驗，(二) 長期記憶測驗，兩部分皆包含回答字詞個數與正確率，如表4-14與4-15。

(一) 短期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數，如表4-14。

表4-14 短期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數

項目	平均數(個)	±標準差	顯著性
總個數 (共 40 個)			
運動情境	13.12	±4.75	.52
控制情境	13.62	±3.70	
前 10 個字詞			
運動情境	5.50	±1.73	.33
控制情境	5.08	±1.32	
中間20個字詞			
運動情境	5.27	±3.00	.19
控制情境	6.00	±2.67	
後10個字詞			
運動情境	2.35	±1.67	.60
控制情境	2.54	±1.70	

1. 答對總個數，如表4-14。

兩個樣本的平均答對題數各為13.12與13.62個，顯著性為.52，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2. 前10個字詞，如表4-14。

兩個樣本的平均答對題數各為5.50與13.62個，顯著性為.33，考驗結果不達顯著，表

示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

3. 中間20個字詞，如表4-14。

兩個樣本的平均答對題數各為5.27與6.00個，顯著性為.19，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

4. 後10個字詞，如表4-14。

兩個樣本的平均答對題數各為2.35與2.54個，顯著性為.60，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

圖4-5 短期記憶 (free record) 回答字詞個數之長條圖，可以看出每一個回答字詞個數皆無達顯著差異。

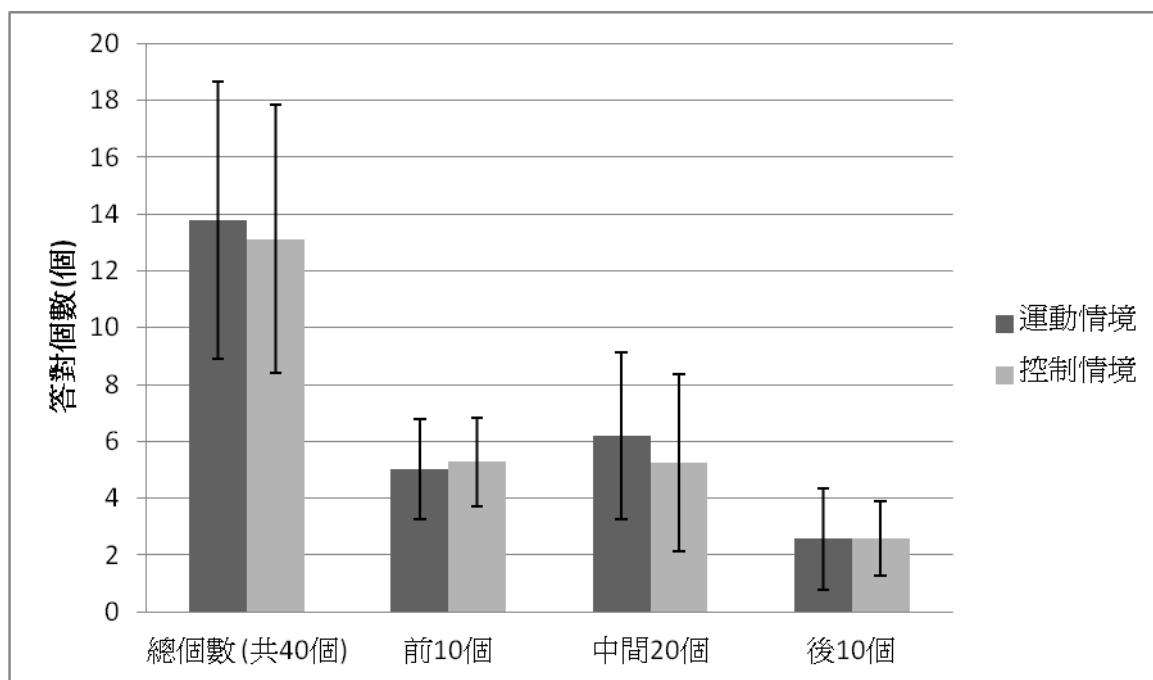


圖4-5 短期記憶 (free record) 回答字詞個數圖

(二) 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數，共40個，如表4-15。

表4-15 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數

項目	平均數(個)	±標準差	顯著性
總個數 (共 40 個)			
運動情境	12.58	±4.35	.23
控制情境	13.50	±3.70	
前 10 個字詞			
運動情境	5.19	±1.63	.71
控制情境	5.04	±1.18	
中間20個字詞			
運動情境	5.65	±3.15	.32
控制情境	6.19	±2.53	
後10個字詞			
運動情境	1.73	±1.00	.10
控制情境	2.27	±1.69	

1. 答對總個數，如表4-15

兩個樣本的平均答對題數各為12.58與13.50個，顯著性為.23，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2. 前10個字詞，如表4-15

兩個樣本的平均答對題數各為5.19與5.04個，顯著性為.71，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

3. 中間20個字詞，如表4-15

兩個樣本的平均答對題數各為5.65與6.19個，顯著性為.32，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

4.後10個字詞，如表4-15

兩個樣本的平均答對題數各為1.73與2.27個，顯著性為.10，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

圖4-6 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數圖之長條圖，可以看出每一個回答字詞個數皆無達顯著差異。

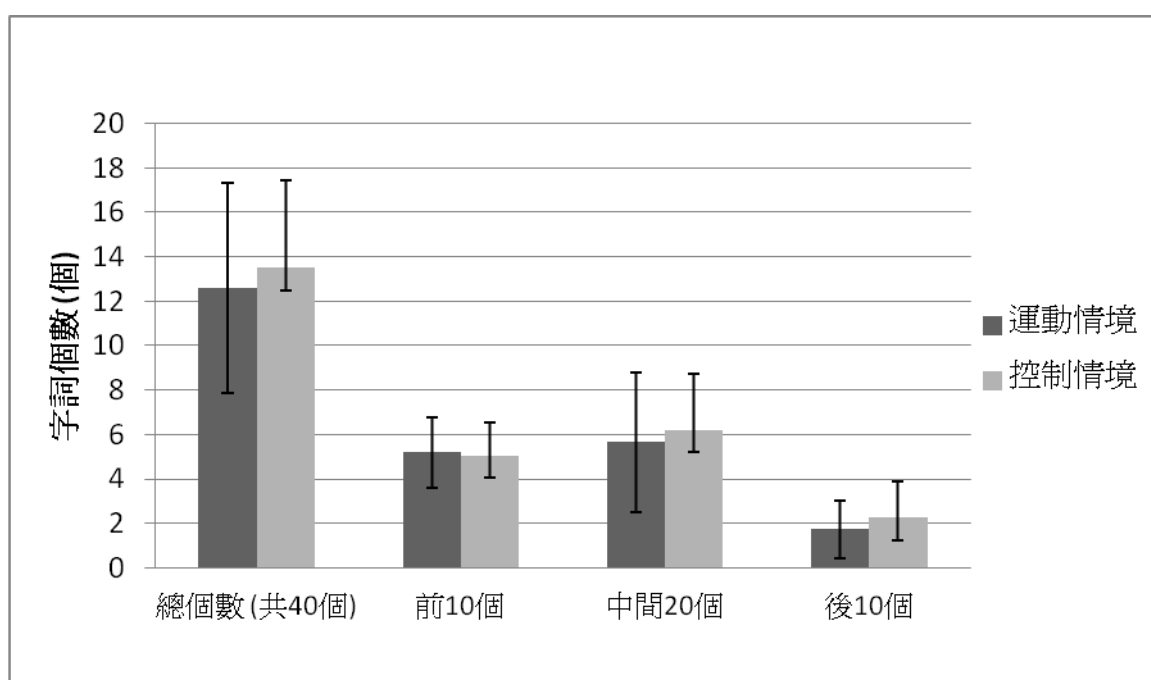


圖4-6 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數圖

(三) 短期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率，如表4-16。

表4-16 短期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率

項目	正確率(%)	顯著性
總個數 (共 40 個)		
運動情境	33.31	.46
控制情境	34.52	
前 10 個字詞		
運動情境	53.23	.62
控制情境	51.29	
中間20個字詞		
運動情境	26.77	.10
控制情境	30.65	
後10個字詞		
運動情境	26.45	.78
控制情境	25.48	

1. 總個數正確率，如表4-16

兩個樣本的平均答對正確率各為 33.31 與 34.52%，顯著性為.46，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2. 前10個字詞正確率，如表4-16

兩個樣本的平均答對正確率各為 53.23 與 51.29%，顯著性為.62，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

3. 中間20個字詞正確率，如表4-16

兩個樣本的平均答對正確率各為26.77與30.65%，顯著性為.10，考驗結果不達顯著，

表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

4.後10個字詞正確率，如表4-16

兩個樣本的平均答對正確率各為26.45與25.48%，顯著性為.78，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

圖4-7短期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率之長條圖，可以看出每一個字詞正確率皆無達顯著差異。

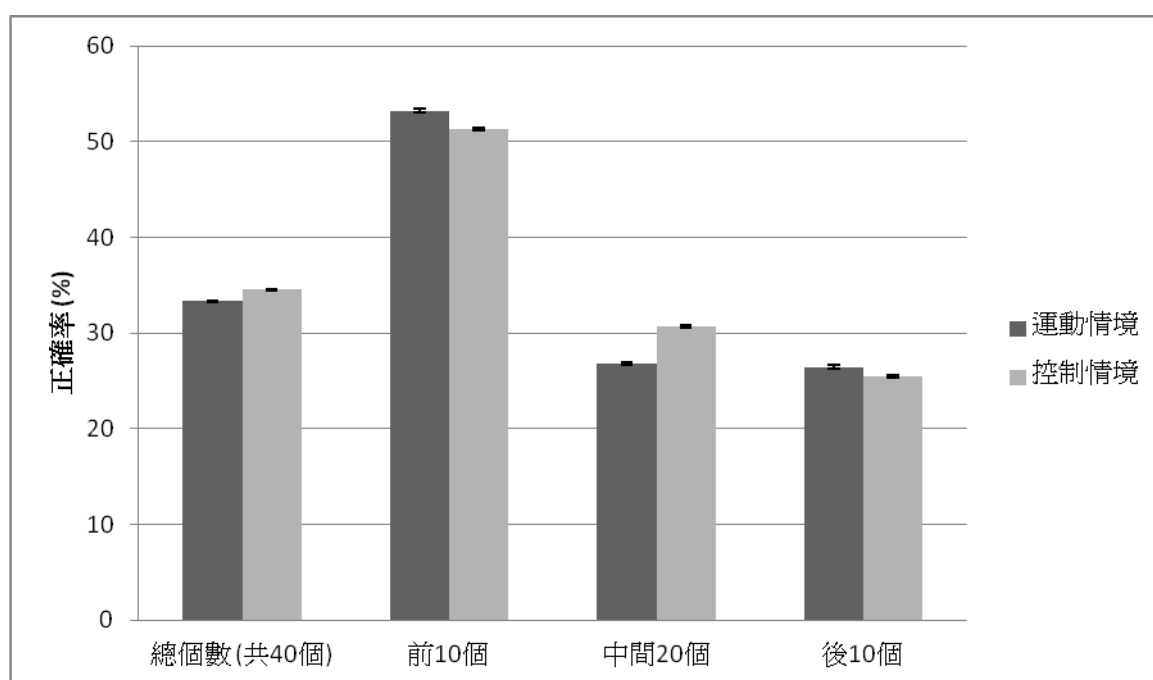


圖4-7 短期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率

(四) 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率，表4-17

表4-17 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率

項目	正確率(%)	顯著性
總個數 (共 40 個)		
運動情境	31.53	.10
控制情境	34.35	
前 10 個字詞		
運動情境	51.61	.79
控制情境	52.58	
中間20個字詞		
運動情境	27.90	.15
控制情境	31.29	
後10個字詞		
運動情境	18.71	.23
控制情境	22.26	

1. 總個數正確率，如表4-17

兩個樣本的平均答對正確率各為 31.53 與 34.35%，顯著性為 .10，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2. 前10個字詞正確率，如表4-17

兩個樣本的平均答對正確率各為 51.61 與 52.58%，顯著性為 .79，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

3. 中間20個字詞正確率，如表4-17

兩個樣本的平均答對正確率各為 27.90 與 31.29%，顯著性為 .15，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

4.後10個字詞正確率，如表4-17

兩個樣本的平均答對正確率各為18.71與22.26%，顯著性為.23，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

圖4-8為長期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率之長條圖，可以看出每一個字詞正確率皆無達顯著差異。

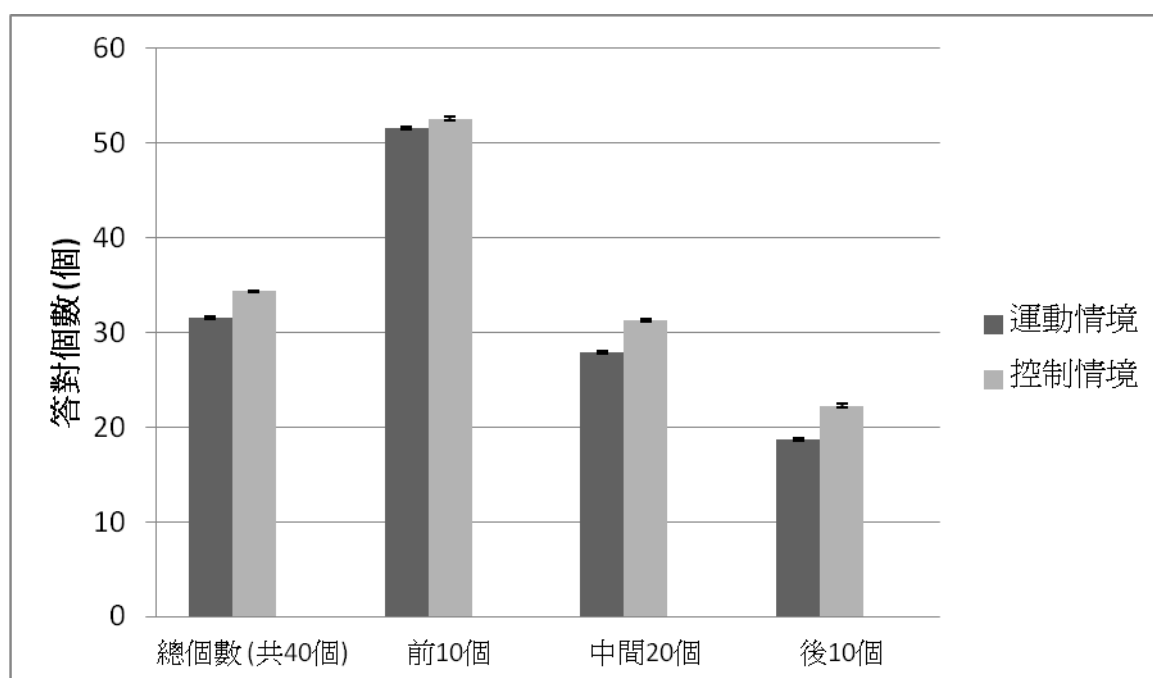


圖 4-8 長期記憶測驗 (free record) 回答字詞正確率

(三) Eriksen flanker task 測驗的反應時間與正確率，表 4-18

表 4-18 不同情境 Eriksen flanker task 測驗的反應時間

項目	平均數(ms)	±標準差	顯著性
與中間箭頭方向一致 (arrow consistent, AC)			
運動情境	396.69	±59.13	.36
控制情境	391.98	±57.13	
與中間箭頭方向不一致 (arrow inconsistent, AINC)			
運動情境	474.99	±79.43	.22
控制情境	486.09	±59.77	
與中間開口方向一致 (arrow opening consistent, AOC)			
運動情境	408.23	±50.62	.05
控制情境	397.84	±46.37	
與中間開口方向不一致 (arrow opening inconsistent, AOINC)			
運動情境	436.55	±65.13	.76
控制情境	434.52	±56.35	

*表示不同情境之間有顯著差異 ($p < .05$)

表 4-19 不同情境 Eriksen flanker task 測驗的正確率

項目	正確率 (%)	顯著性
與中間箭頭方向一致 (arrow consistent, AC)		
運動情境	98.85	.04*
控制情境	99.33	
與中間箭頭方向不一致 (arrow inconsistent, AINC)		
運動情境	92.06	.96
控制情境	92.08	
與中間開口方向一致 (arrow opening consistent, AOC)		
運動情境	96.72	.82
控制情境	96.81	
與中間開口方向不一致 (arrow opening inconsistent, AOINC)		
運動情境	95.60	.20
控制情境	95.00	

*表示不同情境之間有顯著差異 ($p < .05$)

一、與中間箭頭方向一致 (AC)

1. 反應時間，如表 4-18

兩個樣本的平均反應時間各為 396.69 與 391.98 毫秒，顯著性為.36，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2. 正確率，如表 4-19

兩個樣本的正確率各為 98.85 與 99.33%，顯著性為.04，考驗結果達顯著差異，表示這些受試者兩次不同情境下有顯著的不同。從樣本平均數大小可以看出，運動後的正確率成績 98.85 較控制情境下 99.33 較為低，顯示控制情境後的正確率有顯著較高的表

現。

二、與中間箭頭方向不一致 (AINC)

1. 反應時間，如表 4-18

兩個樣本的平均反應時間各為 474.99 與 486.09 毫秒，顯著性為.22，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2. 正確率，如表 4-19

兩個樣本的正確率各為 92.06 與 92.08%，顯著性為.96，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

三、與中間開口方向一致 (AOC)

1. 反應時間，如表 4-18

兩個樣本的平均反應時間各為 408.23 與 397.84 毫秒，顯著性為.05，考驗結果不達顯著差異，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2. 正確率，如表 4-19

兩個樣本的正確率各為 96.72 與 96.81%，顯著性為.82，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

四、與中間開口方向不一致 (AOINC)

1. 反應時間，如表 4-18

兩個樣本的平均反應時間各為 436.55 與 434.52 毫秒，顯著性為.76，考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

2. 正確率，如表 4-19

兩個樣本的正確率各為 95.60 與 95.00% 考驗結果不達顯著，表示這些受試者兩次不同情境下沒有顯著的不同。

圖 4-9 為 Eriksen flanker task 測驗的反應時間圖，可以看出在 AOC 的部分運動與控制情境達顯著差異 ($p < .05$)。

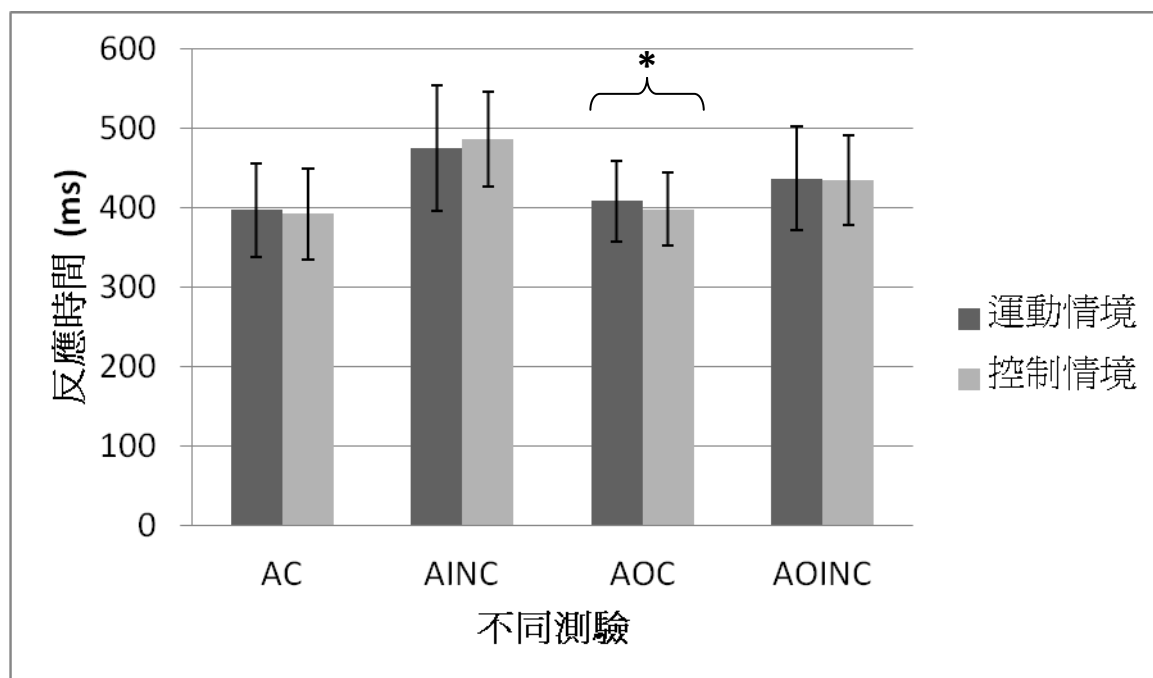


圖 4-9 Eriksen flanker task 測驗的反應時間

註：*表示不同情境之間有顯著差異 ($p < .05$)。AC 表與中間箭頭方向一致、AINC 與中間箭頭方向不一致、AOC 與中間開口方向一致、AOINC 與中間開口方向不一致

圖 4-10 為 Eriksen flanker task 測驗的正確率圖

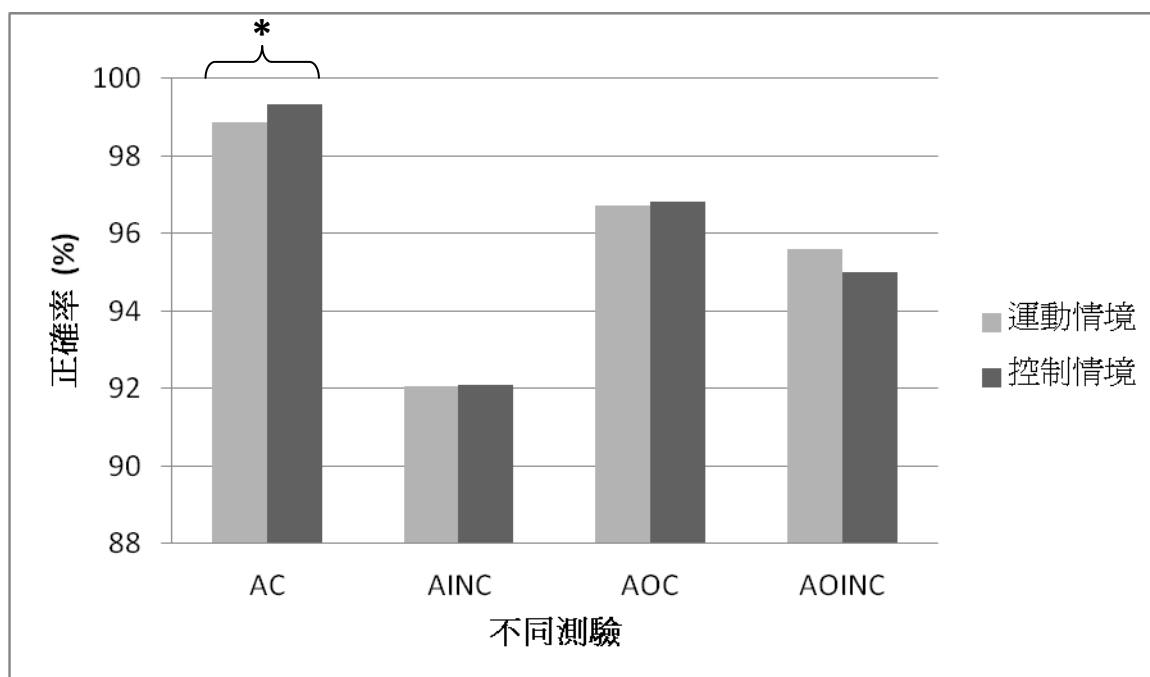


圖 4-10 Eriksen flanker task 測驗的正確率

註：*表示不同情境之間有顯著差異 ($p < .05$)。AC 表與中間箭頭方向一致、AINC 與中間箭頭方向不一致、

AOC 與中間開口方向一致、AOINC 與中間開口方向不一致

第五章 討論與結論

第一節、討論

本研究採用的運動項目為腳踏車，乃為近年來流行的有氧運動項目之一，單次中等強度三十分鐘的腳踏車運動，符合美國運動醫學會 (ACSM, 2011) 所建議的強度與時間，可以達到預期的運動保健效果，但過去很少研究探討單次有氧運動對於腦部氧合能力與執行功能或認知能力的影響。本章分別以 (一) 單次有氧運動前後氧合能力之變化，(二) 單次有氧運動與控制情境下執行控制能力之差異，加以敘述。本研究結果顯示在單次 30 分鐘有氧腳踏車運動期間和運動後的 52 分鐘內，總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 與血紅素含氧差皆顯著大於安靜值。而且單次 30 分鐘有氧腳踏車運動期間和運動後 52 分內，總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 與血紅素含氧差運動皆顯著大於控制情境。而執行控制測驗在 30 分鐘腳踏車運動後休息 10 分鐘開始測驗，發現有測驗項目運動與控制情境後達顯著差異，值得深入討論。

一、單次有氧腳踏車運動後前額葉氧合能力之變化

本研究以運動與控制情境兩種不同情境進行測驗，比較前額葉氧合血紅素與執行控制的差異。單次 30 分鐘腳踏車運動期間、運動後 (30 分鐘內、30 分鐘後) 總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 顯著皆高於安靜值，但運動後恢復期間 52 分內血流量會逐漸下降。總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 可以代表血流量變化值，所以單次運動期間和運動後 52 分鐘內血流量有明顯上升。

本研究發現單次腳踏車運動比控制情境更能提升前額葉的總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM)，此結果與 Thomas 等 (2008)、Ide 等 (2012) 與 Rissanen 等 (2012) 的研究相似。但於運動後的恢復趨勢和過去的研究不太一致，Thomas 等 (2008) 的研究發現，激烈力竭運動期間總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 會有較高現象，從衰竭運動後進行緩和運動期

間總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 變化不大，此結果與本研究逐漸降低不相同，可能原因有 (1) 不同的運動強度 (2) 受試者訓練狀態不同，本研究為 30 分鐘中等強度 (55-60% HRR) 有氧運動，總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 上升的幅度可能因運動強度不同而產生差異，Thomas 等 (2008) 的研究為力竭運動，總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 上升程度高於本研究；Thomas 等 (2008) 認為中等強度運動會增加氧合作用，與本實驗在中等強度時所需要的氧合作用相同，運動時腦部神經會被活化也會改善血流量自動調節的功能。Thomas 等 (2008) 的研究受試者為優秀運動員與本研究為一般大學生有異，實驗結果的不同可能是因為訓練或體能狀況不同而產生差異。

本研究為三十分鐘持續腳踏車運動與 Ide 等 (2012) 漸增式腳踏車運動雖然不同，但從休息狀態到最大攝氧量的 30% 與 60% 時，總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 整體逐漸增加的趨勢與本研究運動開始時總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 增加的情況相似，推測是因運動初期時血流量灌注到前額葉的關係使總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 增加。另一個研究，Rissanen 等 (2012) 以年輕受試者為對象，在漸增式跑步機上運動，速度從 0 到 12 公里/小時，發現去氧血紅素、氧合與總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 皆上升。此篇研究為漸增負荷運動，雖與本研究有氧運動的方式不同，但與本實驗部分結果一致，隨著運動強度逐漸增加前額葉的總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 持續上升，快到最大運動強度時呈現較為平緩的現象。Alonso 等 (2004) 的研究發現在力竭運動時血流量上升，與本研究的 30 分鐘有氧運動總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 維持平緩的趨勢有所不同，這可能是因為運動強度不同所致。Alonso 等 (2004) 認為會血流量上升可能是在最大強度運動時，腦部的需要更多氧氣有關。

本研究的受試者為一般大學男生與 Billaut 等 (2010) 的研究為優秀的運動選手不同，另一個不同的地方為運動強度，本研究是中等強度的腳踏車運動，Billaut 等 (2010) 的研究運動自覺量表為 6.6 增加到 19.1 的高強度運動，於五公里的計時跑測試過程中，從安靜到 2.5 公里的過程中氧合血紅素、去氧血紅素與總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 上升；在 2.5 到 4.5 公里的過程中維持平緩；4.5 到 5 公里階段中氧合血紅素下降、去氧血紅素上升，而總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 則維持不變。Billaut 等 (2010) 與本研究 30

分鐘有氧運動於 15 分鐘後總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 達平緩狀態有相似之處。Billaut 等 (2010) 認為從靜止到 2.5 公里時總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 的上升的可能原因為腦部需氧量逐漸增大，神經元激活增加大腦的流量的灌注。因為實驗設計的不同本實驗為 30 分鐘的有氧運動，安靜到三十分腳踏車運動 (時段一) 總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 與血紅素含氧差有顯著上升，與 Billaut 等 (2010) 的研究結果相似，上升的可能是因為腦部需氧量增大的關係。本實驗受試者並無從事高運動強度運動，所以很難與 Billaut 等 (2010) 的研究完全相互比較。

本研究總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 與血紅素含氧差在中等強度運動 30 分鐘和運動後 52 分鐘內的起伏顯著高於安靜狀態。本實驗控制情境下總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 與血紅素含氧差於運動時段一、和運動後時段二與三皆顯著高於安靜值，這也是出乎意料，可能是因為時段一受試者安靜坐於腳踏車上雖然沒有踩動，但卻需要花費一些體力維持固定姿勢，且從椅子 (安靜 10 分鐘) 走至腳踏車座椅上，產生姿勢改變和身體移動皆可能使總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 與血紅素含氧差產生變化。Mehagnoul, Colier 與 Jansen (2001) 的研究發現，27 位老年人 (70-84 歲) 的腦部血氧量從姿勢改變測驗中發現，平躺到站立 (站立過程) 的總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 是降低的，可能因為站立過程中，輸送到腦部的總血紅素供給不足而造成下降的現象。此外這研究與本實驗的情境有些許不同，主要是 (1) 姿勢改變不同 (2) 年齡不同，本研究受試者在安靜階段到時段一時總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 有上升的情況，可能是因為從椅子上站起走到腳踏車的過程中，接著坐在腳踏車上的姿勢與椅子不同而產生差異。另一個不同的原因可能為 Mehagnoul 等 (2001) 的研究受試者為老年人，而本實驗則是大學生，年齡與健康狀況的差異可能造成不一樣的結果。

有關單次運動後觀察前額葉血流量或氧合功能的研究很少，運動後需要多少時間才會使氧合能力恢復到安靜值是值得探討的部分。本研究發現安靜時的十分鐘內總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 與血紅素含氧差呈現平穩狀態，運動開始可能由於腦部需氧量增加而逐漸上升，經過 52 分鐘後有降低的趨勢，但乃顯著高於安靜值，礙於本實驗只有觀察到運動後 52 分鐘，需要持續更久的時間才能回到安靜值。運動情境下時段二比時段

一的總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 有下降的現象，而時段三比時段二的總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 更少。相較於控制情境下總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 皆呈現平緩狀態，且起伏不大，血紅素含氧差安靜與時段一與二皆達到顯著差異，時段三未達顯著差異，可能因為運動後 30 分鐘至 52 分鐘內逐漸恢復接近至安靜值。從運動與控制情境相互比較下，發現三十分鐘有氧運動導致總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 與血紅素含氧差的改變。

本實驗於運動情境時產生的總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 與血紅素含氧差的趨勢圖相似，在運動開始前期逐漸上升，推測可能是因為運動造成血紅素含氧差的差異變大。Rook 等 (2010) 認為血紅素含氧差值，可以當作含氧血紅素與組織氧飽和度之指標。於運動結束後有逐漸下降的趨勢，可能是因為運動結束後使血紅素含氧差值差異逐漸縮小。血紅素含氧差值於時段二與時段三相互比較發現，血紅素含氧差值下降的幅度時段二大於時段三，與總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 相似，相較於控制情境下總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 皆呈現平緩狀態，且起伏不大，從運動與控制情境相互比較下，很有可能是因為運動而造成血紅素含氧差的差值改變。

本研究在安靜到時段一總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 上升有類似的趨勢，可能因為運動前期腦部需要的靜脈血流量升高，所以總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 有升高的趨勢。Heine 等 (2009) 認為在高強度的運動時對於總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 增加的原因可能是因為減少大腦靜脈血流的流出。不過本實驗與 Heine 等 (2009) 的測驗漸增式運動不同，本實驗為固定強度有氧運動測驗，總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 產生量與上升幅度可能皆不相同。

二、單次有氧運動與控制情境下的執行控制能力之差異

本研究之執行控制測驗分為三個部分進行，(一) Stroop 叫色測驗，(二) 短期記憶與長期記憶測驗 (free record)，(三) Eriksen flanker task 測驗。

(一) Stroop 叫色測驗

本研究經過單次 30 分鐘有氧腳踏車運動後從事叫色色塊測驗 (SC)，其中反應時間

顯著快於控制情境，推測可能在運動後 10 分鐘立即從事色塊辨別反應時間的效果較為顯著，另外推測其原因可能因其測驗之難易度與測驗性質有關，叫色色塊測驗於測驗時以正方形色塊的方式顯示，其形狀與測試的鍵盤上的顏色形狀相似與其他三個叫色測驗以文字的方式測驗有所不同，色塊測驗可能較有利於受試者學習與作答。其他測驗的反應時間與正確率可能因為測驗時間離運動與控制時間較長皆未達顯著差異，但運動後反應時間皆比控制情境後測驗快。正確率的部分叫色色塊測驗 (SC) 與叫色文字與顏色相同測驗 (SCON) 兩個測驗中運動後高於控制情境。有一些相關的研究有關運動後改善反應時間之理由如下：

本實驗中部分認知測驗的反應時間於三十分鐘有氧運動後顯著縮短的結果與 Timinkul 等 (2008) 相同，可能原因是運動可以提高腦部區域的活性，增加氧氣代謝和腦部的血流量，本研究運動後總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 提高代表腦部血流量增加，與腦部認知測驗的反應時間改善可能有所關聯。

本研究的結果與 Ikeda 等 (2011) 的研究不一致，該實驗以口頭回答，而本研究是以鍵盤做為作答，作答方式不同可能造成研究差異。Ikeda, Okuzumi 與 Kokubun (2011) 等的研究發現，約 23 歲的年輕人在叫色測驗中的叫色文字與顏色相同測驗 (SCON) 比叫色文字與顏色不相同測驗 (SCIN) 的反應時間快。本研究與上述研究結果相同，無論在控制或運動情境後進行叫色文字與顏色相同測驗 (SCON) 皆比叫色文字與顏色不相同測驗 (SCIN) 快。另一方面，Ikeda 等 (2011) 的研究發現，顏色與字不同的測驗比叫色色塊測驗需要更多的認知運作過程，叫色色塊測驗比沒有顏色的字測驗需要更多的認知運作過程。叫色色塊測驗 (SC) 比沒有顏色的字測驗 (SW) 須花更多反應時間。

本研究的叫色測驗中的反應時間一致，單次運動後的確有改善反應時間的效果，與王駿濠等 (2011) 認為運動可以改善認知功能其中包含反應時間與正確率的觀點，反應時間相似，但與其正確率卻不一致，本實驗正確率無達到顯著差異，推測這可能因為認知測驗的不同與運動後的測驗時間不同所產生的差異。

本研究與 Cooper, Bandelow, Nute, Morris & Nevill (2012) 之研究的反應時間減低相似，推測是運動後所造成的反應時間降低。Cooper (2012) 指出青少年在早上從事間歇

運動與無運動後Stroop測驗反應時間沒有顯著差異，運動後的反應時間降低幅度較控制組大。Cooper等 (2012) 的研究測定葡萄糖、胰島素和乳酸發現運動後與控制後測量葡萄糖的濃度下降趨勢，可能因為葡萄糖是腦部的代謝與運作的重要物質，而影響認知測驗的成果。

本研究的實驗結果與Barella, Etnier和Chang (2010) 的研究結果，在老年人的單次20分鐘中等強度的跑步機運動有相同發現，Stroop的叫色測驗 (SC與SINC) 測驗，運動比控制情境的反應時間快，但皆沒有達到顯著差異，可能是因為運動所造成的，由此結果可推測在老年受試者從事與本實驗相同的叫色測驗亦會使反應時間縮短。Barella等 (2010) 認為反應時間下降可能是因為有氧運動後造成，一次性的運動所產生的差異可能因為運動的時間長短或運動強度不同，而造成認知測驗成績的差異，本實驗每一位受試者為固定強度有氧運動30分鐘，沒有因個別的運動能力而調整運動時間，可能造成認知測驗結果的差異。

短期與長期訓練對於認知能力的效果可能有所不同。本研究是單次30分鐘有氧運動後從事認知測驗，不屬於長期規律運動，所以很有可能因為非長期規律從事運動的關係而使部分認知測驗中的反應時間與正確率沒有顯著差異。石恆星等 (2006) 指出運動要改善認知功能需要規律從事運動3到5年才會有顯著的效果產生，而短期的運動可能沒有顯著的差異。

本實驗為單次有氧運動30分鐘後進行Stroop測驗，對於叫色測驗中的色塊測驗較顯著改善，而Baker (2010) 等則是以六個月的長期運動訓練介入有氧慢跑運動後，男性老年人的Stroop測驗的反應時間有降低的效果，但沒有達到顯著差異。

(二) 運動與控制情境下短期記憶與長期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數與正確率

在短期與長期記憶的測驗中字詞個數與正確率，無論在運動與控制情境後兩組情境皆沒有達到顯著的差異，而兩個情境皆沒有一致性的優劣結果。推測可能是因為運動過後沒有立即從事短期記憶與長期記憶測驗 (free record) 的關係。本實驗運動與控制實驗皆無達到顯著差異，只有部分於運動情境後的結果有改善，但卻沒有一致性的結果。本

實驗相較於Cole與Tompsonski (2008) 的研究，該結果發現約22歲的成年人經40分鐘的中等強度腳踏車運動與控制情境後，對於短期記憶與長期記憶個數皆有顯著的改善效果。推測可能是因為 (1) 有氧運動後沒有立即進行測驗，(2) 測驗的字詞不同，(3) 運動時間不同，以至於產生結果的差異。短期記憶與長期記憶測驗 (free record) 為本實驗的第二個認知測驗，所以沒有立即從事測驗可能是產生差異的原因。慣用之字詞與語言因每個地區而異，可能因不同地區使用之字詞不同而產生結果的差異。本實驗為30分鐘腳踏車有氧運動與Cole等 (2008) 的運動時間不同，可能產生不一樣的測驗結果。

(三) Eriksen flanker task測驗的反應時間與正確率

本實驗開口方向一致 (FC1) 中運動組較控制組顯現較低的反應時間且達顯著差異，而與中間箭頭方向一致 (FC) 測驗中的正確率運動組較控制組低亦達到顯著差異。高強度跑步機運動 (162.4bpm或83.5%最大心跳率) 30分鐘後，Eriksen flankers測驗中與中間字母方向一致測驗的反應時間較控制組低且有顯著的差異；與中間字母方向一致的測驗在正確率較高也有顯著的差異 (Hillman, Snook, & Jerome, 2003)。

Eriksen flanker task測驗於本實驗是第三個認知測驗約於運動後40分鐘進行，可能因離運動後時間過長導致測驗效果不佳，而前兩個認知測驗已進行40幾分鐘，生理與心理可能產生疲憊之現象，導致反應時間與正確率較控制組低。Hillman等 (2003) 認為有氧運動可以促進腦部血流量、神經傳導物質與腦部血管生成，對於運動後從事Eriksen flankers測驗可能會有正面的幫助。本實驗與Hillman等 (2003) 研究中的Eriksen flankers測驗有幾項原因產生不同結果 (1) 運動後測驗時間與疲勞 (2) 運動強度不同 (3) 測驗圖案不相同。運動強度可能產生差異Hillman等 (2003) 的研究為高強度腳踏車運動與本實驗不同所以可能產生結果不同。本實驗測驗所使用的圖案為箭頭方向” >“，與Hillman等 (2003) 的研究以字母為測驗圖案，可能產生結果的差異。

本實驗與Weinstein, Deuster, Francis, Beadling & Kop (2010) 的研究有不同之處，(1) 運動強度與時間 (2) 受試者族群、年齡與性別 (3) 測驗時間與項目，Weinstein (2010) 的研究以中年人 (約40歲) 沮喪者與正常者皆於跑步機上以中高強度 (70%以上最大攝

氧量) 約30分鐘的實驗，並且觀察跑步運動後30分鐘的疲勞指標是否有減輕的效果。沮喪狀態者疲勞指標雖在運動後立即測量沒有顯著差異，但在運動後30分鐘測量則有上升的趨勢。本實驗的運動強度與時間為中等強度30分鐘有氧運動，受試者族群為大學男性與Weinstein (2010) 的研究為中年人有男有女的受試者族群有所不同，Weinstein (2010) 的研究中無從事執行控制測驗，但本實驗從事Eriksen flanker task測驗約於有氧運動後40分鐘並且是第3個測驗，於測驗前已做其他兩個認知測驗，所以可能使運動後受試者產生疲勞現象影響測驗表現，可能是導致控制情境優於運動情境的因素之一。

第二節、結論與建議

一、結論

本研究目的為，探討單次 30 分鐘適度腳踏車運動前中後大學男生腦部氧合能力與執行功能的差異，從測驗的結果得到以下結論：

- (一) 單次適度腳踏車 30 分鐘運動期間 (時段一) 和恢復期 (運動後五十二分恢復期的時段二和時段三) 男性大學生前額葉總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 差與含氧血紅素差皆顯著高於安靜值差。
- (二) 單次適度腳踏車 30 分鐘運動期間和恢復期 (運動後五十二分恢復期的時段二和時段三) 男性大學生前額葉總血紅素差值 (ΔHbTot) (μM) 與含氧血紅素差皆顯著高於無運動之控制情境。
- (三) 適度有氧腳踏車運動過程 30 分鐘後對於男性大學生後對於叫色 (Stroop) 測驗中，叫色色塊測驗 (SC) 的反應時間顯著縮短。
- (四) 適度有氧腳踏車運動過程 30 分鐘後對於男性大學生短期記憶與長期記憶測驗 (free record) 回答字詞個數與正確率皆未有顯著改善。
- (五) 適度有氧腳踏車運動過程 30 分鐘後對於男性大學生 Eriksen flanker task 測驗反應時間與正確率皆未有顯著改善。

二、建議

本研究根據研究結論與操作過程之實際狀況，提出以下建議：

- (一) 單次三十分鐘有氧運動過程和運動後皆可提升腦部血流量與氧合能力，鼓勵民眾多從事有氧運動。
- (二) 未來研究可以採用長期運動介入或訓練方式觀察腦部氧合能力或認知執行能力的影響，介入方式可考量有氧訓練阻力訓練或身心運動訓練。
- (三) 未來研究可考量不同對象，如探討單次有氧運動對高齡者、女性與沮喪者認知能力和氧合能力的影響。

參考文獻

- 王俊智、陳豐慈、齊璘、張育愷 (2012)。急性健身運動時對威斯康辛卡片分類測驗之影響。大專體育學刊, 14 (3), 349-358。
- 王駿濠、蔡佳良 (2011)。運動對改善大腦認知功能之效益評析。應用心理研究, 50, 191-216。
- 方進隆 (1997)。健康體能的理論與實際。台北市：漢文書店。
- 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。
- 朱家華、潘倩玉 (2011)。十二週耐力運動訓練對肥胖大學生動脈硬化程度之影響。屏東教大運動科學學刊, (7), 26-38。
- 吳蕙米 (2000)。不同強度有氧運動與熱量攝取控制對身體組成及生理相關因素影響之研究。大專體育, (51), 46-54。
- 林信甫、王傑賢 (2007)。運動介入影響動脈彈性與老化性高血壓之探討。運動生理暨體能學報, 6, 51-60。
- 郭方娟、林正常、陳鉞奇 (2005)。有氧舞蹈訓練對體脂肪過高之年輕女性的心肺適能及心臟自律神經的影響。物理治療, 30 (2), 67-72。
- 簡曜輝等 (譯) (2005)。競技與健身運動心理學。台北市：運動心理學會。(Foundations of sport and exercise psychology, 2nd ed., 1999)
- 陳律盛、林學宜、陳世昌、張育瑞、曾明郎 (2012)。不同訓練頻率有氧運動對大專男生代謝症候群與健康體適能之影響。嘉大體育健康休閒期刊, 11 (2), 1-12。
- 彭郁芬 (2002)。流行有氧 EASY GO。中華體育, 16 (3), 16-22。
- 曾鈺婷、蔡佳良 (2010)。阻力運動訓練對老年人認知功能之輔助效益。大專體育, (111), 75-82。

- 趙明玲、林伶利、余秋霖、方郁文 (2007)。有氧運動訓練對台灣第二型糖尿病中老年患者的血液生理指標及體適能之影響，*實證護理*，3 (1)，27-34。
- 蔡忠昌、劉蕙綾 (1998)。運動對於腦部功能的影響：多上體育課會影響學業成績嗎？*大專體育*，(87)，184-190。
- 鄭景峰、林煉傑、黃憲鐘 (2002)。八週有氧或阻力訓練對身體組成的影響。*大專體育學刊*，4 (2)，187-195。
- 鍾佩容、邱啟潤 (2007)。有氧運動介入對機構肥胖老人生理與體能之影響。*高雄護理雜誌*，24，1-11。
- 魏正 (2009)。十八週有氧舞蹈課程對大學學生健康體適能影響之研究。*屏東教大體育*，(12)，77-89。
- 蘇信榮、林瑞興 (2011)。登階有氧運動之對健康體適能影響之探討。*屏東教大體育*，(14)，1-8。
- Baker L. D., Frank L. L., Foster K., Green P. S., Wilkinson C. W., McTiernan A.,... Craft S. (2010). Effects of Aerobic Exercise on Mild Cognitive Impairment. *American Medical Association*, 67 (1), 71-97.
- Barella L. A., Etnier J. L., & Chang Y. K. (2010). The Immediate and Delayed Effects of an Acute Bout of Exercise on Cognitive Performance of Healthy Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 18 (1), 87-98.
- Billaut F., Davis J. M., Smith K. J., Marino F. E., & Noakes T. D. (2010). Cerebral oxygenation decreases but does not impair performance during self-paced, strenuous exercise. *Acta Physiol*, 198, 477-486.
- Coles K., & Tomporowski P. D. (2008). Effects of acute exercise on executive processing, short-term and long-term memory. *Journal of Sports Sciences*, 26 (3), 333-344.
- Cooper S. B., Bandelow S., Nute M. L., Morris J. G. & Nevill M. E. (2012). The effects of a mid-morning bout of exercise on adolescents' cognitive function. *Mental Health and Physical Activity*, 5, 183-190.
- Daamen M., & Raab M. (2012). Psychological Assessments in Physical Exercise. *Functional Neuroimaging in Exercise and Sport Sciences*, 109-153.

- Danduran M. J. , Dixon J. E., & Rao R. P. (2012). Near Infrared Spectroscopy Describes Physiologic Payback Associated With Excess Postexercise Oxygen Consumption in Healthy Controls and Children With Complex Congenital Heart Disease. *Pediatr Cardiol*, 33, 95-102.
- Deeny S. P., Poeppel D., Zimmerman J. B., Roth S. M., Brandauer J., S. Witkowski (2008). Exercise, APOE, and working memory: MEG and behavioral evidence for benefit of exercise in epsilon4 carriers. *Biological Psychology*, 78, 179-187.
- Garber C. E., Blissmer B., Deschenes M. R., Franklin B. A., Lamonte M. J. , Lee I., ...D. P. Swain (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *American College of Sports Medicine*, 43 (7), 1334-1359.
- González-Alonso J., Dalsgaard M. K., Osada T., Volianitis S., Dawson E. A., Yoshiga C. C., & Secher N. H. (2004). *The Journal of Physiology*, 557 (1), 331-342.
- Heine M., Subudhi A. W., & Roacha R. C. (2009). Effect of ventilation on cerebral oxygenation during exercise: Insights from canonical correlation. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 166, 125–128.
- Hillman C. H., Snook E. M., & Jerome G. J. (2003). Acute cardiovascular exercise and executive control function. *International Journal of Psychophysiology*, 48, 307-314.
- Hillman C. H., Buck S. M., Themanson J. R., Pontifex M. B., & Castelli D. M. (2009). Aerobic Fitness and Cognitive Development: Event-Related Brain Potential and Task Performance Indices of Executive Control in Preadolescent Children. *Developmental Psychology*, 45 (1), 114-129.
- Ikeda Y., Okuzumi H., & Kokubun M. (2011) . Age-related Trends of Interference Control School-age Children and Young Adults in The Stroop Color–Word Test. *Psychological Reports*, 108 (2), 577-484.
- Imray C. H. E., Myers S. D., Pattinson K. T. S., A. R. Bradwell, C. W. Chan, S. Harris, P. Collins, ...Birmingham Medical Research Expeditionary Society (2005). Effect of exercise on cerebral perfusion in humans at high altitude. *Journal of Applied Physiology*, 99, 699–706.

- Ide K., Horn A., & Secher N. H. (1999). Cerebral metabolic response to submaximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 87, 1604-1608.
- Ingram T. E, Pinder A. G, Milsom A. B, C Stephen, Rogers, Thomas D. E, & P. E James (2009). Blood Vessel Specific Vaso-Activity To Nitrite Under Normoxic and Hypoxic Conditions. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 645, 21-25.
- Keramidas M., Kounalakis S. N., Geladas N. D., Eiken O., & Mekjavic I. B (2012). Heterogeneous sensitivity of cerebral and muscle tissues to acute normobaric hyperoxia at rest. *Microvascular Research*, 84, 205-210.
- Neary J. P., Roberts A. D. W., Leavins N., Harrison M. F., Croll J. C., & Sexsmith J. R. (2008). Prefrontal cortex oxygenation during incremental exercise in chronic fatigue syndrome. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 28 (6), 364-372.
- Matsuzawa D., Takeda K., Ohtsuka H., Takasugi J., Watanabe T., ... Shimizu E. (2012). Correlation of prefrontal activity measured by near-infrared spectroscopy (NIRS) with mood, BDNF genotype and serum BDNF level in healthy individuals. *Open Journal of Psychiatry*, 2, 194-203.
- Mehagnoul D. J., Colier W. N., & Jansen R. W. (2001). Reproducibility of orthostatic changes in cerebral oxygenation in healthy subjects aged 70 years or older. *Clinical Physiology*, 21(1), 77-84.
- Pe ´riard J. D., Thompson M. W., Caillaud C., & Quaresima V. (2012). Influence of heat stress and exercise intensity on vastus lateralis muscle and prefrontal cortex oxygenation. *European journal of applied physiology*.
- Pontifex M. B., Hillman C. H., Fernhall B., Thompson K. M., & T. A. Valentin (2009). The Effect of Acute Aerobic and Resistance Exercise on Working Memory. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 927-934.
- Perrey S. (2012). NIRS for Measuring Cerebral Hemodynamic Responses During Exercise. *Functional Neuroimaging in Exercise and Sport Sciences*, 335-349.
- Rissanen A. E., Tikkanen H. O., Koponen A. S., J. M. Aho, Hägglund H., Lindholm H., & Peltonen J. E. (2012). Alveolar gas exchange and tissue oxygenation during incremental treadmill exercise, and their associations with blood O₂ carrying capacity. *Frontiers in*

clinical and translational physiology, 3, 1-11.

- Rooks C. R., N. J. Thom, Kevin K. McCully, & Rod K. Dishman (2010). Effects of incremental exercise on cerebral oxygenation measured by near-infrared spectroscopy: A systematic review. *Progress in Neurobiology*, 92, 134-150.
- Rao R. P., Danduran M. J., Loomba R. S., Dixon J. E., & Hoffman G. M. (2012). Near-Infrared Spectroscopic Monitoring During Cardiopulmonary Exercise Testing Detects Anaerobic Threshold. *Pediatr Cardiol*, 33, 791–796.
- Subudhi A. W., Lorenz M. C., Fulco C. S., & Roach R. C. (2007). Cerebrovascular responses to incremental exercise during hypobaric hypoxia: effect of oxygenation on maximal performance. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 294, H164-H171.
- Timinkul A., Kato M., Omori T., Deocarlis C. C., Ito A., Kizuka T., ...Soya H. (2008). Enhancing effect of cerebral blood volume by mild exercise in healthy young men: A near-infrared spectroscopy study. *Neuroscience Research*, 61, 242-248.
- Thomas R., & Stephane P. (2008). Prefrontal cortex oxygenation and neuromuscular responses to exhaustive exercise. *European journal of applied physiology*, 102, 153-163.
- Tsujii T., Komatsu K., & Sakatani K. (2013). Acute Effects of Physical Exercise on Prefrontal Cortex Activity in Older Adults: A Functional Near-Infrared Spectroscopy Study, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 765, 293-298.
- Vermeij A., Beek A. H. E. A., Rikkert M. G. M. O., Claassen J. A. H. R., & Kessels R. P. C. (2012). Effects of Aging on Cerebral Oxygenation during Working-Memory Performance: A Functional Near-Infrared Spectroscopy Study. *Peer-Reviewed, Open Access*. 7 (9).
- Vogiatzis I., Louvaris Z., Habazettl H., Athanasopoulos D., V. Andrianopoulos, Cherouveim E.,... Zakynthinos S. (2011). Frontal cerebral cortex blood flow, oxygen delivery and oxygenation during normoxic and hypoxic exercise in athletes. *The Journal of Physiology*, 589 (16), 4027-4039.
- Wang B., Tian Q., Zhang Z., & Gong H. (2012). Comparisons of local and systemic aerobic fitness parameters between finswimmers with different athlete grade levels. *European journal of applied physiology*, 112 (2), 567-578.
- Weinstein A. A., Deuster P. A., Francis J. L., Beadling C. & Kop W. J. (2010). The Role of

Depression in Short-Term Mood and Fatigue Responses to Acute Exercise. *International Journal of Behavioral Medicine*, 17 (1), 51-57.

附錄一 受試者同意書

計畫名稱：單次有氧運動對大學男生前額葉氧合能力與執行控制之影響		
執行單位：國立臺灣師範大學體育學系		
指導教授：方進隆	職稱：教授	電話：(02)7734-3198
碩論負責人：邱麟翔	職稱：研究生	電話：0912-689029
(若受試者為匿名者，請自行刪除以下兩項)		
受試者姓名：	性別：	出生年月： 年 月 日
通訊地址：		
聯絡電話：		
緊急聯絡人：		
通訊地址：		
聯絡電話：		
一、實驗目的：有氧運動後對於氧合能力與執行功能之研究。		
二、受試者篩選及實驗流程：		
受試者須符合條件：		
(1) 無心血管疾病、其他重大疾病		
實驗流程：每次約需 1-2 小時，於國立臺灣師範大學公館分部 運動生理學實驗室進行		
第一次：最大攝氧量測驗、腦氧化功能測驗。		
第二(三)次：有氧運動 30 分鐘、腦氧化功能及認知功能測驗。		
第三(二)次：安靜休息 30 分鐘、腦氧化功能及認知功能測驗。		
三、注意事項：		
(1) 實驗時皆有研究人員隨行，受試者若有不適，則立即停止測驗。		
(2) 腦部功能以非侵入性、非接觸性方式檢測。		
(3) 所有實驗流程皆為非侵入性、低風險的檢查。		
四、預期試驗效果及利益：		
(1) 了解自己腦部認知功能與氧化功能。		

(2) 了解自己的心肺功能與健康狀況。

五、研究之退出與中止：

您可決定是否參加本試驗，試驗過程中您可隨時撤銷同意，退出試驗，不須任何理由。您也已充份了解計畫負責人或贊助單位（廠商）亦可能於必要時中止該試驗之進行。

六、受試者權益及隱私權

- (1) 本計畫執行機構將維護受試者在試驗過程中應得之權益。
- (2) 受試者於試驗過程中無須提出任何理由可隨時撤回同意，退出試驗，且不會引起任何不愉快或影響其日後的醫療照顧。
- (3) 研究資料成果可能會發表於學術性雜誌，但受試者姓名將不會公布，受試者之隱私將予以保密。

本研究計劃已由研究人員或醫護人員完整的向受試者解釋上述內容及個人權益，若有問

_____ 連絡(緊急聯絡電話： _____)

同意受試者簽名： _____ 日期： _____

計畫主持人簽名： _____ 日期： _____

口頭同意之見證

(受試者無法閱讀上述內容時，而經由研究人員口述說明，需有另一見證人在場)
茲證明本計畫主持人及研究人員已完整地向受試者解釋研究的內容。

見證人姓名（正楷） _____ 簽名 _____ 日期 _____

關係 _____ (有同意權之人為配偶或同居之親屬) 身份證字號 _____

通訊地址 _____ 聯絡電話 _____

附錄二 病史問卷表

病史問卷表 (Medical History Questionnaire)

計畫名稱：單次有氧運動對大學男生前額葉氧合能力與執行控制之影響

姓名：_____ 編號：_____ 性別：_____ 年齡：_____ 生日：_____

電話：_____ E-mail：_____

請仔細回答下列所有問題選項，並在回答“是”的選項中提供更為詳細的內容在底部表格的空格裡

是 否

- 1、醫生是否曾經說過你有心臟方面的問題，且只能從事醫生所建議的身體活動/運動。
- 2、醫生是否曾經限制或拒絕你參與任何運動或競賽。
- 3、當你從事身體活動或運動時，胸部是否曾經感到不舒服、有壓迫感、或是疼痛。
- 4、過去一個月內，即使當你處於沒有運動的狀況下，胸部感到疼痛。
- 5、是否曾經因為頭暈而失去平衡或失去意識(暈倒)。
- 6、在運動過程中是否曾經心臟突然跳動很快(heart race)或漏掉跳動(skip beats)。
- 7、醫生是否對於你的心臟做過任何的檢測項目。(如;心電圖、心臟超音波檢查等)
- 8、家族成員是否有人死於心臟方面的疾病或沒有明確的死亡原因，或是猝死，且年齡為 50 歲以下。
- 9、是否曾經有住院的經驗(至少住院一個晚上)。
- 10、是否曾經動過任何手術。

11、如果曾經被診斷出或使用藥物治療過下列疾病選項，請於左邊方格中勾選

- | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 高血壓 | <input type="checkbox"/> 高膽固醇 | <input type="checkbox"/> 糖尿病 | <input type="checkbox"/> 氣喘 |
| <input type="checkbox"/> 癲癇 | <input type="checkbox"/> 腎臟問題 | <input type="checkbox"/> 膀胱問題 | <input type="checkbox"/> 貧血 |
| <input type="checkbox"/> 心臟問題 | <input type="checkbox"/> 冠狀動脈疾病 | <input type="checkbox"/> 肺的問題 | <input type="checkbox"/> 慢性頭痛 |

- 12、是否曾在熱環境下運動而感到不適。(如;熱衰竭、熱中暑、痙攣。)
- 13、是否曾經患有其他重大的疾病是上面沒有列出的。
- 14、最近是否患有任何疾病。
- 15、你知道是否有任何可能的原因造成你無法從事身體活動。

16、請列出你目前正在服用的所有藥物，包含避孕藥或任何非處方用藥(藥房)。

藥名/增補劑/維他命	劑量	服用頻率(例：2 顆/天)

17、請列出你所有的過敏反應

物質	反應

18、是否抽菸/雪茄

是 否 量(支/天) 開始抽菸的年紀 如果戒菸了是在幾歲
 _____ _____歲 _____歲

19、是否喝酒(含酒精飲料)

是 否 頻率(次數/星期) 每次喝多少(量)
 _____ _____ml _____瓶

20、是否有下列家族病史，如果有，是誰罹患

高血壓 _____ 高膽固醇 _____ 糖尿病 _____
 腎臟問題 _____ 心臟問題 _____ 甲狀腺問題 _____

21、過去曾經在下列選項的身體部位曾受過傷，如果有請勾選，並詳細說明細節:

頭 _____ 肩 _____ 頸 _____ 手肘 _____
 上臂 _____ 手掌/指 _____ 胸腔 _____
 腕部 _____ 軀幹 _____ 上背部 _____ 下背部 _____
 膝蓋 _____ 腳踝 _____ 腳掌 _____ 大腿

是 否

- 22、是否曾經有疲勞性骨折(stress fracture)。
 23、背部椎間盤是否曾經受傷過。
 24、醫生是否因為你身體受傷而限制你的運動。
 25、目前身體是否有任何傷痛並且困擾著你。

26、你覺得你的日常身體活動屬於

- 坐式生活型態(完全不運動) 少量的身體活動 (只走路等)
 適量的身體活動 (規律跑步、健身等) 大量的身體活動 (比賽)

27、請列出你常從事的身體活動或運動:

附錄三 IPAQ 台灣活動量調查長版問卷

IPAQ 台灣活動量調查 長版問卷

問卷編號：_____

流水號：_____

受試者姓名：_____

訪員姓名：_____

訪視日期：_____

成 功：



行政院衛生署國民健康局

我們想要了解民眾在日常生活中，所做身體活動的狀況。想請教您的是：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，及您在休閒時間所做的娛樂、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。

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)

回想過去七天中，所有您做過費力、及中等費力的活動。

費力的身體活動表示：這些活動會讓您的身體感覺很累，呼吸會比平常快很多。任何一種活動它的強度跟慢跑差不多，而且一次的持續時間多於十分鐘的活動就算。

中等費力的活動表示：這些活動會讓您覺得身體有點累，呼吸會比平常快一些。任何一種活動它的強度跟快走差不多，而且一次的持續時間多於十分鐘的活動就算。

第一部份：與工作有關的身體活動

這部份與您的工作有關，包括您支薪的工作、農務、志工、課業、以及所有在外頭不支薪的工作。但不包括您在您家中做的不支薪的工作，如做家事、整理庭院／陽台、維修、及照顧家人，這些會在第二部分請教您。

1. 您目前是否有工作，或從事任何不支薪的工作（家務除外）？

有，過去七天中，您有幾天要工作_____天

沒有 **➡**請跳答第二部分：交通

下面的問題是有關：過去七天中，在支薪或不支薪的工作裡，您所做的身體活動。但不包括上下班的交通時間。

2. 過去七天中，您工作中有多少天，會從事費力的身體活動，如搬運重物(大於 17 台斤／10 公斤)、建築／營造、鏟土，或上樓梯？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。

_____天

工作中沒有做費力的身體活動 ➡ 請跳答問題 4

3. 在您的工作中，費力的身體活動通常佔一天中的多少時間？

一天_____小時_____分鐘

4. 請回想那些您持續 10 分鐘以上的身體活動。過去七天，在您的工作中，有多少天您會做中等費力的活動，如攜帶有點重的東西走路(有點重是指 4.5 到 9 公斤：例如二包 A4 的紙)？請不要將提輕物的走路算進去。

_____天

工作中沒有做中等費力的活動 ➡ 請跳答問題 6

5. 在您的工作中，中等費力的活動通常佔一天中的多少時間？

一天_____小時_____分鐘

6. 在過去七天中，您工作中有多少天曾經走路持續 10 分鐘以上？

請不要將旅行或上下班的走路時間算進去。

_____天

工作中的走路，沒有一次持續 10 分鐘以上 ➡ 請跳答第二部分交通

7. 在您的工作中，走路通常佔一天中的多少時間？

一天_____小時_____分鐘

第二部分：交通上的身體活動

以下問題是關於您去工作、商店、電影院等這些地方的交通方式。

8. 過去七天中，您有多少天會乘坐交通工具，如摩托車、公車、汽車、火車或捷運（不含腳踏車）？

_____天

不需乘坐交通工具 ➡ 請跳答問題 10

9. 乘坐交通工具的那些天中，您通常一天花多少時間在乘坐摩托車、公車、汽車、火車或捷運（不含腳踏車）？

一天_____小時_____分鐘

現在請只考慮您上下班、出差或外出的交通中，與騎腳踏車及走路相關的事。

10. 過去七天中，有幾天您以騎腳踏車當交通方式，一次至少持續 10 分鐘以上？

_____天

沒有以騎腳踏車當交通方式，且一次持續 10 分鐘以上 ➡ 請跳答 12 題

11. 您通常一天花多少時間，以騎腳踏車當交通方式？

一天_____小時_____分鐘

12. 過去七天中，有幾天您以走路當交通方式，而且一次至少持續 10 分鐘以上？

_____天

沒有以走路當交通方式，且一次持續 10 分鐘以上 ➡ 請跳答第三部份：家事，房屋維修和照顧家人

13. 您通常一天花多少時間，以走路當交通方式？

一天_____小時_____分鐘

第三部份：家事，家中維修和照顧家人

這個部份是關於過去七天中，您在住家和附近做的身體活動，如做家事、整理庭園／陽台、一般維修和照顧您的家人。

14. 請回想那些您持續做 10 分鐘以上的**身體活動**。過去七天中，有幾天您在花園或庭院做**費力的活動**，像搬運重物、或鏟土？

_____天

沒有在花園或庭院做費力的活動 ➡請跳答問題 16

15. 您通常一天花多少時間，在花園或庭院做**費力的身體活動**？

一天_____小時_____分鐘

16. 請再次您回想那些您持續做 10 分鐘以上的**身體活動**。在過去七天中，您有多少天在花園或庭院做**中等費力的活動**，像拿有點重的東西(例如三個紅磚頭)、耙土、掃地、打掃、清洗窗戶、和手工洗車？

_____天

沒有在花園或庭院做中等費力的活動 ➡請跳答問題 18

17. 您通常一天花多少時間，在花園或庭院裡，做**中等費力的活動**？

一天_____小時_____分鐘

18. 請再次回想那些您持續 10 分鐘以上的**身體活動**。過去七天中，有多少天您在家裡做**中等費力的活動**，像攜帶有點重的東西走路(例如買菜、背、抱小孩。有點重是指 7.5-17 台斤／4.5-9 公斤：例如 2 瓶家庭號鮮奶、一個小玉西瓜、三個帶皮鳳梨、5 公斤的米、7 瓶玻璃罐的台灣啤酒或米酒、一箱 24 瓶易開罐飲料)、清洗窗戶、拖地、擦地和手洗衣服、鋪床。

_____天

沒有在家裡做中等費力的活動 ➡請跳答第四部分：娛樂、運動和休閒的活動

19. 您通常一天花多少時間在家裡做中等費力的活動？

一天_____小時_____分鐘

第四部分：娛樂、運動和休閒活動

這部份是關於過去七天中，您純粹為了娛樂、運動、或休閒所做的身體活動。請不要將您前面已經提到過的活動算進去。

20. 不要將您已經提過在工作及交通中的走路算進去。在過去七天中，您有多少天以走路當作休閒或運動，而且一次持續 10 分鐘以上？

_____天

沒有以走路當作休閒或運動 ➡ 請跳答問題 22

21. 在您以走路當作休閒或運動時，這類的走路通常佔一天中的多少時間？

一天_____小時_____分鐘

22. 請只考慮那些您一次至少持續做 10 分鐘以上的活動。在過去七天中，有多少天您在休閒時，會做費力的身體活動，像慢跑、連續地快速游泳、上山爬坡、上樓梯、有氧舞蹈／街舞、快速地騎腳踏車、打球(如網球單打、籃球、足球)、跳繩、柔道、跆拳道、攀岩、重量訓練。

_____天

沒有在休閒時做費力的活動 ➡ 請跳答問題 24

23. 您通常一天花多時間做費力的休閒活動？

一天_____小時_____分鐘

24. 請再次只考慮那些您持續 10 分鐘以上的活動。過去七天內，有多少天您在休閒時會做中等費力的活動，如用一般速度游泳、跳舞(如健身操、迪斯可、嘻哈舞、芭蕾舞、土風舞、民族舞蹈，不含有氧舞蹈、街舞、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、或是網球雙打、羽毛球、桌球、排球、棒球、壘球？

_____天

□ 沒有在休閒時做中等費力的活動 ➡ 請跳答第五部分：坐著的時間

25. 您通常一天花多少時間，做中等費力的休閒活動？

一天_____小時_____分鐘

第五部分：坐著的時間

最後的問題是關於：您在工作、居家、做功課及休閒時坐著的時間。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，請不要包括您已經回答過的乘坐交通工具的時間，也不要將睡著的時間算進去。

26. 過去七天中，您有幾天要工作：_____天

27. 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

28. 過去七天的假日中，您一天坐著的時間有多久？

一天_____小時_____分鐘

本問卷到此結束！