

樟芝菌絲體補充對衰竭運動後大鼠肝功能及血脂肪的影響

黃園翔¹、劉介仲²、林俊宏²、甘能斌³、謝錦城^{1*}

摘要

目的：探討補充樟芝對衰竭運動後大鼠肝功能及血脂肪之影響。**方法：**40隻雄性大鼠隨機分成控制組（C）、衰竭運動組（E）、樟芝組（A）和樟芝衰竭運動組（AE）四組。依照大鼠每公斤體重每天投予0.3克樟芝，為期四週；E及AE組以漸增式衰竭運動模式跑至衰竭。記錄運動時間並分析血液生化指標包括：葡萄糖（glucose, GLU）、麥胺草醋酸轉胺酶（aspartate aminotransferase, AST）、麥胺丙酮酸轉胺酶（alanine aminotransferase, ALT）、三酸甘油酯（triglyceride, TG）、總膽固醇（total cholesterol, TC）、高密度（high-density lipoprotein-cholesterol, HDL-C）及低密度脂蛋白膽固醇（low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C）。**結果：**E組的AST及ALT活性顯著高於C組，Glu、TG及TC濃度顯著低於C組，ALT活性顯著高於AE組。A組的Glu濃度顯著高於C組。AE組運動時間及Glu濃度顯著高於E組。**結論：**補充樟芝菌絲體能提升大鼠耐力運動時間，並減緩因衰竭運動所導致之急性肝損傷。

關鍵詞：增補劑、麥胺草醋酸轉胺酶、麥胺丙酮酸轉胺酶、三酸甘油酯、總膽固醇

The Effects of *Antrodia camphorata* Mycelium Supplementation on Hepatic Function and Plasma Lipids after Exhaustive Exercise in Rats

Yuan-Siang Huang¹, Chieh-Chung Liu², Chun-Hong Lin², Nean-Been Kan³, City C. Hsieh^{1*}

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to examine the effects of *Antrodia camphorata* supplementation on hepatic function and plasma lipids after exhaustive exercise in rats. **Methods:** Forty male Sprague-Dawley rats were randomly divided into four groups: control (C, n = 10), exhaustive exercise (E, n = 10), *A. camphorata* supplemented (A, n = 10) and *A. camphorata* plus exhaustive exercise (AE, n = 10). *A. camphorata* was supplemented at the dose 0.3 g/kg/day for four weeks. Exhaustive exercise was performed on a rodent treadmill with the progressive protocol. Two way ANOVA and *t*-test were performed to examine the effects of exhaustive exercise and *A. camphorata* supplementation on exercise time to exhaustion, the plasma aspartate aminotransferase (AST), and alanine aminotransferase (ALT) levels, glucose (Glu), triglyceride (TG), total cholesterol (TC), high-density lipoprotein-cholesterol (HDL-C), and low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C) concentration. **Results:** The plasma AST and ALT levels in E group were significantly higher than C

Submitted for publication: 2015.1; Accepted for publication: 2015.4

1 國立新竹教育大學體育學系；Department of Physical Education, National Hsinchu University of Education

2 元培醫事科技大學體育室；Physical Education Office, Yuanpei University

3 元培醫事科技大學健康休閒管理系；Department of Health and Leisure Management, Yuanpei University

* Corresponding author: 謝錦城 E-mail: chsieh@mail.nhcue.edu.tw

group, while the level of Glu, TG and TC were significantly lower than C group, and the plasma ALT levels were significantly higher than AE group. The concentration of Glu in A group was significantly higher than C group. Exercise time to exhaustion and Glu levels in AE group were significantly higher than E group. **Conclusion:** The supplement of *A. camphorata* mycelium could not only prolong the duration of endurance exercise in rats, but also alleviate the acute harm on the rat hepatic function after exhaustive exercise.

Keywords: supplements, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, triglyceride, total cholesterol

壹、問題背景

近幾年運動增補劑的研究越來越多，不外乎都是在探討如何能增進運動員的運動表現，但過去所探討的運動類型皆有所不同，結果的呈現亦不同，部分文獻是以直接的運動表現來看其效果。而另一部分則細看到血液各指標的濃度變化，以探討其增補後血液濃度的改善情形，而過去研究裡所探討的血液生化指標都有所不同，但大致都以改善身體氧化壓力、抗疲勞、自由基等這些研究方向為主。在國內的文獻包含姚承義、謝伸裕、沈淑貞（2005）的研究以魚油增補的方式探討血液抗氧化能力的指標；林曉汶、許美智（2008）也探討瓜拿那的增補對血液中抗氧化指標的影響。而國外的文獻部分，Bryer and Goldfarb（2006）以維他命C的增補，探討在離心運動後肌肉損傷與氧化壓力的狀況；Jówo, Długołęcka, Makaruk, and Cieśliński（2015）則是以綠茶萃取液的補充探討男性短跑運動員在反覆循環衝刺測試後的血液抗氧化變化情形。但激烈運動過後血液生化指標會改變的不只有氧化壓力、抗疲勞跟自由基等部分，尚有其他項目也是會受到激烈運動刺激所影響，包含血糖、肝指數與血脂肪等。而本篇研究欲探討激烈運動後，血液中血糖、肝指數及血脂肪的變化，且運用不同的增補劑—樟芝，探討其對血液生化指標及運動持續時間的影響。

肌肉進行收縮時主要的能量來源為腺嘌呤核苷三磷酸（adenosine triphosphate, ATP）。而ATP有三種形成路徑：一、磷酸肌酸系統（adenosine triphosphate-

phosphocreatine, ATP-PC）、二、糖解作用（glycolysis）、三、氧化系統（oxidative system）。當肌肉中的ATP用盡且沒有足夠的養分能提供恢復時，就會影響肌肉的收縮能力。許多文獻顯示，從事規律的運動不管對生理還是心理都有所幫助（Brehm & Iannotta, 1998; Caspersen, Powell, & Christenson, 1985），但長時間高強度的運動會造成血糖下降，而血糖濃度的降低會抑制中樞神經系統的功能，導致持續運動的能力降低，降低運動表現（Abe, Takiguchi, Tamura, Shimura, & Yamazaki, 1995）。因此若能找到一個方法提升體內血糖濃度，這將可以增加運動表現。

麥胺草醋酸轉胺酶（aspartate aminotransferase, AST）俗稱GOT（glutamic oxaloacetic transaminase），與麥胺丙酮酸轉胺酶（alanine aminotransferase, ALT）俗稱GPT（glutamic pyruvic transaminase），都屬於胺基轉化酵素，這兩個酵素的作用為催化麥胺酸，使麥胺酸轉移一個胺基分別至草醋酸或丙酮酸的反應。AST存在於人體心臟最多，其次為肝臟、骨骼肌、腎臟及腦脊髓等組織；而ALT的含量以肝臟最多。若以上組織有發生損傷或者發炎，AST和ALT即被釋放出來，使血液中的AST與ALT數量與活性上升；許多研究指出，高強度的運動後會使血清中AST即ALT的活性增加（Banfi, Colombini, Lombardi, & Lubkowska, 2012; Frajacomio et al., 2012; Larson-Meyer et al., 2008），本研究以血液中AST及ALT來判斷肝臟受損情形。

Lehmann et al.早在1991年提出過度訓練會造成血液中葡萄糖、乳酸、血氨、甘油、游離脂肪酸、白蛋白、低密度脂蛋白、極低

密度脂蛋白膽固醇、血紅素值、白血球和心跳的顯著下降。但在單次衰竭運動後，大鼠血液中的三酸甘油酯、總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇的相關研究較少。Frajacomo et al. (2012) 的研究指出，倉鼠經過五週的高強度阻力訓練後血液中的高密度脂蛋白膽固醇會顯著的增加，若多攝取1%的膽固醇，其血液中的總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇、非高密度脂蛋白膽固醇、三酸甘油酯會顯著的上升。而Ko et al. (2008) 的研究發現樟芝的水萃取物對患有高血脂疾病的倉鼠，具有降低肝臟總膽固醇與三酸甘油酯的效果；但對於血清總膽固醇與高密度脂蛋白的影響沒有達到顯著，然而對血清中三酸甘油酯與低密度脂蛋白濃度則有輕微降低的效果。顏世榮 (2007) 的研究也得到相似的結果，其研究發現野生的樟芝子實體可以有效減低高脂飲食組老鼠血漿的三酸甘油酯。李鴻志、林淑惠 (2007) 的研究顯示衰竭運動後會造成血液中高密度脂蛋白膽固醇的濃度上升，而使低密度脂蛋白膽固醇的濃度顯著下降。而樟芝補充是否對高強度運動後大鼠血液中的血脂肪有所影響，這也是值得關注的議題。

樟芝含有許多的生理活性成分化合物，包含類三萜化合物、水溶性多醣體、過氧化酶、蛋白質、維生素、腺苷及鋅、鎂、鐵、鈣等，具有抗氧化、解毒、降低脂質過氧化、抗癌和抗發炎的功效，通常被用來治療及預防多種疾病，且研究發現樟芝在護肝及抗腫瘤上確實極具現代醫學臨床用藥潛力，近年來的研究以抗氧化、氧化傷害、預防自由基、抑制腫瘤、免疫功能、抗發炎等效果為主（林恭儀、曹永昌、邱仲峯，2013；趙東波等，2013；Hseu, Chen, Yech, Wang, & Yang, 2008; Hseu et al., 2005）。趙東波等 (2013) 的研究發現人類結腸癌細胞株加入不同濃度之樟芝萃取物後，明顯發生細胞凋亡反映，顯示樟芝萃取物確實具有促使癌細胞細胞凋亡之能力。Huang, Hsu, Huang, Yang, and Hou (2012) 指出適當的補充牛樟芝可以增加小鼠耐力運動的時間，提升運動

表現。樟芝在護肝的研究方面，Song and Yen (2003) 的研究發現一定劑量的樟芝發酵濾液能有效降低大鼠受四氯化碳誘發的急性肝毒性的反應。Dai et al. (2003) 的研究發現不管樟芝使用部位是子實體還是菌絲體，都可以有效降低酒精性誘發的大鼠肝指數異常的現象，但不會因為不同劑量而有不同的效果。Han et al. (2006) 發現口服樟芝水萃取物可以有效防止小鼠因瘧疾丙酸桿菌與脂多糖造成的肝指數上升情形。喬威敦 (2008) 發現攝取樟芝多醣體能降低長期接受中高強度訓練對肝臟之傷害。

而在樟芝菌絲體增補對於單次衰竭運動後大鼠血液中的肝指數、膽固醇這方面的研究尚有探索的價值，故設計此實驗來探討樟芝補充對於衰竭運動後的大鼠肝功能指數與血脂肪的影響，提供補充樟芝的科學佐證資料，與未來在研究上的一個參考依據。

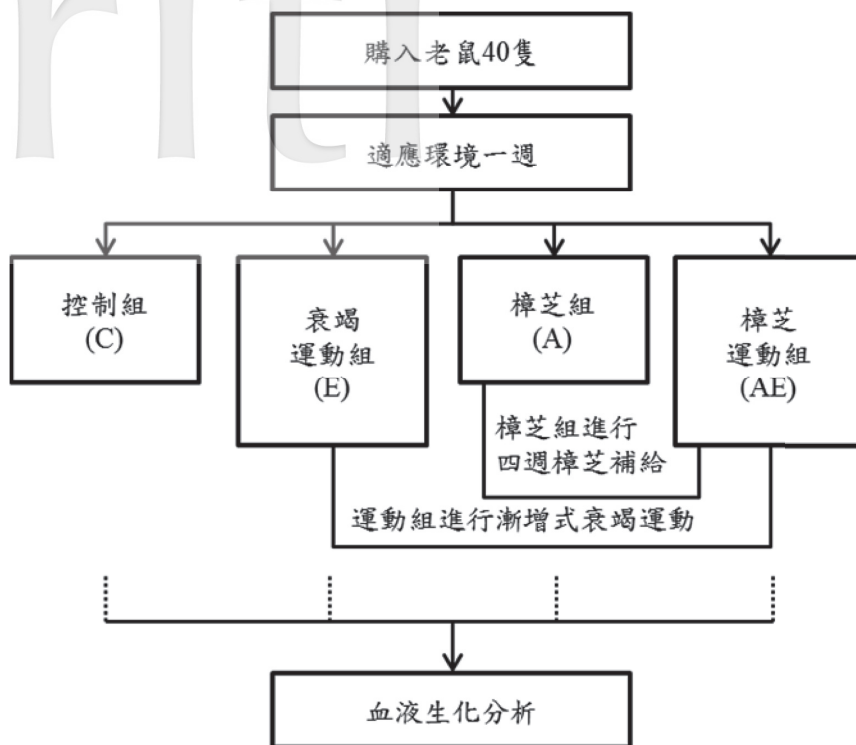
貳、研究方法

一、研究材料

本研究以40隻約六週大的Sprague-Dawley品系雄性大鼠為實驗模式，體重約150公克，購自樂斯科生物科技股份有限公司（BioLASCO Taiwan Co., Ltd.）。實驗過程中將實驗室環境溫度控制約攝氏23度，溼度保持在40%至50%之間，且白天（06:00-18:00）保持動物飼養室光亮，晚上（18:00-06:00）則轉為黑暗，使其維持規律的起居生活，並每天按時給予食物及飲用水。

二、實驗設計

如圖一所示，大鼠適應環境的時間為一週，接著隨機分為控制組（control, C）、衰竭運動組（exhaustive exercise, E）、樟芝組（A）和樟芝衰竭運動組（AE），共4組，每組各10隻。樟芝組隨即進行為期四週的樟芝補充；運動組則於第五週進行一週跑步機適應，適應跑步機之後隔天即從事激烈運動至衰竭。而後採集全數大鼠之腹腔血液，進



圖一 實驗流程圖

行麥胺草醋酸轉胺酶、麥胺丙酮酸轉胺酶、葡萄糖、三酸甘油酯、總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇及低密度脂蛋白膽固醇之生化分析。本動物實驗經元培醫事科技大學動物實驗管理小組審核通過後進行（IACUC編號：96-008）。

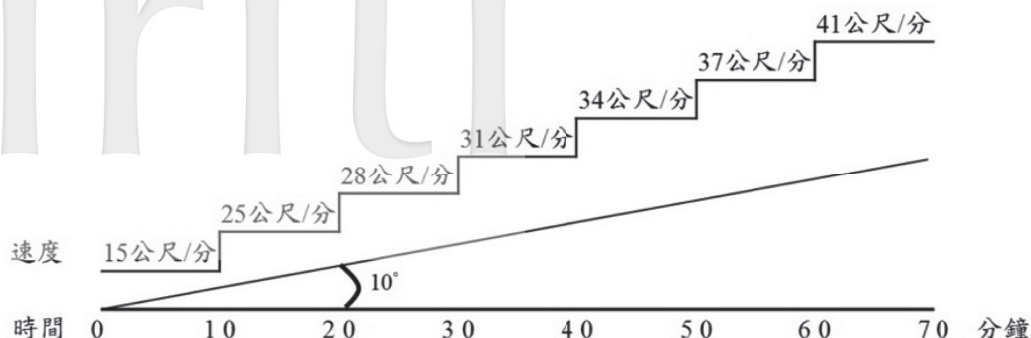
三、實驗處理方法

（一）樟芝投予劑量與方式

本實驗之樟芝選購自市售樟芝，其原料使用部位為菌絲體，以固態發酵方式進行培養，再以低溫乾燥處理，得到最高純度、最少加工過程的產品，以保存其活性物質，且此產品通過90天餵食毒性試驗。樟芝補充組大鼠每天以每公斤體重0.3克的劑量進行泡製，此劑量參考Song and Yen（2003）的實驗劑量每天以每公斤體重0.25克與0.5克之中間值，然後利用餵食管將樟芝經口投予大鼠，連續餵食四週。

（二）漸增式衰竭運動

本研究採用許王榮、呂學冠、謝錦城（1998）的大鼠漸增衰竭運動處方，許多涉及到老鼠運動處方的研究，其運動介入都以此運動處方做為實驗介入（康如佩、劉介仲、林俊宏、張惟翔、謝錦城，2010；劉介仲等，2013；謝錦城，1998），使大鼠從事漸增式運動至衰竭。其方法為讓大鼠在跑步機上運動一週以適應跑步機，適應期間第一、二天以每分鐘跑15公尺，坡度10度，跑15分鐘；第三、四天以每分鐘20公尺，坡度10度，跑15分鐘；第五、六天以每分鐘25公尺，坡度10度，跑15分鐘；第七天則以每分鐘30公尺的速度，坡度10度，跑15分鐘。一週跑步機適應過後，隔天接著進行漸增衰竭運動的實驗處理。把跑步機的陡度固定在10度，接著依序以每分鐘15、25、28、31、34、37、41公尺的速度跑10分鐘跑至衰竭為止，如圖二。跑步機後方設有電擊區，故大鼠經過多次電擊後無法起身再跑即判定為衰竭。



圖二 大鼠漸增衰竭運動處方

(三) 生化分析

本研究的運動組大鼠20隻，經漸增衰竭運動後，在30分鐘內利用乙醚使之昏迷，採用腹腔動脈採血的方式收集約2毫升血液，血液裝入含有EDTA抗凝血劑的試管內，編妥號碼，儲存在攝氏4°C的冰箱冷藏，等候各項分析；另外，非運動組大鼠20隻，亦在與運動組相對的時間進行血液的收集。而後將血液離心10分鐘，轉速為1,500 rpm，將血球與血漿分離，接著取出上清液，血漿的部分，並於-20°C的冰櫃冷凍，等待生化分析。血液分析方面利用血液分析儀（Johnson & Johnson DT-60 II, Rochester, NY, USA）、分光光度計（Shimaduz, UV-1201, Japan）等檢驗麥胺草醋酸轉胺酶、麥胺丙酮酸轉胺酶、葡萄糖、三酸甘油酯、總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇及低密度脂蛋白膽固醇活性。

(四) 資料處理與分析

本研究採用SPSS統計軟體進行各項統計分析。以獨立樣本t檢定考驗衰竭運動組與樟芝運動組在跑步機的運動時間，以二因子變異數分析來考驗衰竭運動與樟芝補充兩因子對於大鼠麥胺草醋酸轉胺酶、麥胺丙酮酸轉胺酶、葡萄糖、三酸甘油酯、總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇及低密度脂蛋白膽固醇活性的影響。假若考驗結果有達顯著水準，則以杜凱氏事後比較的方法再進行考驗。統計顯著水準皆設定為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

經統計分析後，將各組大鼠運動時間及麥胺草醋酸轉胺酶、麥胺丙酮酸轉胺酶、葡萄糖、三酸甘油酯、總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇濃度呈現於表一。

一、運動時間與血糖

實驗結果顯示，無樟芝補充的E組大鼠運動時間為 46.53 ± 8.57 分鐘，而有樟芝補充的AE組大鼠運動時間為 59.77 ± 12.94 分鐘，AE組大鼠的運動時間比E組大鼠多增加28%，且達顯著差異。

於血糖濃度部分，從圖三可以判斷，與C組（ 157.2 ± 29.88 mg/dL）比較，E組血糖濃度（ 87.4 ± 12.33 mg/dL）降低44%，A組血糖濃度（ 185.7 ± 24.17 mg/dL）增加了18%，皆達顯著差異（ $p < .05$ ）。A組及E組再跟AE組（ 103.4 ± 24.46 mg/dL）比較，可以發現AE組血糖濃度比E組多了18%，而比A組減少了44%，且皆達顯著差異（ $p < .05$ ）。

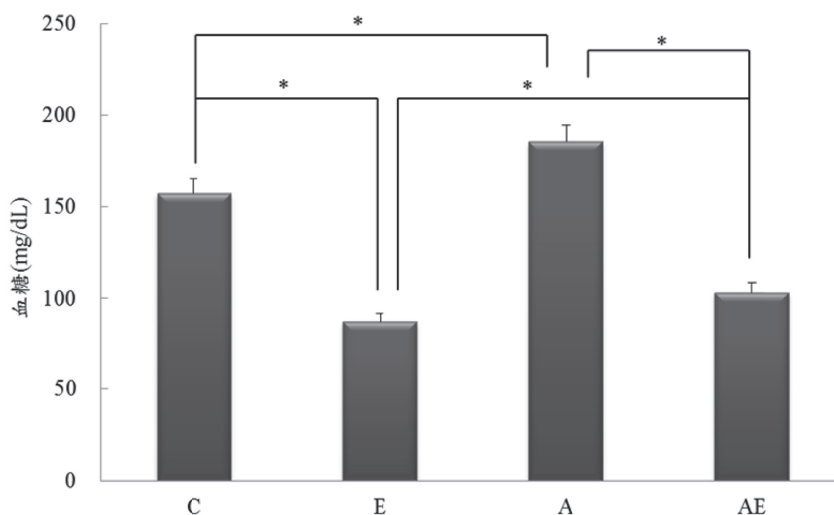
二、肝指數

如圖四，在麥胺草醋酸轉胺酶（AST）活性部分，C組（ 168.1 ± 40.47 U/L）與E組（ 237.7 ± 42.59 U/L）有達到顯著性差異（ $p < .05$ ），且活性增加了41%。A組（ 147.6 ± 35.15 U/L）與AE組（ 183.1 ± 48.67 U/L）之間也有顯著差異（ $p < .05$ ），活性也明顯增加24%。

表一 各組老鼠運動時間及麥胺草醋酸轉胺酶、麥胺丙酮酸轉胺酶、葡萄糖、三酸甘油酯、總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇濃度

	無樟芝補充組 (n = 20)		樟芝補充組 (n = 20)	
	控制組 (C) n = 10	衰竭運動組 (E) n = 10	樟芝組 (A) n = 10	樟芝運動組 (AE) n = 10
運動時間 (分)		46.53 ± 8.57		59.77 ± 12.94 ^d
麥胺草醋酸轉胺酶 (U/L)	168.1 ± 40.47	237.7 ± 42.59 ^a	147.6 ± 35.15	183.1 ± 48.67 ^d
麥胺丙酮酸轉胺酶 (U/L)	94.3 ± 12.76	153.6 ± 42.22 ^a	83.2 ± 12.67 ^b	117.9 ± 33.86 ^{cd}
葡萄糖 (mg/dL)	157.2 ± 29.88	87.4 ± 12.33 ^a	185.7 ± 24.17 ^b	103.4 ± 24.46 ^{cd}
三酸甘油酯 (mg/dL)	119.9 ± 35.2	82.7 ± 21.73 ^a	111.5 ± 35.56	94.5 ± 23.52
總膽固醇 (mg/dL)	151.5 ± 29.22	132.4 ± 15.03 ^a	137.2 ± 21.58	126.5 ± 20.64
高密度脂蛋白膽固醇 (mg/dL)	33.3 ± 5.5	30.8 ± 5.98	30.6 ± 7.66	28.8 ± 6.3
低密度脂蛋白膽固醇 (mg/dL)	43.3 ± 10.78	40.8 ± 8.15	38.9 ± 6.05	36.9 ± 6.35

註：以Mean ± SD方式表示各組之數據；以^a表示C、E組間達顯著差異 ($p < .05$)；以^b表示C、A組間達顯著差異 ($p < .05$)；以^c表示E、AE組間達顯著差異 ($p < .05$)；以^d表示A、AE組間達顯著差異 ($p < .05$)。



圖三 衰竭運動與樟芝補給對血糖濃度的影響

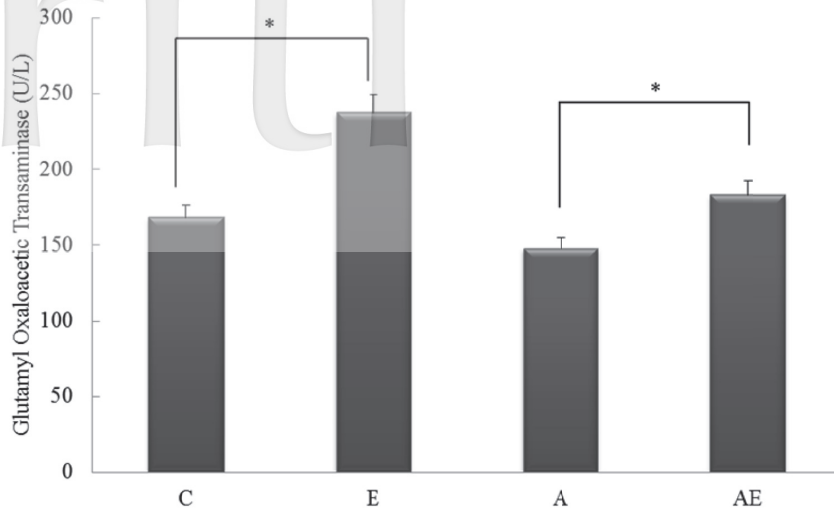
註：C為控制組，E為衰竭運動組，A為樟芝組，AE為樟芝運動組，以*表示兩組間達顯著差異 ($p < .05$)。

在麥胺丙酮酸轉胺酶 (ALT) 活性部分，C組 (94.3 ± 12.76 U/L) 與E組 (153.6 ± 42.22 U/L) 比較，E組活性增加了63%，達顯著差異 ($p < .05$)。C組與A組 (83.2 ± 12.67 U/L) 之間也達顯著 ($p < .05$)，A組活性明顯低於C組12%。A組與AE組比較可以發現AE組活性顯著高於A組23%，達顯著差異 ($p < .05$)。E組與AE (117.9 ± 33.86 U/L) 比較，E組活性顯著高於AE組23%，且達顯著差異 ($p < .05$)，如圖五。

三、三酸甘油酯及膽固醇

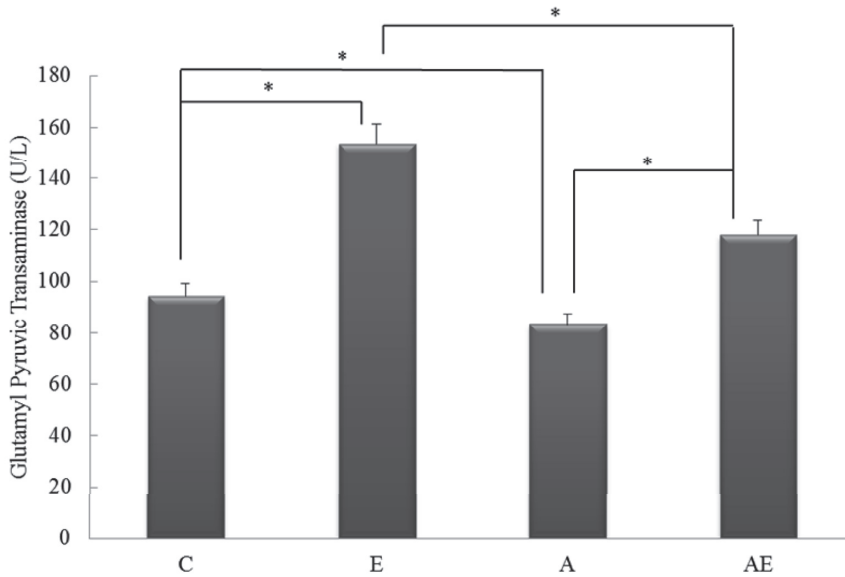
圖六中，在三酸甘油酯 (TG) 的比較方面，E組 (82.7 ± 21.73 mg/dL) 比C組 (119.9 ± 35.2 mg/dL) 減少了31%，達顯著差異 ($p < .05$)；A組 (111.5 ± 35.56 mg/dL) 比C組減少了7%，AE組 (94.5 ± 23.52 mg/dL) 比E組增加了14%，比A組減少了15%，皆未達顯著差異 ($p > .05$)。

如圖七，總膽固醇 (TC) 的部分只有E



圖四 衰竭運動與樟芝補給對麥胺草醋酸轉胺酶的影響

註：C為控制組，E為衰竭運動組，A為樟芝組，AE為樟芝運動組，以*表示兩組間達顯著差異 ($p < .05$)。



圖五 衰竭運動與樟芝補給對麥胺丙酮酸轉胺酶的影響

註：C為控制組，E為衰竭運動組，A為樟芝組，AE為樟芝運動組，以*表示兩組間達顯著差異 ($p < .05$)。

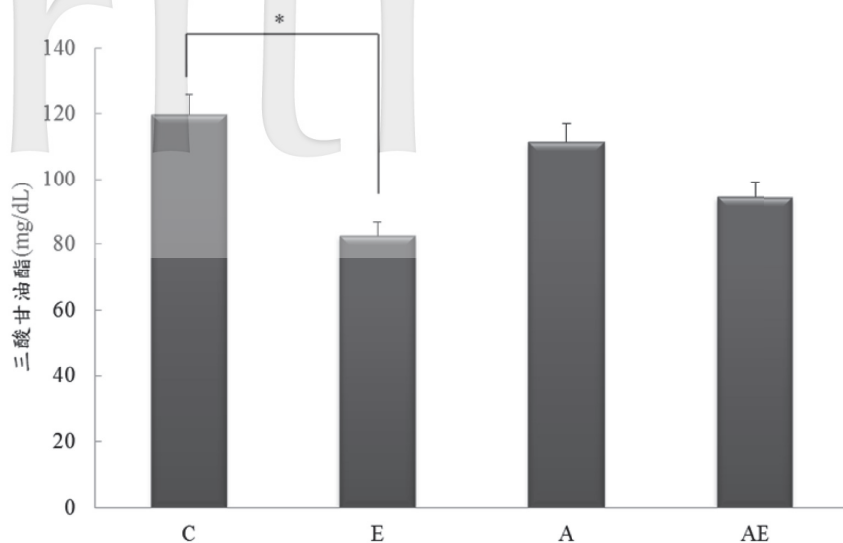
組 (132.4 ± 15.03 mg/dL) 與C組 (151.5 ± 29.22 mg/dL) 之間達顯著差異 ($p < .05$)，E組比C組減少了13%，其餘皆未達顯著差異 ($p > .05$)。

在高密度脂蛋白膽固醇 (HDL-C) 與低密度脂蛋白膽固醇 (LDL-C) 的濃度方面，各組之間皆沒有顯著差異 ($p > .05$)。

肆、討論

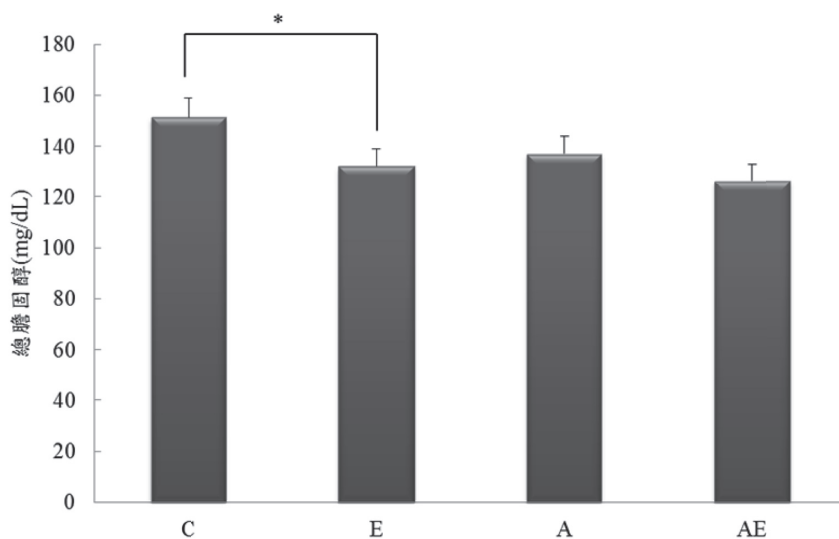
一、運動時間與血糖部分

在運動時間部分，從表一可以瞭解E組大鼠的運動時間 46.53 ± 8.57 分鐘，與AE組大鼠的運動時間 59.77 ± 12.94 分鐘，兩組的運動時間相差多達13分鐘，由此判斷有進行樟芝補



圖六 衰竭運動與樟芝補給對三酸甘油脂的影響

註：C為控制組，E為衰竭運動組，A為樟芝組，AE為樟芝運動組，以*表示兩組間達顯著差異（ $p < .05$ ）。



圖七 衰竭運動與樟芝補給對總膽固醇的影響

註：C為控制組，E為衰竭運動組，A為樟芝組，AE為樟芝運動組，以*表示兩組間達顯著差異（ $p < .05$ ）。

充的大鼠，能比沒有補充的大鼠承受更長時間更高強度的運動；而Huang et al. (2012)的實驗也指出小鼠進行牛樟芝萃取液補充一段時間後，可以增加小鼠的耐力運動表現。故補充樟芝對於提升大鼠運動耐力表現的結果與過去研究相當一致。

血糖濃度部分，E組的血糖濃度顯著低於C組，從許王榮等（1998）研究發現本實驗的大鼠運動處方屬中等強度漸增為高強度的運動，其能量供應主要來自氧化肝糖系統，因此衰竭運動組的血糖顯著低於控制組屬於合理之現象。在樟芝補充組之間，血糖仍會因

衰竭運動而顯著降低 ($p < .05$)。以C、A組和E、AE組做比較，發現E、AE組血糖濃度都顯著降低 ($p < .05$)。推論因樟芝富含三萜類化合物，由Huang et al. (2012)的實驗結果證實，富含三萜類化合物的樟芝酒精萃取物具有增加小鼠肝醣儲存量並維持血糖濃度之效果。由此判斷藉由樟芝補充顯著提升動物的血糖濃度，維持血糖恆定，減緩因衰竭運動導致血糖大幅下降的情況，對大鼠持續的運動有所幫助。

二、肝指數部分

已知麥胺草醋酸轉胺酶 (AST) 與麥胺丙酮酸轉胺酶 (ALT) 為肝指數的指標，本實驗以此數值判斷肝臟受損情形。比較C、E兩組可以發現，本實驗的衰竭運動處方確實會導致血液中麥胺草醋酸轉胺酶與麥胺丙酮酸轉胺酶的活性上升，實驗結果與Frajacomo et al. (2012)、Larson-Meyer et al. (2008) 與Souza, Heck, Wronski, Ulbrich, and Boff (2013)的實驗結果顯示高強度的運動訓練會導致血液中的AST、ALT上升相似，而Banfi et al. (2012)經過文獻探討後做出以下結論，在運動員血清轉胺酶的活性中，AST可以判斷為從肌肉中流失的，而ALT主要是從肝臟中釋放；依此結果判斷衰竭運動會導致肝指數的上升，即衰竭運動可能導致肝組織的受損。

比較C、A組可以發現，即使沒有經過衰竭運動的參與，有進行樟芝補充大鼠的麥胺草醋酸轉胺酶 (AST) 與麥胺丙酮酸轉胺酶 (ALT) 比沒進行樟芝補充大鼠的活性來得低，且麥胺丙酮酸轉胺酶 (ALT) 活性差異達顯著。本研究結果與先前的研究發現補充樟芝多醣體有助於降低AST、ALT的活性相同 (喬威敦, 2008)，由此結果推論樟芝有護肝的功能。

而E組與AE組比較，我們發現進行樟芝補充的大鼠血液中麥胺草醋酸轉胺酶 (AST) 與麥胺丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的活性皆有下降之情形，但與C、A組比較的結果相同，只有在麥胺丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的活性達顯著差異，但與Hsiao et al. (2003)的實驗結果，血

清麥胺草醋酸轉胺酶 (AST) 與麥胺丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的活性皆有顯著下降的結果不同，判斷可能原因為，實驗設計的實驗介入有所不同，Hsiao et al. (2003)的實驗是以四氯化碳的攝入造成肝臟損傷，而本實驗室以衰竭運動處方造成肝臟損傷，因此造成數據呈現上有所差異；故本實驗證實樟芝補充能降低衰竭運動後大鼠血液中麥胺丙酮酸轉胺酶 (ALT) 的活性，但樟芝補充、大鼠衰竭運動與肝功能指數這方面的實證性研究相對較少，故樟芝補充是否能使衰竭運動後大鼠麥胺草醋酸轉胺酶 (AST) 的下降還有待後續相關研究的證實。

三、三酸甘油酯及膽固醇部分

綜合來看三酸甘油酯及總膽固醇的部分，衰竭運動組 (E) 跟控制組 (C) 相比有顯著降低的現象，推論原因為一個星期的跑步機適應及最後衰竭運動前半段為中高強度運動，所使用的能量來源為氧化脂肪為主，故在衰竭運動組血液中三酸甘油酯及總膽固醇濃度低於控制組屬於合理之現象，與Aquino et al. (2013)的實驗運動訓練可降低大鼠三酸甘油酯及總膽固醇的結果相似；而在高密度脂蛋白膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇濃度的部分，衰竭運動組與控制組之間沒有顯著差異，與Meek et al. (2014)的實驗，基本飲食組與基本飲食加上運動訓練組相較於增量飲食組，在高密度脂蛋白膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇濃度沒有顯著差異的結果相似，由結果推論，本實驗的衰竭運動處方不會造成高密度脂蛋白膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇濃度的改變。

比較C、A組與E、AE組，發現不管有沒有進行衰竭運動，有進行樟芝補充的大鼠與沒有進行樟芝補充的大鼠，血液中的三酸甘油酯、總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇皆沒有顯著差異，但可以發現有樟芝補充大鼠 (A) 的這四種濃度雖與控制組 (C) 間沒有達顯著差異，但都有下降的趨勢，先前的研究顏世榮 (2007) 發現，在同樣基準的飲食情況時，樟芝的補充不會

顯著的影響血液中三酸甘油酯、總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇的濃度，與本實驗的結果相同，因此結果推論在相同飲食情況，大鼠進行樟芝補充，對其血液中三酸甘油酯、總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇的濃度不會有顯著的影響。

伍、結論

本研究證實漸增式衰竭運動會導致大鼠血液中麥胺草醋酸轉胺酶（AST）與麥胺丙酮酸轉胺酶（ALT）的顯著上升及血糖、三酸甘油酯和總膽固醇顯著下降的情形；而大鼠進行樟芝菌絲體補充後能防止因衰竭運動導致麥胺丙酮酸轉胺酶（ALT）大幅上升及血糖大幅下降的情形，故樟芝菌絲體補充有助於減緩衰竭運動後造成麥胺丙酮酸轉胺酶（ALT）大幅上升的情形，且維持血糖穩定，使運動時間延長；而在相同飲食基準下，大鼠進行樟芝菌絲體補充，不會對於血脂肪有所影響。

參考文獻

- 李鴻志、林淑惠（2007）。電動跑步機衰竭運動對低密度脂蛋白與高密度脂蛋白比例的影響。**96年度大專體育學術專刊**，528-533。
- 林恭儀、曹永昌、邱仲峯（2013）。牛樟芝的傳統與現代用藥考據。**北市中醫會刊**，**19**（2），13-18。
- 林曉汶、許美智（2008）。運動營養增補劑：瓜拿那。**北體學報**，**16**，309-316。
- 姚承義、謝仲裕、沈淑貞（2005）。魚油增補對運動引發氧化壓力的探討。**運動生理暨體能學報**，**2**，67-78。
- 康如佩、劉介仲、林俊宏、張惟翔、謝錦城（2010）。補充靈芝對衰竭運動後老鼠抗氧化能力及肌肉損傷之影響。**大專體育學刊**，**12**（2），95-101。
- 許王榮、呂學冠、謝錦城（1998）。大鼠

的漸增衰竭運動模式之研究。**中華體育季刊**，**12**（2），94-100。

喬威敦（2008）。攝取樟芝多醣體對於長期中高強度訓練之運動員免疫系統與肝指數之研究。國立屏東教育大學體育學系碩士論文，未出版，屏東市。

趙東波、吳佩芬、黃雅芳、張旭男、林恒騰、姜泰安等（2013）。探討樟芝萃取物調控人類大腸癌細胞凋亡之訊息路徑研究。**南台灣醫學雜誌**，**9**（2），89-97。

劉介仲、林政賢、林雋毅、李進成、謝宇翔、謝錦城等（2013）。過度表現熱休克蛋白質72減緩耗竭性運動所誘發的傷害。**大專體育學刊**，**15**（4），472-481。

謝錦城（1998）。當歸、鹿角龜版膠混合液補給對衰竭運動引起老鼠紅血球氧化傷害的影響。**體育學報**，**26**，177-184。

顏世榮（2007）。樟芝降三酸甘油脂之功能研究。台北醫學大學醫學檢驗生物技術學研究所，未出版，台北市。

Abe, T., Takiguchi, Y., Tamura, M., Shimura, J., & Yamazaki, K. I. (1995). Effects of vespa amino acid mixture (VAAM) isolated from hornet larval saliva and modified VMM nutrients on endurance exercise in swimming mice-improvement in performance and changes of blood lactate and glucose. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 44(2), 225-237.

Aquino, A. E., Jr., Sene-Fiorese, M., Paolillo, F. R., Duarte, F. O., Oishi, J. C., Pena, A. A., Jr., et al. (2013). Low-level laser therapy (LLLT) combined with swimming training improved the lipid profile in rats fed with high-fat diet. *Lasers in Medical Science*, 28(5), 1271-1280.

Banfi, G., Colombini, A., Lombardi, G., & Lubkowska, A. (2012). Metabolic markers in sports medicine. *Advances in Clinical Chemistry*, 56, 1-54.

Brehm, B. A., & Iannotta, J. G. (1998). Women

- and physical activity: Active lifestyles enhance health and well-being. *Journal of Health Education*, 29(2), 89-92.
- Bryer, S. C., & Goldfarb, A. H. (2006). Effect of high dose vitamin C supplementation on muscle soreness, damage, function, and oxidative stress to eccentric exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(3), 270-280.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: Definition and distinctions for health related research. *Public Health Report*, 100(2), 126-131.
- Dai, Y. Y., Chuang, C. H., Tsai, C. C., Sio, H. M., Huang, S. C., Chen, J. C., et al. (2003). The protection of *Antrodia camphorata* against acute hepatotoxicity of alcohol in rats. *Journal of Food and Drug Analysis*, 11(3), 177-185.
- Frajacomo, F. T. T., Demarzo, M. M. P., Fernandes, C. R., Martinello, F., Bachur, J. A., Uyemura, S. A., et al. (2012). The effects of high-intensity resistance exercise on the blood lipid profile and liver function in hypercholesterolemic hamsters. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(3), 448-454.
- Han, H. F., Nakamura, N., Zuo, F., Hirakawa, A., Yokozawa, T., & Hattori, M. (2006). Protective effects of a neutral polysaccharide isolated from the mycelium of *Antrodia cinnamomea* on *Propionibacterium acnes* and lipopolysaccharide induced hepatic injury in mice. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 54(4), 496-500.
- Hseu, Y. C., Chen, S. C., Yech, Y. J., Wang, L., & Yang, H. L. (2008). Antioxidant activity of *Antrodia camphorata* on free radical-induced endothelial cell damage. *Journal of Ethnopharmacology*, 118(2), 237-245.
- Hseu, Y. C., Wu, F. Y., Wu, J. J., Chen, J. Y., Chang, W. H., Lu, F. J., et al. (2005). Anti-inflammatory potential of *Antrodia camphorata* through inhibition of iNOS, COX-2 and cytokines via the NF- κ B pathway. *International Immunopharmacology*, 5(13-14), 1914-1925.
- Hsiao, G., Shen, M. Y., Lin, K. H., Lan, M. H., Wu, L. Y., Chou, D. S., et al. (2003). Antioxidative and hepatoprotective effects of *Antrodia camphorata* extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(11), 3302-3308.
- Huang, C. C., Hsu, M. C., Huang, W. C., Yang, H. R., & Hou, C. C. (2012). Triterpenoid-rich extract from *Antrodia camphorata* improves physical fatigue and exercise performance in mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, Article 364741. doi: 10.1155/2012/364741
- Jówko, E., Długołęcka, B., Makaruk, B., & Cieśliński, I. (2015). The effect of green tea extract supplementation on exercise-induced oxidative stress parameters in male sprinters. *European Journal of Nutrition*, 54(5), 783-791.
- Ko, H. J., Chang, J. C., Shieh, M. J., Cheng, L. S., Lai, M. N., & Ng, L. T. (2008). Effects of *Antrodia cinnamomea* extract on plasma and liver lipid profiles, and antioxidant enzymes in experimentally induced hyperlipidemic hamsters. *Tajen Journal*, 32, 19-33.
- Larson-Meyer, D. E., Newcomer, B. R., Heilbronn, L. K., Volaufova, J., Smith, S. R., Alfonso, A. J., et al. (2008). Effect of 6-month calorie restriction and exercise on serum and liver lipids and markers of liver function. *Obesity*, 16(6), 1355-1362.
- Lehmann, M., Dickhuth, H. H., Gendrich, G., Lazar, W., Thum, M., Kaminski, R., et al. (1991). Training-overtraining: A prospective, experimental study with experienced middle- and long-distance runners. *International*

Journal of Sports Medicine, 12(5), 444-452.

Meek, T. H., Eisenmann, J. C., Keeney, B. K., Hannon, R. M., Dlugosz, E. M., & Garland, T., Jr. (2014). Effects of early-life exposure to Western diet and wheel access on metabolic syndrome profiles in mice bred for high voluntary exercise. *Genes, Brain and Behavior*, 13(3), 322-332.

Song, T. Y., & Yen, G. C. (2003). Protective effects of fermented filtrate from *Antrodia camphorata* in submerged culture against CCl₄-induced hepatic toxicity in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1571-1577.

Souza, W. M., Heck, T. G., Wronski, E. C., Ulbrich, A. Z., & Boff, E. (2013). Effects of creatine supplementation on biomarkers of hepatic and renal function in young trained rats. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 23(9), 697-701.