

國立臺灣體育大學（臺中）

National Taiwan Sport University
體育研究所碩士學位論文

自由車運動的發展及其傷害之研究
THE DEVELOPMENT AND INJURIES
RESEARCH OF CYCLING



研究生：黃博駿 撰
指導教授：駱明瑤 副教授

中華民國九十八年六月

論文名稱：自由車運動發展及其傷害之研究

總頁數：89 頁

校院所組別：國立臺灣體育大學(臺中)體育研究所人文社會
科學組

畢業時間及提要別：九十七學年度第一學期碩士學位論文提要
研究生：黃博駿 指導教授：駱明瑤 副教授

中文摘要

自由車發展至今已逾兩百年歷史，其所扮演的角色也隨著時代變化而不同，從早期單純的交通與載貨工具更延伸為日常生活中運動、休閒等器材，因此，自由車不只提供健康的休閒活動，也解決了環境污染與經濟的問題。

本研究目的如下：了解自由車運動的力學分析、體能特性、人體關節結構特性、騎乘姿勢與人體關係。

研究方法：採文獻分析法以期探究自由車的力學分析、體能特性、人體關節結構特性、騎乘姿勢與人體關係。

研究討論：藉以釐清自由車運動發展歷史的真相，對於自由車運動發展有其必要性，並藉由科學與社會科學的對話中，頗析出具有實用價值與科普價值之自由車運動發展與傷害之研究，更進一步了解自由車運動並做為熱愛運動人們參考之依據。

研究結果：可以充分了解自由車的生活文化和特殊功能設計、自由車的設計基本概念，進而引發更多的創意且健康安全騎乘生活和樂趣，並能感受從自由車延伸出來的運動休閒文化。

關鍵字：自由車、人體尺寸、運動傷害、運動休閒

Huang, Po-Chun(2009). Explore the Development and Injuries Research of Cycling. Unpublished master thesis, National Taiwan Sport University, Taichung.

Abstract

Cycling have a more-than-200-year history, and the role vary with time, from the pure transportation for carrying passengers or goods in the early days to the tool for sports or leisure nowadays. As a result, cycling not only provide the healthful leisure activities but also solve the environmental pollution.

Purpose: to understand the dynamic analysis of cycling, the characteristics of fitness, the characteristics of human joint structure, and the relation between riding postures and human body.

Methods: Documentary Analysis.

Conclusions: By clarifying the truth of the history of cycling development, the necessity of development of cycling riding can be shed light on. Furthermore, in the dialogue between science and social science, it is that practical values and merits of science universality of cycling riding can be analysed in this research; Moreover, cycling riding can be understood further, and this research can be a reference for the people loving sports.

Results: Furthermore, the culture of cycling ; the functional design of cycling; the basic concept of cycling,

design would be fully understood to encourage more creativity, to arouse more interest of cycling, and to feel the cycling-related leisure culture.

Key words : Cycling 、 Human body size 、 Sports injuries 、
Recreation

謝誌

本論文承蒙指導教授駱明瑤教授盡心盡力的教導，使本研究得以順利完成，學生於相關理論、實務上及邏輯思考上，獲益良多。此外，感謝許光庶教授、陳定雄教授、蔡榮捷教授及李俊杰教授於論文審核上給予寶貴的意見，使論文內容更臻完整。

研究期間感謝助教柏慧在相關行政作業上的協助，清泉、孟茵、志良、明慧、淑芳、世錫、冠名、鈺蓁的鼎力幫忙與在課業上相互切磋建立深厚的情誼，防護團學弟妹添霖、沛哲、雅婷；好友間小伍、小通、阿垂、建邦許多的協助與鼓勵，一併表示謝意。

最後，我想將這篇論文獻給我摯愛的家人之栽培教養及無怨無悔的包容與關懷使本研究得以順利完成，在此致上最誠摯的謝意。

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
謝 誌	IV
目 錄	V
表 目 錄	VII
圖 目 錄	VIII
第壹章 緒 論	1
第一節 問題背景	1
第二節 研究目的	4
第三節 研究範圍	4
第四節 研究限制	5
第五節 研究貢獻	5
第六節 名詞解釋	6
第貳章 文獻探討	8
第一節 自由車的發展史	8
第二節 自由車的基本介紹及結構	12
第三節 自由車與傷害之相關研究	26
第四節 小 結	29
第參章 研究方法	31
第一節 研究方法	31
第二節 研究步驟	32
第三節 研究架構及進度	34
第肆章 結果與討論	36
第一節 自由車運動之力學分析	36
第二節 自由車運動員的體能特性	38

第三節	人體各關節結構與自由車騎乘之關係	39
第四節	上肢生理構造與騎乘姿勢	40
第五節	軀幹生理構造與騎乘姿勢	50
第六節	臀部生理構造與騎乘姿勢	56
第七節	下肢生理構造與騎乘姿勢	64
第伍章	結論與建議	73
第一節	結論	73
第二節	建議	79
參考文獻	81

表目錄

表 1- 1 各運動項目在增強體適能上的評估	3
表 2- 1 公路車與場地車之差異	14
表 4- 1 手部各區關節	44
表 4- 2 肩部與手部各區肌肉	45
表 4- 3 脊柱各區關節	53
表 4- 4 脊柱各區肌肉	53
表 4- 5 男女骨盆之比較	59
表 4- 6 下肢肌肉作用分類表	70

圖目錄

圖 2. 1 自由車演變歷代車型圖	8
圖 2. 2 自由車沿革及發展型式圖	10
圖 2. 3 自由車基本種類	12
圖 2. 4 自行車基本結構	18
圖 2. 5 車架系統	19
圖 2. 6 現有自由車之六類車架型式	19
圖 2. 7 自由車前叉的分類	21
圖 2. 8 輪胎胎面的型式	23
圖 2. 9 現有自行車之三種車手型式	24
圖 2. 10 現有自行車剎車型式	25
圖 3. 1 研究架構圖	34
圖 3. 2 研究甘梯圖	35
圖 4. 1 自由車成績之力學關係圖	37
圖 4. 2 右鎖骨	42
圖 4. 3 左肩胛骨	42
圖 4. 4 右肱骨	42
圖 4. 5 橈骨、尺骨	42
圖 4. 6 手掌骨頭	43
圖 4. 7 肩關節	44
圖 4. 8 上肢肌肉	48
圖 4. 9 脊椎過分彎曲引起過度壓迫的不良姿勢	49
圖 4. 10 自由車比賽常見的騎乘姿勢	50
圖 4. 11 脊柱	52
圖 4. 12 胸廓骨骼	52

圖 4. 13 肋骨	52
圖 4. 14 移動脊柱之肌肉	55
圖 4. 15 骨盆帶之正視圖與側視圖	57
圖 4. 16 薦骨與尾骨 (a)腹面觀 (b)背面觀	58
圖 4. 17 腸骨、坐骨與恥骨 (a)外側觀 (b)內側觀	58
圖 4. 18 男女性骨盆之比較 (a)為男性骨盆正面觀 (b)為男性骨 盆上面觀 (c)為女性骨盆正面觀 (d)為女性骨盆上面觀	60
圖 4. 19 髖關節	62
圖 4. 20 骨盆底部肌肉	63
圖 4. 21 男女性會陰部肌肉 (a)女性 (b)男性	63
圖 4. 22 股骨	66
圖 4. 23 髌骨	66
圖 4. 24 脛骨與腓骨	66
圖 4. 25 跗、蹠、趾骨	66
圖 4. 26 膝關節	68
圖 4. 27 自由車之下肢主要肌群圖	70
圖 4. 28 騎乘自由車踩踏時最佳角度位置	71
圖 5. 1 車架大小	76
圖 5. 2 內接縫法	76
圖 5. 3 骨長法	77
圖 5. 4 估算腿長法	78
圖 5. 5 座墊的前後位置	78
圖 5. 6 把手距離	79

第壹章 緒論

本章共分為六節，包含問題背景、研究目的、研究範圍、研究限制、研究貢獻、名詞解釋等，茲分述如下：

第一節 問題背景

1817年，人類懂得開始使用腳力蹬地，製造產生木製的玩具馬後，才讓這個兩輪工具顯現於世，並且隨著科技的發展而改變(廖晉迪，2000)。自由車發展至今已逾兩百年歷史，所扮演的角色也隨著時代變化而不同，除了從各種傳動系統如曲柄前後移動、直接轉動到鏈條傳動等演變歷史，看出自由車設計師省力化的智慧，而且從人對於自由車使用功能由早期單純的交通與載貨工具更延伸為現今人們日常生活中運動、休閒等，體會到自由車對於人類生活的重要性(廖晉迪，2000)。

尤其，自由車具有無污染的特性，符合環保要求，以世界的潮流趨勢而言，自由車被公認為最符合經濟且環保的交通與休閒工具，主要是因其以人力操作，不需要耗費資源，且不產生空氣污染等特點(Mackenzie,1991)。因此，自由車不僅提供健康且經濟的休閒活動，也解決了環境污染的問題，勢將成為現代人的新寵兒。相關研究證實，運動是促進人類健康的有效途徑，再者運動對健康的益處有很多，健康和體適能的效益，會隨著運動量的增加而提昇，其中長時間的有氧運動能夠改善心肺功能，較低強度的運動項目，例如慢跑、騎自由車、游泳等(謝仲裕，2002)。研究發現，運動能提升身體攝取氧(Oxygen)的能力，亦即一般所謂的最大耗氧量(maximal oxygen consumption)，或稱為有氧能力(aerobic capacity); 有氧能力是心肺功能和身體工作能力的

重要指標，當有氧能力提高時，心、肺和血管能夠運輸和分送大量的氧到各器官組織，也因為如此，我們的身體能產生更多的能量來供給工作或休閒性的身體活動，而不至於很快就感到疲勞（謝伸裕，2002）。雖然慢跑、游泳皆能提升心肺耐力，但是，慢跑產生的關節反作用力對骨骼關節有一定程度的影響；游泳雖然是最好運動項目，但也受到場所、是否具備游泳技能及對水的恐懼等，因而受限；騎乘自由車就相對地較容易著手，同時也可使身心靈達到運動及接觸大自然的雙重享受；由於自由車運動本身的動作模式，手臂和軀幹多為靜力性的工作，下肢多為動力性的工作，在血液重新分配時，下肢血液量供給較多，心跳率(heart rate)的變化也依據踩踏速度和地勢起伏而不同，身體內部急需補充養料和排出廢物，所以心跳率往往比平時增加 2~3 倍，在長期訓練下能有效促使心肌發達，心臟變大，心肌收縮較有力，血管壁彈性增強；同時使肺通氣量（pulmonary ventilation）增大，肺活量增加，肺呼吸功能提高（李誠志，1994）。根據 Giam 與 Teh 提出各運動項目在增強體適能上的評估（表 1-1），可看出騎乘自由車對強化心肺、血管的功能都有一定程度的改善（Giam&The,1988）。

表 1-1 各運動項目在增強體適能上的評估 (Giam&Teh,1988)

運動項目	評分 (分數越高,貢獻越大)			
	心肺耐力	肌力與肌耐力	柔軟度	身體成分
健康舞	4	3	4	3
羽毛球	4	3	4	4
籃球	4	4	4	4
健身	1	4	2	2
保齡球	1	1	1	1
自行車	4	3	2	3
哥爾夫	1	1	2	2
緩步跑	4	3	2	4
武術	3	4	4	3
氣功	2	2	2	2
足球	4	4	4	4
壁球	4	3	4	4
游泳	4	4	3	3
乒乓球	3	3	3	2
網球	3	3	3	3
排球	3	3	3	3
步行	3	2	1	2

早期，自由車產品的設計重點不外乎如何讓它跑得更
快、更省力、更輕量化 (鄭福進，1983)，對於人因工程方面
的考量較為欠缺。因此，由近代許多自由車傷害案例發現，
當長時間騎乘自由車，不正確的姿勢、動作及不合適的自由
車配件都有可能會引起身體上相對部位的不舒適感，甚至會
造成一些肌肉或神經上的傷害與病變。Christiaans 等人在騎
乘自由車所造成的傷害研究中顯示，臀部區域造成的疼痛與
傷害比例為最高 (Christiaans et al,1998)；Ferdinand 等人研
究指出，長時間騎乘登山自由車時，因臀部內側動脈長期承
受壓力負荷，容易造成臀部軟組織產生麻痺，男性騎士則會
有不孕情況產生 (Ferdinand et al,2000)；Clarys 研究中指出，

業餘與職業車手都會發生手部神經壓迫的症狀，當尺骨神經受到壓迫會造成第四、五指麻木，正中神經壓迫則會造成一到四指麻木（Clarys, 2001）。

因此，隨人體尺寸差異而調整適當車架大小及座墊，為避免傷害的方式之一，希望能透過本研究讓熱愛自由車運動或注重健康生活的人們，更進一步了解自由車運動並做為參考之依據，最後，故以自由車運動的發展與其傷害作為探討之題目。

第二節 研究目的

經上述整理後，可知本研究具體目的如下：

- 一、了解自由車運動的力學分析。
- 二、了解自由車運動的體能特性。
- 三、了解自由車運動的人體關節結構特性。
- 四、了解自由車運動的騎乘姿勢與人體關係。

第三節 研究範圍

一、就時間觀點：從 1817 年開始有自由車之雛形，然而現行的自由車之基本形式，早已在一百年前即已完全定型，但基本構造是不變，只是一再地改良適應現代生活環境而已。故本研究所探討自由車運動的發展與其傷害之研究，則以工業革命後期時期為主。

二、就對象觀點：主要以自由車運動起源與發展為分析對象，藉以探討出自由車運動發展及其傷害之沿革。

第四節 研究限制

由於研究自由車運動發展之文獻極為缺乏，因此資料蒐集格外艱辛，所以資料的取得相當不易，也造成部份過程無法詳細的深究，為本研究的限制。例如：國內較無將自由車運動之發展過程做一個完整且有系統地論述，因此僅能依靠自由車相關雜誌報導、書籍、報告書等整理，以期與事實更為接近，這些都是本研究之限制。

第五節 研究貢獻

研究自由車運動發展的貢獻期望經由本研究來瞭解自由車運動發展的過程與歷史，以作為自由車運動應興應革之借鏡，由上述相關文獻進行探討，筆者認為本論文研究將具有如下三個貢獻：

一、目前自由車運動相關論著，在自由車運動歷史部份，涉及內容較簡化，而未有系統化之相關論著出版，因此筆者以此內容為主題深入研究，藉以釐清自由車運動發展歷史的真相，對於自由車運動發展有其必要性，是為學術上的貢獻。

二、對於現行自由車運動的研究，多以自然科學設計為主，因此筆者期望藉由科學與社會科學的對話中，頗析出具有實用價值與科普價值之自由車運動發展與傷害之研究，是為學術上的貢獻。

三、近年來，自由車具有無污染的特性，符合環保要求。透過認識自由車的歷史、組成和相關比賽等，可以充分了解自由車的生活文化和特殊功能設計，或引發更多的創意且健康安全騎乘生活和樂趣。並從自由車動力學和運動學等兩方面來了解騎乘自由車的設計基本概念。當人對自由車產生興

趣時，應該從它的用途、功能和新科技等切入了解，如此不但讓人和自由車的知識互動能夠協調，而且也能感受從自由車延伸出來的運動休閒文化。

藉由本文的研究讓熱愛自由車運動或注重健康生活的人們，更進一步了解自由車運動並做為參考之依據，此乃本論文之貢獻。

第六節 名詞解釋

一、自由車 (Cycling)

本研究所指「自由車」是指兩輪自由車，採用腳踏之動力傳輸。自由車比賽根據比賽場地不同、比賽方式不同可分為場地賽、公路賽和登山車 (山地) 賽 (MTB) (中華民國奧林匹克委員會，2008/03/28)：

(一) 場地自由車賽：在封閉的場地進行比賽，參賽的自由車選手們在呈25—45度傾角的橢圓形賽道上繞行比賽，這種賽道可以減少阻力並避免危險的發生。

(二) 自由車公路賽：是在15KM - 25KM的環形路內進行的，賽道必須是寬度在6米以上的柏油路。這類場地一般需要有一定的高度差和傾斜度。

(三) 自由車山地賽：主要在山區或坡地上舉行。

二、運動傷害 (Sports Injuries)：

所有的運動傷害可以歸納為主要兩類：急性傷害 (acute injuries) 和過度使用傷害 (overuse injuries)；任何種類或形式的運動傷害，可以說是組織 (tissue) 的損壞 (damage)，這種損壞發生在比賽或訓練活動過程中。運動傷害一詞在本

論文中，將指於騎乘自由車所造成、產生和發生的傷害（陳勝凱，2008）。

第貳章 文獻探討

進行自由車相關文獻的探討，首先應回顧自由車這項產品的發展淵源，進一步了解自由車的歷史意義。本章共分為三節，包含自由車的發展史、自由車的基本介紹及結構、自由車相關研究等，茲分述如下：

第一節 自由車的發展史

自由車 (cycling) 發明迄今已歷經逾兩百年的發展歷程 (廖晉迪, 2000)，第一部自由車由德國男爵 Carl von Drais 在 1817 年發明，這輛全世界最早的木製自由車並無腳踏板 (圖 2.1a)，人跨上去後雙足著地而以腳行走前進，當時還被譏為玩具馬 (Hobbu Horse)。1865 年出現了可以腳踏板做驅動助力的兩輪自由車 (圖 2.1b)，車身使用木材製成，使用鐵製的輪胎，為前輪驅動的 forms。1870 年，英國 James Starley 設計了不倒翁式一大小輪自由車，最大的特色為車輪前後尺寸差別很大 (圖 2.1c)。1885 年，Starley 又改良開發了一部車架堅固、配備有相同尺寸的前後車輪，及利用後車輪及輪鍊條傳動機構的自由車，可說是今日各種自由車種的始祖 (圖 2.1d)。

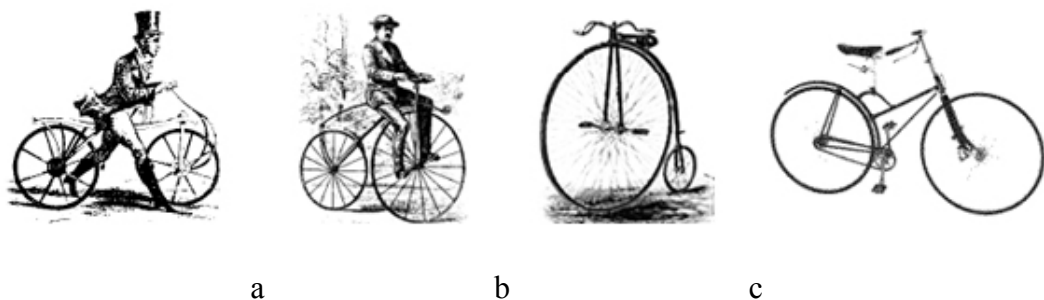


圖 2.1 自由車演變歷代車型圖 (A Quick History of Bicycles ,
2008 年 01 月 15 日，取自：

<http://www.pedalinghistory.com/PHhistory.html>)

根據工業局工業設計輔導計畫（工業局，1999），自由車的發展階段與部品開發時期可分為七期：(1)創生期（空想時代）；(2)準備期（人力四輪時代）；(3)誕生期（二輪車誕生）；(4)第四期（二輪車改良具有握把，1818~1839）；(5)第五期（驅動方式改良、車輪、車體改良，1869~1884）；(6)第六期（安全性、量產化、標準形完成，1890~1960）；(7)第七期（品質、機能性的改良、以運動休閒為主，1960至今），其沿革及發展型式如圖 2.2 所示。

自由車是一種非常簡單的「機械物」，集合工業設計、人因工程、空氣力學、機械工學（材料、熱處理、熔接、切削加工、塑性加工、表面處理）等各種生產技術及概念的綜合產品（工業局，1999）。從這些技術累積的成果進而影響到其他的機械工業，如機車、汽車甚至飛機等，它對於現代運輸技術貢獻的重要性實在難以估計，也意味著自由車技術與近代運輸工具歷史的緊密關係。然而現行的自由車之基本形式，早已在一百年前即已完全定型，但基本構造是不變，只是一再地改良適應現代生活環境而已。自由車的形式是因應人們的要求而改變的，也就是說當代人們的生活可以從自由車的形式上反映出來。

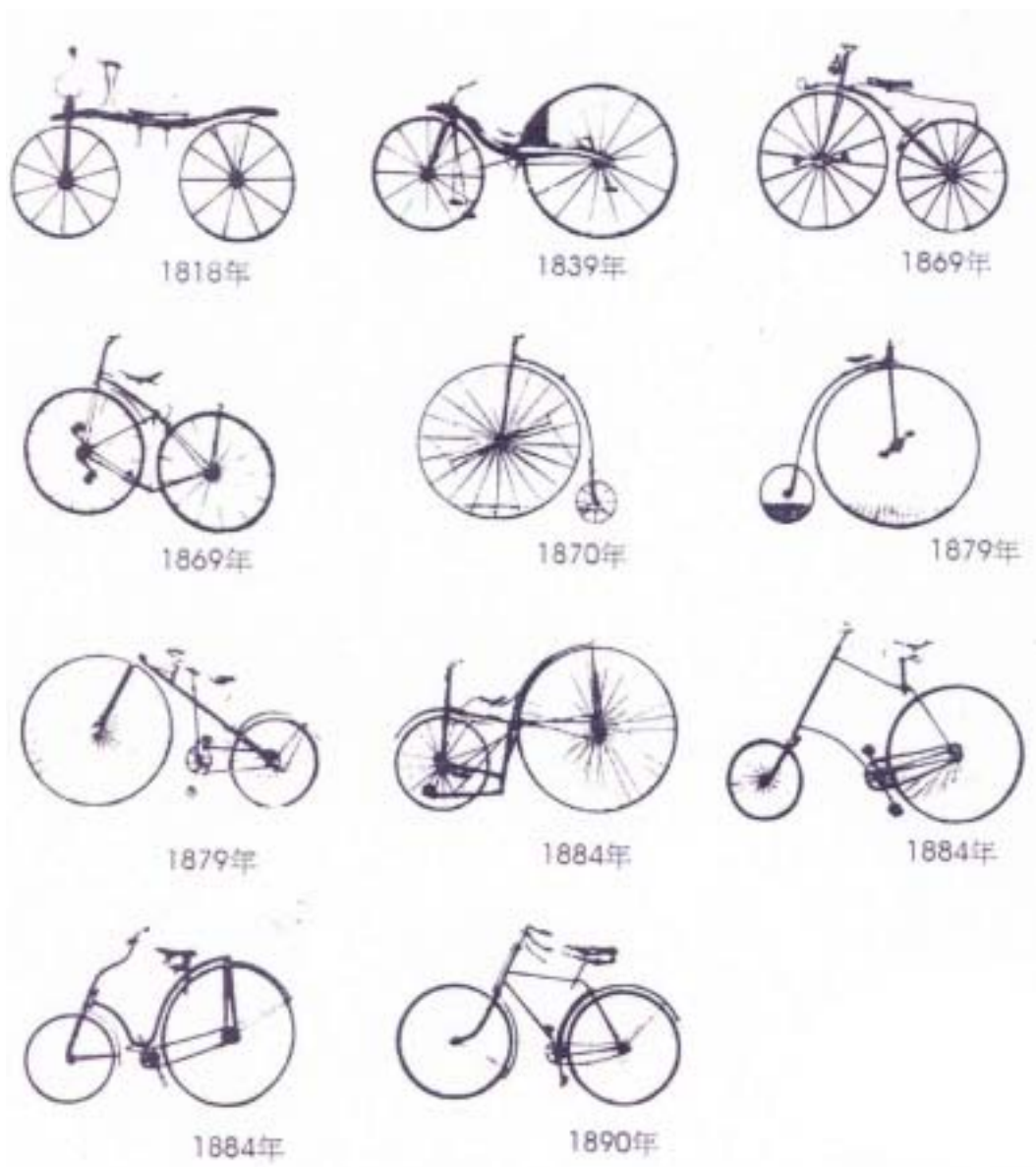


圖 2. 2 自由車沿革及發展型式圖 (工業局, 1999)

自由車設計概念的演進可分為六個時期：

一、遊具的誕生 (1818~1864)

此階段為第一次工業革命的時代，此時是馬車的全盛時期，但由於蒸氣火車的誕生，馬車變造成遊具，進而產生自由車，第一代自由車具有為滿足人類遊戲性質的特性，而非代步工具 (楊燕枝等人, 1997)。

二、多樣化型態和發明期（1865~1899）

此階段可說是發明鼎盛的時代，為了能讓社會接受對於行走性的設計要求，故講求更快速、更舒適、更安全的多樣化設計主軸。由於工業革命導致產業技術的革新及加工技術的改進，反映於型態上，是此時期較接近現代設計的型態（楊燕枝等人，1997）。

三、機能主義造型的發展（1900~1929）

進入二十世紀，具有鑽石型的車架及充氣車胎的自由車已經上市，此時期小孩用及女性用的自由車也被開發，且針對不同使用目的設計的自由車也逐漸出現，例如搬運車等。外觀上以機能及性能為第一，對於輪廓線條及車管方面，僅止於顏色變化（楊燕枝等人，1997）。

四、技術革新和生產的合理化（1936~1959）

1930年在資本主義經濟下，是大量生產大量消費的時代。由於自由車零組件的標準化，因而確立其在工業產品中的領先地位，隨著技術革新及合理化生產，此時期自由車可達到機能追求的設計界限，能針對機能而配合適用的造型（楊燕枝等人，1997）。

五、小型自由車的發展（1960~1979）

在1963年英國發表車輪直徑16英吋的小型自由車，引起全世界的注意，而在20世紀初自由車的車輪以26、28英吋為主，此時期有以使用目的而組合成的型態變化與強調人因工程等女性、小孩用車的設計。隨後日本發表12.5英吋摺疊式自由車，其發展的背景乃是基於都市道路過於密集和收納用途（楊燕枝等人，1997）。

六、加工技術的改良與新材料的開發（1980至今）

以往自由車車架及輪圈都使用鋼材，但自1980年後各種新材質逐漸登場，如耐候性、高強度的碳纖塑膠或鎂鋁合金（楊燕枝等人，1997）。

除了上述加工技術的改良與新材料的陸續開發外，近年來自由車的發展趨向於避震器、變速器的改良及人因工程方面的研究，一種外觀上沒有鏈輪、鏈條的自由車造型已被成功地開發出來，而摺疊式自由車與電動自由車的開發更是熱門的方向，未來自由車的多樣化發展令人期待。

第二節 自由車的基本介紹及結構

一、自由車的基本介紹

（一）依自行車研發中心的分類

將自由車依功能與用途約略分為三大類：1.競速用自由車—如跑車、耐力賽車，2.運動比賽用自由車—如越野車、登山車與 BMX 等，3.休閒用自由車—淑女車、休閒車與城市車等，其基本外型如圖 2.3 所示。就各車種的功能及特性敘述如下：



圖 2.3 自由車基本種類（圖片來源：自行車研發中心）

1. 競速用自由車

以追求速度為目的，故騎乘者的姿勢前傾，可以減少受風面積進而減低風阻，把手採用下垂型為主。由於身體前傾而造成身體上半身的重量由騎乘者的雙臂所承受，故為了減輕騎乘者雙臂負擔，部分車種會加裝輔助把手，可供騎乘者將雙手肘部倚靠在輔助把手之上，在騎乘自由車時支撐身體重量，以減輕腰部的不舒適性（楊燕枝等人，1997）。

2. 運動比賽用自由車

具備寬且厚的胎面，可在崎嶇不平的惡劣路況擁有較佳的抓地力，把手採用操控較為容易之平直型。為適應變化多端的路況，騎乘者的騎乘姿勢略為向前傾，擁有最佳的操控性。騎乘者其上肢主要在操控自由車的方向，適應不同的路況變化，故把手形狀多為平直型，以利騎乘者操控駕馭自由車（楊燕枝等人，1997）。

3. 休閒用自由車

車架軸距較前述兩種車型為長，五通管位置較低，踏板的位置亦較其它車型低，把手多採用上昇型，騎乘者的上半身騎乘姿勢因把手較高而呈略為垂直地面的狀態，騎乘者可以輕鬆的騎乘，偏重於舒適性的需求（楊燕枝等人，1997）。

（二）依項目分類

自由車依比賽項目的不同，而區分公路車及場地車，其差異如下表 2-1：

表 2- 1 公路車與場地車之差異

	基本車架	把手	花鼓	踏板	煞車裝備	變速器	飛輪	水壺架	打氣筒
公路車	○	○	快拆式	扣合式	○	○	○	○	○
場地車	○	○	固定式	皮帶扣或是扣合式	×	×	固定式	×	×

(資料來源：本研究者自行整理)

(三) 按比賽場地分類

依據中華民國奧林匹克委員會分類，自由車項目按比賽場地分為公路賽 (Road Race)、場地賽 (Time Trial) 及登山賽 (Mountain Climb) 三大類，如下：

1. 公路賽 (Road Race)

公路賽為先有的比賽項目，競賽車型與一般的自由車稍有不同，車架材質輕、管狀輪胎等特性，已配合高速前進的需要，自由車公路賽是在15KM - 25KM的環形路內進行的，賽道必須是寬度在6米以上的柏油路。這類場地一般需要有一定的高度差和傾斜度 (中華民國奧林匹克委員會，2008/03/28)。公路賽依性質可分為：

- 單日賽

- 團體計時賽

男子距離為100公里，為任何重要國際比賽必設的項目。

由一隊派出四名選手出賽，以該隊第三名選手抵達

終點的成績為該隊的成績。比賽由事先安排好的順序出場，每隔二至三分鐘出發一隊，在比賽中四名隊員要互相配合並輪流領隊，這是因在前帶頭領隊者需冒頂風之苦。等所有隊伍抵達後，依時間排定名次，時間少者排名在前。

■ 個人計時賽

比賽距離男子是一七零至二百公里，女子是六十至八十四公里不等。路程規定要有一定的困難度，如急轉彎，窄路，山地，丘陵地段等。所有的參賽者集體出發，在比賽的路途中，同一集團的運用掩護、尾隨、擺脫等各種技巧來幫助自己或隊友爭取勝利。比賽以通過終點的順序來排列個人名次，如要計團體名次，則依同隊前三名隊員所花時間總和來排定團體名次。

● 多日賽

比賽分為多段，依規定的天數騎到所指定的終點。有個人計時賽，和團體賽，但大都為個人計時賽。

2. 場地賽 (Time Trial)

場地自由車賽在封閉的場地進行比賽，車道距離分為400公尺即333.33公尺兩種，場地材質分為木材、水泥和瀝青三種，參賽的自由車選手們在呈25-45度傾角的橢圓形賽道上繞行比賽，這種賽道可以減少阻力並避免危險的發生（中華民國奧林匹克委員會，2008/03/28）。場地賽種類可分為以下6種：

- 爭先賽

亦稱為速度賽。同一場地上有二至四位選手，同時從原地出發，賽程通常為 1000 公尺，以最後 200 公尺做衝刺距離，首先通過終點者獲勝。

- 奧林匹克賽

賽程分為 50 公里，100 公里等。此項比賽為世界錦標賽正式項目。一組六名隊員，同時登場，每位車手都由一輛摩托車作為前導，選手緊貼著固定在摩托車後翼的一根滾柱上，要求車手和摩托車車手保持良好默契，由於空氣阻力被前者的摩托車牽引，所以速度極快。

- 領先計分賽

一般不超過三十人一組，在場地進行 50 公里的競賽。每隔五圈計分一次，獲得前四名的選手可分別獲得五、三、二、一分，但每半程和終點計分加倍。例如在 333.33 公尺的場地比賽時，在第七十五圈（即半程時）和終點時前四名分別獲得十、六、四、二分，抵達終點時依每次的計分總和判定名次。

- 團體追逐賽

每隊四人上場，同時出發，以第三名隊員到達終點的時間為全隊的時間。當進入半準決賽時，兩個隊伍同時在場上競爭，因此被稱為追逐賽，規則同個人追逐賽。

- 個人追逐賽

兩位選手分別從起點和半圈中點出發，互相追逐。假如在規定的距離內一方被另一方追上，則被追

上者淘汰出局。如果在規定的十二圈內沒有被追上，則按所花時間決定勝負。

- 1000 公尺計時賽

比賽依次一次一個進行，一次決定名次。

3. 登山賽 (Mountain Climb)

自由車登山賽主要在山區或坡地上舉行。1950年，有些自由車手覺得在公路賽不刺激，他們朝向山坡尋求自我的挑戰及比賽的刺激。1996年亞特蘭大奧運將登山賽納入正規項目（中華民國奧林匹克委員會，2008/03/28）。實際比賽距離在比賽前一天，由大會決定。

二、自由車的基本結構

自由車的基本構造主要分成四大系統（自轉車實用便覽，1977），分別是車架系統、傳動系統、車輪系統、控制系統（如圖2.4）及其他配件。各系統所包含的組件功能與特點分別敘述如下：

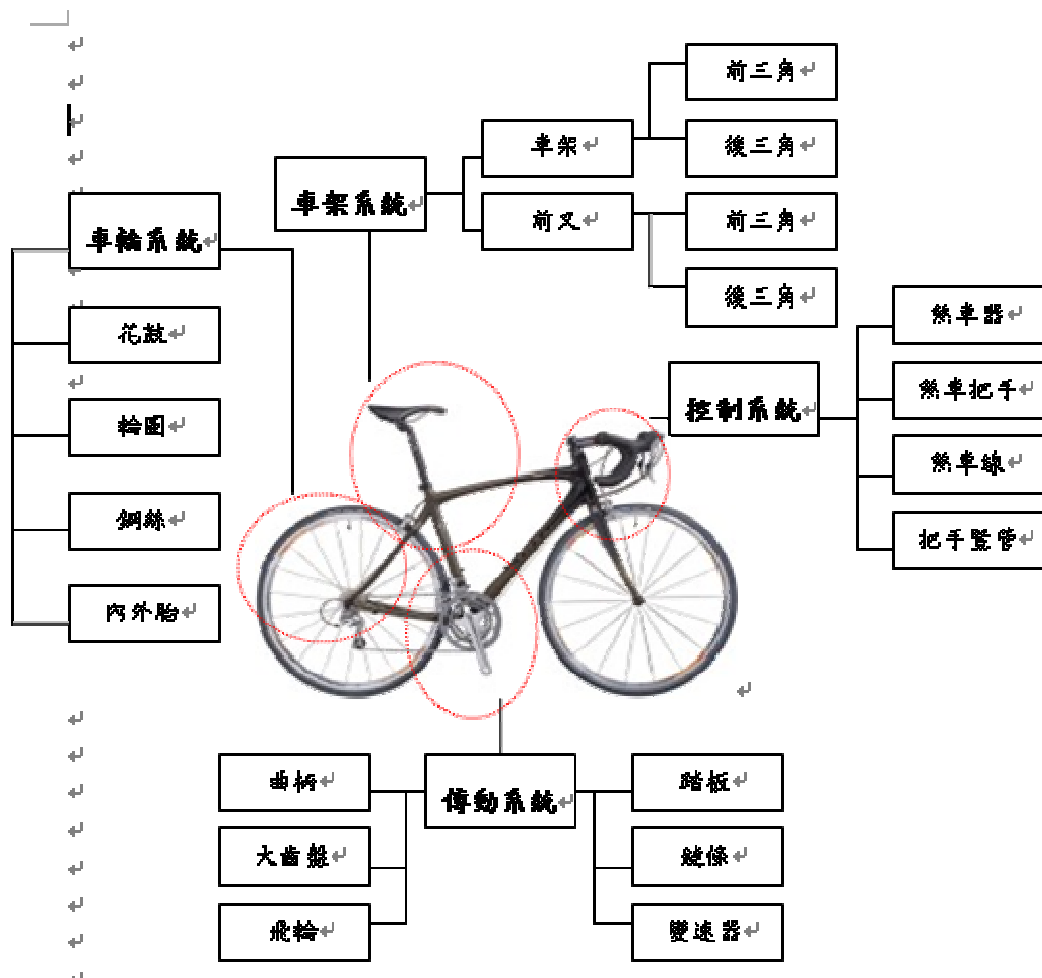


圖 2.4 自行車基本結構 (圖片來源：本研究繪製)

(一) 車架系統 (如圖 2.5)

分為車架與前叉兩部份。車架的基本結構與尺寸主要是由前三角與後三角所構成，前三角則包括上管、下管、前管與立管；後三角有後上叉、後下叉以及後叉軸承等部份，主要目的是保持各部份零件相互之間正確的位置。騎乘自由車時的姿勢，自然受車架的基本結構與尺寸的影響。前叉部份主要由前叉軸承、前叉足與前叉豎管所組成。

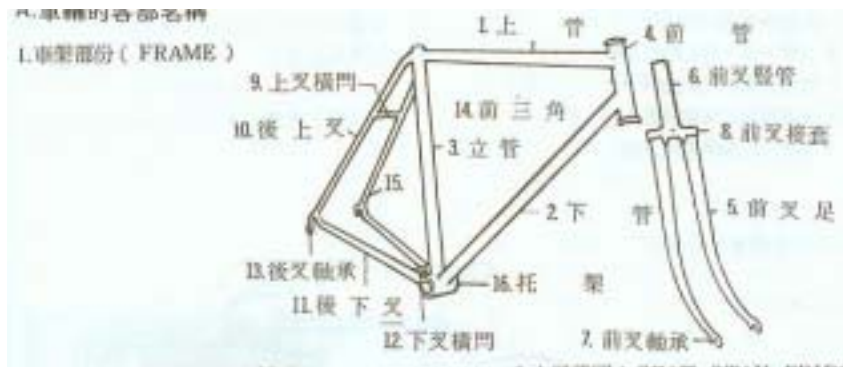


圖 2. 5 車架系統 (鄭福進, 1983)

1. 車架部分 (Frame)

依據現有市售自由車之車架型式，車架主要可以分為六類：(1) 鑽石 (Diamond) 型、(2) 史塔克 (Staggered) 型、(3) 環帶 (Loop) 型、(4) 交叉 (Mixte) 型、(5) H 型與 (6) U 型 (Fried, 1998)，如下圖 2-6 所示，在不同的客層、年齡、用途... 等條件之下，所需要的自由車車架型式便有所改變，而上述六種車架型式其特性說明如下：







		
Diamond 型	Staggered 型	Loop 型
		
Mixte 型	H 型	U 型

圖 2. 6 現有自由車之六類車架型式 (吳武政, 2001)

(1) 鑽石 (Diamond) 型：是一種標準自由車架，其結構受力良好，加工簡易，為現今最普遍的自由車車架型式，且具有高抗壓強度，亦為最經濟之車架。此類型車架尺寸較大，運動性能車種大多以此類為主要的車架結構，如競速車、登山車與越野車等等，適合男性騎乘者騎乘 (Fried, 1998)。

(2) 史塔克 (Staggered) 型：此型車架無上管，可減少跨坐上車時碰撞的機率，下管與立管交叉點會有應力集中在立管的問題，故其下管有兩支，所需材料較多且強度要求較高，此類型車架大都為城市車、休閒車所採用 (Fried, 1998)。

(3) 環帶 (Loop) 型：此型車架之上管與立管接合處成 U 型增加材料結合性以加強結構，不適合身材較高大與體重較重者騎乘，只適合尺寸較小的車種，如淑女車、休閒車等，符合身材嬌小的女性以及孩童騎乘 (Fried, 1998)。

(4) 交叉 (Mixte) 型：屬於男女皆通用之開放型車架，類似 Diamond 型車架可提供騎乘時最佳的壓力分布與車架強度，由於立管較其他車種短，座墊可調整得較低，方便容易踩踏，女性亦可騎乘，大都為休閒車與越野車所採用 (Fried, 1998)。

(5) H 型：此型摺疊車常用之車架型式，便於收藏與攜帶，但在上管與下管部分結構強度不足需要補強，以避免應力過大而斷裂的問題 (Fried, 1998)。

(6) U 型：在車架彎曲處容易產生應力集中的問題，故結構需作強化，可改以較粗管徑之車架材料補強焊接處，以補強先天結構上的缺點 (Fried, 1998)。

車架的型式會因為車種的不同而改變選擇，車架的尺寸亦會因為騎乘者的年齡、性別、身材...等有所差異。而人體

與車架相關的部分主要在於下肢運動部分以及軀幹角度變化的問題。

2. 前叉部分 (Front Fork)

根據車種不同，所使用之前叉型式亦有所不同，前叉可分為兩大類：避震式前叉與傳統式前叉，其型式見圖 2-7。



圖 2.7 自由車前叉的分類 (吳武政, 2001)

(1) 避震式前叉：大都使用在越野車與登山車，部分休閒車亦會採用。避震前叉具有油壓桿與彈簧，有吸震的作用，為可在崎嶇路況下作激烈的騎乘運動的自由車，依據地形的不同，可選擇衝程不同的前叉因應。

(2) 傳統式前叉：使用在路跑車、城市車與休閒車等，適合在平坦的道路使用，某些下彎式路跑車因速度快，為避免在騎乘時高速撞擊路面坑洞而引起前叉損壞導致自由車選手的危險，使用複合材料以及合金等特殊材質製作前叉，以減少意外發生。

(二) 傳動系統 (如圖 2.4)

自由車的傳動系統係由踏板、曲柄、大齒盤、鏈條、飛輪與變速器等部份所組成。騎乘自由車時，踩踏踏板的力量經由傳動系統轉換成機械力，繼而輸出帶動輪胎使自由車向

前行進運動。

1. 踏板 (Pedal)

騎乘自由車時騎乘者雙腳施踏位置，與曲柄連結大齒盤。踏板型式依據各車種所需，在設計上而有所不同，部分競賽車種在踏板設有固定卡栓，以固定下肢運動的姿勢。騎乘自由車時足部踩踏踏板的適當位置應將跖骨部位置於踏板之上，以獲得較佳之踩踏出力並減輕下肢的疲勞。

2. 曲柄 (Crank)

曲柄連結踏板與大齒盤，為自由車連桿運動中不可忽略的一項重要組件，曲柄長度範圍從 130mm 至 185mm，依使用車種與人體尺寸而異。曲柄長度的選擇影響踝關節與膝關節之運動效能與舒適性，曲柄選擇太長或過短將會縮短或延長座墊至踏板軸心最低點之間的距離，將改變騎乘自由車時膝關節與踝關節的運動範圍，進而影響騎乘姿勢與舒適性。

3. 大齒盤 (Chain Wheels)

齒數從 22 齒到 52 齒之間，大齒盤連結曲柄與鏈條，將騎乘者踩踏踏板的施力以鏈條傳遞至飛輪。部分車種的大齒盤上另有數組齒盤，與大齒盤結合成為前變速齒輪，前變速齒輪的組數與後變速齒輪的組數之乘積即為自由車變速的段數。大齒盤之齒數愈多，操作者需要愈大之施力來踩踏踏板，方足以使自由車前進。

4. 鏈條 (Chains)

為大齒盤與飛輪之間的連結，當騎乘者踩踏踏板時，其力量藉由鏈條傳遞至飛輪，以驅動後輪帶動車身前進。鏈條依大齒盤與變速齒輪之設計以及車種的不同，在選擇上亦有所差異。

5. 飛輪 (Free Wheel)

與大齒盤之間以鏈條連結，負責驅動後輪帶動車身前進。

6. 變速器 (Derailleur)

為變換大齒盤與飛輪間的齒數比例之零件，可依據地形或身體狀況調整前後變速齒輪搭配模式，前變速齒輪大多為三組，後變速齒輪組數有五組至九組不等，飛輪與大齒盤之間的搭配因車種與其用途而異，適當的配置方能達到最佳的運動效率與需求。

(三) 車輪系統 (如圖 2.4)

由輪胎與輪圈所組成。

1. 輪胎部分 (Tire)

現有輪胎型式主要可分為三種，即道路競速型、越野運動型以及休閒型等，如下圖 2.8。為增加與地面接觸的面積、增大摩擦力並且加強排水性等功能特點，越野運動型的輪胎胎面紋路較其它兩型輪胎深刻，胎面顆粒亦較為粗大，因為越野運動型輪胎所需應付的路況比其他兩種崎嶇且嚴苛。



圖 2.8 輪胎胎面的型式 (吳武政，2001)

2. 輪圈部分 (Rim)

輪圈為支撐輪胎內部之零件，普通輪圈是由花鼓、輪圈、鋼絲和銅頭所組成，分別承受騎乘者和自由車的重量，而自由車的機械力由轉動系統輸出，使自由車能運動行駛；亦有為特殊用途如競賽、表演車種所設計之碳纖維一體成型，或多件式合金組合的輪圈。

(四) 控制系統 (如圖 2.4)

分為剎車與把手兩部份。由於是最講究機能和制動性能的零件，性能必備的要素為能順應騎乘者的意向，隨時控制速度，且安全又確實。而剎車由剎車把手、剎車導線、前剎車器與後剎車器所組成，主要功能為制動自由車以減低速度或停車；把手負責自由車轉向操控。

1. 把手部分 (Handle Bar)

把手型式主要可分為 (1) 上昇型、(2) 平直型與 (3) 下垂型等三種，如圖 2.9 所示，各型式把手所適合之車種特點分別說明下：

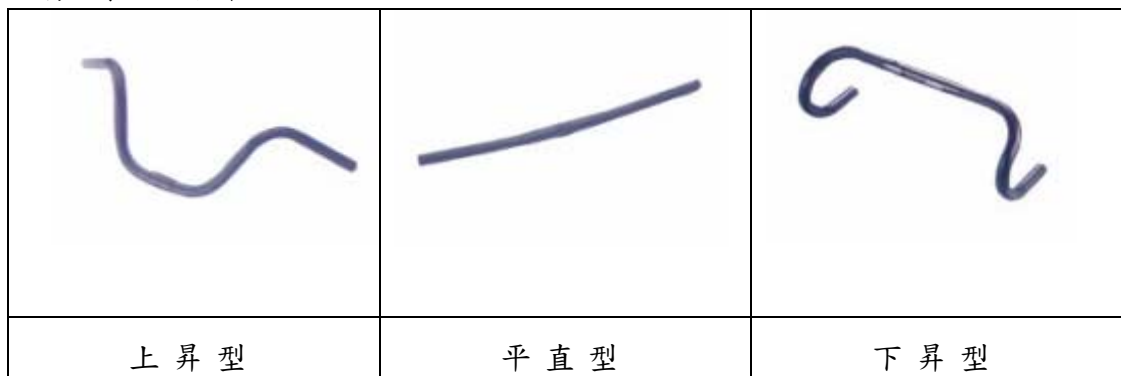


圖 2.9 現有自行車之三種車手型式 (吳武政，2001)

(1) 上昇型：把手的兩側凸起，把手與把手軸心夾角約 45 度，高度有所不同，適合休閒車種所使用。

(2) 平直型：把手與把手套在同一軸向上，亦有把手中間下凹或分成數個部件，而把手套部分仍在同一軸相之變型，適

合越野車與登山車使用。

(3) 下昇型：把手兩側向下彎曲，騎乘時騎乘者身體向前彎以減低人體受風面積，多裝置於道路競速車使用。

把手型式以及設定位置，與自由車騎乘者上半身的騎乘姿勢有關，因此，由把手型式的探討可以得知，自由車騎乘者上半身騎乘姿勢的變化。

2. 剎車部分 (Brake)

基於不同的用途所發展出不同的剎車方式，則有以下幾種型式，常見型式如圖 2.10 所示，其說明如下：

			
機械碟式剎車	V/U 型剎車	卡鉗式剎車	鼓式剎車

圖 2.10 現有自行車剎車型式 (吳武政, 2001)

(1) 機械碟式剎車：剎車碟盤固定在花鼓上，結合機械式卡鉗，操作方式為：使用者握住剎車把手，拉動剎車導線，導線牽動卡鉗夾住剎車碟盤。卡鉗上附有石墨等特殊材料，以作為制動剎車碟盤的媒介。機械式碟剎大都為登山車所選用。

(2) V/U 型剎車：分為左右兩部件，分別固定在左右前叉柄上，兩部件之間以剎車導線連結，操作方式為騎乘者握住剎車把手，拉動剎車導線，導線牽動兩部件上的橡膠部分，從車輪兩側夾住輪圈，以減低速度。

(3) 卡鉗式剎車：組成部件與 U/V 型剎車同為兩件，但固定位置在前叉柄頂端，以螺絲連結兩部件。操作方式為騎乘者握住剎車把手，拉動剎車導線，導線牽動兩部件，其上尾端連接的橡膠部分，由車輪兩側夾住輪圈，以減低速度。

(4) 鼓式剎車：與花鼓連結，操作方式為騎乘者握住剎車把手，剎車導線牽引內部墊片，墊片逼近剎車鼓產生摩擦以制動減速。鼓式剎車大都設置於普通車等較低速騎乘車種之後輪。

(五) 其它及配件

自由車的配件種類繁多，常見的有下列幾項：座墊、車鈴、籃子、貨架、擋泥板、鏈蓋、停車柱、車燈、後視鏡... 等等，舉凡非自由車基本架構的其它組件，均歸於此類。

由以上四部份組成自由車的基本結構，然而彼此系統之間不但相互影響，也決定自由車整體的機能與傳動的效率，更影響人體騎乘姿勢與舒適性。

第三節 自由車與傷害之相關研究

蒐集了一些國內外探討自由車的相關研究來深入了解，許多研究分別針對騎乘姿勢與座墊及握把動作為主要觀點，以下為各研究的內容與其結論：

一、騎乘姿勢與座墊相關研究

(一) 以生物力學觀點

張一岑指出人體處於坐椅坐姿時上半身體重直接傳至坐椅墊上，骨盆向後旋轉，尾椎直立，腰椎向後凸出，故腰椎的壓力較直立時增加(張一岑, 1997)。所以不同型態坐姿時，骨盆角度產生變化則會明顯影響坐姿的舒適性 (Margarita et

al.,2000)。林勝良也指出騎乘自由車時，當上半身接近直立時，坐骨受力點會向前移動靠近坐骨粗隆（Ischiadic Tuberosity），臀部與座墊之接觸面積較大，因此座墊後端應較寬；而當上半身越向前傾斜時，則坐骨受力點即向後移並靠近股骨，接觸面積減少，此時座墊應呈前後狹長狀（林勝良，1982）。

（二）以座墊設計觀點

自由車座墊支撐騎乘者大部分的身體重量（Stone et al.,1995），座墊壓力的分散需要以適當材質的椅墊來支撐骨盆（Moes,1989;Groenendijk,1992）。而坐面將重量分散到整個臀部並使壓力大小分布由坐骨往臀部週邊遞減（吳水丕等譯，1998）。以凝膠材質進行設計如滑鼠墊、辦公椅、輪椅緩衝墊與病床床墊等能有效舒緩受力區之壓力值（自行車市場快訊，1999）。林勝良研究指出座墊應呈前後狹長狀，座墊鼻端之寬度應考慮騎乘者踩踏時雙腿間的寬度，避免與座墊產生磨擦（林勝良，1982）。

（三）以人因觀點

以解剖構造而言，骨盆的大小男女有別，其個別差異也極不規律，女子骨盆腔較大、較淺且尾骨較易活動。由於骨盆與髖關節的關係非常密切，故髖關節的動作明顯影響骨盆之運動（許樹淵，1976）。Garber等人建立座墊壓力與人體體型之相關研究，提出越胖者座墊接觸面積越大，應力分布也較均勻，故體型上的差異對於坐壓分布有顯著之影響

（Garber et al.,1982）。Thakurta文獻提出坐姿的舒適性與肩關節、脊椎、坐骨神經與股骨有關，而靜態壓力值分布區域與舒適性亦有關聯（Thakurta,1995）。以模擬機進行實驗，

證實人體特徵尺寸如身高體重與自由車騎乘姿勢的差異有關聯，故多功能自由車之幾何結構其最佳設定需由個人偏好決定（Christiaans et al.,1998）；胡祖武等人以人體尺寸與關節角度，利用電腦輔助設計系統建立參數式的自由車車架結構，並量測下肢的動態肌電值以及手部與軀幹的靜態肌電值，探討座墊高度與身體的相關性，由結果資料分析得知標準人最適當之騎乘時所須之座墊高度範圍值為 15mm-60mm（由座管起始高度算起），而其最佳把手高度值，則端看其座椅高度來配合，其值可從 120mm-410mm 等皆可（胡祖武等人，1997）。

二、把手握持動作相關研究

Aldien採用電子壓力感應墊來測量在使用 30、40和 48mm 三種不同直徑的圓柱狀把手時手部分布的壓力，研究者將手的表面區分成五個不同的區域，結果顯示在手和把手表面產生相當大的接觸壓力，特別是大拇指指骨與掌骨關節的位置；而壓力的強度明顯取決於把手尺寸、握力和推力；其研究結果顯示中、小尺寸把手（30和 40mm）會有更穩定和更易操作的趨勢（Aldien,2005）。Kong研究握持各直徑把手（直徑 25~50mm）與手部區域舒適度的感知、手指與指骨力量的分布和手指屈肌和伸肌肌肉活動的肌電圖效能之間的關係，實驗以一個包含 16個薄形力量感應器的力量手套系統來測量在圓柱形把手上手指和指骨的力量，結果發現認為中間尺寸的把手（30、35 和 40mm）是最舒適的，超過 40mm 以上的把手使用起來較不舒適；將把手直徑以多項式回歸計算主觀（個人）舒適度的最大值來當作使用者手長度的函數，得知最理想的把手直徑為使用者手掌長的 19.7%；全部的手指施

力情形則與把手直徑呈負相關；研究結果亦顯示出食指、中指、無名指與小拇指壓力趨勢相似，其中以中指的施力情形最大（Kong,2006）。Nicolay在針對性別這項因素對於握持力量與握持耐力的影響研究中進行三項任務（單一的動作、重複十次動作與30秒靜態握持動作），結果顯示男性比女性產生較大的握持力量，並且男性在雙手間無顯著差異，而女性在雙手間有顯著差異；但是在性別間相對耐力的測量沒有存在顯著的差異性，而慣用手明顯地較另一隻手有力，但是也較快疲勞，這個現象於女性中較男性明顯（Nicolay,2005）。分別在Rempel與Reidel的研究中顯示高施力或手和把手間高接觸力量，都是增加累積性外部傷害的主要因素，而高接觸力量增加手結構組織的高壓迫，可能受到姿勢、施力、把手尺寸與把手表面壓力等因素影響（Rempel,1992;Reidel,1995）。

第四節 小結

本研究即先從認識自由車的歷史、組成材料、車架到人體尺寸等，為構成選用自由車的重點。接著，了解自由車的分類與功能，如登山車、競賽跑車和城市車等，同時，從個別功能、尺寸、配備和相關比賽等，可以充分了解騎車族群和需求特色，而且從相對之自由車生活文化和特殊功能設計，可以引發出更多的創意騎乘生活和樂趣。並從自由車動力學和運動學等兩方面來探討，自由車的動力來自人體的骨骼和肌肉，利用人體力學理論，讓人的身體動作產生最大動力，在各種地形中，驅動自由車從每小時5公里到每小時100公里的速度，而且在各種速度之下，要能夠掌控自由車的運動，讓人有操控靈活和舒適騎乘的感覺，這些都是騎乘自由

車的基本概念。因此，當人對自由車產生興趣時，應該從它的用途、功能和新科技等切入了解，如此不但讓人和自由車的知識互動能夠協調，而且也能感受從自由車延伸出來的運動休閒文化。

目前在國內，逐漸往著重人因考量之自由車設計發展的趨勢，除了在材質、性能及造型等方面的設計開發之外，騎乘的舒適性、操控性等也是考量因素之一。騎乘自由車時完全是由人體肌肉與關節運動來控制與操作，因此自由車車架尺寸與騎乘者人體尺寸在操作上的互動關係相當直接，不當的車架尺寸或是座墊與握把位置，對於騎乘者在長期運動下容易引起臀部傷害、手的麻木、膝關節傷害、座墊引起的不適等。

綜合分析人體軀幹直立時，由於體重由座墊完全負荷支撐，造成臀部疼痛；人體軀幹前傾姿勢的最大優點在於能使座墊與臀部的壓力減輕，但是由於軀幹前傾狀況下要維持正常的目視範圍，必須以伸展頸椎來加以彌補，且前傾角度愈大，頸椎伸展角度更大，也使得肩頸肌群負荷增加，造成肩頸部位的不適。

根據上述討論，本研究期望透過對自由車車體結構及騎乘姿勢分析，瞭解不同自由車車型會有不同的人體騎乘姿勢，如何在兩種極端姿勢（軀幹直立與過度前傾）之間，使騎乘者能將傷害的影響降至最低，並提供一個準則，是本研究的主要目的。

第參章 研究方法

本章根據問題背景、研究目的，並配合文獻探討的結果，作為研究的架構依據。茲就本研究方法分為研究方法、研究步驟、研究架構及進度等項，依序分節敘述。

第一節 研究方法

本文以自由車運動起源背景與發展過程為分析對象，採用歷史研究的方法為主，蒐集此時期論文、期刊、雜誌、報紙等相關史料，同時以文獻分析法進行研究，係就具代表的、組織、人物、所發表或記載有關自由車運動的結構、規則、訓練、力學、言論、加以分析整理，藉以探討出自由車運動的發展及其傷害之研究。茲簡述如下（王文科，2002）：

一、歷史研究法

歷史研究係指有系統的蒐集及客觀的評鑑與過去發生之事件有關的資料，以考驗那些事件的因果或趨勢，以提出準確的描述與解釋，進而有助於解釋現況以及預測未來的一種歷程。

二、文獻分析法

本研究將採用以下幾種分析方式：

（一）描述性敘述：

針對某事件作描述性敘述，依年代告知始末的故事，敘述的重點在於描述事件的細節。

（二）詮釋性分析：

詮釋性分析乃將某教育事件與該時期內其他事件的關聯性相互結合的作法，該類分析包括同時發生在經濟的、社會的與政治的事件，即對該事件的研究，不採孤立而在較寬闊的脈絡中，進行分析。

（三）普遍性的分析：

認為學理的分析或哲學的分析，提供普遍的詮釋。透過學理的或哲理的分析、歷史的例證、過去趨勢的規則，以及事件的順序所提議的命題，皆可用來解釋事件的過程。

第二節 研究步驟

根據研究的課題，透過文獻的蒐集，再加以分類整理並加以做史實的真偽判斷，最後予以分析、彙編。步驟如下：

一、蒐集資料

根據本研究的內容需要，廣泛收集國內外相關文獻資料，利用國立政治大學社會科學資料中心全國博碩士論文資料、圖書館教育資料光碟系統(Educational Resources Information Center；ERIC)，博碩士論文摘要系統(Dissertation Abstracts On Disc；DAO)、ProQuest、中華民國期刊論文索引光碟系統，將其有關之相關文獻，加以抄錄或影印。

二、資料的分類整理

（一）資料的分類

經資料的蒐集、研讀，根據研究課題的需要，依自由車運動發展的時代背景、制度法規、重要人物等，予以分門別類。

（二）資料的整理

順應各章節中，將上述欲撰述之內容，依年代的順序，比賽別，加以整理，並以不同顏色的文件夾、資料盒、貼紙、封套等，來做為不同章節的辨識，於撰寫論文時方便使用。

三、史料真偽的判定

(一) 外部考證

將入手的文獻，就其著作、年代、出版、紙張、當時可用的知識、已知的一致性等來加以鑑定，是否與時代背景吻合？是否偽造或被竄改之虞？文中是否有筆誤或印刷上之錯誤？佐以其他證據的內容作比較，主要的目的在求文獻的真實性（王文科，2002）。

(二) 內部考證

旨在確定文件或遺物的意義、準確性、價值或值得信任性，並考慮作者的知識與能力，作者的偏見與動機，事件記錄的延遲時間及資料的一致性（王文科，2002）。

四、確定本論文的章節

就本論文的研究動機與欲探索之相關研究課題，與指導教授研商探討後，確定研究重點與採何種史觀進行撰寫，始可確定本論文之章節安排。

第三節 研究架構及進度

一、研究架構

茲將本研究的研究架構設計圖如 3.1 所示：

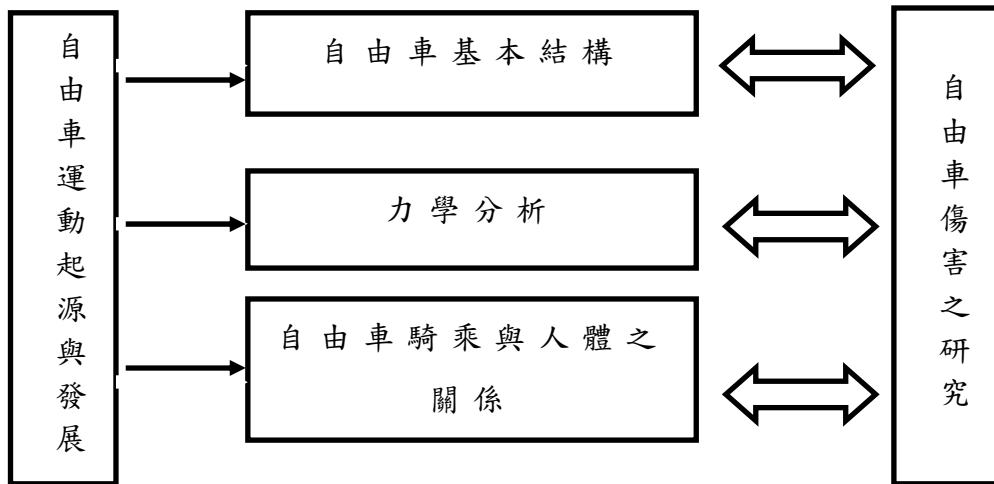


圖 3.1 研究架構圖（圖片來源：本研究繪製）

二、研究進度

本研究之進度以圖 3.2 表示之，如下所示：

項 目	96/01 96/07	96/ 08	96/09 96/12	97/ 01	97/02 97/06	97/07 98/01	98/02 98/05	98/ 06
收集分析 文獻								
決定研究 主題								
進行分析 與整理								
史料真偽 的考證								
論文口試 計畫大綱								
收集分析 文獻								
進行分析 與整理								
學位論文 口試								

圖 3.2 研究甘梯圖（圖片來源：本研究繪製）

第肆章 結果與討論

第一節 自由車運動之力學分析

一、自由車運動之力學分析

自由車是屬於人和器械（單車）合為一體的運動，是利用單車以人之運作及操控來達到運動的目的，其結果是以時間長短來做為判定勝負的主要依據，其次是已抵達終點的先後順序來排列名次。

自由車不僅是人體體能的表現及技術運用之競爭，也是自由車研發的競賽，因此人與車的配合非常非常重要，是否能達到人車一體，或是將人力發揮到自由車上，皆會影響比賽成績。基於此，力學之分析在自由車運動中可說是一項非常重要的學問，自由車既是人車產生運動，就必須了解一切有關人體機械力學的功能，正確的騎乘姿勢及車子的機械原理，例如自由車的前進與齒輪比之關係，齒輪比與車輪運動範圍之關係，使之在各種不同的坡度、場地、環境、氣候、風向、路面（場地賽時之材質）等作競賽時能事先對自由車進行調整，了解自由車將承受之阻力，是先練習減少阻力及抵抗阻力而有效率的騎乘姿勢及器材（可否使用前後碟輪、齒輪比是否須調整等等），將外力不利的影響因素去除，增進動作效率及表現出最佳之成績，要使成績時間縮短及快速抵達終點，皆必須加快速度，而速度之加快，不僅要有科學化的專業訓練更得需了解由力學模式推導之因果關係。

二、自由車成績之力學關係圖

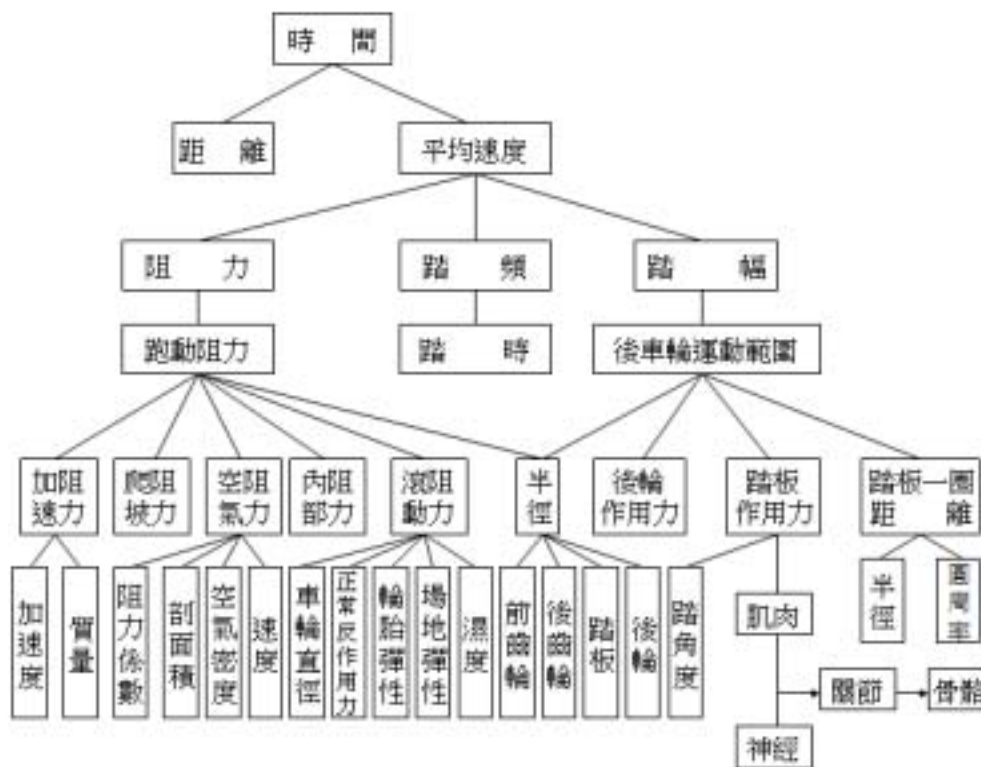


圖 4.1 自由車成績之力學關係圖（資料來源：許樹淵，1987）

自由車是一種以人力驅動的人車運動，也是一體的運動。要了解成績的優劣，必先了解其結果、原因的力學相關，建立模式圖後（圖4.1），做為訓練及指導的參考。

依據力學模式圖，成績是以時間之長短決勝負。時間是距離除以平均速度。在比賽中，視距離之遠近而有各種速度的變化，距離愈短者，愈顯示爆發力、加速度及最高速度的維持愈久的需要；相對的，距離愈遠，則耐力及某種高速度的維持是很重要的（許樹淵，1987）。

第二節 自由車運動員的體能特性

自由車運動員一般的體能特性與其他任何運動員大致相同，根據 Georges 的分析，可分為下列 6 種要素（Georges, 1988）：

一、肌力

分為靜態及動態兩種肌力，動態的肌力是用來產生踏板推力作為單車的動力時，靜態的肌力則用在運動員坐於單車上時姿勢固定之用。

二、耐力

關係到一個人繼續做長時間不斷活動的能力，耐力是局部肌耐力發展的程度，正像那為了使時間更持久的個人訓練。兩種耐力要素（肌肉及心肺）是必然相連的，倘若運動員沒有這基本的特性，是不可能學得很好的恢復能力以及經得起在較高水平的工作量。

三、爆發力

分為（一）靜態爆發力：身體或部位靜止時，瞬間突然發出一種能力。（二）動態爆發力：身體或部位在運動中，其能力是在相當短的時間內，爆發出最大的力量。

四、速度

所踩踏的速度將決定騎的多快，在談論到轉動頻率時，必須考慮到兩種速度、力道及速度結合之後將產生力量，因為只有當一個人將移動的速度和肌肉收縮的強度結合在一起才能夠有前進的速度。

五、柔軟性

它供給大範圍的活動，關節活動阻力越少活動範圍越大，柔軟性越佳。

六、協調性

是以一連串的肌肉收縮與反收縮不停的練習而獲得，其在強度及耐力之中是非常明確的。

在不同的比賽項目，運動員的體能特性也不同，自由車運動依比賽項目可分為短距離及中長距離兩種，而在短距離運動員的體能方面是注重在爆發力及速度上，至於中長距離運動員的體能方面則注重在肌耐力、速耐力及心肺耐力上。

第三節 人體各關節結構與自由車騎乘之關係

關節 (Joint) 是用來連結身體各部位的一種人體結構，與機械結構中所使用的關節類似，人體各關節都有其一定的運動範圍角度。就各關節的特性分別說明如下：

一、肘關節 (Elbow Joint)

是由肱骨的髁突與橈骨、尺骨之連結處所組成，是一種屈戌關節 (Hinge Joint)，其主要功能為控制與引導手腕在自由車上的活動，尤其當自由車受到衝擊時，肘關節角度關係到能量吸收的大小。

二、肩關節 (Shoulder Joint)

是一種球窩關節 (Ball-and-Socket Joint)，由肱骨頭與肩胛骨相連的關節所組成，為人體活動範圍最大的關節，肩關節的角度影響上肢質心位置及肩胛骨的位置移動。

三、軀幹 (Trunk)

位於脊椎與骨盆之間，主要承擔人體上半身重量，其關節伸展角度直接影響上半身質心的位置，也關係到人體在騎乘自由車姿勢的疲勞度。

四、髖關節 (Hip Joint)

由髖骨之髖臼與股骨頭所組成的關節，屬球窩關節（Ball-and-Socket Joint），髖關節的伸展在自由車的操作上扮演相當重要的角色，其關節角度直接影響下半身操作上的疲勞度與舒適度（Hull et al.,1990）。

五、膝關節（Knee Joint）

為股骨與脛骨、髌骨之連結處，屬屈戌關節（Hinge Joint），在自由車運動中扮演重要的角色，是自由車運動中力量輸出的最重要部位，亦是自由車運動中最容易因過度使用而受傷的關節。

六、踝關節（Ankle Joint）

位於距骨（Talus）和脛骨、腓骨之間，為屈戌關節（Hinge Joint）。

由以上可知自由車是一種以人力驅動的交通工具，所產生動力的能量及有關控制方面的能量都需依賴人體的動作而產生，所以，身體各關節在騎乘自由車上，過大或過小的關節操作角度都會影響騎乘者的操作，在合適的角度範圍中騎乘自由車才能獲得最合適的騎乘姿勢，發揮最大的輸出功能，提高人車的適配程度。

第四節 上肢生理構造與騎乘姿勢

騎乘自由車時，手部的生理構造與把手有相當大的關連，但由於手部整體構造複雜，因此在此將手部生理結構區分為骨骼、關節與肌肉等部份分別進行介紹。

一、上肢生理構造

（一）骨骼部份

上肢區域骨骼結構可區分為三部分：1、為肩帶由鎖骨與

肩胛骨所組成，2、為手臂由肱骨、尺骨與橈骨所組成，3、為手掌則以腕骨、掌骨與指骨所組成，如圖 4.2 ~ 4.6 所示。

1、肩帶 (Shoulder Girdle)

(1) 鎖骨 (Clavicle)

是彎曲而細長的骨骼，左右各水平排於胸廓的前上部，及位於第1肋骨之上方；鎖骨的內側胸骨端與胸骨形成關節；外側肩峰端與肩胛骨的肩峰形成關節，及肩鎖關節

(Acromioclavicular Joint)。

(2) 肩胛骨 (Scapula)

位於胸廓背部，為一大的三角扁平骨骼，約在第2至第7肋骨之間。

2、手臂 (Arm)

(1) 肱骨 (Humerus)

為上肢骨骼中最大、最長的構造，在肩胛骨及尺骨橈骨間形成肩關節。

(2) 尺骨 (Ulna)

為前臂內側的骨頭，其位置在小指側。

3. 橈骨 (Radius)

為前臂外側的骨頭，其位置在拇指側。

3、手掌 (Hand)

(1) 腕骨 (Carpal Bone)

分為近側端與遠側端兩列，近側端由外至內分別由舟狀骨 (Scaphoid Bone)、月狀骨 (Lunate Bone)、三角骨 (Triquetral Bone) 及豆狀骨 (Pisiform Bone) 組成；遠側端由外至內分別為大多角骨 (Trapezium Bone)、小多角骨 (Trapezoid Bone)、頭狀骨 (Capitate Bone) 及鈎狀骨 (Hamate)

Bone) 所組成，各骨之間以韌帶相連接。

(2) 掌骨 (Metacarpal Bone)

共有5塊掌骨，由外至內分別為第1~5掌骨。而每個掌骨由近端的基部、中間之骨幹與遠端的頭所組成。

(3) 指骨 (Phalanges)

在每隻手的數量為14塊指骨，而每個指骨由近端的基部、骨幹與遠端的頭所組成；拇指僅有2塊指骨，分別為近、遠側指骨，而其他四指則各含3塊指骨，分別為近側、中間及遠側指骨。

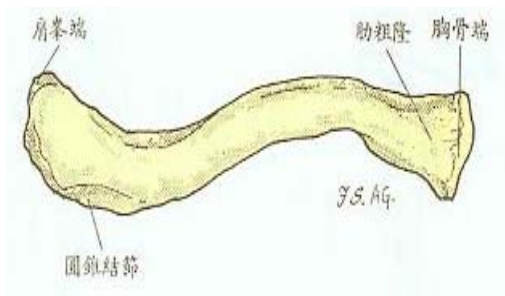


圖 4. 2 右鎖骨 (麥麗敏, 1999) 圖 4. 3 左肩胛骨 (麥麗敏, 1999)



圖 4. 4 右肱骨 (麥麗敏, 1999) 圖 4. 5 橈骨、尺骨 (麥麗敏, 1999)



圖 4. 6 手掌骨頭 (麥麗敏, 1999)

(二) 關節部份

1、肩關節 (Shoulder Joint)

是上肢與中軸骨骼相連的一個重要關節，亦稱為肱肩
 胛關節 (Humeroscapular Joint) (圖 4.7)

(1) 關節腔 (Joint Mouse)

位於肩胛骨的關節盂與肱骨頭之間的杵臼關節。

(2) 關節軟骨 (Arthrodial Cartilage)

位於肩胛骨關節盂邊緣一圈狹窄的纖維軟骨，亦稱為盂
 唇 (Glenoid Labrum)。

(3) 關節囊 (Joint Capsule)

由肩胛骨關節盂之周圍延伸至肱骨大轉子和解剖頸附
 近。

(4) 滑液囊 (Bursa)

肩關節中有數個滑液囊，其位於肩峰及關節囊之間。

(5) 附屬韌帶 (Accessory Ligament)

* 喙肱韌帶 (Coracotumeral Ligament)

由肩胛骨的喙突延伸至肱骨大結節間之強韌而寬廣
 的韌帶。

* 盂肱韌帶 (Glenohumeral Ligament)

為關節囊增厚形成的韌帶，位於喙肱韌帶下緣及關節前腹側。

* 肱骨橫韌帶 (Transverse Humeral Ligament)

位於肱骨大小結節間的韌帶，其跨過結節間溝。

肩關節外圍被肩胛骨上的棘上肌 (Supraspinatus)、棘下肌 (Infraspinatus)、小圓肌 (Teres Minor) 及肩胛下肌 (Subscapularis) 等肌肉及其肌腱所包住，而增強肩關節的穩定性及活動度，使肩關節成為全身「活動度最大」的關節。

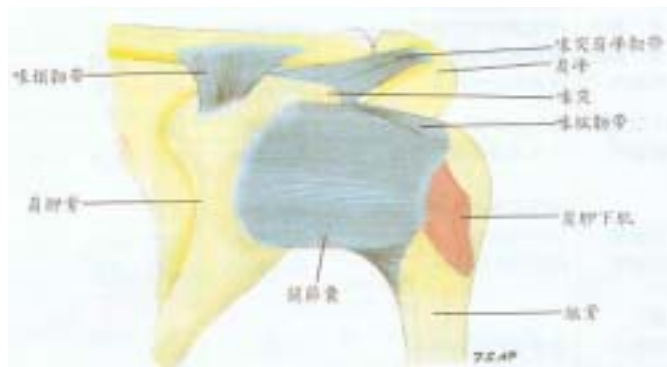


圖 4. 7 肩關節 (盧冠霖，2004)

2、手部關節 (Hand Joint)

在此用表格整理與手掌部分相關的關節，如下表 4-1 所示：

表 4- 1 手部各區關節

關節	形式	動作
腕骨間	平面關節 (Plane Joint)	滑動
手腕與拇指間	鞍狀關節 (Saddle Joint)	伸屈、外展、迴轉、迴旋
手腕與手指間	平面關節 (Plane Joint)	滑動

掌指間	髁狀關節 (Condylod Joint)	伸屈、外展、內收
指間	屈戌關節 (Hinge Joint)	伸屈

(資料來源：本研究者自行整理)

(三) 肌肉部份

肩部與手掌部分相關的肌肉，則用表格整理後如下表

4-2、圖 4.8 所示：

表 4- 2 肩部與手部各區肌肉

肌肉	起端	止端	作用	神經分佈
肱二頭肌 (Biceps Brachii)	長頭：關節盂上粗隆 短頭：肩胛骨喙突	橈骨粗隆、二頭肌腱膜	前臂屈曲、上臂屈曲	肌皮神經
肱肌 (Brachialis)	肱骨前表面	尺骨冠狀突、尺骨粗隆	前臂屈曲	肌皮神經、橈神經
肱橈肌 (Brachioradialis)	肱骨髁上嵴	橈骨莖突	前臂屈曲	橈神經
肱三頭肌 (Triceps Brachii)	長頭：肩胛骨關節下粗隆， 外側頭：	尺骨鷹嘴突	前臂伸展、上臂伸展	橈神經

	橈骨溝上面，肱骨外側及後表面，內側頭：橈神經溝以下			
肘肌 (Anconeus)	肱骨外側上髁	尺骨幹上部及鷹嘴突	前臂伸展	橈神經
橈側屈腕肌 (Flexor Carpi Radialis)	肱骨內側上髁	第2及3掌骨	手腕之彎曲及外展	正中神經
尺側屈腕肌 (Flexor Carpi Ulnaris)	肱骨內側上髁及尺骨之鷹嘴突及尺骨後面	豆狀骨、鈎狀骨及第5掌骨	手腕的彎曲及內收	尺神經
掌前肌 (Palmaris Longus)	肱骨內側上髁	掌腱膜	手腕的彎曲及掌腱膜之拉緊	正中神經
橈側伸腕長肌 (Extensor Carpi Radialis Longus)	肱骨外側上髁	第2掌骨之基部	手腕之伸展及外展	橈神經

尺側伸腕肌 (Extensor Carpī Ulnaris)	肱骨外側 上髌及尺 骨之背側 緣	第5掌骨 之基部	手腕的伸 展及內收	橈神經 之後骨 間枝
屈指深肌 (Flexor Digitorum Profundus)	尺骨之前 內側面及 骨間膜	四條肌腱 終止於第 2~5手指 之遠端指 骨	每一手指 的中間指 骨彎曲	外側1/2 正中神 經與內 側1/2尺 神經
屈指淺肌 (Flexor Digitorum Superficialis)	肱骨內側 上髌、尺 骨的冠狀 突及橈骨 的斜線	中間第 2~5根指 骨	每一手指 的中間指 骨彎曲	正中神 經
伸指肌 (Extensor Digitorum)	肱骨外側 上髌	四條肌腱 至第2~5 手指遠端 之指骨	指骨的伸 展	橈神經 之後骨 間枝
伸食指肌 (Extensor Indicis)	尺骨遠側 之後方與 骨間膜	食指的伸 指肌的肌 腱	食指的伸 展	橈神經 之後骨 間枝

(資料來源：本研究者自行整理)



圖 4. 8 上肢肌肉 (麥麗敏, 1999)

二、上肢騎乘姿勢之分析

上肢的騎乘姿勢對於自由車騎乘者身體舒適性的影響甚鉅。Burke、Mellion 與 Richmond 等研究發現，若把手與座墊之間距離太短，會導致脊椎過分彎曲引起過度壓迫的姿勢 (圖 4.9)，將導致明顯的頸椎上仰 (α 變小)，此姿勢並迫使手指與手腕的角度 (β) 近乎垂直於水平面，引起自由車選手之壓迫症候群、下背部疼痛與頸部病症，意即在騎乘自行車的過程當中，輪胎將行經路面的震動傳遞至手掌，長時間的震動將會造成手掌麻痺癱瘓，因此手臂必須如同鉸鏈彈簧般活動，以提供良好並具有彈性的支撐，減少因震動所造成身體上的傷害 (Burke, 1981; Mellion, 1991; Richmond, 1994)。



圖 4.9 脊椎過分彎曲引起過度壓迫的不良姿勢 (DeVey M., 1998)

DeVey 研究提出鐵人三項運動與自由車計時賽的選手，其騎乘自由車的姿勢軀幹極端向前傾，需要將座墊調到最高，且因長時間騎乘自由車之故，使用支撐肘部的輔助把手讓選手得以倚靠，以減輕手掌與手臂之負荷，如圖 4.10 (DeVey M., 1998)。但此種極端向前傾的姿勢並不適用於一般人騎乘自由車時所採用，因為上臂直接將路面的震動傳到肩峰與鎖骨的關節，會產生肩部關節之病變。在把手的研究上，亦有許多學者研究相關的議題；Donkers 等人提出把手寬度與自由車騎乘者的呼吸量並沒有明顯的關聯 (Donkers et al., 1993)；Johnson 與 Shultz 以及 Berry 等人認為上肢兩臂間之距離，即使被壓迫得太靠近時，自由車騎乘者的呼吸量不會有顯著的不同 (Johnson & Shultz, 1990; Berry et al., 1994)；DeVey 調查發現經驗豐富的自由車選手偏好較寬的把手，因為使用較寬的把手能增加手部的操控性，使自由車選手容易調整身體各部位以產生更舒適的騎乘姿勢 (DeVey M., 1998)。



圖 4.10 自由車比賽常見的騎乘姿勢（採用肘部的輔助把手）
（DeVey M., 1998）

由上述可知，座墊至把手之水平距離對於自由車騎乘者其上半身與上肢的騎乘舒適性影響很大，而身體的不舒適性可經由輔助工具，或調整身體特定部位關節的活動得以減輕。把手寬度對於自由車騎乘者在運動效能上沒有明顯的影響，但是較寬的把手在騎乘自由車之操控上較為容易調整手部位置。

第五節 軀幹生理構造與騎乘姿勢

騎乘自由車時，軀幹的生理構造與座墊及把手關係密切，但由於軀幹整體之生理結構複雜，因此在此將軀幹之生理結構區分為骨骼、關節與肌肉等部份各別進行介紹。

一、軀幹生理構造

（一）骨骼部份

人體軀幹的骨架由脊柱、胸骨及肋骨構成。相鄰脊柱之間為纖維軟骨形成的椎間盤，椎間盤形成強韌關節，使脊柱能做各種運動，並吸收背部垂直的震動與衝擊。

1、脊柱（Vertebral Column）

脊柱相關之骨骼結構可分為（1）頸椎、（2）胸椎、（3）腰椎、（4）薦骨與（5）尾骨，五個部份分別進行探討。如圖4.11所示。

（1）頸椎（Cervical Vertebrae）

共有七塊，頸椎的椎體較為胸椎小，而椎弓則較大。第一頸椎因直接支撐頭部而稱為環椎（Atlas），第二頸椎為軸椎（Axis）可使頭部左右旋轉。

（2）胸椎（Thoracic Vertebrae）

比頸椎大且其橫突亦較長。除了第11及12胸椎外，其餘10個胸椎均在橫突處與肋骨結節形成關節。

（3）腰椎（Lumbar Vertebrae）

是脊柱中最大且最強的部位，棘突呈方形，後且寬，垂直向後突出，因而適合背部大肌肉的附著。

（4）薦骨（Sacrum）

又稱骶骨，是由五塊薦椎愈合而成的三角形骨骼，與左右髌骨共同組成骨盆腔，為骨盆帶強固的基礎。

（5）尾骨（Coccyx）

尾椎癒合成三角形的尾骨，與薦骨關節相聯結，其功能僅提供部分力量穩定骨盆腔。

(二) 關節部份

在此用表格整理與脊柱部分相關的關節，如下表4-3所示：

表 4- 3 脊柱各區關節

關節	形式	動作
相鄰椎骨間	聯合 (Symphysis)	脊柱伸展、屈曲及旋轉
上下兩關節突	平面關節 (Plane Joint)	脊柱伸展、屈曲及旋轉
枕骨髁與環椎上關節面	髁狀關節 (Condylod Joint)	屈曲及伸展
環椎與軸椎齒突	車軸關節 (Pivot Joint)	旋轉

(資料來源：本研究者自行整理)

(三) 肌肉部份

脊柱部分相關的肌肉，則用表格整理後如下表4-4、圖4.14所示：

表 4- 4 脊柱各區肌肉

肌肉	起端	止端	作用	神經分佈
腹直肌 (Rectus Abdominis)	恥骨、恥骨聯合	第5~7肋軟骨、胸骨劍突	脊椎柱彎曲、	第7~12胸脊神經
腰方肌 (Quadratus)	腸骨嵴	第12肋骨、第1~4	脊柱向兩側彎曲	第12胸神經、

Lumborum)		腰椎		第1腰神經
薦棘肌 (Sacrospinalis) 腸肋肌群 (Ilicostalis) 腰腸肋肌 (Ilicostalis Lumborum) 胸腸肋肌 (Ilicostalis Thoracis) 頸腸肋肌 (Ilicostalis Cervicis)	腸骨嵴 第7~12 肋骨 第1~6 肋骨	第7~12肋 骨 第1~6肋 骨 第4~6頸 椎橫突	腰部脊椎 的伸展 保持頸椎 直立的姿 勢 頸部脊椎 伸展	腰神經 背枝 胸神經 背枝 頸神經 背枝
最長肌群 (Longissimus) 胸最長肌 (Longissimus Thoracis) 頸最長肌 (Longissimus Cervicis) 頭最長肌 (Longissimus Capitis)	腰椎的 橫突 第4~5 胸椎橫 突 第1~4 胸椎橫 突	所有胸 椎、上腰 椎、第 9~10肋骨 第2~6頸 椎橫突 顛骨乳突	胸部脊椎 伸展 頸部脊椎 伸展 頭部伸 展、頭旋 轉	脊神經 背枝 脊神經 背枝 中及下 頸神經 背枝

棘肌群 (Spinalis) 胸棘肌 (Spinalis Thoracis)	下：胸 椎棘突 上：腰 椎棘突	上半部胸 椎棘突	脊柱伸展	脊神經 背枝
--	--------------------------	-------------	------	-----------

(資料來源：本研究者自行整理)

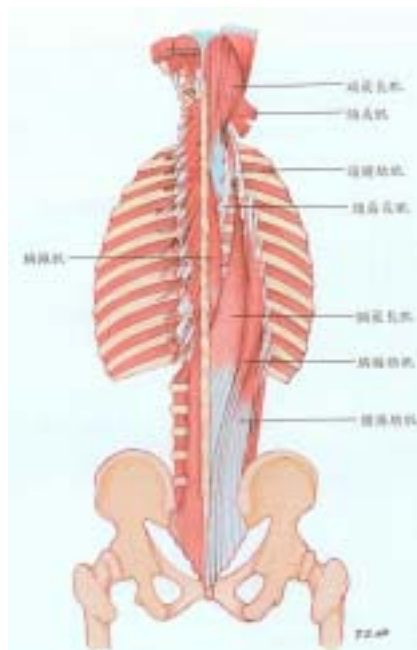


圖 4. 14 移動脊柱之肌肉 (麥麗敏，1999)

二、軀幹騎乘姿勢之分析

在自由車運動中，軀幹的姿勢與其他身體部位的活動有著密切的關係，Brown 等人量測騎乘自由車時人體上半身的 EMG 值，發現下肢在踩踏時，下肢肌肉活動會隨著上半身姿勢的改變而改變 (Brown et al., 1996)；Marras 等人以量測 EMG 之實驗，證明人體軀幹彎曲與旋轉會增加脊椎附近肌肉的活動量 (Marras et al., 1998)；Hamley 與 Thomas 認為以低速進行自由車運動時，軀幹直立的姿勢可以降低心跳速

率 (Hamley & Thomas,1967) ; Mellion 曾提出進行長時間自由車運動的選手，應採取向前伸展，卻不過度伸展的姿勢，因為軀幹伸展的姿勢比軀幹彎曲的姿勢在頸部、下背部、手臂、手掌和肩部等身體部位會有較少壓迫，且伸展的姿勢會擴大胸腔使呼吸更順暢 (Mellion,1991) ; Craig 以實驗證明自由車騎乘者的身體向前傾 15°會增加 4%的肺活量，因為稍往前傾就能使軀體從胸廓移除部份肩部的重量 (Craig,1960) ; Kolehmainen 等人認為上昇型把手可以減低頸椎負荷 (Kolehmainen et al.,1989) ; DeLong 與 Sloane 發現使用上昇型把手時，上半身直立的騎乘姿勢使大部份身體重量都落在座墊上，椎間盤產生壓縮，若將軀幹向前彎曲，可以將更多身體的重量分配在手臂上，讓脊椎獲得伸展，以減輕身體重量加諸於椎間盤上的壓力 (DeLong,1974; Sloane,1970) 。

由上述可以推論得知，騎乘自由車時，人體軀幹的姿勢與下肢運動效能息息相關，而且軀幹的姿勢受到自由車兩個零組件「座墊與把手」影響，其相對高度的改變直接關係到軀幹角度及體重的分配，進而影響自由車騎乘者的舒適性。

第六節 臀部生理構造與騎乘姿勢

騎乘自由車時，臀部的生理構造與座墊關係密切，但由於臀部整體之生理結構複雜，因此在此將臀部之生理結構區分為骨骼、關節與肌肉等部份各別進行介紹。

一、臀部生理構造

(一) 骨骼部份

臀部相關之骨骼結構可分為 1、骨盆帶，2、薦骨，3、尾骨，4、腸，5、坐骨與 6、恥骨，六個部份分別進行探討。

1、骨盆帶 (Pelvic Girdle)

骨盆帶由左右兩塊髖骨 (Hip Bones) 所組成如圖 4.15。骨盆帶主要對下肢支撐身體體重並提供強而穩定的作用，兩塊髖骨前面以恥骨聯合相連接，後面則與薦骨關節相連接，其中髖骨是以髌骨 (腸骨)、恥骨與坐骨三部份共同組合。

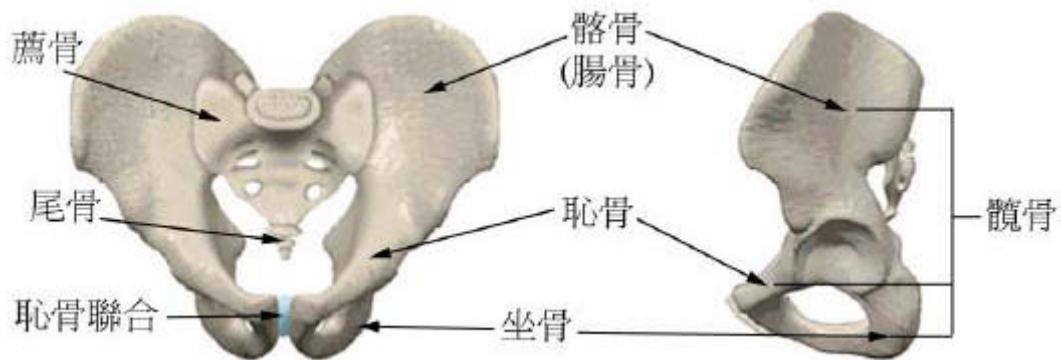


圖 4. 15 骨盆帶之正視圖與側視圖 (盧冠霖, 2004)

初生兒的髖骨分別由上方的髌骨 (腸骨)、後下方的坐骨及前下方的恥骨 3 塊分離骨骼所組成。之後 3 塊分離骨隨著年齡的增加而癒合成一塊髖骨，癒合部位外側形成凹陷的髖臼。

2、薦骨 (Sacrum)

又稱骶骨，是由五塊薦椎癒合而成的三角形骨骼，與左右髖骨共同組成骨盆腔，為骨盆帶強固的基礎。

3、尾骨 (Coccyx)

尾椎癒合成三角形的尾骨，與薦骨關節相聯結，其功能僅提供部分力量穩定骨盆腔，如圖 4.16 所示。

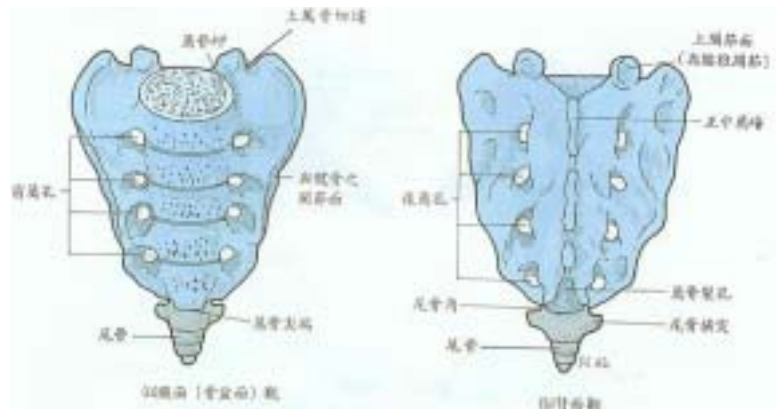


圖 4. 16 薦骨與尾骨 (a)腹面觀 (b)背面觀 (麥麗敏，1999)

4、腸骨 (Ilium)

腸骨又稱髌骨，是髌骨中最大的分離骨，其上緣自髌嵴 (Iliac Crest)，前端止於髌前上棘 (Anterior Superior Iliac Spine)，後端止於髌後上棘 (Posterior Superior Iliac Spine)，其下方分別有髌前下棘 (Anterior Inferior Iliac Spine) 及髌後下棘 (Posterior Inferior Iliac Spine)，其主要提供腹部肌肉附著處之處，如圖 4.17 所示。

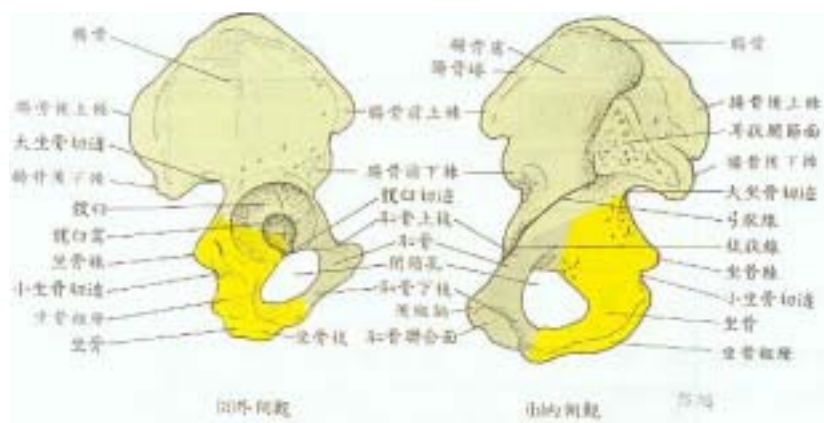


圖 4. 17 腸骨、坐骨與恥骨 (a)外側觀 (b)內側觀 (麥麗敏，1999)

5、坐骨 (Ischium)

坐骨可分成體及枝二部份。體的後方突出形成坐骨棘

(Spine of Ischium)，其下有小坐骨切邊 (Lesser Ischiadic Notch) 及坐骨粗隆 (Ischiadic Tuberosity)，坐骨粗隆是當坐椅子時與椅面相接觸的部位，故其完全之稱身體之重量，亦為髖骨最強壯之部分，如圖 4.17。

6、恥骨 (Pubis)

恥骨由上枝 (Superior Ramus)、體部 (Body) 及下枝 (Inferior ramus) 組成。體部上緣為恥骨嵴 (Pubic Crest)，其內側為恥骨聯合面。恥骨聯合 (Pubic Symphysis) 是介於兩髖骨間的關節，由纖維軟骨所組成。髖臼由五分之二的腸骨、五分之二的坐骨及五分之一之恥骨所組成，是由髖骨三骨骼所構成的窩，可容納下肢的股骨頭，如圖 4.17。

(二) 男女性臀部構造之差異

男女性臀部主要差異點源自於骨盆構造的不同，而人體骨盆構造以薦骨岬 (Sacral Promontory)、腸恥線 (Ilio Pectineal Line) 或稱弓狀線 (Arcuate Line)、恥骨聯合 (Pubic Symphysis) 共同圍成骨盆上口，在骨盆上口以上為假骨盆，以下為真骨盆。通常男性的骨盆內徑較小，恥骨聯合處之角度較小；女性則較大 (圖 4.18)，而女性的恥骨聯合處因懷孕生產時荷爾蒙的影響，為營造有利於生產時能使胎兒順利通過骨盆腔內的環境，使得女性該部位比男性較為鬆弛。典型的差異列於表 4-5 及圖 4.18。

表 4-5 男女骨盆之比較 (麥麗敏，1999) (盧冠霖，2004)

比較點	男性	女性
一般的構造	重而厚	輕而薄
關節面	大	小
大骨盆	深	淺

骨盆上口	心臟形	較大且接近卵形
骨盆下口	較小	較大
恥骨弓	小於90°角	大於90°角
恥骨聯合	較深且不易活動	較淺比男性較易活動
坐骨棘	較朝向內	較朝向外
坐骨粗隆	朝內且向內彎	朝外並向外翻
髌骨	較垂直	較不垂直
髌骨窩	深	淺
髌骨	較彎曲	較不彎曲
髌白	大	小

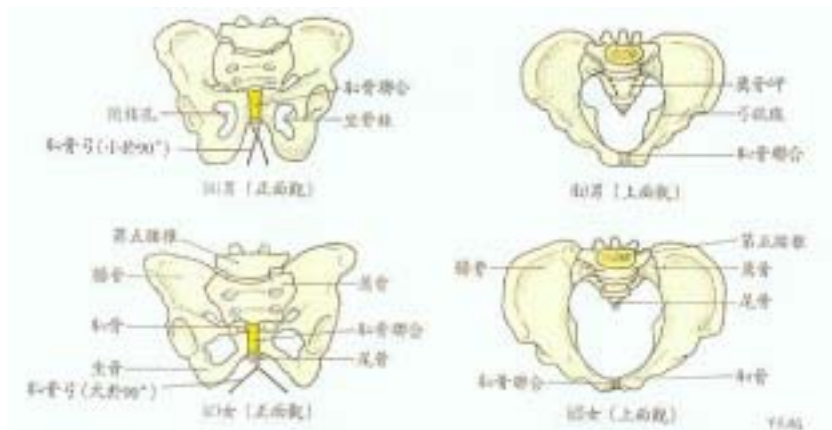


圖 4. 18 男女性骨盆之比較 (a) 為男性骨盆正面觀 (b) 為男性骨盆上面觀 (c) 為女性骨盆正面觀 (d) 為女性骨盆上面觀 (麥麗敏等編，1999)

(三) 關節部份

髌關節是下肢骨與中軸骨骼相連接的重要關節，圖 4.19 所示。其各部位位置與功能作用說明如下：

1、關節腔 (Joint Mouse)

由髖臼與股骨頭之間所形成的杵臼關節。

2、關節軟骨 (Arthrodial Cartilage)

為附著於髖臼邊緣的纖維軟骨，稱為髖臼緣 (Acetabular Labrum)。

3、關節囊 (Joint Capsule)

由髖臼緣延伸至股骨頸部周圍。

4、附屬韌帶 (Accessory Ligament)

(1) 髂股韌帶 (Iliofemoral Ligament)

由髂骨前下棘延伸至股骨轉子間線，為關節囊增厚形成的。

(2) 恥股韌帶 (Pubofemoral Ligament)

由恥骨部份的髖臼緣延伸至股骨頸部，為關節囊增厚形成的。

(3) 坐股韌帶 (Ischiofemoral Ligament)

由髖臼的坐骨壁延伸至股骨頸部。

(4) 股骨頭韌帶 (Capitate Ligament) 亦稱圓韌帶 (Ligamentum Teres)

由髖臼窩延伸至股骨頸部，為三角形帶狀韌帶。

(5) 髖臼橫韌帶 (Transverse Ligament of Acetabulum)

為橫跨髖臼的強壯韌帶，是人體內最強壯的韌帶之一。

髖關節除了有上述強韌的關節囊及囊內韌帶外，加上杵臼關節的穩定性和關節周圍廣大的肌肉群，這四個原因使髖關節成為一個很少產生脫臼的關節。



圖 4. 19 髖關節 (盧冠霖，2004)

(四) 肌肉部份

骨盆內的提肛肌 (Levator Ani) 與尾骨肌 (Coccygeus) 及其肌膜聯合形成骨盆膈 (Pelvic Diaphragm) ，為骨盆腔的最底層，此部位即是騎士騎乘時與座墊接觸最密切之肌肉層 (圖 4.20) 。骨盆腔的出口為會陰部 (Perineum) ，是大腿與臀部之間的菱形區域。其前方以恥骨聯合為頂點，兩側以坐骨粗隆為界線，後方則以尾骨為頂點，若將兩側坐骨粗隆連線，則可將此菱形區域分成前面包括外生殖器及尿道開口的泌尿生殖三角 (Urogenital Triangle) 及後面包括肛門的肛門三角 (Anal Triangle) 。會陰部的會陰深橫肌、尿道括約肌及覆蓋於上面的肌膜構成泌尿生殖膈 (Urogenital Diaphragm) ，其圍繞於尿道及生殖道旁，且可加強骨盆底部，如圖 4.21 所示。

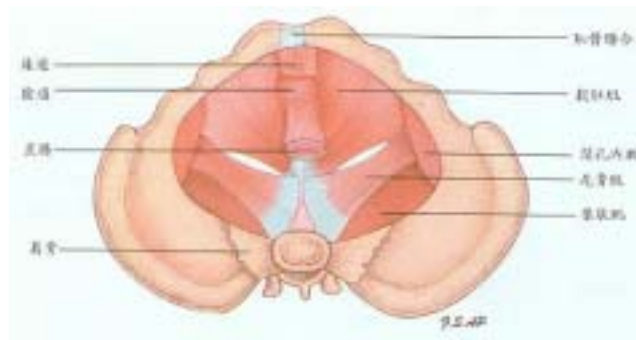


圖 4. 20 骨盆底部肌肉 (麥麗敏，1999)

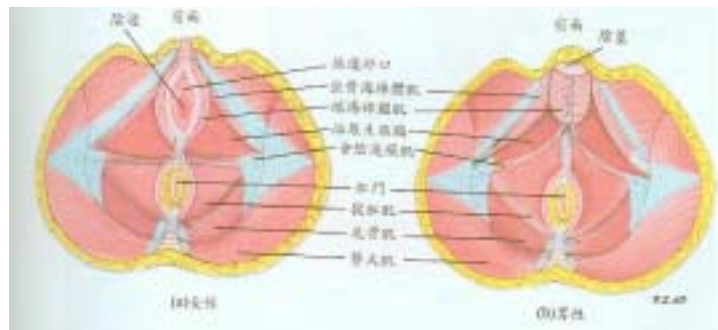


圖 4. 21 男女性會陰部肌肉 (a) 女性 (b) 男性 (麥麗敏，1999)

二、臀部騎乘姿勢之分析

量測騎乘自由車時臀部動作的角度變化，發現骨盆的搖擺為 $\pm 12^\circ$ (Hull et al, 1990)；Neptune 與 Hull 應用動作分析系統追蹤實驗，分析出髖關節在自由車活動角度的變化 (Neptune & Hull, 1995)；在垂直的震動對於人與座椅介面壓力分布的研究中，發現體重較重的人需要增加有效的接觸面積以減低坐骨的壓力 (Wu et al., 1998)；Stone 與 Hull 以動力計量測自由車騎士的體重在一般自由車運動狀況下的影響，發現體重、負荷與功率輸出呈線性關係 (Stone & Hull, 1995)；由 Mose 與 Hulten 以及 Groenendijk 等人的研究得知，骨盆支撐受力需要座墊表面上的襯墊來分散，座墊的中間部份凹陷 (即舒適座墊)，能解決男性攝護腺病變的問題，

但卻也容易讓騎乘者從座墊前方滑落 (Mose & Hulten,1989;Groenendijk et al.,1992)。Christiaans與Bremner認為競速自由車用的座墊不能以直立的姿勢乘坐，否則愈接近直立時垂直壓力愈大，將增加座瘡生成的機會(Christiaans & Bremner,1998)；Richmond及Matyeny認為把手高度若設置太低，將會提高壓迫臀部附近神經之機率，亦會增加過度使用病症的發生，例如女性外陰部與男性攝護腺的問題 (Richmond,1994;Matyeny,1992)。

由上述文獻顯示，騎乘自由車在臀部所受之壓迫可由改變座墊形狀與材質或調整騎乘姿勢，以獲得較佳之騎乘舒適性。

第七節 下肢生理構造與騎乘姿勢

騎乘自由車時，下肢的生理構造與踩踏關係密切，但由於下肢整體之生理結構複雜，因此在此將下肢之生理結構區分為骨骼、關節與肌肉等部份各別進行介紹。

一、下肢生理構造

(一) 骨骼部份

下肢骨 (Lower Extremity) 由62塊骨骼組成，其包括位於大腿的股骨、位於膝蓋的髌骨、位於小腿的脛骨和腓骨、位於腳踝的跗骨、足底的蹠骨、及腳趾的趾骨，分別進行探討。

1、股骨 (Femur) (如圖 4.22)

又稱大腿骨，是人體最長、最重的骨骼。大、小轉子 (Greater, Lesser Trochanter) 是股骨上的突起，為大腿及臀部肌肉的附著處。

2、髌骨 (Patella) (如圖 4.23)

是位於膝關節前，股四頭肌肌腱內的一塊三角形種子骨，也是體內最大的種子骨。

3、脛骨 (Tibia) (如圖 4.24)

是小腿內側較大的骨，承受小腿主要部位的重量。

4、腓骨 (Fibula) (如圖 4.24)

位於脛骨外側並與之平行，但比脛骨小的多。

5、跗骨 (Tarsals) (如圖 4.25)

每一肢的跗骨包含7塊骨骼。其中距骨 (Talus) 及跟骨 (Calcaneus) 位於足的後部，其前面有骰骨 (Cuboid)、舟狀骨 (Navicular) 及內、外側、中間3塊楔狀骨 (Cuneiform)，在走路時，距骨先承受整個身體之重量，然後有一半左右的重量轉移到其他跗骨上。

6、蹠骨 (Metatarsals) (如圖 4.25)

每一肢的蹠骨包含5塊骨骼，由內側至外側分別是第1~5蹠骨。第1蹠骨較其他蹠骨粗厚，可承受較多的體重。

7、趾骨 (Phalanges) (如圖 4.25)

與手部的指骨同為14塊骨頭，其排列方式亦相同。

8、足弓 (Arches of the Foot)

(1) 縱弓 (Longitudinal Arch)

分成內、外側，內側部由跟骨起，升至距骨，經舟狀骨、第1~3塊楔狀骨及內側第1~3塊蹠骨後下降所形成，以距骨為基石；外側亦由跟骨起，升至骰骨，在下降至外側第4~5蹠骨，以骰骨為基石。

(2) 橫弓 (Transverse Arch)

分前、中及後橫弓，前橫弓由5塊蹠骨之基部所形成；

中橫弓由楔狀骨及骰骨形成；而後橫弓則由舟狀骨及骰骨所組成。

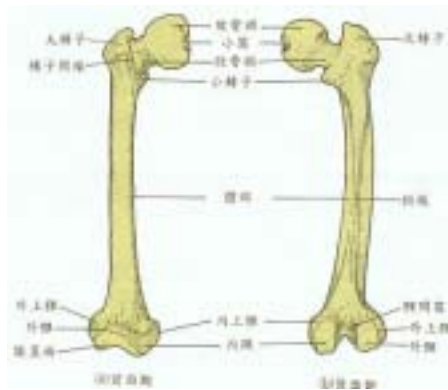


圖 4. 22 股骨 (麥麗敏，1999) 圖 4. 23 髌骨 (麥麗敏，1999)



圖 4. 24 脛骨與腓骨 (麥麗敏，1999) 圖 4. 25 跗、蹠、趾骨 (盧冠霖，2004)

(二) 關節部份

膝關節 (Knee Joint) 是連接下肢骨的股骨與脛骨、腓骨及膝蓋骨之間的關節，是人體內最大的關節，如圖 4.26

1、關節腔 (Joint Mouse)：可由三個關節共同組成

(1) 外側脛股關節

為股骨外髁、脛骨外髁與外側半月板之間的樞紐關節。

(2) 內側脛股關節

為股骨內髁、脛骨內髁與內側半月板之間的樞紐關節。

(3) 膝股關節

是股骨膝蓋面與膝蓋骨之間的形成的滑動關節。

2、關節軟骨 (Arthrodial Cartilage)

分成內側半月板 (Medial Meniscus) 及外側半月板 (Lateral Meniscus) 兩個半月形軟骨。

3、關節囊 (Joint Capsule)

膝關節的關節囊並不十分完整，其關節周圍的韌帶鞘大都由肌腱所組成。

4、滑液囊 (Bursa)

有多處滑液囊，其存在部位可分成前側囊、內側囊及外側囊三部份。

5、相關及附屬韌帶 (Accessory Ligament)

(1) 膝韌帶 (Patellar Ligament)

為股四頭肌的肌腱，經膝蓋骨往下延伸而終止於脛骨粗隆，它可強化膝關節的前面部份。

(2) 脛骨側韌帶 (Tibial Collateral Ligament)

由股骨內髁連接內側半月板後在延伸至脛骨內髁的韌帶，為膝關節內側一條寬而扁的韌帶，其內側有縫匠肌、股薄肌及半腱肌的肌腱橫過。

(3) 腓骨側韌帶 (Fibular Collateral Ligament)

由股骨的外髁跨過外側關節盤而與腓骨頭相連的韌帶，是一條強韌而圓形的韌帶。

(4) 膝窩斜韌帶 (Oblique Popliteal Ligament)

為連接股骨、膝窩及脛骨頭肩的扁平韌帶，其表面有半膜肌的肌腱。

(5) 弓狀膝窩韌帶 (Arcuate Popliteal Ligament)

位於股骨外髁至腓骨頭之間的韌帶。

(6) 前及後十字韌帶 (Anterior and Posterior Cruciate Ligament)

位於膝關節內連接股骨與脛骨的韌帶。

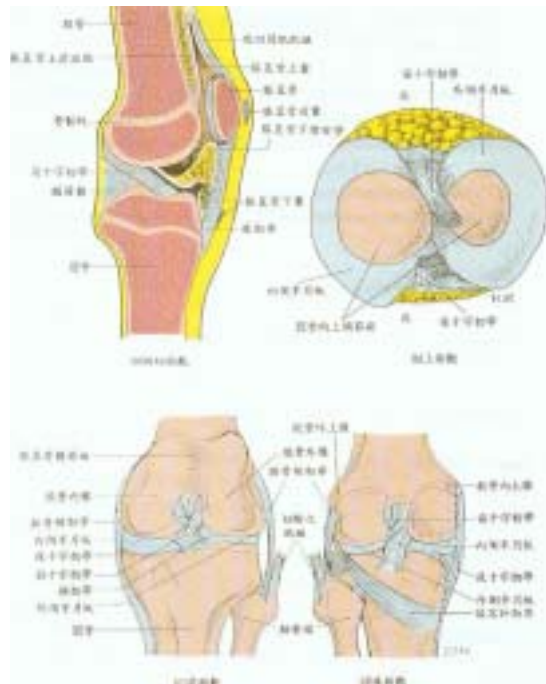


圖 4. 26 膝關節 (麥麗敏, 1999)

踝關節 (Ankle Joint) 包括 28 塊骨頭及 34 個關節，是連接下肢骨的脛骨與腓骨之間的關節，大多數的踝關節具有滑膜及軟骨等構造，在骨頭之間有許多強韌的帶狀構造，即是韌帶，其功能是把骨頭連接在一起，以維持足踝關節的穩定性。比較重要的如位於踝關節外側的前、後距腓 (Anterior and Posterior Talofibular Ligament) 韌帶及跟腓 (Calcane-ofibular Ligament) 韌帶位於內側的三角 (Deltoid Ligament) 韌帶。

(三) 肌肉部份

根據 Hull (1986) 列舉自由車牽涉到的肌群共 8 組，大致

上肌肉可分為單關節 (One-joint) 和雙關節 (Two-joint) 兩組，按8組肌肉分述如下，如圖4.27及表4-6所示：

1、臀大肌 (Gluteus Maximus)

由後臀線後部至大腿骨上後面腸脛韌帶，主要功能髋關節伸展，為單關節肌肉。

2、股直肌 (Rectus Femoris)

由下前腸骨棘，白蓋上元至膝蓋韌帶，主要功能膝關節伸展和髋關節之屈曲，雙關節肌肉。

3、內側廣肌 (Vastus Medialis)

由轉子間下部起，與中廣肌及外廣肌、股直肌會成共同腱，稱股四頭肌 (Quadriceps Femoris)，並構成膝韌帶覆蓋膝蓋骨，主要功能膝關節伸展，單關節肌肉。

4、外側廣肌 (Vastus Lateralis)

由股大轉子基部起，主要功能膝關節伸展，單關節肌肉。

5、脛骨前肌 (Tibial Anterior)

由脛骨上外側2/3處至第一楔、蹠骨底內側。

6、腓腸肌 (Gastrocnemius)

由大腿骨內外踝至跟骨與比目魚肌 (Soleus) 會合連結在跟骨隆起處，主要功能足之蹠屈和膝關節屈曲。

7、股二頭肌 (Biceps Femoris)

有長短兩頭，主要功能髋關節伸展和膝關節之屈曲，雙關節肌肉。

8、半膜肌 (Semimembranosus)

由坐骨結節至脛骨內側踝，主要功能髋關節伸展和膝關節之屈曲，雙關節肌肉。

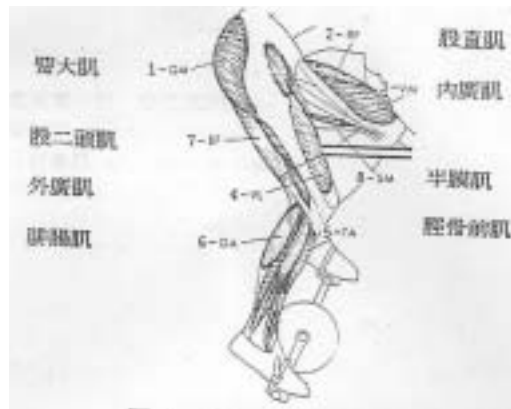


圖 4. 27 自由車之下肢主要肌群圖

表 4- 6 下肢肌肉作用分類表

關節	肌肉屈曲 (Flexion)		肌肉伸展 (Extension)	
	單關節肌肉 One-joint	雙關節肌肉 Two-joint	單關節肌肉 One-joint	雙關節肌肉 Two-joint
髖 Hip	腸腰肌	股直肌	半膜肌	後腿腱肌
			臀大肌	股二頭肌
膝 Knee	股二頭肌	後腿腱肌	內、中、外 廣肌	股直肌
	半膜肌	腓腸肌		
踝 Ankle	比目魚肌	腓腸肌	脛骨前肌	

(資料來源：本研究者自行整理)

二、下肢騎乘姿勢之分析

使用肌電圖分析騎乘自由車其下肢肌群肌電值變化情形，實驗結果發現，踩踏是有次序且重複的動作 (Houtz & Fisher, 1959) ；曾懷恩分析一般道路用自由車在騎乘時其下肢力學運動模式與人機介面架構 (曾懷恩，1987) ；以動態最佳化，分析長時間持續騎乘自由車時，腳踏、曲柄與飛輪

的相對位置的關係 (Kautz,1995) ; 以實驗證明曲柄慣性的負荷對於穩定狀態的踩踏腳踏的對等關係有些微影響, 分析踩踏踏板時, 機械能的產生、吸收與轉換的模式 (Fregly et al.,1996) ; 使用壓力計量測在自由車運動中膝關節力矩的變化 (Wolchok et al.,1998) ; Gregor與Rugg (1986) 認為人體肌肉鍛鍊的程度將會影響自由車騎乘者所偏好的踩踏腳踏速率 (Gregor & Rugg,1986) 。Bohlmann及Holmes等人分別指出, 髕骨與股骨之間, 若因不當的自由車車架或各零組件尺寸而造成運動輕微不協調, 可能引發軟骨磨損等病症; 若座墊位置太低, 腳踝的屈肌不能有效使用, 將造成阿基里斯腱被過度伸展, 足部需呈背屈以增加力量, 方能達到與自由車騎乘者在座墊正確位置時相同運動效能; 要達到踩踏最大的力量輸出, 其座墊高度應該設定為胯高的109%, 但是在進行較長時間的自由車運動中, 為了維持較高的連續輸出功率, 必須降低座墊高度為胯高的107%

(Bohlmann,1981;Holmes et al.,1994) , 但Christiaans與Bremner研究調查則發現胯部高度與座墊到踏板的最佳施力距離, 男性騎乘者應為106%, 女性騎乘者應為107%

(Christiaans & Bremner,1998) ; Bohlmann及Matheny等人認為, 在腳踏最低點的膝蓋角度 (α) 最大到 150° , 而且在腳踏最高點位置的膝蓋角度 (β) 則不小於 65°

(Bohlmann,1981;Matheny et al.,1992) ; Francis研究測量出最理想的踝關節角度 (γ) 為 13° 如圖4.28 (Francis,1986) ;



圖 4. 28 騎乘自由車踩踏時最佳角度位置 (DeVey M., 1998)
Groot 等人發現改變坐管的角度對於腳踏施力並沒有影響
(Groot et al., 1994) ; 但是 Christiaans 與 Bremner 發現臀部高
度決定座墊到踏板的距離，因此決定車架高度
(Christiaans & Bremner, 1998) 。

由上述之文獻發現，大多數因騎乘自由車所引起的問題
都是由於下肢不當之運動模式而引起，而下肢運動模式受到
座墊高度，即座墊至腳踏之距離直接影響。

第五章 結論與建議

第一節 結論

自由車發展至今已有兩百年歷史，至今仍是人類的主要交通工具之一，從環保的角度來看，自由車完全由人力操作，不需使用自然資源，不會產生廢氣污染空氣，被公認是最符合環保概念的交通工具。此外，隨著經濟水準的提高，都會休閒運動風潮逐漸推廣開來，自由車也背負休閒運動與旅遊活動的新使命，加上的科技也帶給自由車不同的設計衝擊，提供自由車使用者更美好的騎乘感受，也相對的提供研究者更多探討空間。

在一件設計完善的產品上，亮麗的產品外觀造形固然相當重要，但產品的操控性、功能性與舒適性...等亦是設計中不可遺忘的重要因素；而在自由車眾多組件當中，自由車座墊、把手...等雖然只算是件小小的配件而已，但由於這些配件與騎乘者緊密接觸的緣故，騎乘自由車時的舒適性即顯得相當的重要，且市面上眾多樣式的自由車配件大多只考慮到外觀部分，真正能考慮騎乘者人因方面的少之又少。因此本研究透過文獻分析，了解各自由車配置時，身體各區壓力的趨勢變化，並將其配合自由車車種設計準則依據，希望能提供往後自由車車種設計一個明確的方向。

本研究透過文獻分析的方法，探討騎乘自由車的發展及其傷害演變，針對本研究提出以下主要結論：

一、騎乘自由車時可能引發之疼痛與病變，如下述：

(一) 肌肉疲勞：由於不同行車速度及路況騎乘，若無適當的緩衝設計時極易導致自由車騎乘時各種震動狀況產生。由於震動情況隨時增加臀部重量衝擊之負擔，故引發疲勞與傷

害。例如：不同行車速度及路況騎乘，若無適當的緩衝設計時極易導致自由車騎乘時各種震動狀況產生；由於震動情況隨時增加臀部重量衝擊之負擔，故引發疲勞與傷害。

(二) 皮膚發炎：由於騎乘自由車時，大腿內側與臀部肌肉不斷地與座墊產生磨擦，同時鬱積高度悶熱與流汗引起的潮濕，進而導致疼痛的引起。

(三) 麻痺不適：皮膚與座墊相互作用時皮膚內的血管受到壓迫而使血流降低，此時受壓處皮膚發紅，大量乳酸(lactic acid)聚集於此組織中發生無氧代謝(anaerobic metabolism)，造成局部充血而產生麻痺(賈皓琪等譯，1986)。例如：長時間的騎行會使手指麻木，上身不正確的姿勢會引起手部、肩部、肘部的不適；在手心兩塊厚厚的肉墊之間有很重要的神經，避免此處受壓；而握把也有可能擠壓到神經。

(四) 其他傷害：當座墊型態或尺寸與騎士人體尺寸不合時，其導致騎乘時臀部各區受力不平均而造成疼痛。例如：髕骨疼主要是力量不足時用力過猛或使用過高的齒數比騎乘且座墊位置太低使得膝關節過度彎曲所引起。跟腱位於腳腕後部，連接腓骨肌肉和腳後跟，此處疼痛表明踩踏技術有問題；當座墊太高時必須用腳尖使力去踏，長時間過於用力會導致肌腱受損。座墊位置過於前傾使身體的重量壓在上肢，時間久了會使肩部受損；過窄的車把會擠壓肩部和胸部，引起不適。

二、可透過以車架與座墊調整情形來改善不舒適情形：

(一) 座墊與車把手相對高度調整：座墊高度太高，骨盆容易在踩踏時產生搖晃，而造成背部肌肉疲勞，同時對於泌尿器官與生殖器有不良的影響；而車把手高度調整方面，隨著

騎乘者經驗累積，通常會降低把手的高度以獲得更好的低風阻姿勢(跑車)降低把手可以讓背部有空間伸展。

(二) 座墊與車把手相對長度調整：座墊往後太多，會讓身體離踏板較遠，使骨盆的位置太過往下移，讓下背部的肌肉容易扭傷；騎乘者與車把手相距太遠，手臂就會伸直，手肘也會鎖緊，變成只靠斜方肌、提肩胛肌來支撐身體，上背部很容易就會覺得疲勞，如果距離太短，背部會拱起對於肩關節有不良的影響。

(三) 座墊角度調整：座墊往前傾斜一、二度，身體就會往前滑，此時臀部與座墊接觸面積減少；壓力降低，但反而讓手臂與上背部的肌肉群及頸椎承受較多的重量負荷而導致不舒適，故當軀幹直立時，造成臀部與座墊間的壓迫負荷，使臀部部位不適增加；當軀幹角度過於前傾時，肩頸部位則為了保持正常視角導致頸椎的伸展，使肩頸部位不適增加。

三、提供調整合適自由車的方法依據：

(一) 車架大小調整

其方法為，騎乘者站在自由車車架上，褲襠與上管的距離，一般競賽車與城市車車種約為2.5~5公分，登山車車種約為7.5~15公分，如圖5.1 (Mellion,1991)。

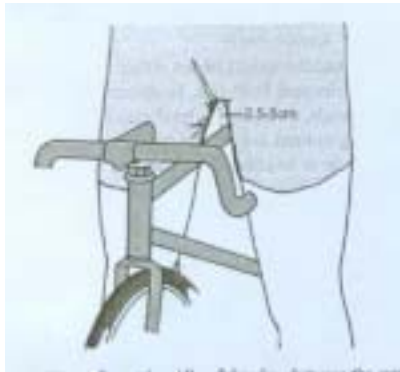


圖 5. 1 車架大小 (Mellion,1991)

(二) 座墊高度調整

有幾個科學的方法：

1. 內接縫法 (the inseam method) : 其方法為，當你背對牆，把厚書夾在兩腿之間(靠近會陰部分)，厚書是模擬你的座墊且您必須立正，確定你的腳跟與地板垂直，在書的最高點位置劃上標線，量測標線至地板的長度就是Inseam長度，其Inseam長度 $\times 1.09$ ，最好是多量測幾次取其平均，如圖 5.2 (Broker et al.,1988; Too,1990; Van der Plas,1986)。

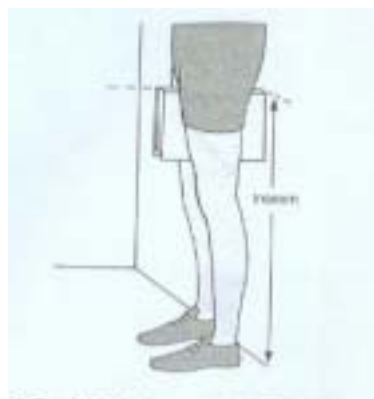


圖 5. 2 內接縫法 (Broker et al.,1988; Too,1990; Van der Plas,1986)

2. 骨長法 (bone length method): 其方法為, 騎乘者背向牆站立, 腿微開六吋, 其大轉子粗隆到股骨外髁處為L1, 股骨外髁並通過外踝到腳底與地面垂直為L2, 將 $(L1 + L2) \times 0.96$ 公分, 求得的值則為座墊高度長如圖 5.3 (Van der Plas, 1986)。

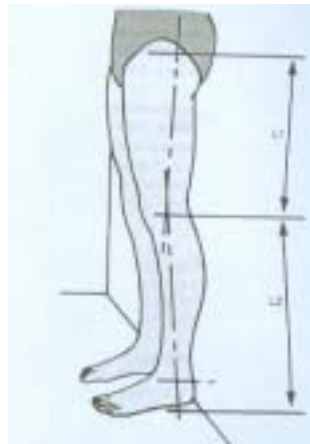


圖 5. 3 骨長法 (Van der Plas, 1986)

3. 估算腿長法 (estimation from leg length): 其方法為, 腳跟踩在踏板上約六點至兩點鐘的水平方向, 與騎乘者坐在座墊上腿勉強伸直在六點鐘方向, 則為座墊高度調整之一, 如圖 5.4 (Dickson, 1985; Powell, 1982; Van der Plas, 1986)。



圖 5. 4 估算腿長法 (Dickson,1985; Powell,1982; Van der Plas,1986)

(三) 座墊的前後位置

1. 允許大約 3.5 公分的調整角度。

2. 騎乘者坐在座墊上，腳踩著踏板呈水平狀，調整其座墊前後角度從騎乘者脛骨粗隆的截線與腳踏板呈垂直面，則為座墊位置的適當角度，如圖 5.5 (Mellion & Hill,1990; Powell,1982; Van der Plas,1986)。



圖 5. 5 座墊的前後位置 (Mellion & Hill,1990; Powell,1982; Van der Plas,1986)

(四) 把手距離

騎乘者手肘至手指中指間的距離，為把手至座墊前端間的距離，則為把手的距離，如圖 5.6 (Mellion & Hill, 1990; Van der Plas, 1986)。

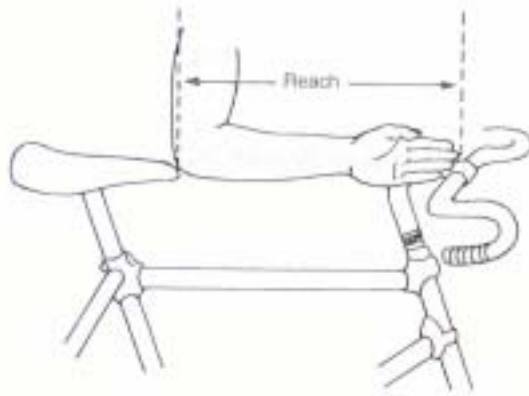


圖 5.6 把手距離 (Mellion & Hill, 1990; Van der Plas, 1986)

多數的騎乘者並無調整自由車以適應個人體型需求的觀念，建議以騎乘自由車為主要休閒活動的民眾，最好選購符合自己體型需求的自由車，若有其他考量而必須租用，則建議騎乘前應視個人體型加以調整，以提高人車適配性，避免肌肉骨骼傷害。

在相同的騎乘負荷下，不同車種在能量消耗上並無顯著差異，故騎乘者可以依照自身的喜好及用途選購自由車。

第二節 建議

本研究在研究過程中，雖經過不斷修正與改善，但礙於時間及文獻資料限制，仍有不盡理想之處，在此根據本研究進行過程的檢討，提供後續研究建議。

一、本研究探討的只侷限在自由車發展及傷害演變，未來可加入人體尺寸、自由車等參數，更深入研究這些參數之間的

關係。

二、將來可以設計、蒐集符合國人騎乘各種車種的參數並可以取得更精確之設計參考依據。

三、本研究是以學者文獻做為研究成果驗證的方式，可建議未來的研究方向可延續研究呈現的文獻資料並實際與實驗所進行的相互驗證以提供設計參考依據。

參考文獻

中文文獻

工業局（1999）。摺疊式腳踏車之設計，工業局全面提升產品設計能力計畫。工業設計廠商輔導成果報告書，台北市：工業局。

日本自轉車產業振興協會(1977)。自轉車實用便覽。東京市：日本自轉車產業振興協會，254。

王文科（2002）。教育研究法（第七版）。台北市：五南書局。

中華奧林匹克委員會(2008)。自由車的介紹。2008年3月28日，取自：

http://association.cadsm.org.tw/Quotation/TPENOCv2/sport/sport_00.asp?struct_id=36&struct_ide=4905&cu_no=3&file=/LTD/sample/spo_sample/Sample_01.asp

自行車市場快訊（1999）。Selle Royal 座墊運用醫藥科技。自行車市場快訊，67，79。

李誠志（1994）。教練訓練指南。台北市：文史哲出版社。

吳水丕、許勝雄、彭游譯，Mark S. Sanders & Ernest J.

McCormick 著（1998）。人因工程－工程與設計之人性因素。台北市：麥格羅·希爾。

吳武政（2001）。以誘導式歸納途徑法探討自行車騎乘姿勢與車架尺寸之關係（碩士論文，大同大學，2001）。全國博碩士論文資訊網。

林勝良(1982)。從產品設計觀點探討自行車座墊的設(上)。工業設計，36，48-53。

林勝良（1982）。從產品設計觀點探討自行車座墊的設(下)。

- 工業設計，37，44-58。
- 胡祖武、江耀順、吳志銘（1997）。自行車騎姿電腦動態模擬之研究。大業學報，6（1），119-125。
- 麥麗敏等編（1999）。簡明解剖生理學。台北市：匯華圖書出版。
- 許樹淵（1987）。人體運動力學。台北市：協進圖書公司。
- 陳勝凱、董厚吉、鄭建民、林昭宏等譯（2008）。運動傷害臨床指南。台北縣：藝軒圖書出版社。
- 曾懷恩（1987）。自由車運動時下肢之力學分析及人機系統模式探討。未出版碩士論文，國立成功大學機械系，台南市。
- 張一岑（1997）。人因工程學。台北市：揚智文化。
- 賈皓琪、劉明威、施惠德、林森田、覃康定等譯（1986）。Guyton's 生理學上冊，台北市：合記圖書出版社。
- 賈皓琪、劉明威、施惠德、林森田、覃康定、洪貽樂等（1986）。Guyton's 生理學下冊，台北市：合記圖書出版社。
- 楊燕枝、尤如瑾、蕭瑞聖、金美敬、王漢英（1997）。自行車產業現況與趨勢研究報告，台北市：工業技術研究院。
- 廖晉迪（2000）。自行車起源與演進過程。自行車工業雙月刊，26，47-54。
- 謝伸裕（2002）。ACSM 體適能手冊。台北市：九州圖書文物有限公司。
- 鄭福進（1983）。自由車競技。台北市：體育出版社。
- 盧冠霖等著（2004）。實用人體解剖學。台中市：華格那企業有限公司。

英文文獻

- Aldien, Y. , Welcome, D. , Rakheja, S. , Dong, R. & Boileau, P. E. (2005) : Contact pressure distribution at hand–handle interface: role of hand forces and handle size , *Applied Ergonomics*, 35 , 267-286.
- “A Quick History of Bicycles” [Online],available:
<http://www.pedalinghistory.com/PHhistory.html>
(2008/3/13)
- Burke, E. R.(1981): Ulnar neuropathy in bicyclists. *Physician Sports medicine*, 9 (4) , 53-56.
- Bohlmann, J. T.(1981) : Injuries in competitive cycling,
Physician Sports medicine, 9 (5) , 117-124.
- Broker, J. P., Browning, R. C., Gregor, R. J., & Whiting, W. C. (1988) : Effect of seat height on force effectiveness in cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, S83.
- Berry, M. B., Pollock, W. E., Van Nieuwenhuizen, K. & Brubaker, P. H.(1994): A comparison between aero and standard racing handlebars during prolonged exercise. *International Journal Sports Medicine*, 15 (1) , 16-20.
- Brown, D. A., Kautz, S. A. & Dairaghi, C. A. (1996) : Muscle activity patterns altered during pedaling at different body orientations. *Journal of Biomechanics*, 29 (10) , 1349-1356.
- Craig Jr. A. B. (1960) : Effects of position on expiratory reserve volume of the lungs. *Applied Physiology*, 15,

59-61.

- Christiaans, H.C. M. & Bremner, A. (1998) : Comfort on bicycles and the validity of a commercial bicycle fitting system. *Applied Ergonomics*, 29 (3) , 201-211.
- Clarys, J. P. , Alewaeters, K. & Zinzen, E. (2001) : The influence of geographic variations on the muscular activity in selected sports movements. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11 , 451-457.
- DeLong, F. (1974) : *DeLong's Guide to Bicycles and Bicycling : The Art and Science*. Radnor, PA : Chilton Book,.
- Dickson Jr. T. B. (1989) Preventing overuse cycling injuries. *Physician and Sports Medicine*, 13 (10) , 116-123
- Dorothy M.(1991): *Green Design: Design for the Environment*. Laurence King, 76-79.
- Donkers, P. C. M., Toussaint, H. M., Molenbroek, J. F. M. & Steenbekkers, L. P. A. (1993) : Recommendations for the assessment and design of young children's bicycles on the basis of anthropometric data. *Applied Ergonomics*, 24 (2) , 109-118.
- DeVey M., K. (1998) : Personal perspective: in search of an optimum cycling posture. *Applied Ergonomics*, 29(5) , 325-334.
- Francis, P. R.(1986) : *Injury prevention for cyclists: a biomechanical approach*, in Burke, E. R., *Science of Cycling* Champaign IL : Human Kinetics Publishers,

145-184.

- Fregly, B. J., Zajac, F. E. & Dairaghi, C. A.(1996) : Crank inertial load has little effect on steady-state pedaling coordination, *Journal of Biomechanics*, 29 (12) , 1559-1567.
- Fried, J. (1998) : Design and Development of Composite Monocoque Airfoil Road Racing Bicycle Frame, *Sampe Journal*, 34, 46-50.
- Frauscher, F., Klauser, A., Hobisch, A., Pallwein, L. & Stenzl, A.(2000) : Subclinical microtraumatisation of the scrotal contents in extreme mountain biking. *The Lancet*, 356, 1414.
- Garber, S. L., & Krouskop, T. A. (1982) : Body build and its relationship to pressure distribution in the seated wheelchair patient. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63, 17-20.
- Gregor, R. J. and Rugg, S. G.(1986) : *Effect of saddle height and pedal cadence on power output and efficiency*, in Burke, E. R. *Science of Cycling* Champaign IL : Human Kinetics Publishers, 69-90.
- Giam, C.K. & Teh, K.C. (1988) : *Sports Medicine: Exercise and Fitness*. Singapore : PG Publishing.
- Groenendijk, M. C., Christiaans, H. C. C. M. & Van Hulten C. M. J. (1992) : *Sitting comfort on bicycle' in Megaw, E. D. ed. Taylor and Francis, London : Contemporary Ergonomics*, 551-557.

- Groot G. De, Welbergen E., Clijsen L., Clarijs J., Cabri J., & Antonis J.(1994): *Power, muscular work, and external forces in cycling*, *Ergonomics*, 37 (1) , 31-42.
- Houtz, S. J. and Fisher, F. J.(1959) : An anlysis of muscie action and joint excursion on a stationary bicycle, *Journal of Bone and Joint Surgery*, 41A, 123-131.
- Hamley, E. J. and Thomas V. (1967) : Physiological and postural factorts in the calibration of the bicycle ergometer. *Journal Physiology*, 191, 55-57.
- Hull, M. L., Andrew B. & Hemant V., (1990) : Gemometric measurement of hip motion in cycling while standing. *Journal of Biomechanics*, 23, 7, 687-703.
- Holmes, J. C., Pruit, A. L. & Whalen, N. J.(1994) : Lower extremity overuse in bicycling, *Clinics Sports Medicine*, 13 (1) , 187-203.
- Johnson, S. & Shultz, B. (1990) : The physiologic effect of aerodynamic Handlebars. *Cycling Sci*, 2 (4) , 9-12.
- Kolehmainen, I., Harms-Ringdahl, K. & Lanshammar, H. (1989) : Cervical spine positions and load moments during bicycling with different handlebar positions. *Clinical Biomechanics*, 4 (2) , 105-110.
- Kautz, S. A. & Hull, M. L.(1995) : Dynamic optimization analysis for equipment setup problems in endurance cycling, *Journal of Biomechanics*, 28(11), 1391-1401.
- Kong, Y. K. & Lowe, B. D. (2006) : Optimal cylindrical handle diameter for grip force tasks. *International*

- Journal of Industrial Ergonomic*, 35 (6) , 495-507.
- Moes, C. C. M. & Van Hulsten, C. M. J. (1989) : *The development of a pressure distribution measuring device for various person product contact areas' in Megaw, E. D.ed. Contemporary Ergonomics, London Taylor and Francis, , 349-354.*
- Mellion, M. B. & Hill, J. W.(1990): *Bicycling*. In Nellion MB et al. (Eds) *The team physician's handbook, Philadelphia: Hanley & Belfus.*
- Mellion, M. B.(1991): *Common cycling injuries, management and prevention. Sports Medicine, 11, 52-70.*
- Matheny, F.(1992) : *Finding perfect saddle height. Bicycling, 33 (4) , 108-110.*
- Marras, W. S., Davis, K. G. & Granata, K. P. (1998) : *Trunk muscle activities during asymmetric twisting motions. Journal of Electromyography and Kinesiology, 8, 247-256.*
- Margarita Vergara & Alvaro P. (2000) : *System to measure the use of the backrest in sitting-posture office tasks. Applied Ergonomics, 31 (3) , 247-254.*
- Neptune, R. R. & Hull, M. L. (1995) : *Accuracy assessment of method for determining hip movement in seated cycling. Journal of Biomechanics, 28 (4) , 423-437.*
- Nicolay Christopher, W. & Walker Anna, L. (2005) : *Grip strength and endurance : Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. International*

- Journal of Industrial Ergonomics*, 35 (7) , 605-618.
- Powell B.(1982): Correction and prevention of bicycle saddle problems. *Physician and Sports Medicine*, 10 (10) , 60-67.
- Rempel, D. M. , Harrison R. J. & Barnhart S. (1992) :
Work-related cumulative trauma disorders of the upper extremity. *Journal of the American Medical Association*, 267, 838-842.
- Richmond, D. R. (1994) : Handlebar problems in bicycling. *Clinics Sports Medicine*, 13 (1) , 165-173.
- Reidel (1995) : Consideration of grip and push forces for the assessment of vibration Exposure. *Central European Journal of Public Health*, 3, 139-141.
- Sloane, E. A. (1970) : *The Complete Book of Bicycling*. New York: Trident Press.
- Stone, C. & Hull, M. L. (1995) : The effect of rider weight on rider- induced loads during common cycling situations. *Journal of Biomechanics*, 28 (4) , 365-375.
- Too, D.(1990): Biomechanics of cycling and factors affecting performance. *Sports Medicine*, 10, 286-302.
- Thakurta, K., Koester, D., Bush N. & Bachle, S. (1995) :
Evaluating short and long term seating comfort. *SAE Technical Papers*, No.950144.
- Van der Plas R. (1986) : *The bicycle racing guide: technique and training for bicycle racers and triathletes*. San Francisco : Bicycle Books.

- Wu, X., Rakheja, S. & Boileau, P. E. (1998) : Study of human-seat interface pressure distribution under vertical vibration. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 21, 433-449.
- Wolchok, J. C., Hull, M. L. & Howell, S. M.(1998): The effect of intersegmental knee moments on patellofemoral contact mechanics in cycling, *Journal of Biomechanics*, 31 (8) , 677-683.