

自行車騎乘姿勢對運動學、力學、生理負荷與 主觀費力程度之影響

邱敏綺¹ 吳欣潔²

¹國立勤益科技大學 工業工程與管理系

²朝陽科技大學 工業工程與管理系

論文編號：

收稿2014年09月11日 → 第一次修訂2014年10月16日 → 同意刊登2014年10月27日

摘要

本研究目的為透過運動學、力學、生理負荷與主觀費力程度等評估，探討自行車騎乘姿勢與騎乘舒適度之關係。二十位健康年輕人自願參與實驗，平均年齡為 24.6 歲 (SD=0.1)，所有受試者均無肌肉骨骼與神經傷害或病史。在實驗前，受試者在可調整把手與坐墊高度的市售自行車上，調整並選擇主觀最適把手與坐墊高度。所有受試者隨機在九種不同騎乘姿勢(3 把手 ×3 坐墊高度組合)下，以固定阻力；固定速度(每分鐘 80 轉)轉連續踩踏自行車一小時。超音波三度空間動作擷取系統 (Zebris Medical GmbH, Germany) 用來收集手腕橈尺偏、手腕屈伸、軀幹前傾、髖關節內收外展與膝關節屈曲等關節角度。身體壓力量測系統 (Body Pressure Measurement System, Tekscan, U.S.A) 用來量測手部壓力中心路徑、把手力量、臀部壓力中心路徑與坐墊力量等力學資料。心搏儀 (Polar RS-800, Kempele, Finland) 用以量測休息與運動心跳作為生理負荷指標。主觀費力程度評比(Borg CR-10) 用以評量身體六個部位包括：手腕、上背、下背、臀部、膝部與腳踝的費力程度。

結果指出，當騎乘姿勢為較低把手與較高坐墊高度時，有較大的手腕尺偏、手腕伸展、軀幹前傾與髖關節外展的關節角度。此外，低把手高坐墊也會有較高的把手力量、更多的主觀費力程度在手部、背部與腳踝及較高的生理負荷。當騎乘姿勢為高把手低坐墊姿勢時，有較多的手腕屈曲角度、較多的臀部壓力中心位移路徑、較小的軀幹前傾與較多的臀部費力程度。瞭解騎乘姿勢對騎乘舒適度的影響，將可以提供在自行車騎乘舒適之把手與坐墊調整的參考，進一步避免自行車相關慢性肌肉骨骼疾病的發生。

關鍵詞：自行車、舒適度、運動學、力學、騎乘姿勢

The Effect of Cycling Posture on Riding Kinematics, Kinetics, Physiological Loading, and Subjective Exertion

Min-Chi Chiu¹ Hsin-Chieh Wu²

¹ **Department of Industrial Engineering and Management, National Chin-Yi University of Technology, Taiwan, R.O.C.**

² **Department of Industrial Engineering and Management, Chao-Yang University of Technology, Taiwan, R.O.C.**

Abstract

This study aims to understand the relationship between riding posture and cycling comforts by assessing the kinematics, kinetics, physiological loading and subjective perceived exertion rating. Twenty young adults with mean age 24.6 years (SD=0.1) were recruited to participate in this study. A commercial city bike with the adjustable handlebar and saddle had been set on the indoor cycling stands. All subjects were asked to ride randomly with 9 different postures (3 handle $\times$ 3 saddle heights) for continuous one hour. A 3-D motion analysis system (Zebris Medical GmbH, Germany) was used to collect the kinematic data. The body pressure measurement system (Body Pressure Measurement System, Tekscan, U.S.A) was applied to measure the pressure distribution, force and displacement of centre of mass (COM). A heart rate monitor (Polar RS-800, Kempele, Finland) was used to record the heart rate as the physiological loading. Moreover, a subjective perceived exertion rating scale (Borg CR-10) was used to assess subjective comfort around the body regions. The results of this study indicated that the lower handlebar with higher saddle cause greater ROM in wrist-ulnar deviation, wrist extension, trunk flexion and hip abduction. It also reveals more force on hand region, more discomfort around hand, ankle and back, and higher physiological loading. While cycling with higher handlebar and lower saddle, it has more ROM in wrist flexion, more body displacement on buttock region, little trunk forward, and more discomfort rating in buttock region. For handlebar and saddle adjustment, the considerations of body dimensions and characteristics, the relationship between handlebar and saddle heights might improve the cycling comfort and diminish musculoskeletal injury.

Keywords: Cycling, comfort, kinematics, kinetics, riding posture

壹、前言

隨著健康意識與樂活生活型態的興起，全世界越來越多人騎乘自行車做為交通運輸、運動休閒與娛樂活動。目前自行車的製造與銷售在台灣已經相當地成熟，為了因應消費者的各種需求與功能性，自行車的設計各式不同的車型，除了車架幾何設計須符合使用者身高外，在把手與坐墊高度讓使用者依身材特色與喜好可以自行調整。

本研究目的將探討自行車騎乘姿勢與騎乘舒適度之關係，透過把手與坐墊高度的調整，瞭解長時間騎乘後，姿勢對身體關節角度、手與臀部壓力與力量、生理負荷與主觀費力程度的影響。研究成果將可以提供在自行車騎乘舒適之把手與坐墊調整的參考，進一步避免自行車相關慢性肌肉骨骼疾病的發生。

貳、文獻回顧

一、騎乘姿勢與肌肉骨骼傷害

依國家發展委員會資料指出，台灣自行車騎乘人口由 2006 年的 330,000 人次增加至 2008 年的 700,000 人次，其中約八成都是以休閒活動為主 (Council for Economic Planning and Development of Taiwan, 2009)。然而，越來越多的自行車騎乘卻帶來更多非創傷型的慢性肌肉骨骼問題，或稱為過度使用肌肉骨骼傷害 (overuse musculoskeletal injury)。約有 85% 的自行車使用者有一項以上的過度使用肌肉骨骼傷害，其中約 36% 的肌肉骨骼傷害需要有醫療的處理與治療 (Dettori and Norvell, 2006)。自行車使用者常見的肌肉骨骼不適發生的頸部 (48.8%)，膝部 (41.7%)，臀與鼠蹊部 (36.1%)，手部 (31.1%) 與下背部 (30.3%) 的不舒適 (Schwellnus and Derman, 2005)。

無論是業餘或專業的自行車使用者，常常騎乘自行車超過數小時以上。對於休閒運動使用者，騎程頻率約達每週兩次，每次距離超過 32 公里，騎乘時間大於兩個小時 (Chen and Chen, 2013)。因此自行車的尺寸是否適合使用者就顯得更加重要，合適的 (fit) 車架尺寸、握把與坐墊高度不但能提供舒適的騎乘姿勢，能確保有效率且安全的騎乘。

在自行車的尺寸考量，車架 (frame) 是首先重要的。適合的車架會依使用者的身高與跨高做為參考來選擇，其次是把手與坐墊高度的調整。

二、握把高度與舒適度

自行車的握把設計，依其功能性不同而有不同型態。公路車強調行駛速度，為讓騎乘姿勢更加流線 (aerodynamic posture)，而使用下垂式彎握把 (drop) 設計；登山車與越野車則依操控性使用平直式握把設計；一般城市車以通勤在都市便利為數球則使用標準型握把設計 (郭與鄭，2000)。握把高度與寬度是騎乘效率與舒適的關鍵，握把的高度與使用者的手長有關，握把高度則會影響軀幹前傾的角度與姿勢 (Mestdagh, 1998)。當握把高度讓騎乘者的軀幹角度趨近於 38° 時，其臀部及肩頸部位的受壓程度趨近平衡，有較高的舒適程度 (郭與鄭，2000)。

在騎乘自行車的姿勢，除了握把高度，坐墊的高度與設計亦深遠的影響騎乘舒適度。

三、坐墊高度與舒適度

坐墊高度是影響騎乘舒適度的重要因素之一，因為狹長型的坐墊設計，讓常時間騎乘的使用者造成鼠蹊部的壓迫、皮膚不適與其他生殖問題。當騎乘自行車時，垂直於坐墊的力量約為體重的 49~52%，因次造成局部血液循環不良而造成肌肉骨

骼傷害(Wilson and Bush, 2004)。

在坐墊高度的選擇有許多不同的方式來決定最佳坐墊高度。最廣為使用的方式包括 LeMond 方式、美國自行車聯盟方式(United States Cycling Federation method)、Nordeen-Synder 方式與 109%跨高度方式。這些定義坐墊高度的方式都被認為能幫助使用者(選手)在最有效率的姿勢下，產出最大力量輸出減少能量代謝(Sherman, 2005)。各項方式定義如下：

- (1) Le Mond 方式：使用者在穿著專業自行車衣褲後，量測跨高(站立姿勢，地面到褲檔高度)，並將跨高乘以 0.883 即為坐墊高度之參考。
- (2) 美國自行車聯盟方式(United States Cycling Federation method)：強調使用者與自行車間的生物力學適切程度，調整階段分為：先將腳適切地放在腳踏板上；接著臀部穩定於坐墊，最後調整手臂伸前用手抓握把手的角度。
- (3) Nordeen-Synder 方式：從解剖位置量測外側大轉子的到地面的高度，即恥骨聯合高度 107.1%，是踩踏最有效率的坐墊高度。
- (4) 109%跨高度方式：由 Hamley 與 Thomas (1967)提出，109%的恥骨聯合高度為坐墊高參考，能有最大有能力輸出。

由以上文獻整理可知，適當的握把與坐墊高度對騎乘自行車的效率與舒適度是非常關鍵的，然而，卻少有文獻討論主觀最適握把與坐墊高度對騎乘舒適度的影響。因此，本研究目的欲進一步瞭解在主觀握把與坐墊的組合下，騎乘姿勢對運動學、力學、生理負荷與主觀費力程度之影響。研究成果將提供降低自行車相關慢性肌肉骨骼疾病預防的參考。

參、研究方法

一、研究對象

二十位年輕人自願參與實驗，平均年齡為 24.6 歲(SD=0.1)，平均身高為 165.5 公分(SD=7.8)、平均體重為 57.7 公斤(SD=8.4)。所有受試者均無心肺與肌肉骨骼疾病，受試者基本資料收集整理如下表 1。由基本資料可知，男生比女生較高的身高、重的體重與較長的手臂與腿長度($p<.05$)。此外，男生在自選最適把手與坐墊高度亦顯著比女生高($p<.05$)，然而在跨高部分，兩者沒有顯著差異($p>.05$)。

二、實驗設備

(一)空間動作擷取系統

使用超音波三度空間動作分析儀(Zebris CMS-HS/ Zebris Medical GmbH, Germany)(圖 1)，量測運動時各關節之運動學變化。在此研究中以記錄關節角度變化(joint range of motion)，包括手腕橈尺偏(wrist ulnar-radial deviation)、手腕屈伸(wrist flexion-extension)、軀幹前傾(trunk flexion)、髖關節內收外展(hip adduction-abduction)與膝關節屈曲(knee flexion)等關節角度變化為運動學數據。五個感應元件分別貼在手背、前臂、上臂、下背與大腿並使用超音波三點測距，定位其在三度空間的位置，配合分析軟體 Win Date (v.2.19.44)記錄並整合相關動作資訊以提供更多描述動作特質之資訊。

(二)壓力量測系統

使用薄漠式身體壓力量測系統 (Body Pressure Measurement System/BPMS, Tekscan, U.S.A) (圖 2)分別紀錄並收集騎乘自行車時，在把手與坐墊臀部的壓力分佈、力量與重心轉移(displacement of centre of pressure)。兩片壓力墊分別放置於慣用側把手與坐墊區，資料收集頻率為 20Hz 並由 CONFOR Mat (v. 6.20)來處理分析資料 (Tekscan, U.S.A)。

(三)生理負荷

心跳量測儀(Polar RS-800, Kempele, Finland) (如圖 3)用以量測並紀錄運動時的心跳做為生理負荷。心跳單位為次(下)每分鐘。在開始實驗前,使受試者靜坐休息,量測連續一分鐘的休息心跳 (resting HR) 做為後續資料處理之參考值。在運動過程,連續量測運動心跳(exercising HR)持續一個小時。生理負荷與運動強度(%)使用以下公式計算:

運動強度(%)=(平均運動心跳-休息心跳)/ [(220-年齡)-休息心跳]。

(四)主觀費力量表

主觀費力量表(Borg CR-10 scale)用來評比自覺費力感覺。受試者在運動後,依身體的六個部位評比不舒適程度,包括:手腕、上背、下背、臀部、膝部與腳踝。計分方式由零分(一點也不)到十分(非常吃力)依序評比各個部位。

表 1 受試者基本資料

項目	男生	女生
年齡(歲)	24.7(0.4)	24.6(0.8)
身高(公分)*	171 (3.3)	160 (2.6)
體重(公斤)*	63.7(5.9)	51.8(6.9)
跨高(公分)	65.2(2.4)	65.1(2.1)
手臂長(公分)*	68.2(3.3)	66.1(0.5)
腿長(公分)*	92.7(3.2)	88.8(1.0)
最適把手高(公分)*	96.5(3.6)	91.9(2.0)
最適坐墊高(公分)*	104.4(3.6)	99.2(3.4)

* 顯著性 $\alpha < .05$



圖 1 超音波三度空間動作分析儀
(Zebris Medical GmbH, Germany)



圖 2 薄膜式身體壓力量測系統(Tekscan, U.S.A)



圖 3 心跳量測儀 (Polar RS-800, Kempele, Finland)

三、實驗流程與設計

受試者均自願參與實驗，並在充分瞭解實驗程序簽署受試者同意書。在基本資料之收集，除性別年齡亦量測人體計測值包括：手長、腿長與跨高等。使用市售自行車(YS488 Gaint/ Gaint, Taiwan) 配合可調式把手與坐墊，架設在室內訓練台上。受試者可以依主觀自覺最舒適的感覺來調整把手與坐墊高度，分別記錄為最適把手高度(subjective preferred height of handlebar, PHH) 與最適坐墊高度 (subjective preferred height of saddle, PHS)。

實驗設計部分，獨立變項為把手高度(三水準把手高度)與坐墊高度(三水準座墊高度)。把手高度分別為 90%最適把手高(90%PHH)、最適把手高度(PHH)與 110%最適把手高 (100%PHH)；座墊高度分別為 90%最適坐墊高(90%PHS)、最適坐墊高度(PHS)與 110%最適坐墊高 (100%PHS)。騎

乘姿勢的組合，整理如下表 2。所有受試者以固定阻力，每分鐘 80 轉的轉速下(rpm)，隨機騎乘九種不同姿勢的方式，每種姿勢連續踩踏自行車一小時。為避免疲勞，騎乘姿勢隨機分布在上、下午時段(共計九個半天)。九種騎乘姿勢以 A 到 I 方式編號。過程中，量測資料包括關節角度、把手與坐墊壓力變化、生理負荷與主觀費力評量。

表 2 騎乘姿勢組合

姿勢	組合說明 ^a
A	90%PHH 與 90%PHS
B	PHH 與 PHS
C	110%PHH 與 110%PHS
D	90%PHH 與 110%PHS
E	PHH 與 110%PHS
F	90% PHH 與 PHS
G	110%PHH 與 PHS
H	PHH 與 90%PHS
I	110%PHH 與 90%PHS

^a.主觀最適把手高 (PHH) 與最適坐墊高(PHS)

四、數據處理

資料整理與統計分析使用統計軟體 SPSS (version 14.0)。使用變異數分析 (Analysis of variance, ANOVA) 檢視騎乘姿勢對各項量變項之影響，顯著性設定在 $\alpha = 0.05$ ；事後比較採用 Duncan's 多重差距檢測。

肆、結果與討論

一、騎乘姿勢與關節角度

表 3 整理騎乘姿勢對手腕、軀幹、髖與膝關節角度之影響，不同的騎乘姿勢影響手腕橈尺偏、手腕屈伸、軀幹前傾與髖關節外收內展角度 ($p < 0.05$)。在自選最適把手與坐墊高度時(姿勢 B)，軀幹前傾角度

約為 37~38 度之間。在自選最適把手與坐墊高度時(姿勢 A,B,C)，有較小的手腕關節角度，即手腕有較自然的姿勢。

表 4 整理騎乘姿勢對關節角度之事後比較結果。騎乘姿勢 D、E 與 F 為低把手配合高坐墊造成較多的手腕、軀幹與髖關節角度；騎乘姿勢 G、H 與 I 無高把手與低坐墊有最小的關節角度 ($p < 0.05$)。騎乘姿勢明顯影響手腕、軀幹、髖部與膝關節角度。

二、騎乘姿勢與壓力力量分佈

有關騎乘姿勢對手部與臀部壓力中心路徑與力量的影響，整理如表 5 所示。由

表 3 騎乘姿勢對手腕、軀幹、髖與膝關節角度之影響

姿勢 \ 角度(度)	手腕橈尺偏 ^a	手腕屈伸	軀幹前傾	髖關節內收 外展	膝關節屈曲
A	13.4(1.1)	7.5(1.3)	38.1(1.2)	29.7(3.6)	55.4(16.1)
B	11.7(1.0)	6.1(0.9)	37.7(1.2)	25.9(1.3)	58.7(17.6)
C	11.5(0.7)	8.3(1.2)	37.3(1.2)	45.9(8.9)	78.3(19.2)
D	15.9(1.4)	26.2(0.9)	57.3(4.6)	52.9(3.0)	77.3(21.0)
E	14.4(0.9)	24.7(1.8)	43.6(2.0)	46.1(2.2)	76.9(19.5)
F	14.0(0.7)	23.9(1.0)	44.1(1.5)	23.8(1.4)	57.5(17.2)
G	13.4(1.0)	-17.1(1.2)	18.2(1.6)	24.5(1.8)	58.0(18.1)
H	13.7(0.8)	-20.2(2.0)	27.9(1.7)	24.2(1.6)	57.9(17.4)
I	11.8(1.5)	-24.1(0.7)	8.7(2.2)	25.4(1.8)	57.3(15.7)
P 值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99

^a. 手腕橈尺偏：尺偏移為正；橈偏移為負；手腕伸為正，軀幹前傾為正；髖關節外展為正；膝關節屈曲為正。

表 4 騎乘姿勢對關節角度影響之事後比較

角度(度)	評比
手腕橈尺偏	DE> F > AGH > BCI
手腕屈伸	D> EF > ABC > G > H > I
軀幹前傾	D > EF > ABC >H > G > I
髖關節內收外展	D > EC > A > B > FGHI

表 5 騎乘姿勢對手部與臀部壓力中心路徑與力量的影響

項目 姿勢	手部壓力中心路 徑(公分) ^a	把手力量 (牛頓)	臀部壓力中心路 徑(公分)	坐墊力量 (牛頓)
A	2.4(0.6)	4.9(0.6)	2.5(0.5)	15.5(1.9)
B	1.8(0.6)	4.7(0.8)	2.1(0.6)	15.8(2.4)
C	2.9(1.2)	4.6(0.8)	3.4(1.8)	15.3(1.9)
D	2.2(0.6)	6.0(0.8)	3.4(1.8)	14.1(1.1)
E	2.3(0.6)	5.7(0.8)	3.7(1.8)	14.3(3.3)
F	2.2(0.5)	6.1(1.0)	2.4(0.5)	15.4(2.2)
G	3.0(1.0)	4.4(0.8)	2.5(0.5)	15.8(1.7)
H	2.2(0.5)	4.6(0.8)	2.3(0.5)	16.8(3.3)
I	3.3(1.0)	4.4(0.7)	3.8(1.6)	16.8(3.1)
P 值	0.39	0.00	0.00	0.72

^a. 手部壓力中心路徑：為把手與手部接觸面之壓力中心轉移路徑，單位：公分。

表 6 騎乘姿勢對壓力與力量之事後比較

項目	評比
把手力量(牛頓)	DF > E > A > BCGHI
臀部壓力中心路徑(公分) ^a	CDEI > ABFGH

^a. 臀部壓力中心路徑：為臀部與坐墊接觸面之壓力中心轉移路徑，單位：公分。

表 7 騎乘姿勢對生理負荷之影響

項目 姿勢	休息心跳(次/分鐘)	運動心跳(次/分鐘)	運動強度 (%)
A	87.4 (0.3)	98.6 (7.4)	10
B	87.3 (3.0)	98.9 (3.6)	11
C	87.3 (1.9)	105.1 (2.7)	17
D	88.7 (2.2)	101.3 (10.6)	12
E	87.0 (0.9)	97.8 (8.6)	10
F	86.7 (2.6)	100.5 (5.9)	13
G	85.8 (3.3)	97.9 (3.8)	11
H	85.9 (2.5)	97.3 (8.9)	10
I	87.2 (0.4)	99.9 (2.6)	12
P 值	0.7	0.3	0.00

表 8 騎乘姿勢與主觀費力評量

主觀費力評比 ^a 姿勢	手腕	上背	下背	臀部	膝部	腳踝
A	3.9 (0.7)	0.9(0.7)	1.1 (0.7)	4.3 (0.2)	0.8 (0.6)	1.0 (0.5)
B	3.4(0.7)	1.3(0.4)	1.5 (0.4)	3.9(0.7)	1.1 (0.5)	0.9 (0.6)
C	4.9(0.7)	1.1(0.5)	1.5 (0.5)	5.3(0.2)	1.1 (0.5)	1.4 (0.5)
D	4.5(0.6)	1.2 (0.6)	1.5 (0.3)	4.4(0.5)	1.6 (0.3)	1.3 (0.3)
E	4.8(0.3)	1.2 (0.6)	1.6 (0.6)	4.8(0.3)	1.1 (0.5)	1.9 (0.6)
F	4.8(0.1)	1.1 (0.5)	1.3 (0.4)	4.7(0.6)	0.8 (0.5)	0.9 (0.4)
G	3.7(0.8)	1.1 (0.6)	1.4 (0.8)	5.3(0.4)	1.0 (0.6)	0.9 (0.7)
H	4.3(0.6)	0.8 (0.4)	1.0 (0.3)	5.0 (0.3)	1.0 (0.6)	0.9 (0.5)
I	4.4(0.6)	0.7(0.5)	1.1 (0.4)	5.2(0.2)	0.8 (0.5)	0.6 (0.2)
P 值	0.00	0.04	0.00	0.00	0.07	0.00

^a.主觀費力程度評量，分數範圍 0 到 10。

表 9 騎乘姿勢對主觀費力評量之事後比較

主觀費力程度 ^a	評比
手腕	DEF > ACGHI > B
上背	BDE > CFG > AHI
下背	BCDEFG > AHI
臀部	CGHI > DEF > AB
腳踝	DEF > CABGH > I

^a.主觀費力程度評量，分數範圍 0 到 10。

由表 5 可知，騎乘姿勢會影響在手臂與臀部的壓力中心路徑與力量大小 ($p<0.05$)。事後比較整理如表 6，由 Duncan's 多重差距檢測結果發現，騎乘姿勢 D、E 與 F 姿勢，其為低把手配合高坐墊造成較多的力量在把手與較多的臀部壓力中心路徑 ($p<0.05$)。

當騎乘姿勢為低把手高坐墊時，手腕承受較大的壓力且臀部的壓力中心位移路徑較大，顯示該姿勢較為不穩定的姿勢。當騎乘姿勢為自選高度和高把手低坐墊高度時，手腕承受壓力較小且臀部壓力中心位移路徑小，顯示騎乘姿勢較為穩定。

三、騎乘姿勢與生理負荷

騎乘姿勢與生理負荷整理如表 7 所示。以平均運動心跳的量測做為生理負荷指標，在以不同姿勢騎乘自行車一個小時，在平均運動心跳並無顯著差異 ($p>0.05$)。然而，在運動強度上，騎乘姿勢有顯著差異 ($p<0.05$)。騎乘 C、D、E 與 F 姿勢，其為高把手高坐墊與低把手高坐墊組合，有較高的運動強度與生理負荷。在騎乘姿勢以主觀最適高度與高手把低坐墊的組合有較小的生理負荷。

四、騎乘姿勢與主觀費力評量

騎乘姿勢對手腕、上背、下背、臀部、膝部與腳踝等部位，騎乘自行車時主觀的費力評比整理如表 8 所示。騎乘姿勢造成身體各部位的費力程度差異，尤其以手腕、上背、下背、臀部與腳踝部位有顯著差異 ($p<0.05$)。在長時間騎乘自行車後，最常發生不舒適與費力的部位為手腕與臀部。表 9 整理 Duncan's 多重差距檢測結果，發現騎乘姿勢 D、E 與 F 姿勢，其為低把手配合高坐墊造成的主觀費力在手腕部位；而騎乘姿勢 C、G、H 與 I 姿勢，其為高手把配合低坐墊造成顯著主觀費力在臀部部位 ($p<0.05$)。

騎乘自行車的過程，通常維持一固定姿勢。在主觀費力評量部分，受試者在運動前與運動一小時後，分別對身體六個區域填寫主觀費力分數，整體而言，運動後的費力評比均比運動前高。在費力的分數顯著增加的部分，當把手低坐墊高時，在手腕、腳踝與背部有較高的主觀費力評比。

伍、結論

本實驗將自行車把手與坐墊設計為可調式，讓受試者選擇自覺最舒適之把手與坐墊高度，再將自選高度值作 $\pm 10\%$ 的變化，在九種騎乘姿勢變化下，透過關節角度、接觸(手掌與臀部)位移與力量、運動生理負荷及主觀費力量表評估，瞭解騎乘姿勢對舒適度的影響。整體而言，騎乘姿勢當把手低坐墊高時，會有較多手腕撓尺偏、手腕屈伸、軀幹前傾角度、髖關節外展並造成手腕部有接觸較大的力量。若以把手高坐墊低的騎乘姿勢，則會有較大的手腕屈伸、較小的軀幹前傾角度與較多的臀部壓力中心位移。手部與臀部壓力大小與騎乘姿勢有關，當把手越高時，手部壓力就會越小，反之，把手越低時，手部壓力就會越大。當騎乘姿勢為把手低坐墊高時，上半身的力量會集中在掌腕與肩部，長時間騎乘將使掌腕與肩部軟組織壓迫造成酸麻不適。

瞭解騎乘姿勢對騎乘舒適度的影響，將可以提供在自行車騎乘舒適之把手與坐墊調整的參考，進一步避免自行車相關慢性肌肉骨骼疾病的發生。

陸、國防領域之應用

自行車運動對於國人的健康與生理功能的提升，無論在肌肉強度增加或心肺功能強化方面，是普遍且經濟的運動項目。在相關軍旅人員的體能訓練與強壯體魄方

面，騎乘自行車亦是方便且經濟的運動選項之一。本研究探討自行車騎乘姿勢與騎乘舒適度之關係，透過把手與坐墊高度的調整，瞭解長時間騎乘後，姿勢對身體關節角度、手與臀部壓力與力量、生理負荷與主觀費力程度的影響。研究成果將可以提供在自行車騎乘舒適之把手與坐墊調整的參考，進一步避免自行車相關慢性肌肉骨骼疾病的發生，此外在選擇將自行車運動做為強健運動和體能訓練時，減少慢性肌肉骨骼的發生，並提升身體健康。

誌謝

感謝朝陽科技大學工業工程與管理系碩士班林孟翰同學(畢業於 100 學年度)，協助本實驗執行與資料分析等工作。

參考文獻

郭炳宏與鄭雅華，2000。自行車車種與握把影響騎乘舒適度之初探，台灣感性學會研討會論文，台中。

Council for Economic Planning and Development of Taiwan, 2009 /<http://www.cepd.gov.tw/encontent/S> Accessed March 25.

Chen, CF., Chen, PC., 2013. Estimating recreational cyclists' preferences for bicycle routes—Evidence from Taiwan. *Transport Policy*, 26, 23-30.

Dettori, NJ., Norvell, DC., 2006. Non-traumatic bicycle injuries: a review of the literature. *Sports Medicine*, 36, 7-18.

Schwellnus, MP., Derman, EW., 2005. Common injuries in cycling: prevention, diagnosis and management. *SA Fam Pract*, 47(7), 14-19.

Mestdagh, KV., 1998. Personal perspective: in search of an optimum cycling posture. *Applied Ergonomics*, 29(5), 325-334.

Wilson, C., Bush, TR., 2007., Interface forces on the seat during a cycling activity. *Clinical Biomechanics*, 22, 1017-1023.

