



第壹章 緒論

第一節 問題背景

直排輪溜冰運動（In-Line Skating）被喻為一種高強度高耐力的時尚運動，從 300 公尺爭先到 10000 公尺的計時賽，競速直排輪涵蓋了短、中、長距離各項競賽，選手不僅需要強健的肌肉組織，必須在短短幾十秒之內從完全靜止到達高速度，更需要卓越的心肺耐力來維持長距離項目中的種種考驗。

直排輪溜冰運動自民國八十二年引進台灣，由於活動場地限制較少，加上技術動作既創新又富挑戰性，是一項近年來頗受國內青少年學子熱愛的運動項目（徐吉德、任玫樺和徐吉龍，2005）。莊訓達（1997）曾指出直排輪溜冰運動愛好者年齡層分布情形，小於十二歲兒童佔 37%，十三至二十四歲間佔 41%，從上述數據來看直排輪溜冰是如此受到莘莘學子的青睞。就直排輪溜冰運動的能量消耗情形來看，莊訓達（1997）指出：在一般狀況下運動三十分鐘約可消耗 285 千卡的熱量，此外，Ekblom & Hermansen（1968）研究發現：在相同攝氧量（VO₂max）的條件之下，直排輪溜冰運動過程中的心跳速度，比在傳統的跑步機上（treadmill running）和滑雪板滑冰（Skate-skiing）時候的心跳要高，且與傳統式的有氧運動一樣能達到提升心肺適能的功效（Dempsey, Hanson, & Henderson, 1984）。而 Melanson, Freedson, & Jungbluth（1996）也同樣認為：以相同強度進行的訓

練直排輪溜冰運動與跑步運動，得到的生理效果並沒有差異存在，對一般大學生而言，想要有效的改善體適能，直排輪溜冰運動就可以達到其需求。因此，直排輪溜冰運動被認為是一項有氧運動的有效的活動模式（Snyder, OHagan, Clifford, Hoffman, & Foster, 1993）。

除了能量消耗上的特點外，直排輪溜冰運動與其他運動項目比較之下，在運動傷害上相對較低，不僅較不受場地的限制，同時也可以達到減肥的功能，可以說是一項極具健康與休閒的運動項目（林淑惠，2008）。然而，在執行這項需要高度心肺適能的有氧運動時，人體的肝臟必須提供大量的能源來維持運動中不斷被消耗殆盡的能量。因此，對於擔任能量提供主要角色的肝臟，在運動過程中甚至在運動結束後所產生的變化，成為各方研究學者相當關心的議題。

在運動過程中，肝臟的血量會減少，且須提高代謝以供應運動所需的能量，而這些因素將導致肝臟功能的變化和肝臟的受損（黑田善雄等，1990）。西川洋子（1986）指出：血清酵素的活性程度時常被用來表示內臟器官的受損程度。一般而言，人體細胞中的酵素滲透到血液中有以下四種原因：1）細胞內生產過多的酵素，2）細胞受損、壞死導致滲透至血液裡，3）細胞膜的滲透性亢進，和 4）酵素排泄系統發生障礙導致存留於血液中（田村善藏，織田敏次，1970）。而麩草酸轉胺酶（Aspartate Aminotransferase, AST）與麩丙酮酸轉胺酶（Alanine Aminotransferase, ALT）

是人體血清酵素的一種，大多存在於肝臟與肌肉當中，它們會經由體循環從細胞內部滲透進入血液裡。因此，觀察麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的變化多少可以反映出肝臟與肌肉等器官組織的受損程度。

Rogers 等人（1985）指出：運動的種類、強度、持續時間、和受試者的鍛鍊程度等因素都會影響運動後血清酵素的活性。(Holly 等)以 9 位鐵人三項的選手（6 男 3 女，平均最大攝氧量： $72.0\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，平均體脂肪：7.1%）在完成一次高強度長時間的鐵人三項運動後發現，麩草酸轉胺酶（AST）上升了 700%、麩丙酮酸轉胺酶（ALT）上升了 262%，並且賽後 5-6 天仍然明顯高於賽前值，這印證了運動的強度、時間會明顯的影響血清麩草酸轉胺酶（AST）和麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的活性；甚至有研究發現，日常生活中的離心收縮（Nosaka & Clarkson, 1996）和下坡跑（Schwane, Johnson, Vandenakker, & Armstrong, 1983）等肌肉收縮或局部的運動後血清麩草酸轉胺酶（AST）和麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的活性也很容易上升，並且持續數天。

綜合相關文獻發現：單次短時間運動後體內麩草酸轉胺酶（AST）濃度可能呈現沒變化或者是上升的現象，而麩丙酮酸轉胺酶（ALT）濃度則大都出現沒有明顯改變的情形（Song, 1990；Fu 等, 2002），長時間運動方面不論是單次或短期天數都會讓麩草酸轉胺酶（AST）或麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的濃度有明顯上升的狀況，其恢復期隨著運動持續時間或天數相

對地拉長(Skenderi 等, 2006;Hyo 等, 2007;Fallon 等, 1999;Mena 等, 1996)。至於長期訓練部份，中低強度的運動訓練比較不會對麩草酸轉胺酶 (AST) 或麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 有所影響 (Saengsirisuwan 等, 1998；林文煌等, 2003)，但中高強度的運動訓練則會使麩草酸轉胺酶 (AST) 產生明顯增加的現象，但並不會讓麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 有什麼明顯的改變 (黃憲鐘, 2005)。

近年來世人的健康意識逐漸抬頭，大家逐漸醒悟動態的休閒生活是促進健康的重要選擇，因此各種新奇有活力且具體力考驗特質的休閒運動應運而生，在台灣人工動力的環島活動於是形成一股新興的風潮。然而在環島運動過程中每天經歷的是間歇性的長時間有氧運動，距離動輒數十公里至上百公里；運動天數則是連續數天至數十天不等。雖然運動的目的在希望促進身體健康，但連續數天甚至數十天的環島運動是否會對身體造成負擔，進而影響我們的健康，值得加以深入探討。因此，本研究針對七位專業競速直排輪選手在一週直排輪環台的實驗中，觀察他們在環島前、環島期間、環島結束後數天內的肝臟功能指數（血清麩草酸轉胺酶 (AST) 和麩丙酮酸轉胺酶 (ALT)）的變化情形，進而分析這項運動對於人體肝臟功能的影響為何，期盼藉以能夠對相同愛好者提出具體建議，以避免長時間運動對身體可能帶來的潛在風險。

第二節 研究目的

- (一) 瞭解直排輪環島運動後之麩草酸轉胺酶 (AST) 和麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的變化情形。
- (二) 瞭解單日長時間運動後之麩草酸轉胺酶 (AST) 和麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的變化情形。
- (三) 探討麩草酸轉胺酶 (AST) 和麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的相關性。

第三節 研究假設

- (一) 直排輪環島運動後麩草酸轉胺酶 (AST) 和麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的變化沒有顯著差異。
- (二) 單日長時間運動後麩草酸轉胺酶 (AST) 和麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的變化沒有顯著差異。
- (三) 麩草酸轉胺酶 (AST) 和麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 彼此間沒有相關性。

第四節 名詞操作性定義

- (一) 直排輪環島運動：

本研究是以直排輪溜冰運動的方式環繞台灣本島一周，環島路

線：由中壢出發，向北經頭城、花蓮、台東、枋寮、台南、彰化，最後返回中壢，總計 953 公里，共 7 天。

（二）單日長時間運動

本研究之單日長時間運動是指以直排輪溜冰運動的方式，在環島公路上溜行一整日，主要是指環島過程中的第一日與第七日。即第一日中壢至宜蘭頭城鎮，第七日的彰化至中壢，每單日皆溜行 7-8 小時，運動強度維持在儲備心跳率 70%-80%之間。

（三）肝功能指數

肝功能指數是常見的實驗室檢查，而標準的肝功能指數包含了白蛋白（albumin）、球蛋白（globulin）、轉胺酶（aminotransferase）、乳酸脫氫酶（lactate dehydrogenase；LDH）、膽紅素（bilirubin）、鹼性磷酸酵素（alkaline phosphatase；ALP）、 γ -谷氨酰轉移酶（gamma glutamyl transpeptidase； γ -GT）等。本實驗主要是觀察轉胺酶的變化情形，利用其中的麩草酸轉胺酶（aspartate aminotransferase；AST）、麩丙酮酸轉胺酶（alanine amonitransferase；ALT）及 AST/ALT 的比值做為肝功能變化的參考依據。

第貳章 文獻探討

本章將分為三節來探討，第一節、肝臟簡介；第二節、運動對肝臟功能之影響；第三節、本章總結。

第一節 肝臟簡介

肝，位於右季肋區和腹上區，重約1.5公斤，呈紅褐色，質軟而脆，並由血管、肝管和神經等出入肝門；結構為實質性器官，被膜和肝細胞構成的肝小葉；功能為分泌膽汁、參與脂肪的代謝消化，解毒和防禦功能（許樹淵、崔凌震，2008）。

肝臟由千萬個六角形的肝細胞組成，每個肝細胞約為 $20\times 30\text{mm}$ ，並且具有再生能力。所以，當一部份的肝臟切除後，可以藉由肝細胞的再生能力使肝臟體積變大，繼而彌補一些被切除的部份。肝臟收集來自體內的各種材料，在此轉化、合成為人體需要的營養以及代謝，過濾出對人體有害的物質（金井弘一，1999）。而肝臟的主要功能如下：

（一）合成功能

製造人體所需的蛋白質，如球蛋白、纖維蛋白、白蛋白等。

（二）轉化功能

將藥物或所需的物質轉化成活性而循環體內。

(三) 解毒功能

將某些有毒的物質轉變成無毒物(如氨轉化成尿素)而排出體外。

(四) 新陳代謝功能

如葡萄糖變成肝糖，脂肪酸變成脂蛋白、膽固醇等。

(五) 排泄功能

製造膽汁而促進腸胃道的消化吸收，利於排出體外(癌症論談，1999)。

因此，一旦肝功能發生異常現象，肝臟即無法正常的發揮功能，隨著異常的程度日漸加重，將會造成人體內部嚴重的傷害，甚至導致死亡。麩草酸轉胺酶(AST)和麩丙酮酸轉胺酶(ALT)主要存在於肝臟中，但是也發現存在於血液、心臟、肌肉和其他器官(腎臟及肝臟)，麩草酸轉胺酶(AST)和麩丙酮酸轉胺酶(ALT)在以前分別被稱為血清 glutamic oxaloacetic transaminase(GOT)和血清 glutamic pyruvic transaminase(GPT)，而麩草酸轉胺酶(AST)或是麩丙酮酸轉胺酶(ALT)的多寡，在判斷肝臟病變上是一項有用的依據，雖然不單單使用在判別肝臟疾病，但是可以與其他酵素一起使用來監測肝臟的受損狀況(Xing-Jiu 等, 2006)。

當身體組織、肝臟、或是心臟等器官產生病變或者受到損傷時，麩草

酸轉胺酶 (AST) 或是麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 會被釋放到血清當中，導致血清中的濃度增加，因此，血清中的麩草酸轉胺酶 (AST) 或是麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 與組織的受損有直接的關係。當器官或是肌肉受到猛烈的傷害之後，麩草酸轉胺酶 (AST) 會比正常值增加 10~20 倍，而麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 則會比正常值高出 50 倍 (Xing-Jiu 等, 2006)。此外，AST/ALT 的比值有時候能夠幫助判定肝臟或是某器官已經受到損害 (Hafkenschied 等, 1979; Purcell 等, 1979; Sampson 等, 1980; Jacobs, 1996; Wang, 2002)。

第二節 運動對肝臟功能之影響

耐力性的運動會引發身體細胞產生許多改變，像是肌肉 (Kuiper, 1994) 和肝臟 (Fallon 等, 1999; Negal 等, 1990) 在組織和功能上的衰退及損害。歷年來，研究報告提出了 5000 公尺、10000 公尺、馬拉松，越野賽跑、划船、腳踏車等耐力型運動對身體產生的影響，並且證實長時間運動後會提升血液中各項酵素的活性 (Noakes, 1987)，許多研究團體針對不同運動條件下 (運動強度、持續時間)，以及運動前、中、後的各項血液酵素的變化進行各種研究，試圖找出這些運動對於人體所產生的影響及原因，其中運動期間這些被釋放到血液中的酵素所增加的程度最被關注 (Mena, 1996)。

由於運動持續時間、運動強度、運動種類和受試者條件被認為是影響酵素增加多寡的最重要因素 (Noakes, 1987)。因此，以下針對單次短時間

運動、單次長時間運動、短期長時間運動以及長時間訓練對肝功能之影響進行討論。

一、單次短時間運動對肝功能之影響

Song (1990) 以 10 位年輕的受試者 (5 男 5 女, 12~15 歲), 進行跑步機衰竭運動 (10km/h, 坡度: 20%), 觀察運動開始前及結束後 5 分鐘體內磷酸肌酸、乳酸脫氫酶、麩草酸轉胺酶 (AST) 以及麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的變化情形, 分別在運動開始前和運動結束 5 分鐘後採集血液樣本, 結果發現: 血清麩草酸轉胺酶 (AST) 及麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 在運動結束後並沒有顯著的變化 ($p < .05$)。

Spitler 等 (1984) 利用 24 位受試者 (12 女 12 男, 27~55 歲) 以漸增負荷原地腳踏車運動的方式測量最大有氧能力, 藉以觀察受試者運動前後肝功能指數的變化情形, 他們將受試者分成高體適能組與低體適能組, 並且在最大運動開始前, 以及運動結束後一分鐘, 和運動結束後 1、2、4、6、24 小時進行採血並且測量其肌肉酵素和肝臟細胞的變化高體適能組在最大運動開始前, 以及運動結束後一分鐘, 和運動結束後, 1、2、4、6、24 小時所測得的麩草酸轉胺酶 (AST) 分別為: 21.3 ± 3.4 、 38.7 ± 4.1 、 32.5 ± 2.4 、 33.0 ± 2.9 、 32.3 ± 2.5 、 32.0 ± 3.4 、 29.5 ± 2.4 ; 而低體適能組則分別為: 32.7 ± 3.2 、 36.0 ± 2.9 、 31.3 ± 3.3 、 33.3 ± 3.7 、 31.8 ± 2.3 、 34.3 ± 2.7 、 31.7 ± 2.4 。

結果證實麩草酸轉胺酶 (AST) 在運動過後並沒有產生任何顯著的變化 ($p > .05$)，而麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 在過程中並沒有測量。

Fu 等 (2002) 利用 23 位游泳選手 (13 男 10 女，12~14 歲) 進行 100m 自由式的衰竭游泳實驗，並測量運動前及運動後的血清酵素 (磷酸肌酸、乳酸脫氫酶、AST、ALT) 及鈣離子濃度的變化情形，結果發現，麩草酸轉胺酶 (AST) 在運動結束後有明顯的上升 ($p < .05$)，但是麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 並沒有顯著的增減。

Perlmutter 等 (1987) 利用原地跑步機 (treadmill) 以 Bruce 法來測試受試者的最大耐力，並追蹤 24 小時內血液變化。他們發現麩草酸轉胺酶 (AST) 在最大運動峰值出現時有明顯增加的現象，並且在運動後 4-6 小時恢復到正常範圍值

綜合上述文獻可發現，單次短時間運動後體內麩草酸轉胺酶 (AST) 濃度可能呈現沒變化或者是上升的現象，而麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 濃度則大都沒有明顯的改變。針對單次短時間運動後血清酵素的變化，井川幸雄 (1984) 曾經指出，單次短時間運動後，運動後細胞內部的 ATP 高分子的量會大量增加，因而導致細胞內粒子數也增加，水分移動到細胞內部後使細胞膨脹，而細胞膜上的通道也因此擴張，導致內部的酵素容易滲出。不過運動後，大部分的血清酵素只會少量的增加 (約 1~5mU/mL)，並且在 24 小時後即恢復到安靜值範圍。而鈴木政登 (2002) 也認為這些少量增加

的酵素，主要是因為原本儲存在淋巴內的酵素，被沖刷（wash out）到血液循環系統所造成的結果。

二、單次長時間運動對肝功能之影響

Holly等（1986）以9位（6男3女）參加夏威夷世界鐵人三項大賽的選手為研究對象，評估他們在長時間激烈比賽後，其乳酸脫氫酶、麩草酸轉胺酶（AST）以及麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的反應情形。在比賽過程中，受試者當中有4位男性跑進前15強，其平均最大攝氧量為 $72.0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ，平均體脂肪為7.1%，其餘的2位男性和3位女性平均最大攝氧量和平均體脂肪分別為 $58.4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ 、10.2%和 $58.7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ 、12.6%。實驗結果顯示，賽後的麩草酸轉胺酶（AST）上升了700%、麩丙酮酸轉胺酶（ALT）上升了262%，並且賽後第5~6天仍然明顯高於賽前的安靜值De paz等（1995）研究長距離跑步對膽紅素的影響，他們檢測13位參加超級馬拉松競賽（100公里）的選手，賽前與賽後的膽紅素及其他酵素的變化，其結果與Holly等（1986）的研究類似，賽後的麩草酸轉胺酶（AST）增加了193%、麩丙酮酸轉胺酶（ALT）增加了42%。此外，Skenderi等（2006）的實驗中也發現了類似的結果，他們探討了巴達超級馬拉松競賽（246公里）對人體肌肉和肝臟的損害程度，39位（平均年齡、身高、身體組成依序為： 41 ± 1 歲， $174 \pm 1 \text{ cm}$ ， $67.5 \pm 1.1 \text{ kg}$ ）選手在比賽開始前一天以及比賽結束後分別被進行血

液的採樣，結果同樣也發現參賽受試者在比賽結束後體內的麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）分別從 128 ± 165 IU/L和 264 ± 73 IU/L增加了 5615 ± 902 %和 1606 ± 331 % ($p < .001$)。

黃奕仁等人（2004）針對「2002年東吳國際超級馬拉松暨IAU亞洲24小時錦標賽」完成比賽且成績超過100公里以上之11位參賽選手，於比賽開始前一天、賽後即刻、賽後48小時及賽後第9天進行抽血採樣，結果發現血清酵素變化也與上面幾項實驗相似，麩草酸轉胺酶（AST）和麩丙酮酸轉胺酶（ALT）於賽後分別顯著升高了14.5、3.4倍，48小時後雖然有下降的趨勢，但是麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）仍然顯著高於賽前，並且超出正常範圍許多，第九天時麩草酸轉胺酶（AST）則恢復到正常範圍。

Hyo等（2007）也提出了麩草酸轉胺酶（AST）和麩丙酮酸轉胺酶（ALT）在單次長時間運動後明顯增加的例子，單次200公里超級馬拉松競賽結束後發現，54位男性超級馬拉松選手（平均年齡：45.7歲）運動後麩草酸轉胺酶（AST）比實驗開始前增加了15倍（在100公里的時候是5倍）；麩丙酮酸轉胺酶（ALT）增加了3.9倍（在100公里的時候是2倍），並且認為磷酸肌酸酶（CKP）和乳酸脫氫酶（LDH）、麩草酸轉胺酶（AST）、麩丙酮酸轉胺酶（ALT）之間有高度相關（ $p < .001$ ）。

然而，2006年Katsuhiko等卻提出了不同的看法，他們證實單次長時間

運動後麩草酸轉胺酶 (AST) 和麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 並不會立即明顯的增加，而是在運動結束後24小時左右才會開始明顯的上升。他們在2004年西澳洲鐵人三項大賽 (游泳：3.8公里、自行車：180公里、跑步：42.2公里) 的時候紀錄了9位選手 (平均年齡： 34 ± 5 歲，最大攝氧量： $66.4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) 在賽前2天、賽後30分鐘內、賽後14~20小時的肌肉受損程度、發炎、熱休克蛋白質70 (heat shock protein 70) 等的變化，雖然賽後30分中內的麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 並沒有顯著的增加，但是賽後1天的麩草酸轉胺酶 (AST) 和麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 則有明顯的上升現象 (AST： $14 \pm 4 \text{ U/L} \rightarrow 40 \pm 17 \text{ U/L}$ ，ALT： $29 \pm 7 \text{ U/L} \rightarrow 249 \pm 116 \text{ U/L}$)。

由上述多篇研究可發現，單次長時間運動後及恢復期中體內麩草酸轉胺酶 (AST) 濃度與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 濃度都有增高的現象，而其回復時間的長短與運動類型、運動強度與運動持續時間可能有關。單次長時間運動後的麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 濃度的增加，可能是因為單次的長時間運動後，細胞內部ATP等高分子的量大量增加的緣故，ATP的增加會導致細胞內粒子數增加，於是水分移動到細胞內部後細胞膨脹，而使細胞膜上的通道擴張，導致內部的酵素容易滲出 (井川幸雄，1984)，因此血液中的麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 開始上升。此外，鈴木政登 (2002) 指出：運動結束一天後麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 開始大量增加的原因，可能是因為酵素被釋放

到血液中的快慢程度與該酵素在細胞內的位置和分子量有關。

三、短期長時間運動對肝功能之影響

Nagle等（1990）分析了超長距離（全長1000公里、規定20天內完成）對肝膽功能的影響，運動開始第1-19天中55位選手（男：42位、平均年齡41.0歲，女：13位、平均年齡47.8歲）的麩草酸轉胺酶（AST）上升了5倍，第三天的麩草酸轉胺酶（AST）明顯增加（ 12 ± 5 U/L~ 62 ± 45 U/L），麩丙酮酸轉胺酶（ALT）在第6天時從8 U/L上升至24 U/L就持續維持不變。

Fallon等（1999）利用9位（7男2女，平均年齡：41~76歲）受試者進行16天內跑完1600公里的實驗，並且在運動前、運動結束立即、運動結束第4天以及第11天後採集血液樣本，以分析受試者的肌肉及肝臟受損程度和低鈉血症變化的情形。Fallon等人發現，在運動結束當天、運動結束後第4天以及第11天時，麩草酸轉胺酶（AST）、麩丙酮酸轉胺酶（ALT）都比運動開始前明顯增加，並且認為受試者可能有肌肉與肝臟方面的損傷；在如此漫長的比賽過程中，對於平均年齡53歲的受試者來說，每天平均完成96公里的路程，是相當高難度的挑戰，亦是非常難得的研究，但是研究過程中只記錄了賽中血液值的變化，並未對賽後各項生化反應加以追蹤。不過，Fallon等人指出：在這項超長距離的運動過程中，由於選手的休息時間較短，加上運動日程為連續幾天甚至長達一週以上，對於人體肝臟功能所產

生的影響以及其恢復情形的研究至今仍不多見。

Mena等（1996）研究了環法大賽的賽季初期與結束期對於專業自由車選手血清酵素的影響，他們分析賽季初期（里程：800 Km，n=34）和賽季結束期（里程：2700 Km，n=15）的賽前及賽後血清樣本發現，在單次競賽結束後，麩草酸轉胺酶（AST）（ 25 ± 8 mU/ml \rightarrow 34 ± 4 mU/ml）和麩丙酮酸轉胺酶（ALT）（ 22 ± 8 mU/ml \rightarrow 27 ± 7 mU/ml）有明顯的上升趨勢，賽季結束時分別從 21 ± 6 mU/ml和 21 ± 9 mU/ml增加為 43 ± 8 mU/ml和 34 ± 6 mU/ml，並且在休息一夜之後恢復至最初安靜值（AST： 20 ± 7 mU/mL，ALT： 23 ± 8 mU/mL）的狀態，賽季時間越長，增加的麩草酸轉胺酶（AST）和麩丙酮酸轉胺酶（ALT）值就越高。

上述的多篇文獻可以得知，短期長時間的耐力性運動會引發身體細胞產生許多改變，像是肌肉（Kuiper, 1994）和肝臟（Fallon等, 1999；Negal等, 1990）在組織和功能上的衰退及損害，而隨著運動或訓練日數的增加，肝功能指數也會相對地提高。

四、長時間訓練對肝功能之影響

林文煌等人（2003）探討十二週快走訓練對健康B型肝炎帶原者肝功能的影響，受試者為19位男性，其中10名為健康B型肝炎帶原者（B肝組），九名為正常者（ 20.4 ± 0.2 yr， 172.1 ± 1.9 cm， 64.4 ± 1.2 kg），實驗內容為

每週進行三次強度為心跳率130-140次/分的快走運動，每次30分鐘，連續12週。血液樣本於訓練前、訓練四週後、訓練八週後及訓練十二週後採集，分析肝功能指數變化。實驗結果發現：在訓練期間健康組的麩草酸轉胺酶（AST）並沒有發現明顯的增減，但是麩丙酮酸轉胺酶（ALT）在訓練八週後比訓練開始前有明顯的增加（ 21.56 ± 1.15 IU/L \rightarrow 24.78 ± 1.00 IU/L）。

黃憲鐘（2005）探討了連續五天密集運動訓練對健康B型肝炎帶原之選手肝臟及血液相關指標的影響。以16位運動選手為研究對象，其中包括8位健康B型肝炎帶原之選手及8位健康之選手，兩組受試者在跑步機上，進行運動強度75%VO₂max，時間為30分鐘，連續五天的跑步運動，並於第一天運動前、運動結束後與第五天的運動前、運動後及24小時後進行採血的動作。統計結果指出，麩丙酮酸轉胺酶（ALT）並沒有顯著的變化，而麩草酸轉胺酶（AST）在連續5天的跑步運動結束24小時後比運動開始前明顯高出許多（ 23.0 ± 5.9 \rightarrow 27.2 ± 10.6 ）。

Saengsirisuwan的研究團隊（1998）針對泰拳進行研究，分析泰拳的訓練和比賽是否對於泰拳選手的肝臟及腎臟產生傷害的現象。他們抽取選手在訓練期間及賽後的血液後發現，訓練期間肌肉酵素的活性有明顯的增加，但是肝臟分泌的酵素方面則沒有產生顯著的變化；此外，賽後的肌肉、肝臟酵素活性雖然有明顯上升，但是腎臟功能卻沒有顯著下降。因此，Saengsirisuwan等認為，泰拳的訓練過程中並沒有對肝臟和腎臟產生影響，

但是會讓肌肉發生損壞的現象，而泰拳的比賽也許會造成肌肉上的傷害，然而對於肝臟、腎臟功能的影響並不是很明顯。

Chia-Li等(2004)研究非最大運動強度(sub-maximal exercise intensity)對B型肝炎學生疲勞自覺量數(RPE)以及肝功能指數的變化，他們利用28位高中男生(16~18yr)進行一般健康檢查及血液分析後，篩選出B型肝炎且肝功能指數正常12人、B型肝炎而肝功能指數異常6人、正常控制組10人。所有高中生皆接受原地跑步機運動(treadmill)訓練，訓練時間持續20分鐘，並且心跳率要達到次大運動強度目標的範圍，(70%-85%心跳率保留值)。接著以次大運動強度為基準，實施每週三次，每次30分鐘，為期6週的跑步運動訓練。所有高中生在運動訓練前、第2週、第4週、第6週，及停止訓練後兩週(第八週)，進行肝功能抽血檢查。結果發現，經過六週的運動訓練介入後，麩草酸轉胺酶(AST)和麩丙酮酸轉胺酶(ALT)皆沒有明顯的變化。

由上述多篇研究可發現，長期從事中低強度的運動訓練不會對麩草酸轉胺酶(AST)和麩丙酮酸轉胺酶(ALT)產生影響，亦即代表其對肝臟功能不會產生不良的影響。至於中高強度的運動則會使AST有較明顯的增加。

第三節 本章總結

一、麩草酸轉胺酶(AST)和麩丙酮酸轉胺酶(ALT)主要存在於肝臟中，

但也發現存在於血液、心臟、肌肉和其他器官（腎臟及肝臟）。當身體組織、肝臟、或是心臟等器官產生病變或者受到損傷時，AST 或麩丙酮酸轉胺酶（ALT）會被釋放到血清當中，導致血清中的濃度增加，因此，血清中的麩草酸轉胺酶（AST）或麩丙酮酸轉胺酶（ALT）與組織的受損有直接的關係。

二、麩草酸轉胺酶（AST）或麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的多寡在判斷肝臟病變上是一項有用的依據，雖然不單單使用在判別肝臟疾病，但是可以與其他酵素一起使用來監測肝臟的受損狀況。此外，AST/ALT 的比值有時候能夠幫助判定肝臟或是某器官已經受到損害。

三、單次短時間運動通常不會使體內麩草酸轉胺酶（AST）或麩丙酮酸轉胺酶（ALT）有太大的變化，而長時間運動不論是單次或短期都會讓麩草酸轉胺酶（AST）或麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的濃度有明顯上升的狀況，而其恢復期隨著運動持續時間或天數相對地拉長。至於長期訓練部份，中低強度的運動訓練比較不會對麩草酸轉胺酶（AST）或麩丙酮酸轉胺酶（ALT）有所影響，但中高強度的運動訓練則會使麩草酸轉胺酶（AST）產生明顯增加的現象，但並不會讓麩丙酮酸轉胺酶（ALT）有明顯的改變。

第參章 研究方法

本章旨在敘述本實驗之研究架構與資料處理方式，其包括：第一節、實驗對象；第二節、實驗時間；第三節、實驗地點；第四節、實驗設計；第五節、實驗方法與程序；第六節、採血與血液分析；第七節、資料處理與統計分析。

第一節 實驗對象

本研究以 7 名長期從事直排輪溜冰訓練之選手為實驗對象。受試者須知及實驗同意書在實驗前交予每位受試者，並向受試者說明研究目的、實驗過程與實驗方法。受試者須詳細閱讀內容並在同意書上簽署姓名，表示願意參加本實驗。此外，受試者須填寫健康情況調查表，確定沒有心臟病、高血壓、心絞痛、支氣管炎、氣喘等相關病史，以確定在健康安全的情況下可以完成本實驗；而在實驗期間若有健康上的問題或無法完成全程環島溜冰，受試者可以隨時要求退出實驗。

第二節 實驗時間

本研究所進行相關試驗的時間如下：

- (一)環島運動前各項生理值檢測：九十七年一月二十日。
- (二)環島運動試驗：九十七年一月二十七日至二月二日（共 7 天）。
- (三)環島運動後 36 小時採血：九十七年二月四日。

(四) 環島運動後 10 天追蹤採血：二月十二日。

第三節 實驗地點

本實驗的運動生理試驗地點，主要是在國立臺灣師範大學公館校區運動生理實驗室進行。而環島運動則是以七天的時間環繞台灣本島一週，環島路線：由中壢出發，向北經頭城、花蓮、台東、枋寮、台南、彰化，最後返回中壢，總計 953 公里。

第四節 實驗設計

本實驗之自變項為一星期中高強度長時間之環島運動，而依變項則為體內 AST 與 ALT 之濃度變化情形，其實驗流程圖如圖 3-4-1 所示。

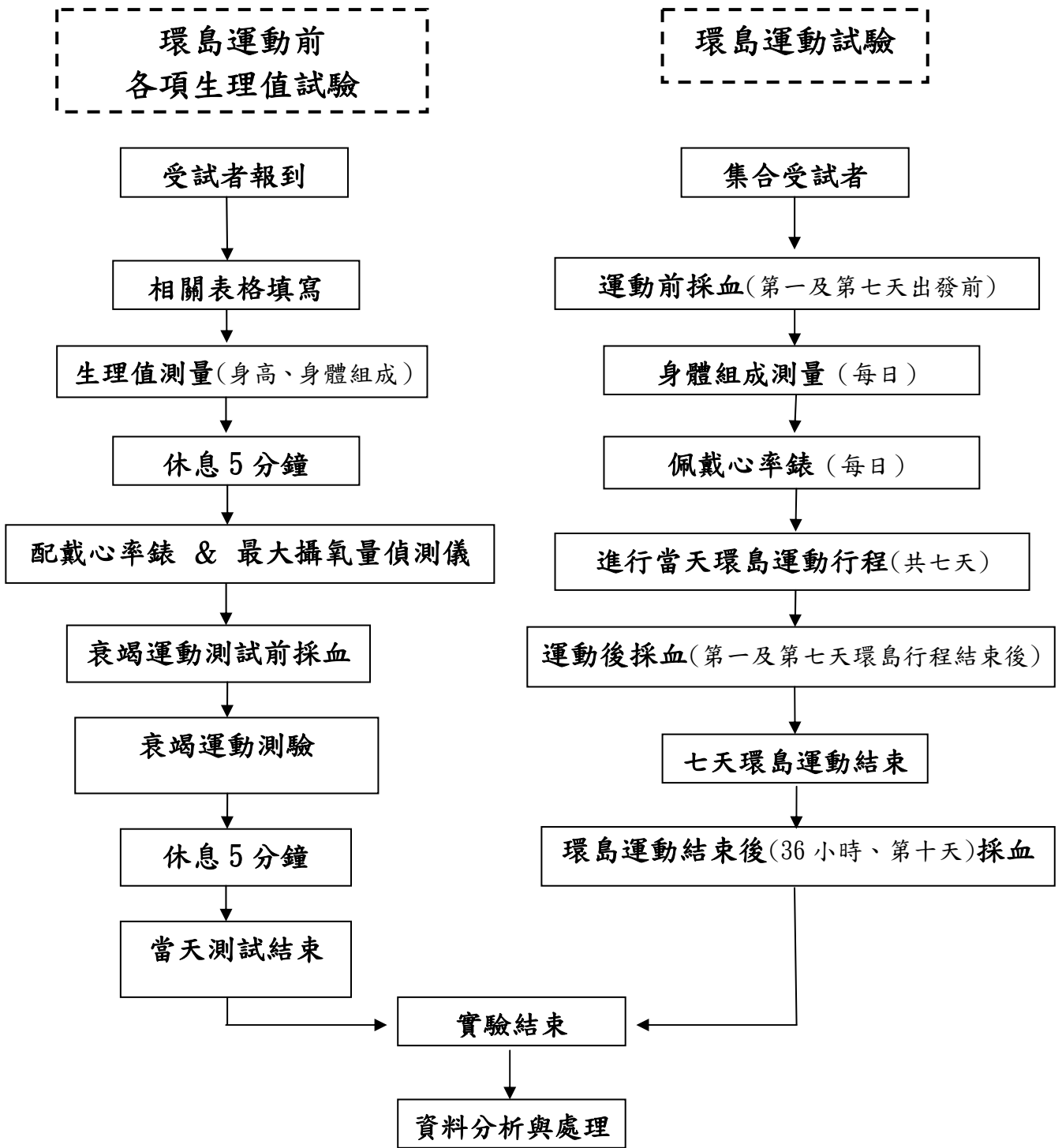


圖 3-4-1 實驗流程圖

第五節 實驗方法與程序

(一)、實驗室運動試驗

1. 受試者在約定時間報到後，對其說明實驗的整個流程及其權益，並要求簽署受試者須知、受試者同意書，以及健康調查表。
2. 休息五分鐘，待受試者覺得呼吸心跳恢復平靜後，採靜脈血液。
3. 生理值測量（身高、體重與身體組成）：

測量身高後，以 Karada Scan 體組成計進行測量，待輸入受試者身高、性別以及年齡與腰圍資料後，請受試者手持感應握把、靜止站在儀器感應區上，約 1 分鐘後即可測量出身體 BMI 指數，以及水分、肌肉、脂肪的比例含量。

4. 佩掛 Polar：

在完成上述檢測後，為每位受試者進行 Polar 心率錶的佩帶，讓受試者對儀器有初步接觸，並嘗試做輕微的運動，以避免運動檢測時，儀器滑動收不到心率訊號，造成檢測數據的偏差。

5. 戴上面罩：

替每一位受試者選擇大小合適的面罩，避免實驗過程中有漏氣現象，造成收集呼吸交換氣體之遺失。

6. 進行最大攝氧量測驗：

本實驗受試者最大攝氧量以 Bruce 法進行，其強度負荷設定如表 3-5-1 所示。

表 3-5-1 Bruce 法測驗程序表

| 階段 | 速度(mile/hr) | 坡度(%) | 時間(min) |
|----|-------------|-------|---------|
| 1 | 1.7 | 10 | 3 |
| 2 | 2.5 | 12 | 3 |
| 3 | 3.4 | 14 | 3 |
| 4 | 4.2 | 16 | 3 |
| 5 | 5.0 | 18 | 3 |
| 6 | 5.5 | 20 | 3 |
| 7 | 6.0 | 20 | 3 |

本測驗依據下列四項標準作為最大攝氧量之判定，若受試者達到其中三項，判定已達個人之最大攝氧量（林正常，1996）：

- (1) 主觀疲勞衰竭和無法繼續運動測驗。
- (2) 呼吸交換率在 1.0 或 1.1 以上。
- (3) 運動量增加時，攝氧量並無明顯增加。
- (4) 心跳率在最大預測值 ± 10 次/分。

(二)、環島運動試驗

1. 每日環島行程前集合受試者，以 Karada Scan 體組成計測量身體組成，約 1 分鐘左右，可估計身體 BMI 指數，以及肌肉、脂肪的比例，並配戴 Polar 心率表，以記錄心跳率，計算運動強度。
2. 在第一及第七天進行當天環島行程前，出發前採靜脈血液做生化分析。(環島運動出發前一天與環島運動第七天)
3. 在第一及第七天完成當天環島行程時立即採靜脈血做生化分析。
4. 受試者完成七天的環島行程後，於 36 小時與第十天後採靜脈血液做生化分析。
5. 環島過程中，每位受試者無飲食控制(但每一次的採血前 8 小時禁食)，並規定於晚上就寢前記錄每位選手當日飲食項目。
6. 每日完成總里程數(公里)、每日平均時速(公里/分)、每日花費時間(分)如表 3-5-2 所示。

表 3-5-2 環島過程中每日完成里程數、平均時速、花費時間一覽表

| 第 n 天 | 每日里程(公里) | 每日時間(分) | 每日時速(公里/分) |
|-------|-------------|------------|-------------|
| 1 | 146 | 423 | 20.27 |
| 2 | 145 | 421 | 18.14 |
| 3 | 178 | 534 | 24.65 |
| 4 | 140 | 392 | 20.96 |
| 5 | 137 | 397 | 19.00 |
| 6 | 135 | 405 | 19.83 |
| 7 | 160 | 448 | 17.47 |
| M±SD | 148.7 ± 5.8 | 431.4±18.5 | 20.05 ± 0.8 |

第六節 血液分析

(一) 血液採集：

- 1、所有採血過程由專業人員(具有合格醫事人員資格)來進行，每次採血 5 ml (分裝為 2.5ml 之 EDTA 管 2 支)，每個採血時間點所採得之血液使用保溫箱保存，並於當天送至亞東醫事檢驗所進行麩草酸轉胺酶 (AST) 以及麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 之分析。
- 2、於預定 6 個時間點進行採血即：
 - a、環島運動出發前。
 - b、第一天環島運動結束後立即。
 - c、第七天環島運動出發前。

d、第七天環島運動結束後立即。

e、環島運動後結束 36 小時。

f、環島運動結束後 10 天。

(二) 血液分析：

1、麩草酸轉胺酶 (AST)：

11 μ L的檢體滴在檢測片上，藉由擴散層(spreading layer)均勻擴散奔佈。在比哆醛-5-磷酸【pyridoxal-5-phosphate(P5P)】的存在下，L-天門冬酸(L-aspartate)將Amino group 轉移給 α -酮戊二酸(α -Ketoglutarate)，產生麩胺酸 (glutamate) 和草醯乙酸 (oxaloacetate)。而由L-天門冬酸去胺基化所產生的草醯乙酸則在經由蘋果酸脫氫酶【malate dehydrogenas(MDH)】的催化，和NADH存在下轉變成蘋果酸，而HADH則被氧化成NAD⁺。NADH的氧化速率水射比分光計(reflectance spectrophotometry)偵測出。而此測得的反射光度的改變速率在線性範圍內可反映出AST的活性。

2、麩丙酮酸轉胺酶 (ALT)：

11 μ L 的檢體滴在檢測片上，藉由擴散層均勻擴散分布。擴散層

含有 ALT 物質 L-丙胺酸(L-alanine)和 α -酮戊二酸。ALT 催化 Amino group 從 L-丙胺酸轉移給 α -酮戊二酸，產生丙酮酸 (pyruvate)和麩胺酸。LDH 再催化丙酮酸和 NADH 形成乳酸和 NAD⁺。NADH 的氧化速率以比分光計測得，由反射光度的改變速率可以反應出 ALT 的活性。

第七節 資料分析與處理

- 一、 麩草酸轉胺酶 (AST) 及麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的判讀：以兩者之正常值上下限作為依據來判定肝功能的標準。
- 二、 各項實驗結果均以 SPSS for Windows 15.0 版進行相關考驗：
 - 1、 以重複量數單因子變異數分析，考驗不同時間點之麩草酸轉胺酶 (AST) 及麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的變異。
 - 2、 若有顯著差異，則以 LSD 法進一步事後比較。
 - 3、 以皮爾森積差相關法求麩草酸轉胺酶 (AST) 及麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 及相關因子之關係。
 - 4、 以上統計考驗力皆以 $\alpha = .05$ 為顯著水準。

第肆章 結果與分析

本章將實驗過程中所得之各項數據資料進行統計處理，計算出的結果將分為四個小節來加以說明：第一節、受試者基本資料；第二節、環島運動前後麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的變化情形；第三節、環島運動前後麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）比值的變化情形；第四節、單日運動前後麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）改變量的變化情形；第五節、單日運動前後麩草酸轉胺酶（AST）改變量、麩丙酮酸轉胺酶（ALT）改變量與運動強度之關係、第六節、環島運動過程中麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）之關係。

第一節 受試者基本資料

本研究受試者為中原大學直排輪代表隊選手(男性；平均年齡為 20.1 ± 0.4 歲；直排輪溜齡為 10.0 ± 0.5 年)，共計7人參與本研究；受試者基本資料詳見於表 4-1-1。

表 4-1-1 受試者基本資料 (n=7)

| 項目 | 單位 | 平均數±標準差 |
|-------|----------------------|-------------|
| 年齡 | (year) | 20.29±1.11 |
| 訓練年數 | (year) | 9.71±1.25 |
| 身高 | (cm) | 168.71±5.74 |
| 體重 | (kg) | 60.71±7.25 |
| BMI | (kg/m ²) | 21.27±1.66 |
| 最大攝氧量 | (mL/kg/min) | 51.93±9.17 |

第二節 環島運動前後麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的變化情形

七名男性受試者經 7 天 953 公里的環島直排輪溜冰運動，在運動前 (T1)、第一天運動後立即(T2)、第七天出發前(T3)、第七天運動後立即 (T4)、運動結束後 36 小時(T5)、運動結束後 10 天(T6)，進行麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的測量，其在運動過程及恢復過程中的變化情形及變異數分析摘要如表 4-2-1、表 4-2-3 所示。所得資料以重複量數單因子變異數分析考驗運動前後不同階段中之麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 變化情形，結果發現環島運動前後不同的時間點間麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 皆有明顯的差異 (F 值分別為 153.00 與 86.07, $p < .05$)。

進一步事後比較運動前與運動後各採血時間點的麩草酸轉胺酶 (AST)

與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 濃度的差異情形。首先在麩草酸轉胺酶 (AST) 的變化上，第一天運動後立即 (T2) 就明顯地較運動前來的高 ($p < .05$)，此一現象一直持續到運動結束後 36 小時 (T5)。至於麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 濃度部份，第七天運動後立即 (T4) 的濃度明顯的高於運動前 (T1)，而此一現象一直持續到運動結束後 10 天 (T6) ($p < .05$)。

其次，比較單日運動前後麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 濃度的差異情形，則可發現單日運動後麩草酸轉胺酶 (AST) 的濃度都明顯較運動前來的高 ($T2 > T1$ & $T4 > T3$; $p < .05$)。至於麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 濃度的變化上則與麩草酸轉胺酶 (AST) 有所不同，在第一天單日運動後並沒有明顯的上升 ($p > .05$)，但第七天單日運動後則有顯的上升情形發生 ($T4 > T3$; $p < .05$)。

表 4-2-1 環島運動前後 AST 與 ALT 之變化情形

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|-----|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| AST | 21.57 ±1.29 | 33.29 ^a ±2.24 | 32.14 ^a ±3.80 | 41.00 ^{a,c} ±4.90 | 34.86 ^a ±3.36 | 31.86 ±5.60 |
| ALT | 18.00 ±2.60 | 19.29 ±2.22 | 25.71 ±3.63 | 28.86 ^a ±4.20 | 35.86 ^{a,b} ±5.85 | 43.57 ^{a,b,c,d} ±6.24 |

^a，與 T1 之間有顯著差異， $p < .05$ 。

^b，與 T2 之間有顯著差異， $p < .05$ 。

^c，與 T3 之間有顯著差異， $p < .05$ 。

^d，與 T4 之間有顯著差異， $p < .05$ 。

單位：IU/L

表 4-2-2 環島運動前後不同時間點 AST 之變異數分析摘要表

| 變異來源 | SS | DF | MS | F 值 |
|----------|---------|----|--------|-------|
| 受試者 SSs | 2157.57 | 6 | 359.60 | |
| 自變數 SSa | 1388.69 | 5 | 277.74 | 5.45* |
| 誤差項 SSsa | 1528.14 | 30 | 50.94 | |

* , $p < .05$ 。

表 4-2-3 環島運動前後不同時間點 ALT 之變異數分析摘要表

| 變異來源 | SS | DF | MS | F 值 |
|----------|---------|----|--------|-------|
| 受試者 SSs | 2385.91 | 6 | 397.65 | |
| 自變數 SSa | 3390.12 | 5 | 678.02 | 8.23* |
| 誤差項 SSsa | 2470.38 | 30 | 82.35 | |

* , $p < .05$ 。

第三節 環島運動前後麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 比值的變化情形

七名男性受試者在運動前 (T1)、第一天運動後立即(T2)、第七天出發前(T3)、第七天運動後立即(T4)、運動結束後 36 小時(T5)、運動結束後 10 天(T6)進行麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的測量, 其比值 (AST/ALT) 在運動過程及恢復過程中的變化情形及變異數分析摘要如表 4-3-1~表 4-3-2 所示。所得資料以重複量數單因子變異數分析考驗運動前後不同階段中之麩草酸轉胺酶與麩丙酮酸轉胺酶比值 (AST/ALT) 變化情形, 結果發現環島運動前後不同的時間點間麩草酸轉胺酶與麩丙酮酸轉胺

酶比值 (AST/ALT) 有明顯的差異 ($F=43.86, p<.05$)。

進一步事後比較運動前與運動後各採血時間點的麩草酸轉胺酶與麩丙酮酸轉胺酶比值 (AST/ALT) 的差異情形。結果環島運動後立即(T4) 麩草酸轉胺酶與麩丙酮酸轉胺酶比值 (AST/ALT) 的變化與運動前(T1)並沒有明顯的差別 ($p>.05$)，但運動結束後 36 小時(T5)則明顯低於運動前($p<.05$)，而此一情形一直到運動結束後 10 天(T6)仍然存在。發現至於單日運動前後麩丙酮酸轉胺酶比值 (AST/ALT) 的變化上則發現：單日運動後麩草酸轉胺酶與麩丙酮酸轉胺酶比值 (AST/ALT) 明顯高於運動前($p<.05$)。

表 4-3-1 環島運動前後 AST 與 ALT 比值之變化情形

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|---------|-------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|
| AST/ALT | 1.35 | 1.84 ^a | 1.35 ^b | 1.54 ^{b,c} | 1.11 ^{a,b,c,d} | 0.75 ^{a,b,c,d,e} |
| | ±0.57 | ±0.60 | ±0.57 | ±0.71 | ±0.51 | ±0.28 |

^a，與T1之間有顯著差異， $p<.05$ 。

^b，與T2之間有顯著差異， $p<.05$ 。

^c，與T3之間有顯著差異， $p<.05$ 。

^d，與T4之間有顯著差異， $p<.05$ 。

^e，與T5之間有顯著差異， $p<.05$ 。

表 4-3-2 環島運動前後不同時間點 AST/ALT 之變異數分析摘要表

| 變異來源 | SS | DF | MS | F 值 |
|----------|-------|----|------|--------|
| 受試者 SSs | 10.05 | 6 | 1.68 | |
| 自變數 SSa | 4.90 | 5 | 0.98 | 27.08* |
| 誤差項 SSsa | 1.09 | 30 | 0.04 | |

*， $p<.05$ 。

第四節 單日運動前後麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 改變量的變化情形

七名男性受試者在運動前 (T1)、第一天運動後立即(T2)、第七天出發前(T3)、第七天運動後立即(T4)，其單日運動前後麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 改變量的變化情形及變異數分析摘要如表 4-4-1~表 4-4-3 所示。所得資料以重複量數單因子變異數分析考驗單日運動前後 (T21 與 T43)之麩草酸轉胺酶與麩丙酮酸轉胺酶改變量之變化情形，結果發現單日運動前後麩草酸轉胺酶的改變量明顯差異，第七天運動前後麩草酸轉胺酶的改變量明顯較第一天運動前後的改變量來的低($F=19.12$ ， $p<.05$)。至於麩丙酮酸轉胺酶改變量上，第七天運動前後麩丙酮酸轉胺酶的改變量與第一天運動前後的改變量則沒有明顯的不同 ($F=0.03$ ， $p>.05$)。

表 4-4-1 單日運動前後 AST 與 ALT 改變量之變化情形

| | T21 | T43 |
|-----|-----------------|-----------------------------|
| AST | 54.54 ±14.25 | 27.39 ^a ±9.24 |
| ALT | 11.33 ±18.57 | 12.67 ±15.60 |

^a，與T21 之間有顯著差異， $p<.05$ 。

單位：%

表 4-4-2 單日運動前後不同時間點 AST 改變量之變異數分析摘要表

| 變異來源 | SS | DF | MS | F 值 |
|----------|---------|----|---------|--------|
| 受試者 SSs | 921.54 | 6 | 153.59 | |
| 自變數 SSa | 2578.89 | 1 | 2578.89 | 19.12* |
| 誤差項 SSsa | 809.37 | 6 | 134.89 | |

* , $p < .05$ 。

表 4-4-3 單日運動前後不同時間點 ALT 改變量之變異數分析摘要表

| 變異來源 | SS | DF | MS | F 值 |
|----------|---------|----|--------|------|
| 受試者 SSs | 2255.71 | 6 | 375.95 | |
| 自變數 SSa | 6.24 | 1 | 6.24 | 0.03 |
| 誤差項 SSsa | 1274.67 | 6 | 212.45 | |

第五節、單日運動前後麩草酸轉胺酶 (AST) 改變量、麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 改變量與運動強度之關係

本研究七名男性受試者進行七天直排輪運動，第一天與第七天麩草酸轉胺酶 (AST) 改變量、麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 改變量與運動強度之間的關係如表 4-5-1 所示。結果發現單日運動前後受試者麩草酸轉胺酶 (AST) 改變量與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 改變量及運動強度雖然都有正相關，但卻未達統計上顯著水準($p > .05$)。至於麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 改變量與運動強度的關係上，則呈現負相關，但同樣未達統計上顯著水準($p > .05$)。

表 4-5-1 單日運動前後麩草酸轉胺酶 (AST) 改變量、麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 改變量與運動強度之相關係數表

| 相關係數 | AST 改變量 | ALT 改變量 | 運動強度 |
|---------|---------|---------|-------|
| AST 改變量 | - | 0.45 | 0.48 |
| ALT 改變量 | | - | -0.23 |
| 運動強度 | | | - |

第六節、環島運動過程中麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 之關係

本研究七名男性受試者進行七天直排輪運動，運動過程中麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 之間的關係如表 4-6-1 所示。結果發現環島運動過程中受試者麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 有高度正相關 ($r=0.51$; $p < .05$) 。

表 4-6-1 環島運動過程中麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 之相關係數表

| 相關係數 | AST | ALT |
|------|-----|-------|
| AST | - | 0.51* |
| ALT | | - |

* , $p < .05$ 。

第五章 討論與結論

本章主要分為下列幾個部分進行探討：第一節、直排輪環島運動對麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）之影響；第二節、單日運動對麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）之影響；第三節、結論；第四節、建議。

第一節 直排輪環島運動對麩草酸轉胺酶(AST)與麩丙酮酸轉胺酶(ALT)之影響

本研究結果受試者經7天的直排輪環島運動後，在實驗前、第一天運動後立即、第七天出發前、第七天運動後立即、運動結束後36小時、運動結束後10天，分別進行採血。結果發現受試者在直排輪環島運動程中AST明顯高於實驗前，而麩丙酮酸轉胺酶（ALT）則在第七天運動後才明顯高於實驗前，至於運動後恢復期的變化情形，則不論是AST或麩丙酮酸轉胺酶（ALT）都明顯高於實驗前，麩草酸轉胺酶（AST）一直到運動結束後10天才回復正常值，而麩丙酮酸轉胺酶（ALT）則一直呈現明顯升高的現象（如表4-2-1）。此一結果與Nagle, Seiler, Franz, & Jung（1990）、Fallon, Sivyver, Sivyver, & Dare（1999）的研究結果相符合。

Nagle等人（1990）以110位參與20天內完成1000公里的受試者為研究對象，觀察此一連續數日之超長距離運動對其肝膽功能的影響。結果在55位完成實驗的受試者上發現，運動開始第1~19天中選手的麩草酸轉胺酶

(AST) 上升了5倍，而麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 則在第六天時由8U/L上升到24U/L後就一直維持此一濃度。而Fallon等人 (1999) 觀察受試者在16天內跑完1600公里後其體內血液生化值的變化情形，結果同樣發現第4天、第11天及運動結束後立刻，受試者體內麩草酸轉胺酶 (AST) 在第4天時明顯高於運動前，而在第11天及運動結束後立刻，此一數據雖仍然明顯高於運動前之基礎值，但已明顯較前一次採血點所測出之數值來的低，至於麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的部份，同樣在第4天就已經明顯較運動前來的高，而此一顯著改變情形一直維持到運動結束。

但與林文煌等人 (2003)、黃憲鐘 (2005) 及Chen等人 (2004) 的研究結果不盡相同。林文煌等人 (2003) 觀察10名健康B型肝炎帶原者與9名為正常者在從事12週快走訓練後肝功能的變化情形，結果發現兩組受試者在訓練期中麩草酸轉胺酶 (AST) 並沒有發現明顯的增減，但是麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 在訓練八週後比訓練開始前有明顯的增加。而黃憲鐘 (2005) 則發現連續五天密集運動訓練並不會對麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 造成顯著的改變，但麩草酸轉胺酶 (AST) 在運動結束24小時候比運動開始前明顯高出許多 ($23.0 \pm 5.9 \sim 27.2 \pm 10.6$)。至於Chen等人 (2004) 則研究非最大運動強度 (sub-maximal exercise intensity) 對B型肝炎學生疲勞自覺量數 (RPE) 以及肝功能指數的影響，結果發現，經過六週的運動訓練介入後，麩草酸轉胺酶 (AST) 和麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 皆沒有明顯的變化。

而造成此一結果不盡相同的原因，可能與運動實驗設計有關。林文煌等人(2003)與Chen等人(2004)的實驗主要是以中強度運動進行每週3次、每次不超過30分鐘的跑步或快走運動，而黃憲鐘(2005)雖然進行了連續5天的中高強度運動，但由於運動時間只持續了30分鐘，反觀本實驗受試在連續7天的直排輪環島運動過程中，每天都進行至少3小時以上、大約100公里的中高強度直排輪運動，其運動強度遠遠大於上述3篇研究，所以本研究之運動試驗對麩草酸轉胺酶(AST)的影響較為顯著。

由本實驗與上述多位學者的研究可驗證：長時間的運動將會造成麩草酸轉胺酶(AST)與麩丙酮酸轉胺酶(ALT)的上升，麩草酸轉胺酶與麩丙酮酸轉胺酶大多存在於肝臟中，是肝細胞製造最多的兩種酵素，它們會經由身體的循環進入血液，倘若血液中所測得的麩草酸轉胺酶與麩丙酮酸轉胺酶的指數高出標準值，這表示肝臟細胞已經受到損害。木下幸文(1996)曾經指出麩丙酮酸轉胺酶不單只存在於肝臟當中，也有少量的麩丙酮酸轉胺酶存在於肌肉裡，因此，在判斷運動後肝臟受損的程度時麩丙酮酸轉胺酶扮演了舉足輕重的角色(木下幸文,1996)。另一方面，麩草酸轉胺酶(AST)則被認為存在於許多身體器官當中，其中存在於肌肉中的麩草酸轉胺酶(AST)主要存在於粒線體中，所以，當粒線體產生變化的時候即能反映出肌肉細胞的損壞程度，然後麩草酸轉胺酶(AST)經由體循環被釋放到血液之後即導致血液中的濃度增加(Rej, 1989)。因此，麩草酸轉胺酶(AST)和

麩丙酮酸轉胺酶可以顯示出肝臟的受損及過度負荷的程度(Wroblewski, 1958)。

不過，在最近的研究中卻有學者提出了不同的看法；Fallon等人(1999)曾經指出，麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶是同樣存在於肝臟和肌肉當中，因此血液中增加的麩草酸轉胺酶（AST）和麩丙酮酸轉胺酶並無法具體的辨別肝臟受損的程度(Fallon et al., 1999)。甚至Margaritis等人(1999)也指出：雖然在鐵人三項運動結束後發現肌肉損傷的程度和血清酵素活性有明顯的增加，但是單就肌肉所釋放出來的酵素是無法用來推測肌肉受損的程度。雖然麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）無法全部代表肝功能，同時在直排輪環島過程中麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的比值雖然有明顯上下波動的變化（如表4-3-1），但仍屬於正常可接受範圍（正常比值介於1~2間），不過，由運動恢復期麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的持續上升及AST/ALT的比值低於正常值下限的情形仍然可顯示出每天過長的中強度運動多少會對身體造成負荷，且此一情形會在運動後持續一段時間。因此，在從事類似的環島運動時，仍應就其每次持續運動時間、運動強度、休息時間等做妥善的規劃，才能避免從事此類運動時對身體形成額外壓力。

第二節 單日運動對麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 之影響

本研究結果受試者在直排輪環島運動過程中，在實驗前、第一天運動後立即、第七天出發前、第七天運動後立即有進行採血，以了解單日運動對麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的影響情形。結果發現不論是第一天的單日運動前後或第七天的單日運動前後，麩草酸轉胺酶 (AST) 的濃度在運動後都明顯較運動前來的高，而麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 雖然同樣也是運動後較運動前來的高，但卻沒有像麩草酸轉胺酶 (AST) 般有達到統計上的顯著差異，不過如果分別就麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 在第一天與第七天的改變量上進行比較，可以發現第七天時麩草酸轉胺酶 (AST) 在運動後的改變量明顯較第一天來的低。而單次運動後麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的變化情形與Skenderi等人 (2006)、Hyo等人 (2007) 及Fallon等人 (1999) 的研究結果相類似。至於AST/ALT比值的變化上，則不論是第一天或第七天運動後的比值都明顯較運動前的比值來的高，由數據來看比值高的原因主要來自於麩草酸轉胺酶 (AST) 上升的幅度較麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 來的明顯。

但本研究結果與黃憲鐘 (2005) 的實驗發現不盡相同，該作者針對8位健康B型肝炎帶原之選手及8位健康之選手，探討連續五天運動訓練對健康B型肝炎帶原之選手肝臟及血液相關指標的影響，兩組受試者在跑步機

上，進行運動強度75%VO₂max，時間為30分鐘，連續五天的跑步運動，並於第一天運動前、運動結束後與第五天的運動前、運動後及24小時後進行採血的動作。結果發現：不論是第一天或第五天運動後麩草酸轉胺酶(AST)的濃度都比運動前高，此外，雖然其未就麩草酸轉胺酶(AST)運動前後的改變量做比較，但由其結果數據仍可看出第五天運動前後麩草酸轉胺酶(AST)的改變量較第一天來的低。因此，在麩草酸轉胺酶(AST)的變化上，雖然其在運動前後及恢復期的結果比較上沒有達到統計上的顯著差異，但其變化趨勢與本實驗結果相雷同。至於麩丙酮酸轉胺酶(ALT)部份，則不論是在第一天或第五天運動後的麩丙酮酸轉胺酶(ALT)值都比運動前來的低，但運動結束後24小時則呈現上升的情形，雖然其麩丙酮酸轉胺酶(ALT)的變化上同樣沒有顯著的改變情形發生，但就變化趨勢來看，其本實驗結果與其運動後的結果相同，而與運動期結束後的結果相同。

Rogers等人(1985)指出：運動的種類、強度、持續時間、和受試者的鍛鍊程度等因素都會影響運動後血清酵素的活性。因此，造成兩者實驗結果不同的原因，推測可能與運動持續時間有關，雖然本實驗受試者是以直排輪方式進行運動，不像跑步運動會造成較大的撞擊性，但由於連續七天都進行每次至少3小時、每天約100公里的運動，因此，對身體也是一種負擔。

以單日運動對麩草酸轉胺酶(AST)和麩丙酮酸轉胺酶(ALT)的影

響來看，由於第七天運動後麩草酸轉胺酶（AST）的改變量明顯較第一天來的低來看，是否身體對此項運動已經開始產生適應現象，需要再加以研究才能予以釐清其變化所代表的涵義。至於麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的變化上，雖然第一天與第七天運動前後的改變量相類似，但由於連續七天的運動，使得受試者體內麩丙酮酸轉胺酶（ALT）的含量都逐步呈現上升的現象，或許其數據仍介於正常值範圍內，但由運動結束後36小時及十天後麩丙酮酸轉胺酶（ALT）濃度仍明顯高於直排輪環島運動前與正常範圍值可看出，連續七天都進行每次至少3小時、每天約100公里的運動，多少已對身體造成負擔。

第三節 結論

本研究主要目的在探討直排輪環島運動對肝功能指標（AST與ALT）的影響，所得結論如下：


- （一）直排輪環島運動後，麩草酸轉胺酶（AST）與麩丙酮酸轉胺酶（ALT）都會明顯上升，麩草酸轉胺酶（AST）在運動後十天才回復至正常值，但麩丙酮酸轉胺酶（ALT）則在運動後十天仍明顯高於運動前。
- （二）直排輪環島運動後，AST/ALT的比值在運動後36小時及運動後十天明顯較運動前低。

- (三) 直排輪環島運動前後，麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 彼此間呈顯著正相關。

第四節 建議

根據本研究結果與討論，給予下列建議：

- (一) 麩草酸轉胺酶 (AST) 與麩丙酮酸轉胺酶 (ALT) 並不能完全代表肝臟功能，尤其肌肉內的麩草酸轉胺酶 (AST) 在肌肉損傷時亦會釋於出來，因此，建議日後進行相關研究時，應同時再加入多種指標，以期能夠完整地將運動後肝臟功能變化情形予以掌握。
- (二) 直排輪環島運動多少對身體會造成不小的負擔，因此，在環島過程中運動持續時間、休息時間、營養補給等都應該予以考量，以便能減少其可能帶來的害處。至於環島結束後，也應該注意相關保養，以便身體機能能夠儘早恢復。



參考文獻

一、中文部分

金井弘一(1999)。肝臟病-沈默的臟器會說話。台北市：益群書局。

許樹淵、崔凌震(2008)。運動訓練醫學。台北市：師大書苑。

癌症論談(1999)。認識肝病。轉載自肝病防治特刊，中華民國肝病防治學術基金會。

林文煌(2003)。十二週快走訓練對健康B型肝炎帶原者的肝功能影響。國立虎尾技術學院鼓勵性研究計畫成果報告，92年2月1日至93年1月31日。

黃奕仁、吳慧君、陳文茹、林孟賢(2004)。24小時超級馬拉松對跑者肝膽功能之影響。大專體育學刊，6(1)，275-283。

黃盈翔，盧豐華(2003)。老年人之用藥原則。台灣醫學，7卷3期。

黃憲鐘(2005)。密集運動訓練對B型肝炎帶原運動選手肝臟及血液相關指標變化之研究。體育學報，中華民國體育學會，第38卷第3期，頁1~8。

林淑惠(2008)。直排輪環島運動對血漿飢餓素及瘦體素濃度之影響，師大書苑，頁2-3。

徐吉德、任玟樺和徐吉龍。簡述直排輪在運動領域上相關研究之探討，東師體育，12民94.12頁83-86。

莊訓達。休閒活動的新寵--直排輪溜冰運動，崇右學報，6 民 86.12 頁
310-325。

二、外文部分

(一)西文

- Aithal, G. P., Rawlins, M. D., & Day, C. P. (2000). Clinical diagnostic scale: auseful tool in the evaluation of suspected hepatotoxic adverse drugreactions. *Journal of Hepatology*, 33 (6), 949-952.
- Lin, C. L., Chen. M. F., Chung, M. C., Lin, M. H.(2004). The Effect of sub-maximalexercise upon students suffering chronic hepatitis B infection. *Journal of Internal Medicine Taiwan*, 15: 208-213.
- Clarkson, P. M., Kearns, A. K., Rouzier, P., Rubin, R., & Thompson, P. D. (2006). Serum creatine kinase and renal function measures in exertional muscle damage. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 623-627.
- Dajani, L. K., Paus, E., & Warren, D. J. (2001). Development of a rapid and sensitive immunofluorometric assay for glutathione S-transferase A. *Clinical Chemistry*, 47, 867-873.
- Dempsey, J. A., Hanson, P. G., Henderson, K. S. (1984). Exercise-induced arterial hypoxaemia in healthy human subjects at sea level. *Journal of Physiology*, 355, 161-175.
- De paz, J. A., Villa, J. G., Lopez, P., & Gonzalez-Gallego, J. (1995). Effect of long-distance running on serum bilirubin. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27(12), 1590-1594.
- Dufour, D. R., Lott, J. A., Nolte, F. S., Gretch, D. R., Koff, R. S., & Seeff, L. B. (2000a). Diagnosis and monitoring of hepatic injury. I. Performance characteristics of laboratory tests. *Clinical Chemistry*, 46(12), 2027-2049.
- Dufour, D. R., Lott, J. A., Nolte, F. S., Gretch, D. R., Koff, R. S., & Seeff, L. B.

- (2000b). Diagnosis and monitoring of hepatic injury. II. Recommendations for use of laboratory tests in screening, diagnosis, and monitoring. *Clinical Chemistry*, 46(12), 2050-2068.
- Ekblom, B., & Hermansen, L. (1968). Cardiac output in athletes. *Journal of Applied Physiology*, 25, 619-625.
- Farber, H., Arbetter, J., Schaefer, E., Hill, S., Dallal, G., Grinaldi, R., & Hill, N. (1987). Acute metabolic effect of an endurance triathlon. *Annals of Sports Medicine*, 3(2), 131-138.
- Fallon, K. E., Sivyer, G., Sivyer, K., & Dare, A. (1999). The biochemistry of runners in a 1600 km ultramarathon. *British Journal of Sports Medicine*, 33, 264-269.
- Fortson, W. C., Tedesco, F. J., Starnes, E. C., & Shaw, C. T. (1985). Marked Elevation of serum transaminase activity associated with extrahepatic Biliary tract disease. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 7(6), 502-505.
- Fu, F. H., You, C. Y., Kong, Z. W. (2002). Acute changes in selected serum enzyme and metabolite concentrations in 12- to 14-yr.-old athletes after an all-out 100-m swimming sprint. *Perceptual and Motor Skills*, 95(3 Pt 2), 1171-8.
- Holly, R. G., Barnard, R. J., Rosenthal, M., Applegate, E., & Pritikin, N. (1968). Triathlete characterization and response to prolonged strenuous competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 18(1), 123-127.
- Hyo, J. K., Yoon, H. L., & Chang, K. K. (2007). Biomarkers of muscle and cartilage damage and inflammation during a 200 km run. *European Journal of Applied Physiology*, 99, 443-447.
- Katsuhiko, S., Jonathan, P., Kazunori, N., Mitsuharu, O., Chris, R. A., Rob, S., David, B., Marc, J. Q., Hamilton, L., David, T. M., & Paul, B. L. (2006). Changes in markers of muscle damage, inflammation and HSP70 after an Ironman triathlon race. *European Journal of Applied Physiology*, 98, 525-534
- Koutedakis, Y., Raafat, A., Sharp, N. C., Rosmarin, M. N., Beard, M.J., &

- Robbins, S. W. (1993). Serum enzyme activities in individuals with different levels of physical fitness. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(3), 252-257.
- Knapen, M., Mulder, T., Bisseling, J., Penders, R., Peters, W., & Steegers, E. (1998). Plasma glutathione S-transferase alpha 1-1: a more sensitive marker for hepatocellular damage than serum alanine aminotransferase in hypertensive disorders of pregnancy. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 178, 161–165.
- Kuipers, H., (1994). Exercise-induced muscle damage. *International Journal of Sports Medicine*, 15, 132-135.
- Lee, W. (2003). Drug-induced hepatotoxicity. *New England journal of medicine*, 349, 474-478.
- Lindena, J., & Trautschold. (1983). Enzymes in lymph: A review . *J. Clin. Chem. Clinical Biochemistry*, 21, 327-346.
- Lohman, K., & Meyerhof, O. (1934) Über die enzymatische umwandlung von phosphoglyzerinsäure in brenztraubensäure und phosphorsäure (Enzymatic transformation of phosphoglyceric acid into pyruvic and phosphoric acid). *Biochemische Zeitschrift*, 273, 60–72.
- Marcos, B. M., Monica, B., & Fernanda, C. R. B. (2008). Liver overload in Brazilian riathletes after half-ironman competition is related muscle fatigue. *Annals of Hepatology*, 7(3), 245-248.
- Margaritis, I., Tessier, F., Verdera, F., Bermon, S., & Marconnet, P. (1999). Muscle enzyme release does not predict muscle function impairment after triathlon. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 39(2), 133-139.
- Melanson, E. L., Freedson, P. S., Jungbluth, S. (1996). Changes in VO₂max and maximal treadmill time after 9 wk of running or in-line skate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(11), 1422-1426.

- Mena, P., Maynar, M., & Campillo, J. E. (1996). Change in plasma enzyme activities in professional racing cyclists. *British Journal of Sports Medicine*, 30(2), 122-124.
- Nagel, D., Seiler, D., Franz, H., & Jung, K. (1990). Ultra-long-distance running and the liver. *International Journal of Sports Medicine*, 11(6), 441-445.
- Noakes, T. D. (1987). Effect of exercise on serum enzyme activities in humans. *Sports Medicine*, 4, 245-267.
- Nosaka, K., & Clarkson, P. M. (1996). Changes in indicators of inflammation after eccentric exercise of the elbow flexors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(8), 953-961.
- Pettersson J, Hindorf U, Persson P, Bengtsson T, Malmqvist U, Werkström V, & Ekelund M (2007). Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *British journal of clinical pharmacology*, 65(2), 253–259.
- Perlmutter, G. S., Bies, C., Fagan, T., & Lowenthal, D. T. (1987). The kinetics of serum enzymes following maximal exercise stress testing in healthy men. *Annals of Sports Medicine*, 3(3), 178-181.
- Rehrer, N. J., Brouns, F., Beckers, E. J., Frey, W. O., VilUger, B., & Riddoch, C. J., et al. (1992). Physiological changes and gastro-intestinal symptoms as a result of ultra-endurance running. *European journal of applied physiology*, 64, 1-8.
- Rej, R.(1989). Aminotransferases in disease. *Clinics in laboratory medicine*, 9(4), 667-687.
- Rogers, M. A., Stull, G. A., & Apple, F. S. (1985). Creatine kinase isoenzyme activities in men and women following a marathon race. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 17, 679-682.
- Saengsirisuwan, V., Phadungkij, S., & Pholpramool, C. (1998). Renal and liver functions and muscle injuries during training and after competition in Thai boxers. *British Journal of Sports Medicine*, 32, 304-308.

- Schwane JA, Johnson SR, Vandenakker CB, & Armstrong RB (1983). Delayed-onset muscular soreness and plasma CPK and LDH activities after downhill running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 15, 51-56.
- Sellers, E. M., & Freedman, F. (1981). Treatment of acetaminophen poisoning. *Canadian Medical Association journal*, 125(8), 827-829.
- Skenderi, K. P., Kavouras, S. T. A., Anastasiou, C. A., Yiannakouris, N., & Matalas, A. L. (2006). Exertional rhabdomyolysis during a 246-km continuous running race. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 1054-1057.
- Smith, J. E., Garbutt, G., Lopes, P., & Pedoe, D. T. (2004). Effects of prolonged strenuous exercise (marathon running) on biochemical and haematological markers used in the investigation of patients in the emergency department. *British journal of sports medicine*, 38, 292-294.
- Snyder, A. C., O'Hagan, K. P., Clifford, P. S., Hoffman, M. D., & Foster, C. (1993). Exercise responses to in-line skating: comparisons to running and cycling. *International journal of sports medicine*, 14(1), 38-42.
- Soeder, G., Golf, S. W., Graef, V., Temme, H., Brustle, A., & Roka, L., et al (1989). Enzyme catalytic concentrations in human plasma after a marathon. *Clinical Biochemistry*, 22(2), 155-159.
- Spitler, D. L., Alexander, W. C., Hoffler, G. W., Doerr, D. F., & Buchanan, P. (1984). Haptoglobin and serum enzymatic response to maximal exercise in relation to physical fitness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 16(4), 366-370.
- Vanderlinde, R. E. (1986). Review of pyridoxal phosphate and the transaminases in liver disease. *Annals of clinical laboratory science*, 16(2), 79-93.
- Wroblewski, F. (1958). The clinical significance of alterations in transaminase activities of serum and other body fluids. *Advances in clinical chemistry*, 1(2), 313-351.

(二) 日文

井川幸雄(1980)。運動負荷が血液検査と肝臓の組織学的変化に及ぼす影響。

臨床病理。28(1)，39-44。

木下幸文，矢野里佐，矢野博己(1996)。異なる運動強度における血清グア

ナーゼ活性変動。体力科学，45，527-530。

賀来正俊(1994)。マラソン・長距離選手における非外傷性筋肉障害と肝臓

機能の鑑別判断。臨床スポーツ医学，11(6)，695-701。

遠藤章二，小笠原由美子，宮崎廣子，沖本鶴美(1995)。健康と食生活に関

する調査研究：（第九報）地方公務員の身体状況の検討（平成7年

度）。聖カタリナ女子短期大学紀要，30，93-129。

田村善蔵，織田敏次（1970）。血清酵素一測定法・意義・臨床一，第1版，

III・酵素の血清毛の漏出機構。医学書院，東京，21-39。

江橋慎四郎（1959）。レクリエーション指導者の養成--アメリカの場合--特

集・レクリエーション。体育の科学，杏林書院，9(5)，pp.201～203，

206。

本郷立憲，廣重 力（2000）。標準生理學，第5版，第9章，III，血液循環・C・リンパ循環。医学書院，東京，555-561。

鈴木政登（2002）。運動と血清酵素。体力科学，51，407-422。

鈴木政登、飯島好子、塩田正俊，松原 茂，井川幸雄，町田勝彦（1990）、
ジョギング愛好者のフルマラソン後の血液・尿成分の変化。臨床スポーツ化学，7(7)，813-820。

井川幸雄（1984）。運動と酵素。臨床栄養，65，518-552。

黒田善雄，井川幸雄，高澤晴夫，中島寛之，村川正博（1990）。第二章3
消化器，最新スポーツ医学，初版。文光堂，東京，pp144。

西川洋子（1986）。Guanase の酵素化学ならびに臨床応用に関する研究，
文部省化学研究による研究報告集。医学および薬学編，pp1-2。

附錄一 受試者須知及同意書

【受試者須知及同意書】

研究主題：直排輪環島運動對肝功能指數之影響

研究單位：國立台灣師範大學體育學系

研究人員：吳政育

聯絡電話：0932387284

為了維護受試者之權益，研究者必須將其研究過程、可能發生的危險像受試者說明，研究者會盡其所能來保護受試者之健康與權益，並隨時回答受試者的問題。受試者如改變參與意願時，應通知研究者，即可隨時退出實驗，而不受任何方面限制。

參與本研究之受試者，必須瞭解並同意以下事項：

- 一、 實驗日期：民國 97 年 1 月 15 日至民國 97 年 2 月 15 日
- 二、 在指定日期時間，著運動服裝至國立台灣師範大學公館校區運動生理學實驗室，接受一次最大攝氧量前測。
- 三、 在規劃日期內，進行連續 7 天直排輪環島運動，估計約 1000 公里。
- 四、 本實驗由合格醫護人員進行採血，7 個採血點為：第一天環島運動出發前、第一天環島運動結束後、第四天環島運動出發前、第七天環島運動出發前、第七天環島運動結束後、環島運動後 36 小時、環島運動後 10 天。
- 五、 參與本實驗可瞭解個人運動前、中、後肝臟功能指數 ASL、ALT 的變化及相關影響。
- 六、 為使測驗過程順利及保護個人安全，請務必配合下列要求：
 1. 實驗期間不得參與其它劇烈運動
 2. 實驗期間不得飲用含有酒精之飲料。
 3. 環島過程中，若有不適，請立即向研究人員反映，可隨時退出實驗。

實驗所獲得的資料僅供研究之用，絕對保密。閱讀完須知並同意遵守相關約定，請在下欄簽名。本研究需要您的參與合作，才能圓滿順利！感謝！

志願者簽名：_____

同意日期：97 年____月____日