

國立臺灣體育學院
National Taiwan College of Physical Education
運動健康科學學系碩士班
碩士學位論文

不同的運動型態對心臟損傷之研究
-以血液生化指標為研究標的
**HEART DAMAGE DURING DIFFERENT EXERCISE
-USING BLOOD BIOMEDICAL MARKERS**



研究生：吳琬真

指導教授：邱彥成 教授

中華民國 99 年 8 月

論文名稱：不同的運動型態對心臟損傷之研究

-以血液生化指標為研究標的

總頁數：43 頁

院校所組別：國立台灣體育學院運動健康學系碩士班

畢業及提要別：98 學年度第 2 學期碩士學位論文提要

研究生：吳琬真

指導教授：邱彥成教授

中文摘要

單車活動目前已經成為國人休閒活動的選擇之一，更有不少人為了挑戰自己的體能極限而從事長時間又中高強度的單車活動。有文獻指出，即使是專業訓練的運動選手，在經過長時間、高強度的比賽（例如：鐵人三項或是職業級單車競賽）之後，心臟損傷相關的血液生化指標濃度皆有明顯增高，代表此運動強度對選手們來說可能會造成心臟損傷；而對於未受過訓練的一般健康民眾來說，此傷害性可能會加倍提高，只是針對這方面的相關研究卻不多；因此，本研究的目的主要是在探討經由不同的運動型態活動後，觀察一般健康民眾的生理變化，評估其心臟的損傷程度及負荷程度。本研究分別從(1) 2008 第三屆鐵駱駝單車環島體驗隊活動及(2) 2008 第二屆東華盃高中暨大專校園鐵人三項徵求受測者；(1)平時無運動習慣的 32 名(男性 24 名，女性 8 名)受測者皆完成 15 天總長 1114 公里的單車環島活動，環島期間採自由飲食及飲水。在環島活動第一天、第五天、第十天、第十五天、及結束後第四天採集血液樣本。(2) 10 名平時有運動習慣的男性受測者皆完成運動項目為 750 公尺游泳（限時

30 分鐘)、20 公里自行車(限時 50 分鐘)、5 公里路跑(限時 40 分鐘),比賽期間無飲水限制,並在比賽前後採集血液樣本。所有血液樣本皆分析肌紅蛋白(myoglobin)、肌酸激酶 MB 部分(CK-MB)、N 端原腦類排鈉肽胜(NT-proBNP)、心肌肌鈣蛋白(cTnT)之濃度變化。結果顯示(1) myoglobin 只有在環島的第五天濃度有顯著增高,CK-MB 在環島期間顯著增加;NT-proBNP 在環島第五天達到最高峰,之後則是緩慢減少,並回復到基準值。(2)myoglobin 比賽後濃度顯著高於比賽前,CK-MB 比賽後濃度顯著高於比賽前,NT-proBNP 比賽後濃度顯著高於比賽前,cTnT 比賽前後濃度皆低於最小檢測值以下。研究結果顯示從事長時間的單車環島活動和鐵人三項比賽後,對於心臟損傷方面的血液生化指標濃度會隨著運動強度及時間的增加而增加,確實對心臟造成若干負荷,但很快即能恢復至原來濃度,而且變化皆在標準範圍內,至於是否真會造成心臟的損傷,亦或是這類指標有著修復心臟受損細胞的功能,仍有待進一步的研究,但一般健康民眾從事這些運動應是無太大的健康顧慮的。

關鍵字：長途單車活動、鐵人三項、心臟損傷、生化指標

Wu, Wan-Chen (2010). Heart damage during different exercise – using blood biomedical markers. Unpublished master thesis, National Taiwan College of Physical Education

Abstract

Cycling has become one of the options of leisure activities. Previous studies have demonstrated the impact of endurance exercise on cardiac damage in well-trained athletes. The effect of long-term endurance exercise on cardiac damage in untrained persons still remains unclear. The purpose of this study was to evaluate heart damage during different exercises in healthy people. These studies were achieved by: (1) 32 untrained healthy subjects (24 males and 8 females, 19-38 years old) who participated in 2008 The Ironcamel Cycling Tour of Taiwan. The tour covered 1114 km in 15 days. All subjects were in a free-feeding style during the tour. Fasting blood samples were collected in the early morning on day 1, 5, 10, 15 during the tour and 4 days after the tour. (2) 10 trained healthy males who participated in 2008 Dong Hwa University Triathlon Championships. All subjects completed for 750 meter swim (limited time : 30 minutes), 20 km bike (50 minutes), and 5 km road race (40 minutes). Water-drinking was not restricted for all subjects during the competition, and blood samples were collected before and after the race.

All plasma samples were analyzed for myoglobin, creatine kinase MB (CK-MB), N-terminal B-type Natriuretic Peptide (NT-proBNP) and cardiac troponin T (cTnT) concentrations. The results showed: (1) the concentration of myoglobin was significantly increased on day 5; that of CK-MB was significantly increased during the tour; and that of NT-proBNP was peaked on day 5, then was slowly reduced and returned to baseline level . (2) myoglobin, CK-MB, and NT-proBNP levels after the race were significantly higher than before. cTnT levels were detected below the minimum before and after the race. The current results suggested that biomedical markers of heart damage might be increased according to the increase in exercise intensity and time after long-term cycling tour and triathlon, but soon returned to their original levels, changes are in the standard rage. General young people who are enjoying these kinds of activities might not have the necessity to worry about big health concerns on cardiac aspects.

Keywords:long-term cycling, triathlon, heart damage,
biomedical markers

誌 謝

時光飛逝，研究所的生活轉眼間就到尾聲了，這段日子裡我學習到許多的儀器操作及專業知識，並且我也深刻地體會到做一個研究是件非常不容易的事情。

這段期間最感謝我的指導教授邱彥成老師，從實驗開始到論文撰寫上，老師總是盡力幫助我解決許多問題，也給予我許多教導與包容，謝謝您的全力幫助。其次感謝運科中心主任張振崗老師，提供我一個完善的實驗室資源以及研究方面的指導；也感謝巫錦霖老師、洪暉老師、及方世華老師給予我研究方面的觀念與建議。

同時也要感謝實驗室助理季洧姐、佩玉姐、一凡姐、維修姐和玉芳姐給予的協助與指導，在實驗過程中總是耐心的跟我講解；也感謝實驗同伴-毓庭的幫忙，才能讓我的實驗順利進行。謝謝實驗室的各位同伴：宜真學姐、易辰學長、秉勳學長、冠邑、家銘、洋蔥、志暉、韋靜、蛆、玫蕙、念亭、每每、鴻鈞、玫璇、宗益，也謝謝我的同學們：漢斯、欣樺、博樺、思佑、韋均、琪雅、蕭大哥、育廷，謝謝大家的陪伴與協助。

最後要感謝我的家人，謝謝你們的支持，我才能順利完成學業。

目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	III
誌謝.....	V
目錄.....	VI
圖目錄.....	VIII
表目錄.....	IX
附錄目錄.....	X
第壹章 緒論.....	1
第一節 研究背景.....	1
第二節 研究目的.....	1
第三節 研究範圍與限制.....	2
第四節 研究假設.....	3
第貳章 文獻探討.....	4
第一節 運動與心臟的關係.....	4
第二節 運動血液生化指標.....	5
第三節 不同運動型態對心臟損傷關係之相關文獻.....	9
第參章 研究方法與步驟.....	11
第一節 研究對象.....	11
第二節 實驗設計.....	12
第三節 實驗流程.....	16
第四節 實驗儀器與設備.....	18
第五節 血液採集與分析.....	19
一、血液採集.....	19
二、血液分析與檢測項目.....	21
第六節 資料處理與統計分析.....	22

第肆章 結果.....	23
第一節 受試者基本資料.....	23
第二節 血液生化值.....	25
第伍章 討論.....	32
第陸章 建議.....	35
引用文獻.....	36
中文文獻.....	36
英文文獻.....	37

圖目錄

圖 1 單車環島行進路線之高度變化表.....	14
圖 2 單車環島之活動概況.....	15
圖 3 單車環島之實驗流程.....	16
圖 4 鐵人三項之實驗流程.....	17
圖 5 儀器與設備.....	18
圖 6 單車環島之血液採集時間點.....	19
圖 7 鐵人三項之血液採集時間點.....	20
圖 8 環島期間 Myoglobin 的濃度變化.....	27
圖 9 環島期間 CK-MB 的濃度變化.....	27
圖 10 環島期間 NT-proBNP 的濃度變化.....	28
圖 11 鐵人三項比賽期間 Myoglobin 的濃度變化.....	30
圖 12 鐵人三項比賽期間 CK-MB 的濃度變化.....	30
圖 13 鐵人三項比賽期間 NT-proBNP 的濃度變化.....	31

表目錄

表 1 2008 第 3 屆臺體大「鐵駱駝」行進路線.....	13
表 2 單車環島之受試者基本資料.....	22
表 3 鐵人三項之受試者基本資料.....	23
表 4 單車環島不同時期之血液生化值濃度變化.....	24
表 5 鐵人三項比賽前後之血液生化值濃度變化.....	27

附錄目錄

附錄一 受試者同意書.....	42
附錄二 健康情況調查表.....	43

第壹章 緒論

第一節 研究背景

在一般的休閒運動中，最常見也最被社會大眾接受的方式之一是單車活動，同時，這項運動在競技場上也越來越受到民眾重視，而有關於單車的國際競技賽事包含了環法自由車賽和鐵人三項運動，以及其他一些規模大小不等的公開賽事。當然，不論運動還是比賽都會伴隨著傷害的發生，可是我們通常都只會注意到外在的傷害，例如肌肉拉傷、肌肉酸痛…等一些較急性的傷害，也因此忽略了長時間的運動是否也會對身體內部造成負擔，尤其是內臟器官的傷害，最後往往都要等到發病了才會注意到嚴重性。因此在近幾年來，已經有許多專家學者及其研究團隊致力於這方面的研究，除了監控運動員的生理狀況之外，並評估此項運動會對選手帶來何種程度的潛在傷害。但可惜的是大部分的研究主要都偏向於運動選手，對於一般民眾的研究報告卻少之又少，因此本篇研究進一步探討經由不同運動持續時間的活動介入後，觀察一般健康民眾的生理變化，並概括說明使用的指標。

第二節 研究目的

本研究目的主要是探討從事高強度但運動持續時間不同的活動之後，對於心臟的損傷程度及負荷程度。

第三節 研究範圍與限制

一、單車環島

- (一)受測者皆參與由國立臺灣體育大學(臺中)所主辦的「2008 第三屆『鐵駱駝』單車環島體驗隊活動」，共計 15 天。
- (二)受測者皆為未受過專業的運動訓練之健康民眾。
- (三)受測者在環島期間採自由飲食，僅能提醒受測者在抽血前一天的晚間十點過後禁食，避免影響隔天早晨血液樣本的分析結果。

二、鐵人三項

- (一)受測者皆為參加 2008 年 4 月 26 日舉辦的 2008 第二屆東華盃高中暨大專校園鐵人三項的學生。
- (二)由於受測者的徵求是在比賽前才告知，因此無法控制受測者比賽前的飲食內容。
- (三)在比賽進行期間，受測者的飲水補充也無限制。

第四節 研究假設

- 一、受測者在單車環島期間及鐵人三項比賽前後，體內的肌紅蛋白濃度變化無顯著影響。
- 二、受測者在單車環島期間及鐵人三項比賽前後，體內的肌酸激酶-MB 部分濃度變化無顯著影響。
- 三、受測者在單車環島期間及鐵人三項比賽前後，體內的 N 端原腦類排鈉肽勝濃度變化無顯著影響。
- 四、受測者在單車環島期間及鐵人三項比賽前後，體內的心肌肌鈣蛋白濃度變化無顯著影響。

第貳章 文獻探討

第一節 運動與心臟的關係

目前一般人的觀念都知道運動可以帶來長期的效益，例如說維持體型、促進血液循環及心肺功能、增加熱量消耗、消除緊張、增強抵抗力、增加免疫力…等等的好處（王慧如等，2004），也有研究發現，運動可以使心肌強壯並降低心臟的工作負荷。而心跳加快、血壓升高是運動期間常見的現象，主要是因為運動時腦中心血管調節中樞（cardiovascular control center）經由交感神經系統對竇房結與房室結的刺激，促使心跳的增加，並造成心輸出量增加，導致血壓上升。短期、低強度運動的恢復期是相當快速的，個體與個體之間的恢復速度是會有差異的，例如：受過專業訓練的運動員比未經訓練的一般大眾具有較好的運動恢復能力（Powers & Howley, 2004），也代表運動員有較強的心臟調節能力。

但在長時間、中高強度運動下，尤其是類似馬拉松或鐵人三項等運動項目，若再加上環境的影響，運動表現能力一定是不如預期的好；經過長期的訓練及比賽，更會造成身體機能的傷害，為了運動員的選手生涯著想，目前已有許多研究都著重在運動與心臟損傷的關係，藉由長時間的賽事，監控受測者比賽前後的血液生化指標，評估其運動強度、時間對心臟的損傷程度。

第二節 運動血液生化指標

血液生化指標是目前運動科學人員用來監控運動員生理變化的指標之一，且運動生化指標靈敏度和準確度也比一般的檢驗來得高。下面就列舉四個與心臟損傷相關的生化指標：

一、肌紅蛋白 (myoglobin)

肌紅蛋白是一種細胞內原血色素蛋白，存在於骨骼肌與心肌內，在心肌內不僅與氧氣的運輸有關，也可以攜帶氧氣。因為分子量只有 17.8 kD(kiloDalton)，所以受傷之後可以很快地就進入到循環系統中，並存在肌肉細胞內(Mair & Puschendorf, 1995)。在醫學臨床上被廣泛地應用於評估心肌梗塞：當急性心肌梗塞(acute myocardial infarction, AMI)發作並伴隨胸痛發病後，2小時之後 myoglobin 濃度就會增高，大約 4-12 小時就會達到高峰值，之後約 24 小時就會回復到正常值(Lewandrowski, Chen, & Januzzi, 2002)。由於 myoglobin 通常比其他的生化指標早兩個小時出現在血液中，因此適合用來早期診斷 AMI。正常人安靜時 myoglobin 的濃度範圍約為 60 ng ml^{-1} 以下(Takashima, Ishii, Takizawa, Yamaguchi, & Nosaka, 2007)。

二、肌酸激酶-MB 部分 (MB isoenzymes of creatine kinase, CK-MB)

CK(creatine kinase)是一種雙偶聚合的酵素，在肌肉內是用來催化磷酸肌酸(phosphocreatine, PC)轉變為肌酸，並將磷酸根轉給腺嘌呤核苷二磷酸(adenosine diphosphate, ADP)，形成腺嘌呤核苷三磷酸(adenosine

triphosphate, ATP), 提供人體能量需求。目前已知 CK 有三種同功酶(isoenzyme), 分別是大量存在於骨骼肌組織中的 CK-MM、腦組織中的 CK-BB 和心肌組織中的 CK-MB(鄭桂玫、洪明吉, 2000)。嚴重的肌肉損傷也有可能造成 CK-MB 的上升, 這是因為骨骼肌中含有少量的 CK-MB (<2%), 因此導致 CK 對心肌梗塞的專一性降低, 臨床大都已改用專一性更高的 CK-MB 作為急性心肌梗塞的診斷指標之一。當急性心肌梗塞發作並伴隨胸痛發病後, 大約 4-9 小時濃度上升, 24 小時就會達到高峰值, 而在 48-72 小時回復到正常值(Lewandrowski 等, 2002)。CK-MB 的分子量為 86.0 kD, 安靜時正常的濃度範圍約為 5.0 ng ml⁻¹ 以下(Shave 等, 2004)。

Niemelä, Palatsi, Ikäheimo, Takkunen, 與 Vuori(1984) 以 13 位超級馬拉松的跑者為對象, 在經過了 24 小時的馬拉松賽後, 結果發現 CK-MB 濃度的百分比從 2% 升高到 6%。

三、N 端原腦類排鈉肽 (N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP)

BNP(b-type natriuretic peptide, B 型排利尿鈉肽) 主要是由心室肌細胞分泌的一種神經激素, 當心室內的壓力、容積增加時就會促使 BNP 被合成, 當 BNP 前驅物(ProBNP) 裂解時, 就會分化一個含 32 個胺基酸活性的 BNP 及另一個含 76 個胺基酸氮端碎片的 BNP (N-terminal proBNP, NT-proBNP)。BNP 的分子量為 3.5 kD, 安靜時正常的濃度範圍約為 100 pg ml⁻¹ 以下; NT-proBNP 的分子量為 8.5 kD, 安靜時正常的濃度範圍約為 125 pg ml⁻¹ 以下。但因為 BNP

的半衰期只有 20 分鐘，而 NT-proBNP 的半衰期有 120 分鐘，因此目前本實驗檢測以 NT-proBNP 為主 (Scharhag, George, Shave, Urhausen, & Kindermann, 2008)。

Huang 等 (2002) 以 23 位健康男子為對象，平均年齡 25 歲，實驗前一星期就先監控受測者的飲食內容及維持相似的生活作息與運動，之後進行 Bruce 的跑步機測試，結果發現運動過後 BNP 濃度有立即的升高，但經過一小時之後又回復到安靜時的基準值。Ohba 等 (2001) 以 10 名健康的男子為對象，平均年齡 46.2 ± 10.7 歲，進行 100 公里的超級馬拉松賽之後，觀察血液內 BNP 濃度的變化，結果發現 BNP 平均濃度在運動後皆顯著比運動前高於 6 倍之多。

König 等 (2003) 以 11 名受過高強度訓練的職業單車選手為對象，平均年齡 27 ± 4 歲，參加一場為期 5 天的職業級單車賽後，結果發現比賽過後 BNP 濃度顯著增高 ($p < 0.01$)。Neilan 等 (2006) 以 60 位受過訓練的跑者為對象，其中 41 位為男性，19 位為女性，平均年齡為 41 歲左右，參與馬拉松比賽之後，結果發現 NT-proBNP 平均濃度從 63 增加到 131 pg ml^{-1} 。

四、心肌肌鈣蛋白 (cardiac troponin T, cTnT)

肌鈣蛋白位於細肌絲上，並和肌動蛋白 (actin) 及原肌凝蛋白 (tropomyosin) 連結，共同調節心肌及骨骼肌的收縮。肌鈣蛋白有三個結構不同的異構物組成，包括 troponin C (TnC)、troponin I (TnI) 及 troponin T (TnT)，其分子量分別為 18 kD、23 kD、34 kD (Reiffert, Jaquet, Helimeyer, & Herberg, 1998)。分別存在骨骼肌和心肌中的 TnI 及 TnT，各

自擁有獨特的胺基酸序列，因此在臨床診斷上比其他的心臟酵素有更高的特異性及敏感性(Lewandrowski 等, 2002)，目前已被廣泛用於急性冠心病 (acute coronary syndrome, ACS) 之診斷 (劉銘恩、侯嘉殷、周友三、蔡正河, 2004; Adams & Apple, 2004)。本研究以檢測 cTnT 為主，當急性心肌梗塞發作並伴隨胸痛發病後，大約 4-9 小時濃度上升，12-24 小時就會達到高峰值，甚至持續達 14 天之久(Lewandrowski 等)。而正常人安靜時 cTnT 的濃度範圍約為 0.1 ng ml^{-1} 以下 (Scharhag 等, 2008)。

König 等 (2003) 以 11 名受過高強度訓練的職業單車選手為對象，平均年齡 27 ± 4 歲，參加一場為期 5 天的職業級單車賽後，結果發現，整體平均的 cTnT 沒有顯著地增高，只有 1 位受測者的 cTnT 有增高到 0.1 ng ml^{-1} 。Ohba 等 (2001) 以 10 名健康的男子為對象，平均年齡 46.2 ± 10.7 歲，進行 100 公里的超級馬拉松賽之後觀察體內 cTnT 濃度的變化，結果發現 cTnT 濃度在運動後皆顯著高於運動前，平均濃度為 $1.26 \pm 1.08 \text{ ng ml}^{-1}$ 。另外，Shave 等 (2002) 以 8 名受過訓練的男子進行 30 分鐘、坡度 15% 的下坡跑步，平均年齡為 29 ± 9 歲，結果發現，運動後的 cTnT 濃度並沒有增高的現象。

第三節 不同運動型態對心臟損傷影響之相關文獻

運動強度為中高強度的單車長途騎乘，和高強度且長時間的鐵人三項運動，這兩種不同類型的運動型態與心臟損傷間的關係可以由以下相關研究得知：

Rifai, Douglas, O'Toole, Rimm, 與 Ginsburg(1999) 以 11 位男性和 12 位女性為受測者，在完成 3.9 公里游泳、180.2 公里腳踏車及 42.2 公里跑步的鐵人三項比賽之後，檢測血液內的 cTnT 濃度，發現到有 9% 的受測者升高到 $0.15 \mu\text{g l}^{-1}$ 和 $0.33 \mu\text{g l}^{-1}$ ，另有 17% 的受測者濃度升高到 $0.04 \mu\text{g l}^{-1}$ 到 $0.05 \mu\text{g l}^{-1}$ 之間，而作者認為生化指標顯示超耐力運動會造成心肌損傷。

Whyte 等(2000) 以 14 名平均年齡為 32 ± 5 歲且受過專業訓練的運動員為對象進行半鐵人三項比賽 (1.9 公里游泳、90 公里腳踏車和 21 公里跑步)，在經過四星期後，其中的十位受測者(平均年齡為 29 ± 3 歲)又進行鐵人三項比賽 (3.8 公里游泳、180 公里腳踏車和 42 公里跑步)，結果發現比賽結束後兩組受測者 CK-MB 的濃度皆明顯的升高，分別增加了 80 % 及 105 % ($p < .05$)，過了 48 小時後 CK-MB 的濃度分別比賽前還多了 67 % 及 55 % ($p < .05$)。作者認為：雖然在心臟損傷的機制還不是很瞭解之下，鐵人三項及半鐵人三項運動仍然是有可能會造成心臟損傷的。

König 等(2003) 以 11 名受過高強度訓練的職業單車選手為對象，平均年齡 27 ± 4 歲，參加一場為期 5 天的職業級單車賽後，結果發現賽後的 CK-MB 濃度從 5.5 ± 1.7 增高到 $7.3 \pm 2.6 \text{ U l}^{-1}$ ；Myoglobin 濃度有顯著性地增高 ($p < .01$)。

Shave 等(2004) 以九名受過訓練的男運動員為對象進行

半鐵人三項運動（1.9 公里游泳、90 公里腳踏車和 21.1 公里跑步），結果發現在運動期間和運動結束後測得的 CK-MB 濃度都有顯著的增加（ $p < .05$ ），其濃度的改變量為比賽前是 $2.8 \pm 0.4 \text{ ng ml}^{-1}$ 、游泳結束後是 $3.3 \pm 0.5 \text{ ng ml}^{-1}$ 、腳踏車結束後是 $3.7 \pm 0.6 \text{ ng ml}^{-1}$ 、跑步結束後 $5.8 \pm 0.6 \text{ ng ml}^{-1}$ ；另外在運動結束後發現到有 44% 的受測者 cTnT 濃度從 $0 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ 升高到 $0.01 \mu\text{g l}^{-1}$ 至 $0.021 \mu\text{g l}^{-1}$ 之間；作者則認為雖然血液生化濃度的改變量不大，但半鐵人三項運動仍可能會造成輕微的心臟損傷。

第參章 研究方法與步驟

第一節 研究對象

一、單車環島

本研究對象是以參與國立臺灣體育大學（臺中）所主辦的「2008 第三屆『鐵駱駝』單車環島體驗隊活動」的學員們為受測者，活動共計 15 天，全程總長 1114 公里，單日騎乘平均 74.26 公里，每日騎乘時間約 6 至 7 小時。活動前舉辦行前說明會，除了說明行進路線及注意事項外，同時並徵求實驗的受測者；在告知實驗的目的、流程及檢測項目後，由參加活動者自行決定是否參與實驗，並填寫受試者同意書。

二、鐵人三項

本研究對象是以參加 2008 年 4 月 26 日舉辦的 2008 第二屆東華盃高中暨大專校園鐵人三項的學生為受測者，在告知實驗的目的、流程及檢測項目後，由參加活動者自行決定是否參與實驗，並填寫受試者同意書。

第二節 實驗設計

一、單車環島

本實驗是配合「2008 第三屆『鐵駱駝』單車環島體驗隊活動」的規劃路線來進行抽血，因此為期 15 天的活動是從 2008 年 7 月 13 日從台中出發，直到 2008 年 7 月 27 日回到台中，期間的行進路徑及里程數如表 1，路線的海拔高度變化圖如圖 1 所示。

二、鐵人三項

本實驗設計是以 2008 年 4 月 26 日舉辦的 2008 第二屆東華盃高中暨大專校園鐵人三項比賽為主，比賽內容為亞奧運標準賽程（半程）25.75 公里、比賽總時間以 2 小時為限，其中運動項目為 750 公尺游泳（限時 30 分鐘）、20 公里自行車（限時 50 分鐘）、5 公里路跑（限時 40 分鐘）。

表 1 2008 第 3 屆臺體大「鐵駱駝」行進路線

日期	行進路線	總里程 (公里)
第一天	台中 — 苗栗	53
第二天	苗栗 — 北埔 — 關西	72
第三天	關西 — 大溪 — 台北	59
第四天	台北 — 坪林 — 宜蘭	83
第五天	宜蘭 === Rail Way === 花蓮	5
第六天	花蓮 ←→ 天祥	100
第七天	花蓮 — 光復 — 玉里	108
第八天	玉里 — 池上 — 台東	91
第九天	台東 — 壽峠 — 車城	120
第十天	車城 — 滿州 — 恆春	67
第十一天	墾丁假期 (自由行、宿恆春)	0
第十二天	恆春 — 枋寮 — 屏東	87
第十三天	屏東 — 楠梓 — 大埔	103
第十四天	大埔 — 中埔 — 嘉義	66
第十五天	嘉義 — 台中	100
合計		1114

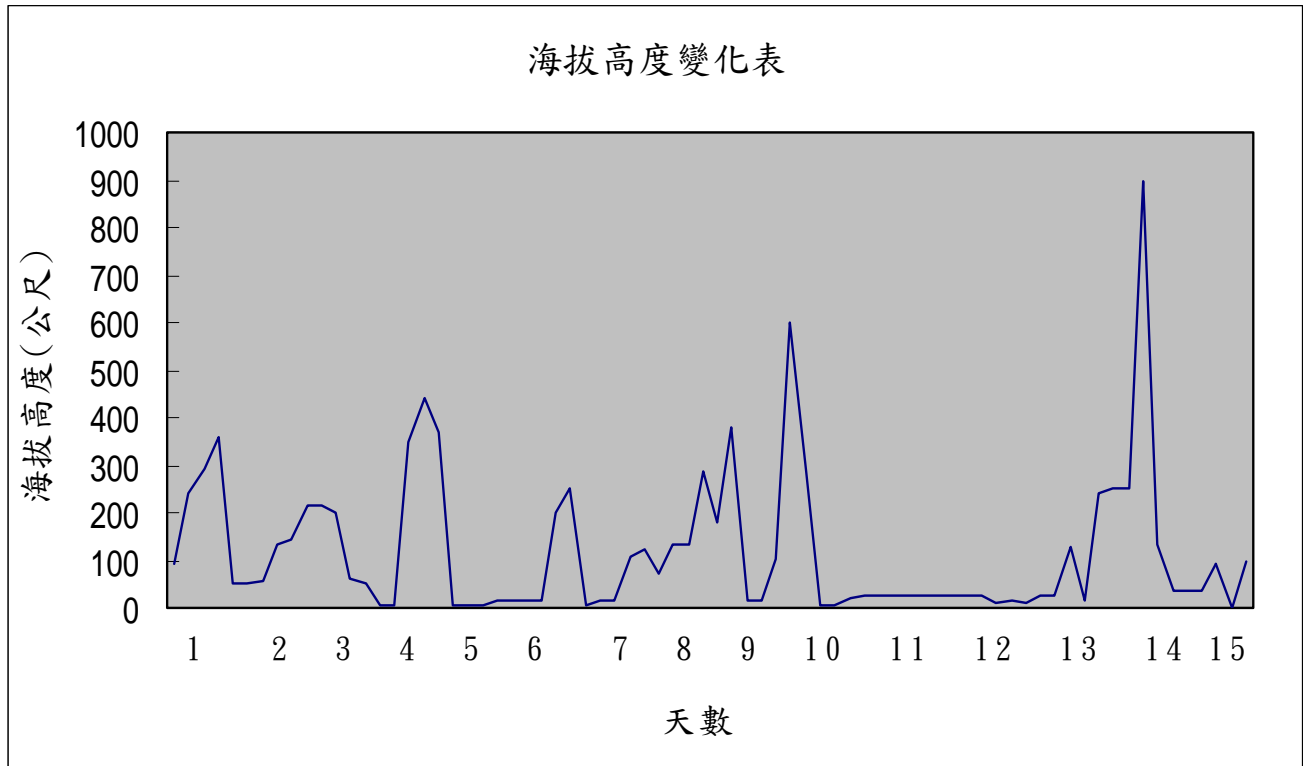


圖 1 單車環島行進路線之海拔高度變化表



圖 2 單車環島之活動概況

第三節 實驗流程

一、單車環島

本實驗流程如下圖所示：

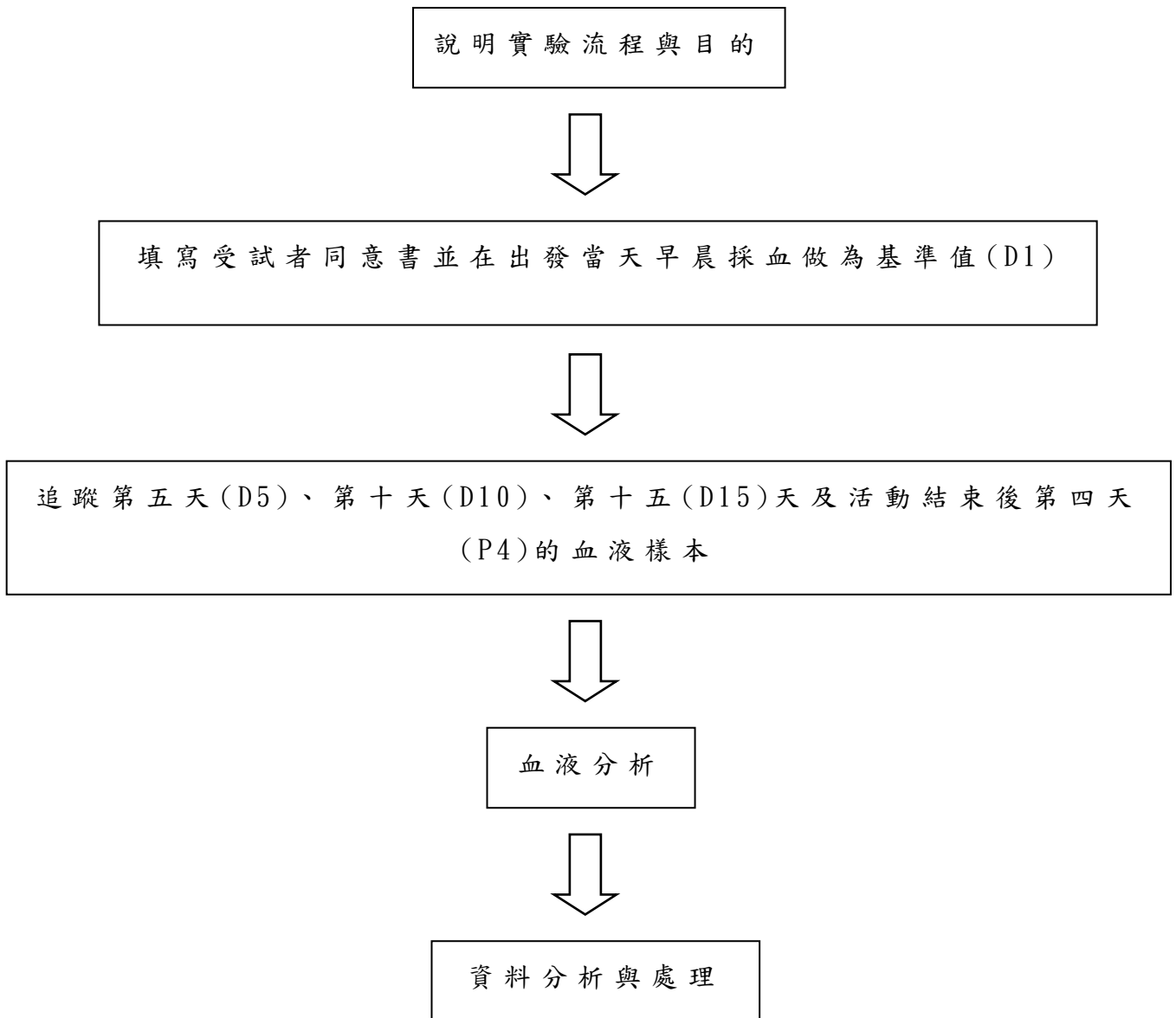


圖 3 單車環島之實驗流程

二、鐵人三項

本實驗流程如下圖所示：

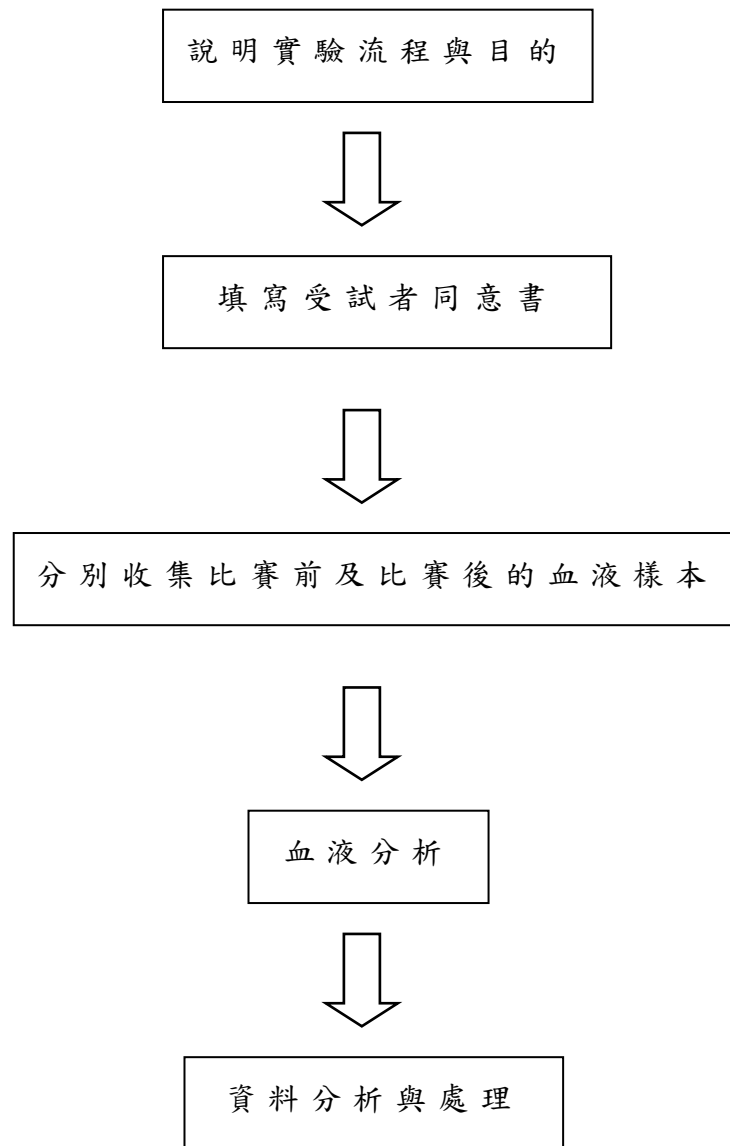


圖 4 鐵人三項之實驗流程

第四節 實驗儀器與設備

本實驗所使用到的儀器與設備如下（如圖 5）：

- 一、附抗凝血劑之採血針頭（Vacuette 22G x 1 1/2”， Greiner BIO-ONE, Frickenhausen, Germany）與針筒（Vacuette K3E K₃EDTA 6 毫升， Greiner BIO-ONE, Frickenhausen, Germany）
- 二、離心機（Allegra® X-22R Refrigerated Benchtop Centrifuge, Beckman Coulter, Inc, California, USA）
- 三、自動免疫電子冷光儀（Hitachi Elecsys 2010, Roche Diagnostics, Germany）



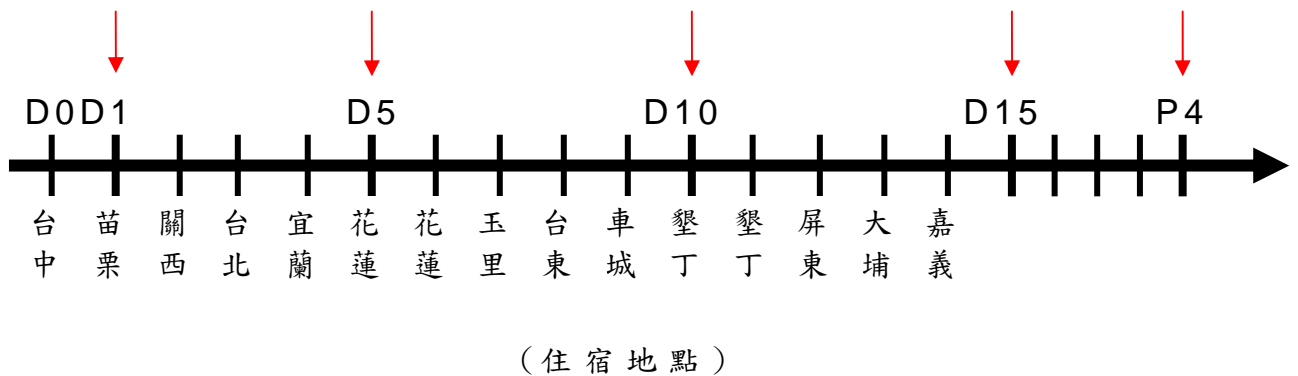
圖 5 儀器與設備（左：附抗凝血劑之採血針頭與針筒，中：離心機，右：自動免疫電子冷光儀。）

第五節 血液採集與分析

一、血液採集

(一)單車環島

共有五個採血點，除了出發前取得的血液樣本作為基準值(D1)及環島結束後第四天(P4)的血液樣本之外，其餘的三個採血點分別為出發後的第五天(D5)、第十天(D10)、及第十五天(D15)（如圖 6）。採血的前一天皆以口頭提醒受測者晚上十點過後請勿進食，但並沒有強制水分的攝取；抽血的當天，皆由專業並領有合格證書的護理人員進行抽血，在採血過程中會請受測者先握拳並綁上止血帶，並選擇肘內側正中靜脈採血，之後將 Vacuette 針頭（38 公厘 x 0.7 公厘）抽入手肘靜脈，再利用內含抗凝固劑的真空管（EDTA 紫管）收集血液，總共採血量為 6 毫升 x 3（管）= 18 毫升。早晨五點半開始抽血，於一小時內採集血液完畢。



↓ : 為採血點

圖 6 單車環島之血液採集時間點

(二)鐵人三項

共有二個採血點，分別為比賽前與比賽後（如圖 7），並在比賽前一小時內及比賽後 30 分鐘內採血完畢。抽血的當天，皆由專業並領有合格證書的護理人員進行抽血，在採血過程中會請受測者先握拳並綁上止血帶，並選擇肘內側正中靜脈採血，之後將 Vacuette 針頭（38 公厘 x 0.7 公厘）抽入手肘靜脈，再利用內含抗凝固劑的真空管（EDTA 紫管）收集血液，總共採血量為 6 毫升 x 1（管） = 6 毫升。

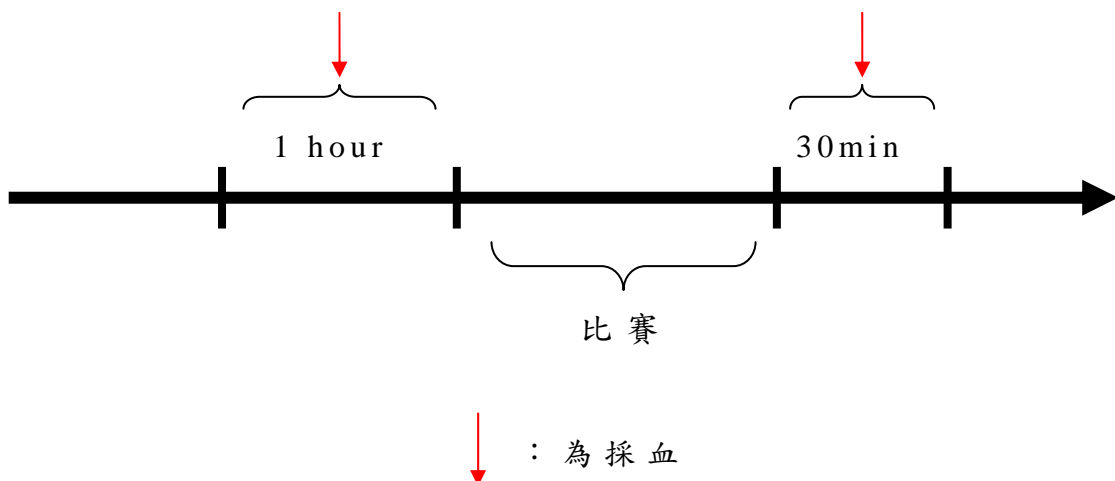


圖 7 鐵人三項之血液採集時間點

二、血液分析與檢測項目

採集的血液先以離心機將血漿與血球分離（8000轉，5分鐘），取血漿後放置到 -80°C 的冰箱，待所有受測者實驗結束後再一併分析。分析項目有 Myoglobin、CK-MB、proBNP、cTnT。

（一）Myoglobin 濃度分析

利用 Hitachi Elecsys 2010(Roche Diagnostics, Germany) 自動免疫電子冷光儀器進行分析，儀器能測量到的最小濃度為 21 ng ml^{-1} ，最大濃度為 3000 ng ml^{-1} 。

（二）CK-MB 濃度分析

利用 Hitachi Elecsys 2010(Roche Diagnostics, Germany) 自動免疫電子冷光儀器進行分析，儀器能測量到的最小濃度為 0.100 ng ml^{-1} ，最大濃度為 500.0 ng ml^{-1} 。

（三）NT-proBNP 濃度分析

利用 Hitachi Elecsys 2010(Roche Diagnostics, Germany) 自動免疫電子冷光儀器進行分析，儀器能測量到的最小濃度為 5 pg ml^{-1} ，最大濃度為 $35,000\text{ pg ml}^{-1}$ 。

（四）cTnT 濃度分析

利用 Hitachi Elecsys 2010(Roche Diagnostics, Germany) 自動免疫電子冷光儀器進行分析，儀器能測量到的最小濃度為 0.010 ng ml^{-1} ，最大濃度為 25.00 ng ml^{-1} 。

第六節 資料處理與統計分析

一、單車環島

本實驗所有數據資料均以平均數 \pm 標準差形式表現 (Mean \pm SD) , 以描述性統計分析受測者基本資料, 以重複量數單因子變異數 (one-way ANOVA) 分析同一組間各時間點之差異, 若是主效應顯著, 再以 Bonferroni post hoc analysis 進行事後比較, 顯著性定為 $p < .05$ 。所有資料以 SPSS for Windows 10.0 中文視窗版套裝軟體進行分析。

二、鐵人三項

本實驗所有數據資料均以平均數 \pm 標準差形式表現 (Mean \pm SD) , 以描述性統計分析受測者基本資料。利用成對樣本 T 檢定 (Paired T test) 進行比賽前後血液參數的差異, 顯著性定為 $p < .05$ 。所有資料以 SPSS for Windows 10.0 中文視窗版套裝軟體進行分析。

第肆章 結果

第一節 受試者基本資料

一、單車環島

受測者基本資料如表 2 所示，研究對象共 32 名（男性 24 名，女性 8 名）。

表 2 單車環島之受試者基本資料

環島前	
人數	32
年齡 (age)	23.91 ± 6.17
身高 (m)	1.69 ± 0.09
體重 (kg)	61.8 ± 9.08

二、鐵人三項

受試者基本資料如表 3 所示，研究對象為男性共 10 名。受試者參賽完成時間平均為 76.22 ± 8.68 分鐘；平時練習情況則是一天平均練習 136 ± 94.04 分鐘，一星期練習時間皆達 210 分鐘以上。

表 3 鐵人三項之受試者基本資料

受試者基本資料	
人數	10
年齡 (age)	22.6 ± 2.8
身高 (m)	1.72 ± 0.05
體重 (kg)	66.1 ± 6.64

第二節 血液生化值

一、單車環島

受試者不同時期之血液生化值濃度變化如表 4 所示。

表 4 單車環島不同時期之血液生化值濃度變化

	D1	D5	D10	D15	P4
Myoglobin					
(ng ml ⁻¹)	34.98±9.39	51.42±20.99	36.72±12.25	36.60±10.88	41.90±30.74
CK-MB					
(ng ml ⁻¹)	2.58±0.69	4.39±2.17	3.51±1.26	4.35±2.70	3.40±2.76
NT-proBNP					
(pg ml ⁻¹)	29.79±33.69	64.22±137.88	48.58±79.96	47.16±69.58	27.13±30.95

(一) Myoglobin 濃度變化

在環島第五天，Myoglobin 比出發前有顯著的增高，之後就恢復到基準值，如圖 8 所示，以變化百分比呈現。

(二) CK-MB 濃度變化

在環島第五天、第十天及第十五天，CK-MB 比起出發前皆顯著的增高，在第五天和第十天時達到最高峰，環島結束後則是漸漸回復到基準值，如圖 9 所示，以變化百分比呈現。

(三) NT-proBNP 濃度變化

在環島第五天、第十天及第十五天，NT-proBNP 比起出發前皆顯著的增高，在第五天時達到最高峰，之後則是緩慢的下降，到環島結束後則是漸漸回復到基準值，如圖 10 所示，以變化百分比呈現。

(四) cTnT 濃度變化

鑑於本研究中鐵人三項結果所示(比賽前後 cTnT 濃度低於最小檢測值以下)，在此只隨機抽樣其中八位受試者檢測 cTnT 濃度，結果也是皆低於最小檢測值以下，因此最後決定不檢驗單車環島的全部受測者。

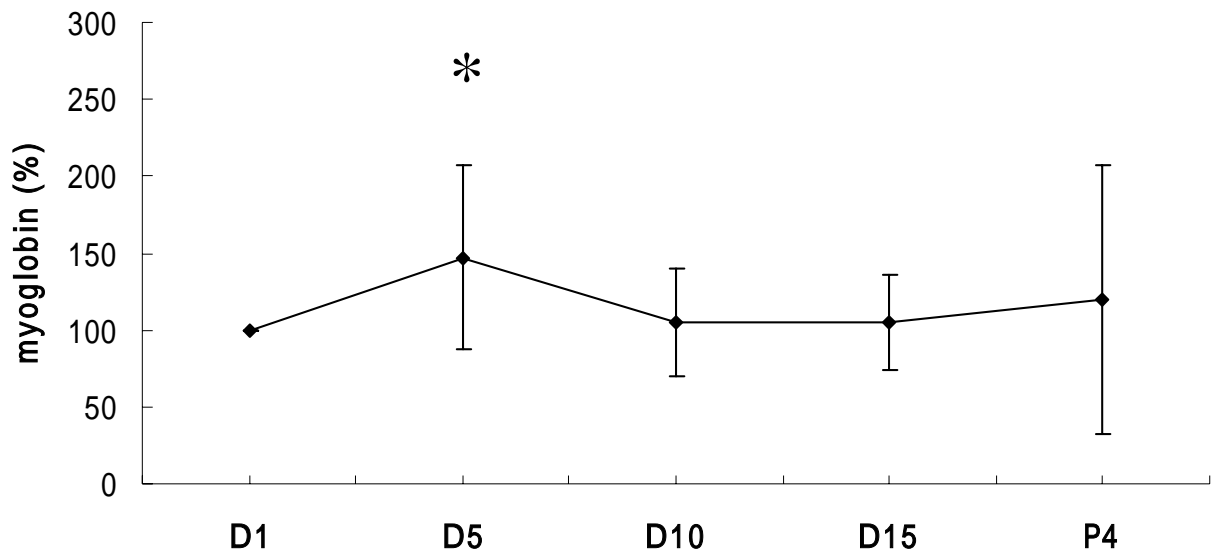


圖 8 環島期間 Myoglobin 的濃度變化百分率

註：* 表示比起環島前達顯著差異 ($p < .05$)

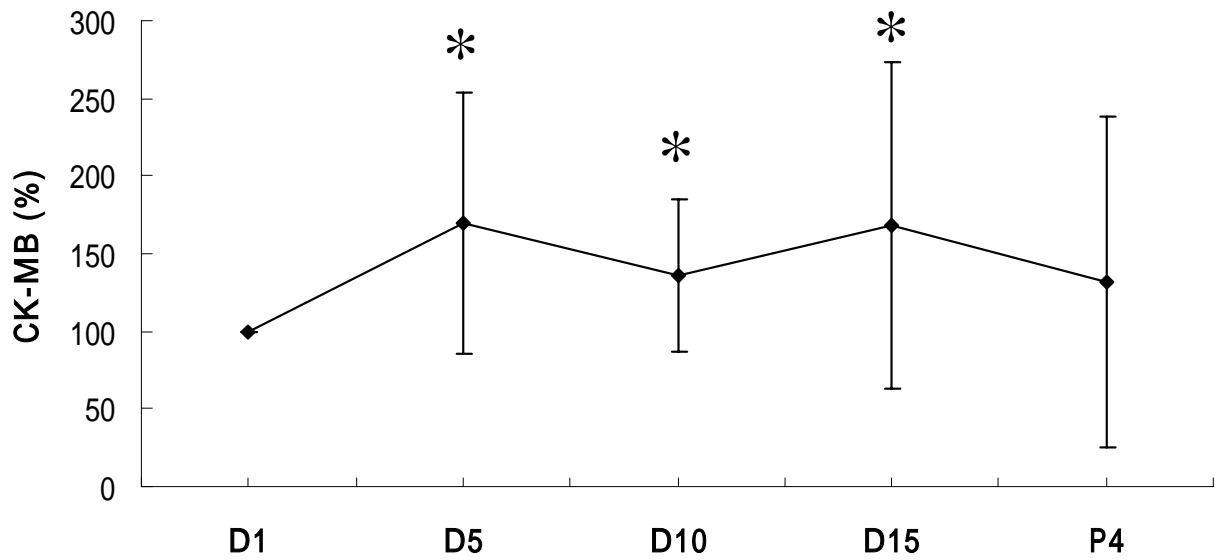


圖 9 環島期間 CK-MB 的濃度變化百分率

註：* 表示比起環島前達顯著差異 ($p < .05$)

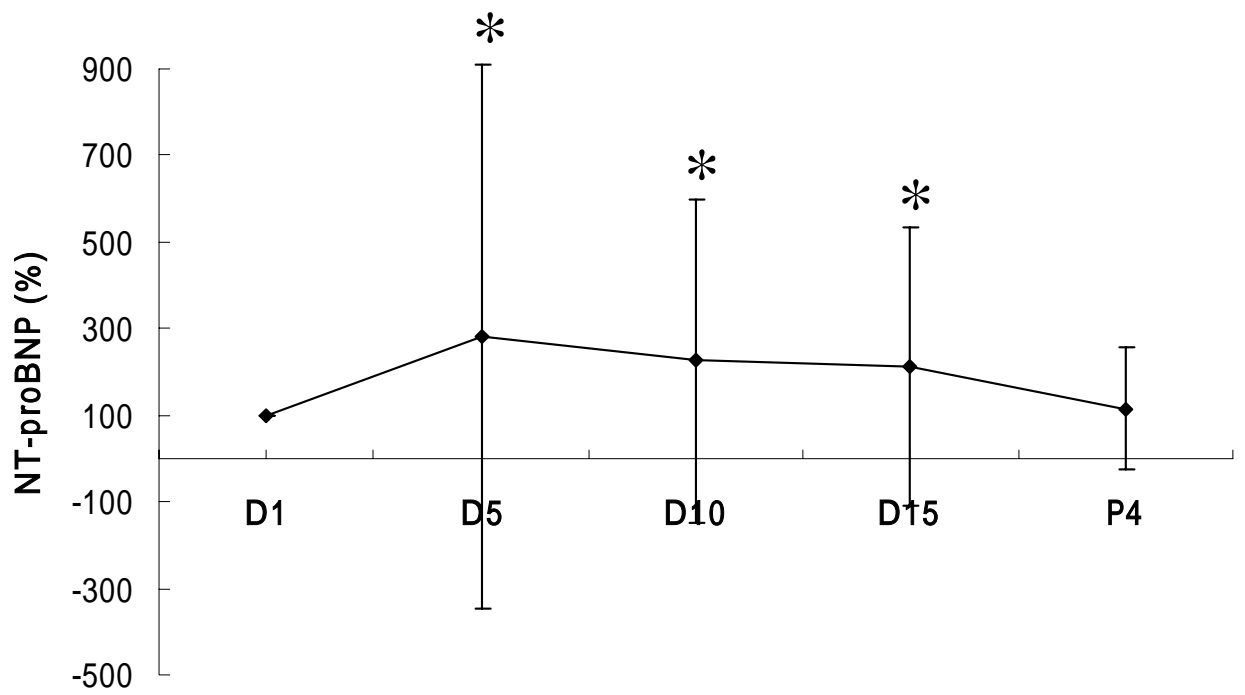


圖 10 環島期間 NT-proBNP 的濃度變化百分率

註：* 表示比起環島前達顯著差異 ($p < .05$)

二、鐵人三項

受試者比賽前後之血液生化值濃度變化如表 5 所示。

表 5 鐵人三項比賽前後之血液生化值濃度變化

	比賽前	比賽後
Myoglobin(ng ml^{-1})	37.10 ± 11.8	$181.61 \pm 105.04^*$
CK-MB(ng ml^{-1})	3.54 ± 1.29	$4.37 \pm 1.43^*$
NT-proBNP(pg ml^{-1})	24.24 ± 23.37	$40.81 \pm 45.42^*$
cTnT(ng ml^{-1})	<0.01	<0.01

註：*表示比起比賽前達顯著差異 ($p < .05$)

(一) Myoglobin 濃度變化

受試者比賽後 Myoglobin 濃度顯著高於比賽前，如圖 11 所示。

(二) CK-MB 濃度變化

受試者比賽後 CK-MB 濃度顯著高於比賽前，如圖 12 所示。

(三) NT-proBNP 濃度變化

受試者比賽後 NT-proBNP 濃度顯著高於比賽前，如圖 13 所示。

(四) cTnT 濃度變化

受試者比賽前後 cTnT 濃度低於最小檢測值以下。

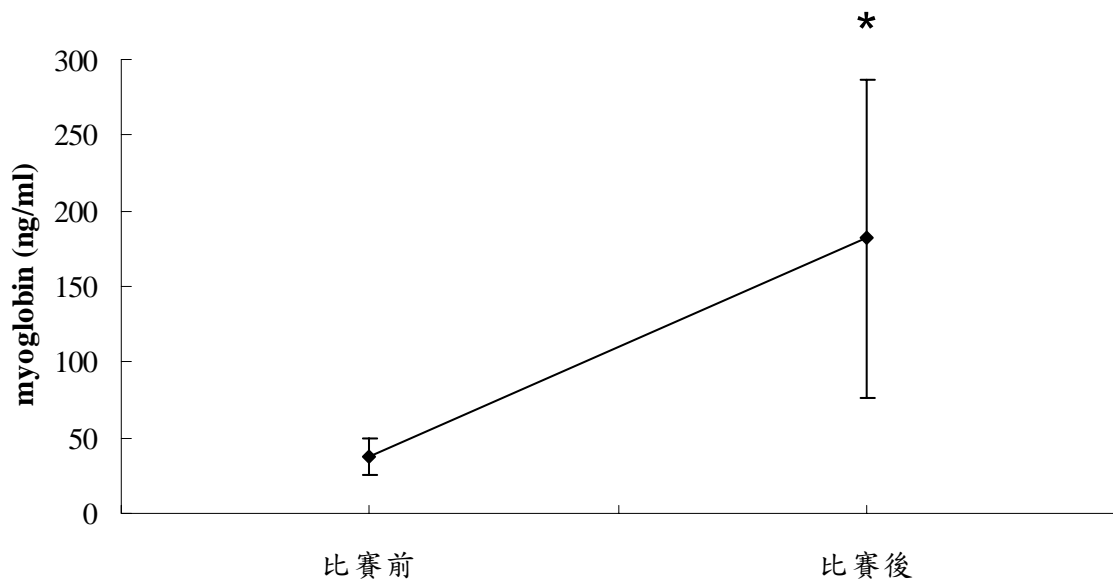


圖 11 鐵人三項比賽期間 Myoglobin 的濃度變化

註：* 表示比比賽前達顯著差異 ($p < .05$)

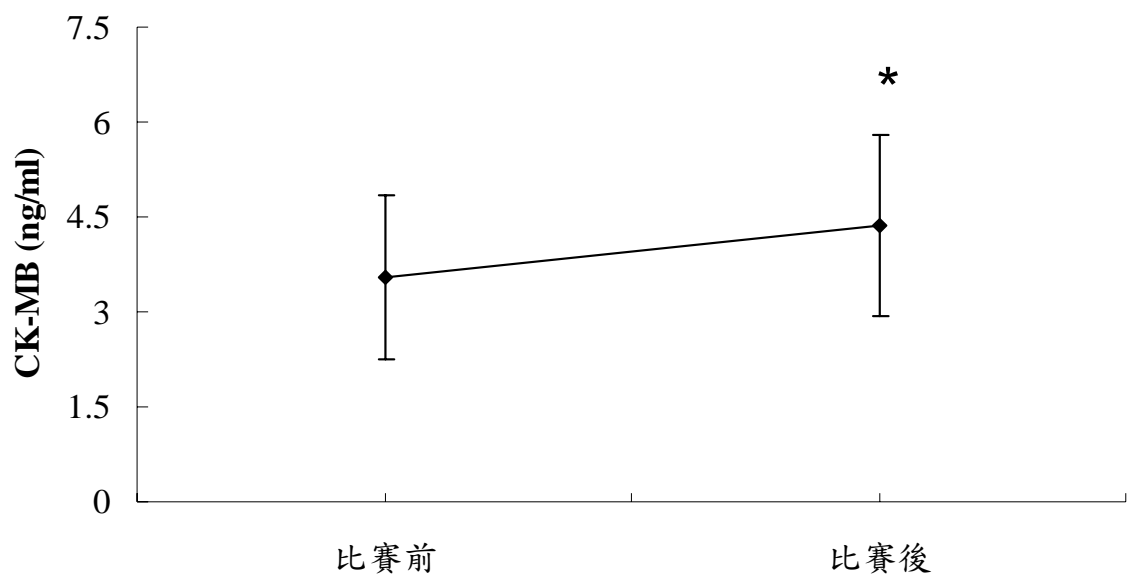


圖 12 鐵人三項比賽期間 CK-MB 的濃度變化

註：* 表示比比賽前達顯著差異 ($p < .05$)

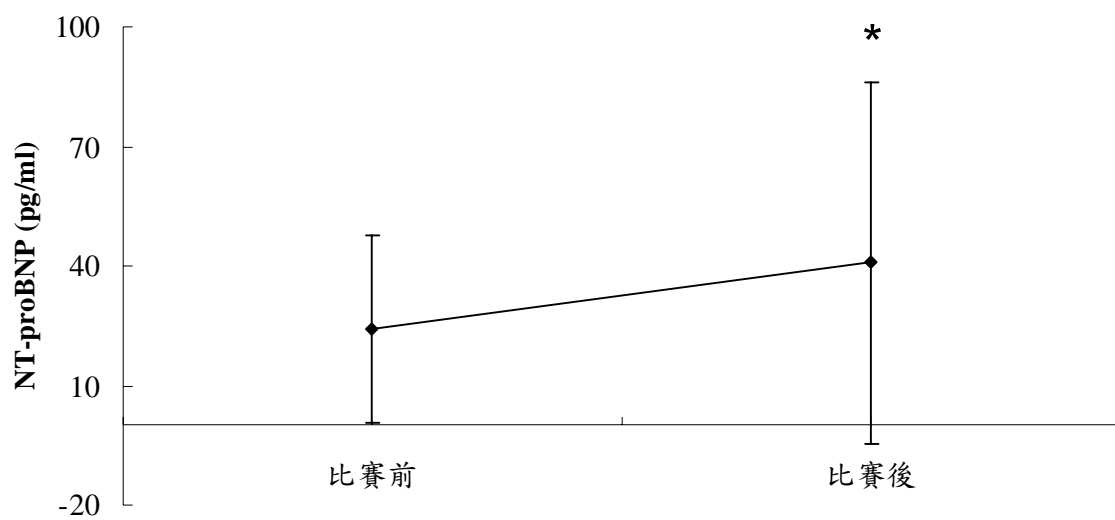


圖 13 鐵人三項比賽期間 NT-proBNP 的濃度變化

註：* 表示比比賽前達顯著差異 ($p < .05$)

第五章 討論

本研究主要發現不論運動持續時間的長短，都有可能刺激心室壁壓力增加進而影響心肌細胞的活化，結果導致 myoglobin、CK-MB、NT-proBNP 和 cTnT 的濃度上升。

從本研究中發現參加十五天單車環島的受試者，持續運動一週內 (D5)，血液生化指標濃度皆顯著地增多：myoglobin 增加了 46% ($P < .05$)、CK-MB 增加了 70% ($P < .05$)、NT-proBNP 增加了 181% ($P < .05$)。若相同運動持續兩週後 (D10、D15)，血液生化指標濃度有下降的趨勢但還是比出發前 (D1) 的基準值偏高。值得討論的是，myoglobin 的濃度在 D10、D15 這兩天的濃度幾乎快回復到基準值，有可能是因為在運動過程中產生適應現象，以及 myoglobin 分子量小、分化速率快 (Lewandrowski 等, 2002)，導致濃度變化不大。CK-MB 則是在 D10 到 D15 這段期間濃度呈現上升的現象，推測有可能是因為此段路程有較多起伏變化的山路，且運動期間沒有足夠的休息，導致骨骼肌肌肉損傷並釋出 CK-MB，因此 CK-MB 的濃度才會又呈現增加的現象。而 NT-proBNP 在 D5-D10、D10-D15 期間則是呈現濃度漸減的結果。單車環島活動結束後的四天 (P4)，myoglobin、CK-MB 和 NT-proBNP 的濃度皆回復到基準值 (D1) 的濃度。由此研究結果推測：經由短暫的運動後，會增高心臟的適應能力，但若是持續運動仍然會增加肌肉損傷之機率。

本研究中另一項發現參加鐵人三項的受試者，血液生化指標 (myoglobin、CK-MB 和 NT-proBNP) 的濃度在比賽後皆有顯著的增加：myoglobin 濃度從 37.1 ng ml^{-1} 增高到 $181.61 \text{ ng ml}^{-1}$ ($P < .05$)，相當於增加了 389%、CK-MB 濃度從 3.54

ng ml⁻¹ 增高到 4.37 ng ml⁻¹ (P < .05)，相當於增加了 23%、NT-proBNP 濃度從 24.24 pg ml⁻¹ 增高到 40.81 pg ml⁻¹ (P < .05)，相當於增加了 68%，而 cTnT 的濃度則是在比賽前後都呈現 <0.01 ng ml⁻¹。值得討論的是，myoglobin 濃度上升的幅度遠比其他生化指標來得高，且濃度超過臨床檢驗的標準值，推測有可能是因為伴隨比賽競爭之加強出力導致骨骼肌肉的損傷並釋放出 myoglobin，畢竟在需肌耐力的比賽中，急性肌肉損傷仍是無法避免的。另一個原因也有可能是因為參加鐵人三項的受試者皆是有受過專業運動訓練的運動員，所以具有較佳的體能恢復與心臟調節能力。

另外，從本研究中也發現到不同型態的運動，例如：單車與長跑，皆會造成血液生化指標濃度的提升。Shave 等 (2004) 的研究結果顯示從事約 2 小時的單車活動後，myoglobin 濃度從 $39.2 \pm 13.2 \mu\text{g ml}^{-1}$ 增高到 $51.5 \pm 16.9 \mu\text{g ml}^{-1}$ ，24 小時後濃度為 $52.4 \pm 17.5 \mu\text{g ml}^{-1}$ ；CK-MB 濃度從 $3.6 \pm 2.1 \text{ ng ml}^{-1}$ 增高到 $3.7 \pm 2.0 \text{ ng ml}^{-1}$ ，24 小時後濃度降到 $3.0 \pm 1.2 \text{ ng ml}^{-1}$ ；cTnT 濃度運動前後皆無顯著改變。Scharhag 等 (2005) 的研究結果顯示分別從事運動時間約 4 小時的馬拉松、約 10 小時的 100 公里長跑、以及約 6 小時的單車活動後，NT-proBNP 濃度皆明顯增高，尤其 100 公里長跑的受試者濃度增加的最多。CK-MB 的變化則是 100 公里長跑的受試者組濃度增加的最多。cTnT 的濃度變化則是受測者總數 105 人中有 49 人超過 0.01 ng ml^{-1} (47%)，32 人超過 0.02 ng ml^{-1} (30%)。另外，Shave 等 (2003) 的研究中，歷時兩天的馬拉松競賽(第一天比賽完成時間平均約 374 ± 14 分鐘，第二天比賽完成時間平均約 298 ± 9 分鐘)，CK-MB

濃度從 $2 \pm 1.7 \text{ ng ml}^{-1}$ 變成 $5.9 \pm 1.7 \text{ ng ml}^{-1}$ ，再增高到 $11.9 \pm 4.9 \text{ ng ml}^{-1}$ ；cTnT 濃度從 0 ng ml^{-1} 升高至 0.01 ng ml^{-1} ，再降為到 0.004 ng ml^{-1} 。

這些研究結果綜合歸納後可以得知運動持續時間越長的運動，越可能加重心肌細胞的負荷，導致相關激素被分解到血液中。檢驗是否有心肌損傷，不能只依靠一項生化指標作參考值，尤其是 myoglobin 濃度的改變量最多，這可能是因為運動造成急性肌肉損傷，導致 myoglobin 被大量釋放到血液中，所以還必須檢驗其他生化指標才能確定心損傷的機率。

綜合各項指標，結果顯示從事長時間的單車環島活動和鐵人三項比賽後明顯增加心臟負荷，但是 cTnT 濃度變化不劇烈，推測有可能是因為單車活動和鐵人三項的運動強度可能對心肌細胞所造成的傷害不大，因此在醫學臨床上用來評估 AMI 才更具有高度準確性。

第陸章 建議

本研究的單車環島活動由於參加人數眾多，無法一一準確地記錄受測者每天的飲食內容及飲水量，未配戴心率錶也是這次實驗的一項疏失；若是未來還有進行相關研究，建議可先從受測者的性別、年齡、或有無運動習慣來進行群組分類，實驗數據也將會更精確。

雖然本研究結果顯示從事長時間的單車活動和鐵人三項明顯提高心臟負荷，但實際上血液生化濃度變化皆在標準範圍內，表示對於心臟損傷的可能性不大，因此一般健康民眾皆可以從事這些活動，再搭配行政院衛生署倡導的 333 運動原則(即每週從事有氧性運動三天、每天至少運動三十分鐘、每次運動時心跳率達 130 下/分)，並在活動結束後有充足的休息、體力的回復，久而久之就會帶來長久的健康效益。

引用文獻

中文文獻

王慧如、吳鴻文、李明榮、林晉利、林晉榮、張文正等(2004)。

運動·休閒·健康科學—導論。台中市：鞋技中心。

呂旭峰、劉嘉又、薛樹清、施木青(2004)。檢測心臟衰竭的利器~Pro-BNP與BNP。 *中華民國醫檢會報*，19(5)，80-92。

陳筱婷、莊惠娟、鄭幸文(2005)。Cardiac Markers對臨床診斷應用之建議。 *醫檢會報*，3，44-48。

劉銘恩、侯嘉殷、周友三、蔡正河(2004)。肌鈣蛋白升高之急性肺動脈栓塞：病例報告暨文獻回顧。 *內科學誌*，15，125-129。

葉惠敏(2004)。腦類排鈉肽血清濃度對於全身麻醉病患處理的應用價值。2010年8月18日，取自國立台灣大學，醫學系麻醉科網址

<http://ntur.lib.ntu.edu.tw/handle/246246/28874>

鄭桂玫、洪明吉(2000)。肌酸激酶對肌肉運動傷害評估探討。 *大專體育*，49，189-193。

英文文獻

- Adam, J., & Apple, F. (2004). New blood tests for detecting heart disease. *Circulation*, *109*, e12-e14.
- Cleave, P., Boswell, T. D., Speedly, D. B., & Boswell, D. R. (2001). Plasma cardiac troponin concentrations after extreme exercise. *Clinical Chemistry*, *47*, 608-610.
- Serrano-Ostáriz, E., Legaz-Arrese, A., Terreros-Blanco, J. L., López-Ramón, M., Cremades-Arroyos, D., & Álvarez-Izquierdo, S., et al. (2009). Cardiac Biomarkers and exercise duration and intensity during a cycle-touring event. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *19*(4), 293-299.
- Huang, W. S., Lee, M. S., Perng, H. W., Yang, S. P., Kuo, S. W., & Chang, H. D. (2002). Circulating brain natriuretic peptide values in healthy men before and after exercise. *Metabolism*, *51*(11), 1423-1426.
- Lewandrowski, K., Chen, A., & Januzzi, J. (2002). Cardiac markers for myocardial infarction. *American Journal of Clinical Pathology*, *118*(Suppl 1), S93-S99.
- König, D., Schumacher, Y. O., Heinrich, L., Schmid, A., Berg, A., & Dickhuth, H.-H. (2003). Myocardial stress after competitive exercise in professional road cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *35*(10), 1679-1683.
- Gerche, A. L., Boyle, A., Wilson, A. M., & Prior, D. L. (2004).

- No evidence of sustained myocardial injury following an ironman distance triathlon. *International Journal of Sports Medicine*, 25(1), 45-49.
- Mair, J., & Puschendorf, B. (1995). Current aspects in the laboratory diagnosis of acute myocardial infarction. *Labmedicine*, 19, 304-318.
- Niemelä, K. O., Palatsi, I. J., Ikäheimo, M. J., Takkunen, J. T., & Vuori, J. J. (1984). Evidence of impaired left ventricular performance after an uninterrupted competitive 24 hour run. *Circulation*, 70(3), 350-356.
- Neilan, T. G., Januzzi, J. L., Lewanrowski, E. L., Ton-Nu, T. T., Yoerger, D. M., & Jassal, D. S., et al. (2006). Myocardial injury and ventricular dysfunction related to training levels among nonelite participants in the Boston marathon. *Circulation*, 114, 2325-2333.
- Neumayr, G., Gaenzer, H., Pfister, R., Sturm, W., Schwarzacher, S. P., & Eibl, G., et al. (2001). Plasma levels of cardiac troponin I after prolonged strenuous endurance exercise. *The American Journal Cardiology*, 87(3), 369-371, A10.
- Ohba, H., Takada, H., Musha, H., Nagashima, J., Mori, N., & Awaya, T., et al. (2001). Effect of prolonged strenuous exercise on plasma levels of atrial natriuretic peptide and brain natriuretic peptide in healthy men. *The American Heart Journal*, 141, 751-758.
- Reiffert, S., Jaquet, K., Helimeyer, L., & Herberg, F. (1998).

- Stepwise subunit interaction changes by mono and bisphosphorylation of cardiac troponin I. *Biochemistry*, 37, 13516-13525.
- Rifai, N., Douglas, P. S., O'Toole, M., Rimm, E., & Ginsburg, G. S. (1999). Cardiac troponin T and I, echocardiographic [correction of electrocardiographic] wall motion analyses, and ejection fractions in athletes participating in the Hawaii Ironman Triathlon. *The American Journal Cardiology*, 15(7), 1085-1089.
- Scharhag, J., Herrmann, M., Urhausen, A., Haschke, M., Herrmann, W., & Kindermann, W. (2005). Independent elevations of N-terminal pro-brain natriuretic peptide and cardiac troponins in endurance athletes after prolonged strenuous exercise. *The American Heart Journal*, 150, 1128-1134.
- Scharhag, J., George, K., Shave, R., Urhausen, A., & Kindermann, W. (2008). Exercise-associated increases in cardiac biomarkers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(8), 1408-1415.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2004). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance, Fifth Edition*. New York, IL: McGraw-Hill.
- Shave, R., Dawson, E., Whyte, G., George, K., Ball, D., & Gaze, D. et al. (2002). Evidence of exercise-induced cardiac dysfunction and elevated cTnT in separate cohorts competing in an ultra-endurance mountain

- marathon race. *International Journal of Sports Medicine*, 23(7), 489-494.
- Shave, R., Dawson, E., Whyte, G., George, K., Ball, D., & Gaze, D., et al. (2003). Cardiac troponin T in female athletes during a two-day mountain marathon. *Strategic Management Journal*, 48(2), 41-42.
- Shave, R., Dawson, E., Whyte, G., George, K., Gaze, D., & Collinson, P. (2004). Effect of prolonged exercise in a hypoxic environment on cardiac function and cardiac troponin T. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 86-88.
- Shave, R., Dawson, E., Whyte, G., George, K., Gaze, D., & Collinson, P. (2004). Altered cardiac function and minimal cardiac damage during prolonged exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(7), 1098-1103.
- Shave, R., Dawson, E., Whyte, G., George, K., Ball, D., & Collinson, P., et al. (2002). The cardiospecificity of the third-generation cTnT assay after exercise-induced muscle damage. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 651-654.
- Takashima, W., Ishii, K., Takizawa, K., Yamaguchi, T., & Nosaka, K. (2007). Muscle damage and soreness following a 50- km cross-country ski race. *European Journal of Sport Science*, 7(1), 27-33.
- Whyte, G. P., George, K., Sharma, S., Lumley, S., Gates, P., &

Prasad, K., et al. (2000). Cardiac fatigue following prolonged endurance exercise of differing distances. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(6), 1067-1072.

受試者同意書

您好：

本研究的目的是在於探討有關單車長途旅行時，在經過長期(十五天，每天平均約 70~80 公里)的騎乘過程之中，人體之體適能、生理、生化機能的調適及增進過程的瞭解，以及心臟傷害的評估。

在活動的過程前後，會施行相同的體適能及生理生化方面檢測的測驗或採樣(活動計 15 天，每 5 天採樣一次，出發前、騎乘中 3 次、活動結束四天後，共計 5 次)，項目如下：

- 一、基本生理指數：年齡、身高、體重、血型等等...
- 二、體適能方面：最大攝氧量、無氧動力、手握力、跳躍力、反應力等等...
- 三、生理生化方面：靜脈血液之採集

(靜脈採血部份將由醫護或專業人員操作)

任何有關個人檢測資料，均確保隱私權，妥善保管而不對外公開，但受試者本人得以要求檢視自己個人之檢測成果。在活動或檢測採樣的過程當中，若您意願改變而不願參與活動或本研究時，均能無條件於任何時間中退出活動或是退出實驗受試人員的行列，不受任何限制。

感謝您的參與，並致上誠摯的謝意與敬意！

研究人員：邱彥成 助理教授 研究單位：運動健康科學學系

聯絡電話：(04) 22213108 轉 2227，行動：0931573085

受試者且法定代理人簽名：本人 _____ 及法定代

理人 _____ 同意以上所列，並參與本研究

聯絡電話：(永久) _____ (行動) _____

聯絡住址：_____

填表日期：_____年 _____月 _____日

健康情況調查表

本表旨在幫助您瞭解自己之健康情形，並協助測驗人員在實驗前，是否需要更進一步的健康檢查，作為您是否能參與本實驗受試人員之依據。敬請據實回答，過去一年內，醫師是否告訴您有下列狀況。(請您在有、無、不確定欄內打勾)

	有	無	不確定
高血壓	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
心臟病或血管硬化症	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
糖尿病	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
支氣管炎	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
貧血	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
心律不整	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
藥物過敏	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
緊張、情緒或心理異常	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
氣喘	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
很快站起來時會頭暈或輕微頭痛	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
暈倒或失去知覺	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
經常性胃痛	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
運動後極端疲憊或體力難以恢復	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
過去一年內是否有其他病發症	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

若有請說明：_____

填表人姓名：_____

緊急聯絡人：_____

緊急聯絡電話：_____

填表日期： _____ 年 _____ 月 _____ 日