

自行車運動對人體生理代謝影響之研究

黃裕哲* 杜瑞澤**

*朝陽科技大學工業設計系

**雲林科技大學設計學院

(收件日期：102 年 12 月 12 日；接受日期：103 年 2 月 17 日)

摘要

科技之發展導致國人工作型態從勞動工作轉變成坐式生活形態，身體活動量的缺乏易造成許多慢性疾病，其代謝症候群已成為我國重要公共衛生議題。近年來，參與單車活動的人口持續增加。但實際推廣自行車運動時，缺乏相關成效之研究，因此，本研究擬針對代謝症候群危險族群進行自行車運動介入後，分析其相關因子改變之情形，做為設計及推廣時之參考。本研究結果發現，經本研究所設計之每週 3 次規律的中強度運動計畫維持 6 週後，體重平均下降 1.59 公斤，空腹血糖值運動後均有下降，空腹血糖平均下降 1.25 mg/dl，三酸甘油酯平均下降 15.67 mg/dl，達統計上的差異，膽固醇平均下降 10.44 mg/dl，未達顯著差異。研究結果顯示經由自行車運動可有助於生理代謝率的提升、降低體脂肪。

關鍵詞：自行車、生理代謝、生理代謝率、體脂肪

The Study was Conducted for the Bike for the Physiological Effects of the Body's Metabolism.

Yu-Che Huang* Jui-Che Tu**

* Department of Industrial Design, Chaoyang University of Technology

**Graduate School of Design-Doctoral Program , National Yunlin University of Technology

(Date Received : December 12, 2013 ; Date Accepted : February 17, 2014)

Abstract

Development of technology has resulted in people working patterns shift from manual work to sitting lifestyle, lack of physical activity could easily lead to many chronic diseases, in recent years, the population continued to increase participation in cycling activities. However, the actual promotion of cycling, the lack of research related to the effectiveness of, and therefore, this study will focus on the cycling intervention explore user physiological

metabolic changes, as a reference when designing and marketing. The results of this study found that the average body weight decreased 1.59 kg, mean fasting plasma glucose decreased 1.25 mg / dl, triglyceride levels dropped by an average 15.67 mg / dl, the average cholesterol decreased 10.44 mg / dl, studies have shown that exercise can help by bike physiological metabolism the rate of increase, decrease body fat.

Keywords : Bicycles, Physiological metaolism, physiological metabolic rate, body fat

一、緒論

近年來產品設計已非單單在硬體之功能上來進行相關的設計開發與研究，已經有越來越多的設計議題是在軟體的流程與使用及服務模式，針對自行車等運動休閒產品，也非單純只是提升心肺功能之運動產品，更應該在功能外的產品使用中對人的使用影響來做一個研究，甚至針對不同族群提供一個產品使用後的影響與分析探討，可以促使自行車產品脫離單純運動與交通運輸的既有產品意象，進一步提供預防疾病的概念，甚至在不同的生活形態中來扮演更多的使用腳色，包括結合預防醫學之概念，促使自行車運動及相關商品的設計更加多元，並有效將自行車產品與應用更加廣泛的推廣。

科技之發展導致國人工作型態從勞動工作轉變成坐式(sedentary)生活形態，世界衛生組織也提出警告，到了二〇二〇年，有七〇%的疾病與「坐太久」有關。身體組織原本就要動，不動或少動不僅會影響新陳代謝，也會牽動身體其他臟腑器官。將久坐或是坐式生活定義為「肌肉不活動」。不動或是少動的生活方式，對健康造成的影響就是新陳代謝異常，吃進身體裡的熱量無法完全消耗，脂肪代謝到一半就卡住了，身體只好把體內多餘的脂肪囤積在皮下或是內臟，形成脂肪肝，進一步形成相關生理代謝等相關疾病〔22〕，在台灣根據統計高達八成以上之國人並沒有休閒運動的習慣〔21〕，上班族群身體活動量不足，高達 68%的受試者在心肺功能指數低於標準範圍〔15〕。台灣地區十大死因中惡性腫瘤、心臟疾病、腦血管疾病、糖尿病、高血壓等疾病的形成皆與肥胖有關係，而身體活動量的缺乏是造成這些疾病的最主要危險因子〔2〕。

相關研究結果顯示，台灣民眾的飲食習慣日趨西化，代謝症候群人口逐年增加，造成心血管疾病死亡率上升，導致台灣健保醫療支出日漸沈重，另 40 歲以上成人代謝症候群的盛行率約 36.7%，其中在 40 至 65 歲族群的盛行率為 24.9%，65 歲以上的族群的盛行率為 42.6%〔12〕。代謝症候群與生活型態不正常息息相關，包括不正確的飲食、缺乏規律運動、異常肥胖有關〔36〕。肥胖者常常很早期就伴隨糖尿病、高脂血症和高血壓，這些代謝疾病會加速全身性血管的動脈硬化，是造成心臟血管疾病、腦中風、下肢動脈阻塞和腎衰竭的危險因子〔34〕，愈是肥胖罹患心、腦血管疾病的機會也愈高，顯示高血壓、高血脂、糖尿病、肥胖、年齡都是造成代謝症候群的因子〔22〕。

代謝症候群是我國及世界之新興重要公共衛生議題〔4〕，其診斷標準如表一所示。根據統計在美國 37%以上的成年人有高血壓的問題〔26〕，而國人過去高血壓、高血脂、高血糖發生率如表二，代謝症候群的發生率隨著年齡的增長而上升。

自行車雖然早期是一項交通工具，但由於政府推動自行車道及基於現代人們對於運動及休閒的需求，自行車除了是一項代步工具之外，騎自行車也逐漸轉變成一種休閒運

動。運動對於身體健康的促進有非常多的益處，包括減重、降低心肌梗塞再發生率、減少膽固醇及三酸甘油酯、增加細胞血糖耐受度等。依美國運動醫學會提出針對需居家運動的病患會依據運動測試結果開立運動處方。運動處方的開立包含三個要素：運動強度、運動時間及運動方式〔27〕。雖然騎自行車為一種休閒運動，且理論上為有氧運動的一種，但自行車運動對於減少膽固醇、三酸甘油酯、血糖及血壓(三高)的控制是否有效雖然還沒有定論，但可以確定其規律的身體活動對人體健康的促進與體適能提升有相當大的幫助，並能改善許多疾病的危險因子，提升全人健康並增進生活品質，因此許多專家學者建議，成人應每日從事 30 分鐘以上的中等強度身體活動，包括規律的步行、騎自行車或慢跑等身體活動，將可降低心血管疾病、高血壓、中風、第 2 型糖尿病、代謝症候群、癌症、骨質疏鬆、憂鬱症等疾病的風險〔19〕〔23〕〔25〕。

表一、代謝症候群臨床診斷標準（需有下列三項或三項以上，即可認定有代謝症候群）：

(臺灣 2006 年版)	
危險因子	異常值
腹部肥胖(Central obesity)	腰圍 (waist) : 男性 ≥ 90 cm ; 女性 ≥ 80 cm
血壓(BP)上升	SBP ≥ 130 mmHg /DBP ≥ 85 mmHg
高密度脂蛋白膽固醇(HDL-C)過低	男性 <40 mg/dl ; 女性 <50 mg/dl
空腹血糖值(Fasting glucose)上升	FG ≥ 100 mg/dl
三酸甘油酯(Triglyceride)上升	TG ≥ 150 mg/dl

註：其中血壓(BP)、空腹血糖值(FG)等 2 危險因子之判定，包括依醫師處方使用降血壓或降血糖等藥品(中、草藥除外)，導致血壓或血糖檢驗值正常者。

表二、91-96 年國人不同性別年齡層之高血壓、高血糖、高血脂發生率(資料來源：國民健康局)

性別 年齡	高血壓		高血糖		高血脂	
	男	女	男	女	男	女
15-29	12.2‰	2.0‰	1.6‰	0.5‰	13.6‰	5.9‰
30-39	20.8‰	10.0‰	6.5‰	1.4‰	22.2‰	6.7‰
40-49	33.0‰	25.0‰	11.6‰	7.8‰	23.5‰	23.5‰
50-59	45.9‰	41.1‰	10.7‰	15.6‰	24.1‰	37.0‰
60-69	64.4‰	80.8‰	12.5‰	14.9‰	36.9‰	59.6‰
≥ 70	67.7‰	74.0‰	13.7‰	22.2‰	22.3‰	44.8‰

備註一：高血壓定義：

1.測量收縮壓 ≥ 140 mmHg 或舒張壓 ≥ 90 mmHg 或問卷自報服用高血壓藥物。

備註二：高血糖的定義：

1.空腹 8 小時以上血清血糖值 $\geq 126\text{mg/dL}$ 或問卷自報服用高血糖藥物。

備註三：高血脂的定義：

1.空腹 8 小時以上血清膽固醇 $\geq 240\text{ mg/dL}$ ，或血清三酸甘油酯 $\geq 200\text{ mg/dL}$ ，或問卷自報服用高血脂藥物。

然而，近年來政府為了鼓勵更多人能參與自行車運動進而響應節能減碳與運動健康之目的，各縣市大幅增加與規劃有關休閒自行車道〔6〕，使全民可以擁有安全又舒適的運動與休閒的騎車環境，增設腳踏車專用道之政策也能吸引學童參與腳踏車運動〔1〕。根據調查，2007 年國內目前以自行車作為通勤與休閒約有 46 萬人，體委會在 2009 年的調查中發現 2008 年國內自行車運動人口已達 23.5%，一年之中增加了 12%，雖然經過 2008 與 2009 年為單車最為狂熱之時期後，2010 與 2011 年趨於遲緩，但參與單車活動的人口仍持續增加，自行車可說是成為了全民運動。但是在自行車運動及相關產業正在開始蓬勃發展時，對於實際推廣及介入時，往往缺乏相關更具體成效之研究，特別是針對人體更深層之生理影響之研究，因此，本研究將針對具代謝症候群危險族群進行自行車運動介入後，分析其相關影響因子在自行車運動導入時之改變情形，做為相關設計及產品行銷人員在運動設計及推廣時之參考。

二、文獻探討

學者以 43 位平常沒有運動習慣的更年期女性為對象，評估消耗的卡路里（體重）及最大攝氧量（maximal oxygen uptake, $\text{VO}_{2\text{max}}$ ），為期 12 週、每次各 30 分鐘且強度控制在最大心跳率 70%~85% 的腳踏車訓練後，體重減少了 1.1 公斤， $\text{VO}_{2\text{max}}$ 增加 9.2%〔35〕。另有學者以健康男性為對象，進行 10 週腳踏車訓練後發現肌肉的效率以及 $\text{VO}_{2\text{max}}$ 皆提升，且膝關節的耐受度提高〔33〕。

有研究指出腳踏車運動有助於預防多樣文明病的產生，透過腳踏車運動可改善心血管健康、幫助維持健康的體重、降低血壓、提升 HDL 膽固醇與降低 LDL 膽固醇、提升睡眠品質、漸少糖尿病發生率並可亦可管理糖尿病症與增加免疫系統功能；自行車運動能使心肌發達、心室壁變厚、血管壁彈性增加、血液循環變好〔32〕，因此被認為可預防心臟病及高血壓〔13〕。

在身體功能部分，自行車運動在關節活動上比其他跑步運動或高衝擊運動要為輕鬆且無負擔，由於屬於閉鎖鍊運動的一種活動，對於關節有問題或中老年人不適合從事爬山、上下樓梯、慢跑或球類運動時，是僅次游泳運動外最佳保護關節的運動之一〔32〕。陳健瑋等學者於家庭醫學與基層醫療期刊中指出給罹患冠心病患安排運動時，假如患者同時罹患膝關節疼痛問題，則可建議他們從事游泳運動或自行車〔16〕。根據中華民國自行車騎士協會的調查，參與自行車活動時，主要利用下半身的肌肉，尤其是大腿和小腿。根據 Hug 與 Dorel 於 2009 年之發表指出，當自行車踩踏運動約於踩踏週期的 300~130 度的發力期（以踩踏最高點為 0 度，一次踩踏共 360 度）可明顯產生下肢同步活化的效果，這有助於膝關節於踩踏運動中保持穩定且避免關節受傷，除此之外，自行車運動之下肢肌肉收縮也有助於促進血液回流效果，亦可預防並改善現代人因久坐而好發之文明病-靜脈曲張之問題〔31〕〔9〕。

心理部分，腳踏車運動也是一種有助於心情放鬆的運動，自行車運動往往多於戶外

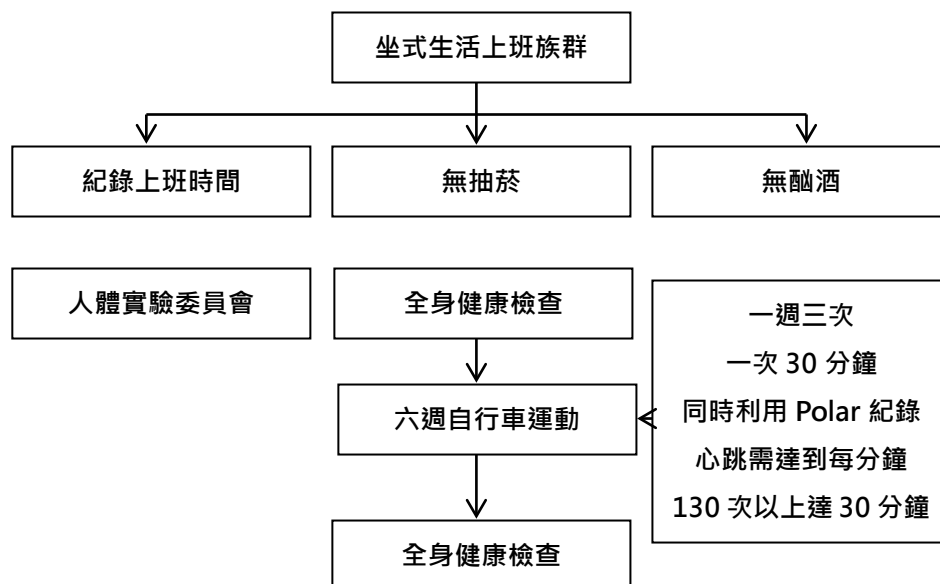
進行，當騎乘者接觸大自然的氣息與景物之下，將有助於舒緩騎乘者的心情〔20〕；再者，更讓人可透過腳踏車運動解除精神的束縛、緩和情緒、降低憂鬱與焦慮的症狀，更能增加自我滿意度、社會適應及自我認同、概念、肯定與歸屬感〔17〕。

綜合以上所述，自行車運動對於人體生理、心理與健康促進有許多益處，但於實際推廣及介入時，缺乏相關成效之研究，因此，本研究針對自行車運動介入後，分析其相關因子改變之情形，做為相關人員在運動設計及推廣時之參考。

三、研究方法

3-1 研究架構

關於研究中其運動的方式，有學者建議大於 30 分鐘以全身性的為主的中等強度有氧運動，有助於體重的減輕、改善代謝症候群發生的可能性以及降低罹患心血管疾病的風險〔19〕。騎腳踏車就是其中一項很好的運動。而在行政院體育委員會針對坐式生活上班族群的運動課表中，也有加入一週三次的 30 分鐘自行車運動。而國外學者在研究六週自行車運動介入心臟衰竭症狀 II 類或是 III 類的族群，證實對於血管內皮功能的肌肉功能性電刺激(functional electrical stimulation)與前後肱動脈血流介導的舒張功能(flow-mediated dilation)是有幫助的〔30〕。因此，本研究主要以每週三次自行車運動介入坐式生活的上班族群，共計六週，以醫院健康檢查之指標作為依據進行前後測比較。實驗流程如圖一所示：



圖一、實驗流程圖

3-2 研究對象

本研究受試者對象以 16 名坐式生活上班族群為受試者對象，其受試者必須無規律運動習慣，且沒有抽菸、酗酒習慣，一年內沒有肌肉骨骼方面重大傷害。實驗時要求受試者記錄每天上班時間，以及每周自行車運動三次 30 分鐘的時間表。

3-3 研究工具

3-3.1 自行車

以自行車為主要實驗器材，但不設限是公路車、越野車或是折疊車，原則上以受試者自己的腳踏車為主，但不採用電動輔助自行車或是其他具有非人力為使用之功能產品，參考之自行車如下圖二所示。



圖二、實驗參考用自行車示意圖

3-3.2 心率量測系統

以 polar 為主要心率量測器材，RS800CX 可以準確算出每一秒鐘心率的變異，同時他可以搭配傳感器測量實際時間和平均時間，如下圖三所示。



圖三、polar 心率量測(出處：<http://www.polar taiwan.com.tw/tw-zh>)

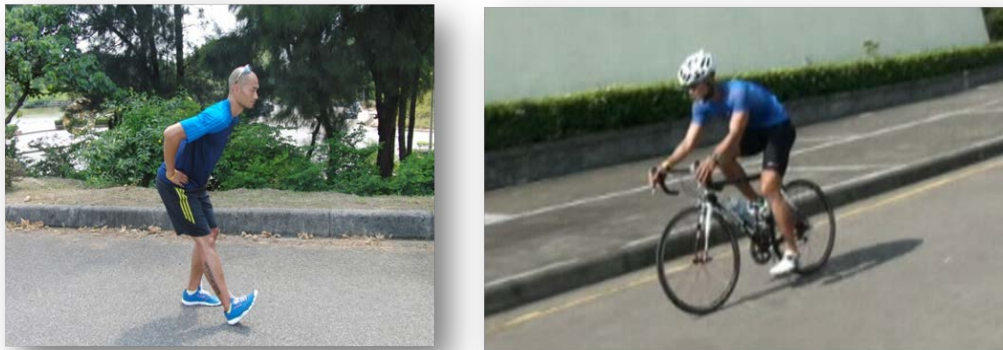
3-3.3 醫院健康檢查項目

一般健康檢查大致上會有十大項，一般體格檢查、尿液檢查、血液常規檢查、肝膽功能檢查、糖尿病檢查、腎臟功能檢查、痛風檢查、血脂肪檢查、眼科綜合檢查、醫師診察。主要觀察與罹患慢性病有相關的指數：如肝膽功能檢查、糖尿病檢查、腎臟功能檢查、痛風檢查、血脂肪檢查。

3-3.4 研究步驟

六週自行車運動介入是以坐式生活上班族群的前置作業上，其中包括工程師、行政人員、業務人員以及研究人員，平時每周運動次數不超過三次，但必須會騎乘自行車，另外同時必須在 Polar 心率量測系統事先設定好相關參數，包括心跳每分鐘 130~150 下，因此設定 Polar 心率錶在心跳每分鐘不足 130 下時會以嗶嗶聲作為提示，同時 Polar 心率錶會同時顯是受試者心跳，可供受試者自我觀察。另外對於騎乘之安全考量，本研究也會提供自行車專業教練提供行前之指導與正確的騎乘方法及觀念，另本研究亦會提供

GPS 給予協助實驗者統一記錄自己每天騎乘的路線與距離，助於提供受測者每次實驗之固定耗能，可以進一步提升實驗之信效度，如下圖四、圖五及圖六所示。



圖四、實驗前正確騎乘方式與運動傷害預防示意圖



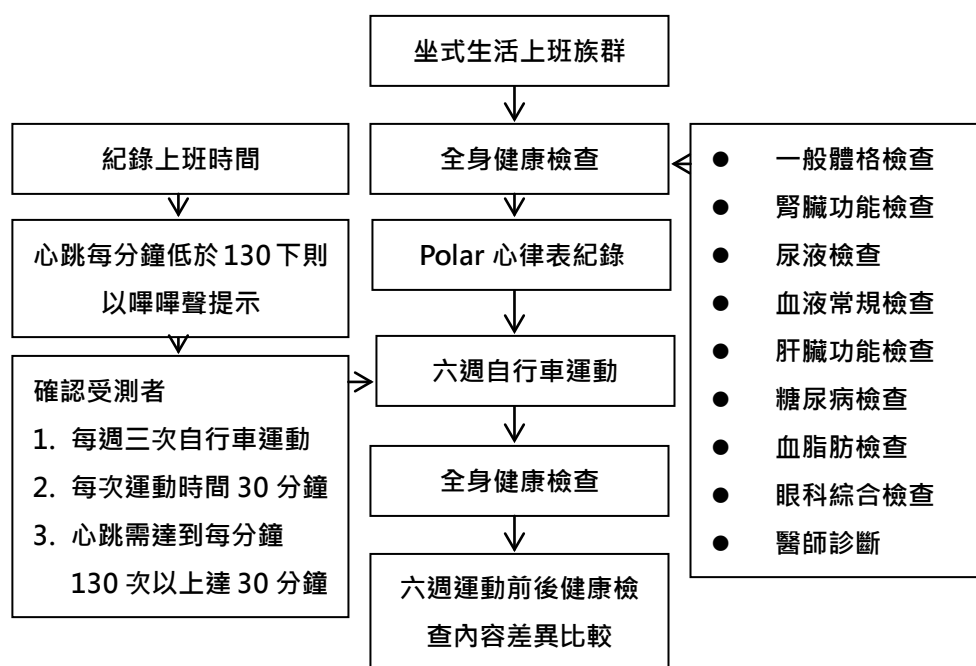
圖五、設定 Polar 心率錶可得內容與 Polar 心率錶的即時顯示面板



圖六、GARMIN 定位及 turn by turn 路線規劃導航

實驗開始後，受試者必須每週抽空將 polar 錶交回給施測者，施測者會將資料下載到電腦中，確認受試者本週有三次自行車運動，且運動時間長達實 30 分鐘，心跳也有達規定之標準。

確定受試者運動資料無誤後，再將 Polar 心率錶發還給受試者。於六週後，再請受試者到醫院進行體檢，驗流程圖如圖七所示。



圖七、實驗流程圖

3-3.5 資料分析

心率變異量測計算接利用 Polar 運動訓練軟體記錄與分析，以確定受試者六週自行車運動有確實實施，最後，運動前後的全身健康檢查資料(肝膽功能檢查: 總蛋白、白蛋白、球蛋白、白蛋白球蛋白比率、麥胺酸草醋酸轉氨基酶、麥胺酸丙酮酸轉氨基酶; 糖尿病檢查: 飯前血糖; 腎臟功能檢查: 尿素氮、肌酸酐; 痛風檢查: 血中尿酸值; 血脂肪檢查: 三酸甘油脂、膽固醇，共 12 項數據)驗證則是利用 SPSS18.0 依統計方法單因子變異數分析(One Way- ANOVA)來檢驗實驗結果是否有顯著差異。

四. 研究結果

參與者在實驗前進行身體檢查，六周運動參與後再進行身體檢查。而檢查項目包含肝膽功能檢查: 總蛋白、白蛋白、球蛋白、白蛋白球蛋白比率、麥胺酸草醋酸轉氨基酶、麥胺酸丙酮酸轉氨基酶; 糖尿病檢查: 飯前血糖; 腎臟功能檢查: 尿素氮、肌酸酐; 痛風檢查: 血中尿酸值; 血脂肪檢查: 三酸甘油脂、膽固醇，共 12 項數據。會採於同一家醫院或診所進行身體檢查，並以此分析該醫院或診所之身體檢查數據。

運動介入後在體重、腰圍、BMI、三酸甘油脂皆有顯著之下降，肌酸酐顯著的上升，但其他包括血糖、膽固醇等其他參數則沒有顯著的改變。

因此在針對肌酸酐明顯上升，血蛋白明顯下降的原因，一般來說針對肌酸酐升高，一般來說肌酸酐是我們身體上的酸素所產生出來的副產品，肌酸素在身體上的肌肉是重要，平時做肌肉運動，有需要利用肌酸素及有機物質來提高肌肉的能量，它是用來合成肌肉的，而不同的運動亦會產生不同的肌酸酐。通常肌酸酐在身體上是不必要的廢物，稍後經由血液流到腎臟，再由腎臟的排洩系統排到尿液上。當肌酸酐升高時反映到腎功能運作〔19〕〔25〕〔32〕〔33〕。因此極有可能是在短期運動後在肌耐力尚未有效提升所產生之生理反應，但也有可能是腎臟功能的衰退或其他如缺水、輸尿管阻塞等，未來都需與專業醫生做個別進一步的檢查與探討。

另外在針對血蛋白明顯下降，一般來說血脂蛋白包括：乳糜粒脂蛋白（Chylomicrons）、極低密度脂蛋白（VLDL）、低密度脂蛋白（LDL）、中介密度脂蛋白（IDL）、與高密度脂蛋白（HDL）等。其中高密度脂蛋白（HDL）因可保護心臟減低心臟病的發生率，故又稱為「好膽固醇」，而低密度脂蛋白（LDL）因與心臟病的發生息息相關，故又稱為「壞膽固醇」。本研究中所指的血蛋白即為 LDL，明顯下降可以判讀為降低三高中的高血脂〔19〕〔25〕〔33〕。（高血脂症定義：血中脂肪物質如膽固醇、三酸甘油酯、及血脂蛋白代謝異常的疾病群）。

在本研究的結果發現，所有參與者經由本研究所設計之每週 3 次規律的中強度運動計畫維持 6 週後，體重皆有下降，平均下降 1.59 公斤，體重下降範圍 0.3-4.3 公斤。所有參與者的空腹血糖值經過 6 週的自行車運動後均有下降，雖未達統計分析上顯著差異，但所有參與者空腹血糖平均下降 1.25 mg/dl。三酸甘油酯與膽固醇的結果中發現，16 位參與者的三酸甘油酯平均下降 15.67 mg/dl，達統計上的差異($p = .04$)，而膽固醇平均下降 10.44 mg/dl，未達顯著差異($p = .15$)。依照 SPSS18.0 系統分析，分析數據如下表三所示：

表三、自行車運動後之生理檢查資料表

前後測項目	前測	後測	顯著性
體重(Kg)	77.88 (16.78)	76.29 (16.50)	.000*
腰圍(cm)	88.65 (11.46)	86.53 (11.25)	.011*
BMI(Kg/m2)	27.14 (3.98)	26.59 (3.97)	.000*
空腹血糖(mg/dL)	95.50 (20.49)	94.25 (18.43)	.604
三酸甘油酯(mg/dL)	109 (73.25)	94.27 (56.83)	.040*
膽固醇(mg/dL)	214.0 (50.33)	203.56 (42.13)	.154
尿素氮(mg/dL)	13.08 (2.52)	13.14 (2.35)	.910
肌酸酐(mg/dL)	0.98 (0.20)	1.15 (0.20)	.006*
尿酸(mg/dL)	6.27 (1.40)	5.92 (0.99)	.125
總蛋白(g/dL)	7.69 (0.24)	7.55 (0.28)	.213
白蛋白(g/dL)	4.62 (0.18)	4.49 (0.18)	.015*
球蛋白(g/dL)	3.06 (0.23)	3.07 (0.22)	.975
白蛋白球蛋白比率	1.51 (0.17)	1.45 (0.16)	.405
麥胺酸草醋酸轉氨基酶(U/L)	22.06 (6.09)	22.80 (4.75)	.763
麥胺酸丙酮酸轉氨基酶(U/L)	20.88 (10.45)	21.13 (10.65)	.909

*為 $p < .05$ 達顯著差異

本研究之具體的結果有以下幾點:

1. 自行車運動對於改善體重之效益:

本研究共 16 名參與者皆完成本研究所設計每次 30 分鐘，每週 3 次，總計 6 週之運動計畫後，參與者的平均體重、BMI、腰圍及三酸甘油脂在運動計畫前後的健康檢查項目中，有顯著的下降。

然而台灣近年生活水準大幅提升，國人生活形態從勞動工作轉變為坐式生活，國人死亡原因由慢性疾病取代傳統急性傳染病，在行政院衛生署（2012）公佈的 2011 年台灣地區十大死因中，心臟疾病、腦血管疾病、糖尿病、高血壓性疾病、腎臟疾病等皆與肥胖有關係〔2〕；美國疾病管制局（U.S. Centers for Disease Control and Prevention, CDC）亦將美國目前過度攝取高熱量食物並且活動量不足的狀況歸類於容易發生「肥胖」的社會，目前已約有 2/3 的美國人屬於過重(overweigh)或肥胖(obesity)〔26〕。根據身體質量指數(body mass index, BMI)可以區分為 4 種：體重過輕、正常、體重過重、肥胖（參照表四所示）。不論是過重或是肥胖皆會使疾病風險增加，導致健康出現問題，當 BMI 介於肥胖區間者，發生疾病的風險最高。因此，如能維持規律的身體活動對於體重的控制與健康的維持極有助益。

表四、身體質量指數標準範圍

BMI (kg/m ²)	類別
小於 18.5	體重過輕
18.5-24.9	正常
25.0-29.9	體重過重
大於 30	肥胖

因此；在本研究的結果發現，所有參與者經由本研究所設計之每週 3 次規律的中強度運動計畫維持 6 週後，體重皆有下降(平均下降 1.59 公斤，體重下降範圍 0.3-4.3 公斤)。其結果顯示，本研究所設計之運動計畫內容，符合教育部所提倡的「333 政策」並且符合健康減重的目標策略（1-2 公斤/月）。經由運動來進行減重不同於飲食策略的好處為，在中強度(HR:130 下/分鐘)運動過程維持 30 分鐘以上，不但可以達到減重的目標，經由運動的方式亦可有助於基礎代謝率的提升、降低體脂肪。

本研究中 16 位參與者（9 男 7 女）經每兩週調整一次運動強度，運動期程為期 6 週中強度自行車訓練後，在體重的降幅(平均下降 1.59 公斤)亦與過去 Martin 與 Kauwell 學者(1990)對無運動習慣之更年期女性為對象，設計強度在最大心跳率 70%-85%、每次 30 分鐘、為期 12 週的腳踏車運動後，體重減少 1.1 公斤的結果還高，故本實驗所設計之運動計畫對於中年族群為一安全且可有效降低體重，維持良好健康的運動內容。

2. 自行車運動對於人體生理代謝之研究結果:

缺乏身體活動而導致的代謝症候群為國人十大死因中糖尿病、心血管疾病、高血壓等疾病之前端，為世界新興重要的公共衛生議題〔4〕。而糖尿病除了是常見的疾病外，其衍生出來的併發症包含神經病變，高血糖會造成動脈硬化導致中風或四肢末梢循環不良及視力與腎臟病變等。在美國大約有 90% 的糖尿病患者為無法適當使用胰島素（第 2 型患者）；其他 10% 為胰島素無法分泌（第 1 型患者），絕大多數的糖尿病患者管理自身健康的重要對策為注意飲食及運動，運動可以治療並改善胰島素組抗，並提升藥物效果

的主要方式，並能預防第 2 型糖尿病的發生率〔29〕〔38〕，在許多研究報導已經明確指出，體重過重與缺乏運動為誘發第 2 型糖尿病的主要因素。包括運動可降低第二型糖尿病病人的平均糖化血色素（HbA1c）0.5%~1.0%〔23〕〔38〕。Boule 等人整合 11 篇有關第二型糖尿病病人以運動為介入措施，其研究結果顯示有運動介入的實驗組，其糖化血色素比對照組減少 0.66%〔29〕。由此可以得知運動可改善血糖數值，亦可降低高血壓、膽固醇、減少心臟疾病風險，但運動必須持續進行才會有效，一旦停止規律運動，有利於控制血糖的生理效益會在數天之內消失。

在本研究中，所有參與者的空腹血糖值經過 6 週的自行車運動後均有下降，雖未達統計分析上顯著差異（ $p = .604$ ），但所有參與者空腹血糖平均下降 1.25 mg/dl，可見經由本研究所設計之 6 週中強度的自行車訓練，對於空腹血糖值亦有改善之成效。根據 Hughes 與 Kehlenbach 等學者的研究指出，腳踏車有助於預防文明病的產生，降低糖尿病的發生率、降低血壓並可增加免疫系統功能〔32〕〔33〕。而隨著年齡的增長也是可能誘發糖尿病的因素之一，因此，未來對於代謝症候群及糖尿病的潛在患者與健康中年人還是建議培養長期規律的運動習慣，尤其是糖尿病前期或有家族病史的族群更應該規律運動。過去一項糖尿病預防計畫中指出，雖然參與者罹患糖尿病的機率很高，但經由運動及飲食改變並減重（約 5.4 公斤）後，降低約 58% 的疾病罹患風險，減重可以降低胰島素阻抗、促進身體吸收葡萄糖，由這兩方面來協助控制血糖。而本自行車運動計畫對於降低體重有顯著的成效，故可將本運動計畫稍做修正為每週的執行次數從 3 次/週增加為 5 次/週、運動負荷維持中強度不變，藉以培養規律運動之習慣，降低罹病之風險。

在 6 週自行車運動後，三酸甘油酯與膽固醇的結果中發現，16 位參與者的三酸甘油酯平均下降 15.67 mg/dl，達統計上的差異（ $p = .04$ ），而膽固醇平均下降 10.44 mg/dl，未達顯著差異（ $p = .15$ ）。過去有文章提到血液中三酸甘油酯的下降與規律運動有關，包括研究中提到運動影響血脂的機制，主要在於運動能消耗體內游離脂肪酸，加速乳糜微粒和極低密度脂蛋白分解，導致細胞間脂蛋白脂肪酶的活性增大，使毛細血管內皮脂蛋白脂肪酶得到補充，血漿中三酸甘油酯脂解能力增加，而導致三酸甘油酯水準下降；可有效改善血脂蛋白的成分，能提升高密度脂蛋白—膽固醇，降低低密度脂蛋白—膽固醇，使體內脂肪達到適宜的分佈狀態；也可消耗體內大量的三酸甘油酯〔25〕，但除非體重或飲食中飽和脂肪攝取量減少，則膽固醇不受影響，這與本運動計畫結果相似。對於血脂的控制，除了運動之外還要搭配飲食的調整會更具效果。因本研究對於參與者日常生活的飲食未有監控，有可能因飲食習慣而影響膽固醇數值的變化；另外，本運動計畫設計為循序漸進式的安排，每階段的運動強度先以安全性為前提，將運動強度維持在中強度之間，避免有運動傷害及危險性發生，若未來對於高血脂的潛在患者的運動建議量可維持原來的運動強度而將持續規律運動時間由 6 週拉長至數個月以達降低膽固醇之成效。

伍、結論與建議

過去的自行車運動與相關成效的研究多是在身體心肺功能、肌耐力訓練、生物力學等之研究，也包括可以降低體重的研究成果，或是透過體重的降低來推論可以降低三高的成效，較少有研究直接針對定量之運動訓練來探討生理代謝之相關內容，例如血中總膽固醇及三酸甘油酯值異常是否真的可以有效降低。

本研究結果除可以直接看到三高中的相關數值變化差異外，更可以發現從事自行車

運動確實可以真正有效降低影響三高的一些因子，也進一步發現自行車運動與其他研究中所採用的運動方式一樣，均可以有像降低三高的發生，而這也是在未來台灣持續推動自行車運動中一個重要的推動力量，進一步提供更多接近三高的族群一個運動的方式。另外在本研究中乃是透過教育部所推動的 333 運動方式來進行，並以自行車為運動載具，更直接以運動前後之血液生理檢查資料來做為自行車運動是否能夠有效降低三高的驗證，也因此在不來自行車產品設計時一可以透過這個新的產品需求解決方案，來重新提供產品的另一個使用思考方向與產品設計的另一個途徑。

另外在隨著節能概念的興盛，加上國人健身觀念的提升，自行車已成為熱門運動之一，除了假日市郊的自行車道絡繹不絕外，亦有許多上班族將之視為通勤工具的選擇之一。從目前腳踏車運動現況來看，台灣在 97 年已達到 23.5% 的人口使用腳踏車運動〔8〕。自行車運動動作模式不會對於下肢肌肉及關節造成過度負荷，對於患有關節炎、體重過重、體力較差、身體狀況不佳者選擇運動型態來說，為一項較合適之選擇。本次運動計畫中的參與者職業背景普遍為坐式生活工作型態之上班族群（公司中高級主管、工程師、行政及業務人員、研究員等），只有 1 位為自行車專業教練，參與自行車運動計畫前，無規律運動習慣，在參與 6 週自行車運動後，在代謝症候群的潛在數值部分皆有下降的情形，在控制體重上尤其顯著。

由此可知，本研究所設計之 6 週中強度自行車運動可安全有效的改善代謝症候群的危險因子，未來上班族在工作之餘可利用本次研究所設計之自行車運動內容作為基本訓練課程內容，再依照個人自身健康狀況，微調運動參與頻率與運動持續時間，並以簡易的心跳記錄器材來監控運動強度；如已是代謝症候群潛在患者，建議需將飲食記錄與運動計畫結合併行，將運動效益發揮至最佳，另一方面針對飲食狀況，在本次就中並無特定要求節食或是差別餐飲習慣的改變，均只需依照既有之習慣進行，未來之延續性的研究可以再搭配飲食的改變等影響因子，來進一步提供完整的生活及習慣參考建議，以提供未來自行車產品開發及整體產業發展之重要利基，以期能繼台灣為自行車生產王國後，真正導向成台灣為自行車生活之樂活島，並提供自行車產品新的發展開發方向。

參考文獻

1. 王怡芳（2005）。步行、騎乘腳踏車與推廣健康策略之相關性研究—以台南市學童為例。未出版碩士論文，國立成功大學，台南市。
2. 行政院衛生署（2012）。100 年醫療統計年報。取自
http://www.doh.gov.tw/CHT2006/DM/DM2_2_p02.aspx?class_no=440&now_fod_list_no=12488&level_no=3&doc_no=86437 [Executive Yuan, Department of Health, Taiwan, ROC. (2012, October 22). 2011 National Medical Care Annual Statistical Report. Retrieved from
http://www.doh.gov.tw/CHT2006/DM/DM2_2_p02.aspx?class_no=440&now_fod_list_no=12488&level_no=3&doc_no=86437]
3. 行政院衛生署國民健康局(2009)。國內首次具全國代表性之高血壓、高血糖、高血脂發生率公布。行政院衛生署。2009 年 7 月 17 日，資料引自：
<http://www.bhp.doh.gov.tw/BHPnet/Portal/PressShow.aspx?No=200907170001>
4. 行政院衛生署國民健康局(2007)。修正我國代謝症候群之判定標準。行政院衛生署。2007 年 1 月 19 日，資料引自

- <http://www.bhp.doh.gov.tw/BHPnet/Portal/PressShow.aspx?No=200712250398>
5. 行政院衛生署 (2001)。兒童及青少年肥胖定義分析調查。取自行政院衛生署：
http://www.doh.gov.tw/CHT2006/DM/SEARCH_MAIN.aspx?keyword=%u5152%u7ae5%u80a5%u80d6
 6. 行政院體育委員會 (2009)。自行車道整體路網規劃建設計畫。台北：行政院體育委員會。
 7. 行政院體委會 (2009b)。國民參與休閒運動人口調查。臺北市：行政院體委會。
 8. 行政院體育委員會(2008)。中華民國 97 年運動城市排行榜調查。台北市。
 9. 林培德、林瑞興 (2009)。下肢靜脈曲張的預防與運動處方。屏東教大體育，12。
 10. 邱思慈、林欣怡、張家銘 (2010)。登山自行車騎士專門化、環境屬性、流暢體驗與場所依戀之關係研究。臺灣體育運動管理學報，10，65-92。
 11. 徐文淵、李恆儒 (2009)。自行車運動髂脛束摩擦症候群探討。中華體育季刊，23(4)，44-51。
 12. 吳香錡、李世強、趙泰宏、吳文智、葉慶輝、葉淑娟 (2009)。台灣南部健檢成人代謝症候群之盛行率與危險因子探討。中華職業醫學雜誌，16 (2)，127—139。
 13. 張宏亮 (2005)。油價上漲，騎自行車省錢又健康。健康世界，238，55-57。
 14. 張清源、曾秋美 (2011)。探討自行車運動對心理健康的影響。運動與健康研究，1(1)，15-41。
 15. 陳俊忠 (2010)。上班族健康管理－健康與體能促進。研習論壇月刊【理論與實務】，12-23 頁。
 16. 陳建瑋、劉立宇、孔睦寰 (2011)。冠狀動脈心臟病患者的運動處方。家庭醫學與基層醫療，26(5)，209-214。
 17. 陳錫平 (2008)。中部地區自行車活動參與者的休閒態度、深度休閒對休閒效益的影響。未出版碩士論文，國立雲林科技大學，雲林縣。
 18. 黃任閔、林一貞 (2011)。自行車活動參與者休閒涉入與休閒效益之研究。屏東教大運動科學學刊，7，226-237。
 19. 彭仁奎、黃國晉、陳慶餘 (2006)。肥胖與代謝症候群。基層醫學，21(12)，367-371。
 20. 楊胤甲 (2006)。愛好自行車休閒運動者之流暢體驗、休閒效益與幸福感之研究。未出版碩士論文，私立靜宜大學觀光事業研究所，台中市。
 21. 楊忠和 (2004)：真誠關懷身心障礙者之健康休閒運動。國民體育季刊，140，1-8。
 22. 葉慶輝、葉鑑毅、葉淑娟 (2007)。四十歲以上成年人之肥胖與共病相關性之探討。中華職業醫學雜誌，14 (3)，171—189。
 23. 廖威彰、謝錦城 (2010)。運動介入對糖尿病前期狀態之改善。大專體育，111，97—103。
 24. 劉孜舫、陳俊忠 (1994)。不同運動型態下大腿肌肉肌電圖之比較分析。中華民國物理治療學會雜誌，19(1)，38-45。
 25. 羅元鴻 (2008)。新陳代謝症候群及其延伸疾病與運動介入之相關探討。長榮運動休閒學刊，2，58—67。
 26. American College of Sports Medicine. (2009) ACSM's exercise management for persons with chronic diseases and disabilities(3 ed.) (pp.107-113). Champaign, IL: Human Kinetics.

27. American College of Sport Medicine. (2000) . Guidelines for Exercise Testing and Prescription(6th). Philadelphia: Lippincott Williamms & Wilkins.
28. American College of Sports Medicine. (1998). Position stand: The recommended Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 971-975.
29. Boule, N. G., Haddad, E., Kenny, G. P., Wells, G. A., & Sigal, R. J. (2001). Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus a meta-analysis of controlled clinical trials. *The Journal of the American Medical Association*, 286, 1218-1227.
30. Deftereos S1, Giannopoulos G, Raisakis K, Kossyvakis C, Kaoukis A, Driva M, Pappas L, Panagopoulou V, Ntzouvara O, Karavidas A, Pyrgakis V, Rentoukas I, Aggeli C, Stefanadis C.(2010), Comparison of muscle functional electrical stimulation to conventional bicycle exercise on endothelium and functional status indices in patients with heart failure. *Am J Cardiol*.106(11):1621-5.
31. Hug, F., & Dorel, S. (2009). Electromyographic analysis of pedaling: A review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19 , 182-198.
32. Hughes, J., & kehlenbach, D. (2011). Distance cycling. U.S.A: Human Kinetics.
33. Kaljumäe, Hänninen, and Airaksinen , Knee extensor fatigability and strength after bicycle ergometer training. (1994). *Arch Phys Med Rehabil*. May;75(5):564-7.
34. Marcos As., Cabrera, Otavio CE., et. al(2007). Metabolic syndrome, abdominal obesity, and cardiovascular risk in elderly women. *International Journal of Cardiology*. 114(2),224-229.
35. Martin, D., & Kauwell, G. P. (1990). Continuous assistive-passive exercise and cycle ergometer training in sedentary women.*Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22 (4) ,523-527.
36. Nakamura, Y., Matsubara, D. Goto, A., Ota, S., Sachiko, O., Ishikawa, S., Aburatani, H., Miyazawa, K., Fukayama, M., and Niki, T. (2008). Appropriate Waist Circumference Cutoff Values for Persons with Multiple Cardiovascular Risk Factors in Japan: a Large Crosssectional Study.,*J Epidemiol*,18(1) ,37-42.
37. Stephen H. S. WONG .(2009). Exercise and Physical Activity for Older Adults (MSSE 41(7), 2009, pp.1510-1530).
38. Thompson, P. D., Crouse, S. F., Goodpaster, B. et al. (2001). The acute versus the chronic response to exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, S438-445.