

國立台灣師範大學 運動競技學系
碩士學位論文

攝取瓜拿納對於體重過重者單次運動後脂肪代謝與抗氧化能力的影響

研究生：劉又嘉
指導教授：謝伸裕

中華民國 102 年 8 月

中華民國台北市

攝取瓜拿納對於體重過重者單次運動後脂肪代謝 與抗氧化能力的影響

2013 年 8 月

研究生：劉又嘉
指導教授：謝仲裕

摘要

近年來健康食品中開始添加瓜拿納的草藥做為成分，而文獻中常把瓜拿納加上其他草本植物來做研究，對於人體使用純瓜拿納以及劑量的探討並不多。**目的**：以體重過重者，服用不同純瓜拿納劑量下進行單次運動，探討是否可以增加運動後的脂肪代謝以及減少運動後的氧化壓力。**方法**：12 名體重過重者，採用重複量數設計，服用低劑量瓜拿納 1000 mg (guarana low, GL)、高劑量瓜拿納 2000 mg (guarana high, GH) 和安慰劑 (control, C)。以 75% 的保留心跳率強度進行 30 分鐘運動，在運動前 (Pre)、運動後立即 (IP)、運動後 30 分鐘 (P30)、運動後 60 分鐘 (P60) 和運動後 24 小時 (P24H) 進行抽血，檢測血液中脂肪代謝和抗氧化能力。資料處理以重複量數二因子統計分析， $\alpha = .05$ 。**結果**：1. 甘油：在 IP，GH 顯著高於 GL 和 C。在 P30，GL 和 GH 皆顯著高於 C ($\rho < .05$)。2. 脂解酶：在 IP，GH 顯著高於 C。在 P30，GL 和 GH 皆顯著高於 C ($\rho < .05$)。3. TBARS：在 P30，GH 顯著低於 C。在 P60，GH 顯著低於 GL 和 C。在 P24H，GH 和 GL 皆顯著低於 C ($\rho < .05$)。4. SOD：C 在 IP 顯著高於 P60 和 P24H ($\rho < .05$)。5. CAT：GH 在 IP 和 P24H 皆顯著高於 Pre。C 在 P60 顯著高於 P24H ($\rho < .05$)。**結論**：人體服用純瓜拿納增補可以增加運動後脂肪代謝，高劑量 2000 mg 瓜拿納在人體試驗中未有任何不良反應，且脂肪代謝效果優於低劑量 1000 mg。服用瓜拿納對於體重過重者有正面的幫助。

關鍵詞：瓜拿納、能量代謝、甘油、脂解酶、超氧化歧化酶

Effect of guarana intake on exercise lipid metabolism and antioxidant capacity in overweight males

August, 2013

Graduate student: Yu-Jia Liu
Advisor: Sandy Shen-Yu Hsieh

Abstract

Guarana has been added as an ingredient to herbal health food in recent years. Previous literature often combine guarana with other herbs for research. However, there was little discussion on the dosage effects of pure guarana on human body. **Purpose:** To investigate whether single exercise with different dosage of pure guarana supplement would increase the lipid metabolism and decrease oxidant stress on overweight males. **Methods:** Using a counter-balanced crossover design, twelve overweight males performed a 30-min treadmill exercise at 75% of heart rate reserve after supplementation of guarana 1000 mg (guarana low, GL) · 2000 mg (guarana high, GH) and placebo (control, C). Blood biochemistry parameters for lipid metabolism and antioxidant capacity were analyzed before exercise (Pre), immediate post-exercise (IP), 30 minute post-exercise (P30), 60 minute post-exercise (P60) and 24 hour post-exercise (P24H) were compared. The α level was set at .05. **Results:** 1. Glycerol concentration: Values at IP, GH was significantly higher than GL and C. At P30, GL and GH were significantly higher than C ($p < .05$). 2. Lipase activity: At IP, GH was significantly higher than C. At P30, GL and GH were significantly higher than C ($p < .05$). 3. TBARS: At P30, GH was significantly lower than C. At P60, GH was significantly lower than GL and C. At P24H, GH and GL were significantly lower than C ($p < .05$). 4. SOD: In C, IP was significantly higher than P60 and P24H ($p < .05$). 5. CAT: In GH, IP and P24H significantly higher than Pre. In C, P60 was significantly higher than P24H ($p < .05$). **Conclusions:** Pure guarana supplement can increase human fat metabolism after exercise. There were no adverse reactions with high dosage of 2000 mg guarana in human trials. Guarana has a positive effect for overweight people.

Key words: guarana, energy metabolism, glycerol, lipase, superoxide dismutase.

誌謝詞

碩士生活兩年最要感謝我的指導教授謝仲裕老師，讓我慢慢了解研究所的學習模式與實驗方式，老師總是不厭其煩地解說注意的事項以及學業的督促，除了學術領域外，也教導我許多待人處事的道理，更積極面對自己的人生。在學期末聚會時，老師大方的請客，也經常找大家一起去騎腳踏車，希望我們做實驗之餘能夠維持身體的健康，這兩年在老師帶領下充滿著快樂的回憶。此外，我還要感謝台北市立體育學院的徐台閣老師及本所的何仁育老師，有您們的建議，才能使論文更為周詳。

完成一個實驗須花費許多的心血，我要謝謝易廷學長、昕燐學姐、水育學長、家祥學長和伊蘋學姊，在論文的方向及實驗的過程，您們給了我許多的建議與幫忙。還要感謝我的同學劉冠麟、董向儀、郭泰佑、黃姿榕和戴一涵，給了我許多意見與幫忙，感謝我們的班代謝振芳同學，貼心的提醒著需要繳交和申請的東西，感謝麟翔同學幫忙我順利招募所有的受試者。感謝又嫻和織苙學妹願意幫忙讓我順利進行研究。還要感謝參與我實驗的參與者們，有你們的幫忙我才能完成實驗。

最後，我要謝謝我的家人和明翰；在我會沮喪、遲疑時，你們在背後支持著我，是我不斷往前走下去的勇氣。

劉又嘉

謹誌於國立台灣師範大學
運動競技學系運動科學碩士班

目次

前序部分

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝詞	iii
目次	iv
圖次	vii
表次	viii

主文部分

第壹章緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究目的	2
第三節 研究假設	3
第四節 研究範圍及限制	3
第五節 研究的應用性	3
第六節 名詞操作性定義	3
第貳章相關文獻探討	5
第一節 瓜拿納	5
第二節 瓜拿納主要成分與抗氧化能力	7

第三節	瓜拿納主要成分對脂肪代謝的影響.....	9
第四節	本章總結.....	11
第參章方法	12
第一節	研究參與者.....	12
第二節	實驗設計.....	12
第三節	實驗步驟.....	14
第四節	實驗工具與測量方法.....	16
第五節	統計分析.....	18
第肆章結果	19
第一節	實驗參與者基本資料.....	19
第二節	甘油的濃度.....	19
第三節	脂解酶的活性.....	20
第四節	TBARS 的濃度.....	21
第五節	SOD 的活性.....	22
第六節	CAT 的活性.....	23
第七節	GPx 的活性.....	23
第伍章討論與結論	25
第一節	脂肪代謝.....	25
第二節	抗氧化能力.....	26

第三節 結論與建議.....	30
引用文獻.....	31
後篇部分	
附錄一 實驗參與者知情同意書.....	34
附錄二 實驗參與者健康情況調查表.....	35
附錄三 脂肪代謝生化分析方法.....	36
附錄四 抗氧化生化分析方法.....	38

圖次

圖 1 瓜拿納種子	5
圖 2 實驗設計圖	13
圖 3 實驗流程圖	15
圖 4 運動努力自覺程度量表	17
圖 5 運動前後甘油濃度	20
圖 6 運動前後脂解酶	21
圖 7 運動前後 TBARS 活性	22
圖 8 運動前後 SOD 活性	22
圖 9 運動前後 CAT 活性	23
圖 10 運動前後 GPx 活性	24

表次

表 1 實驗參與者基本資料.....	19
--------------------	----

第壹章 緒論

第一節 研究背景

近年來，人類身體活動量下降然而攝取的能量卻沒有減少，活動時間越來越少，坐式生活的人越來越多，導致有過重、肥胖及相關疾病的人數快速增加。肥胖是引起心血管疾病以及代謝症候群（高血壓、第二類型糖尿病...等）的主要原因之一。這幾年市面上健康食品以及能量補充飲料越來越多，每種產品都有不同的功效，而能量補充飲料聲稱可以瘦身減重、消除疲勞、增加耐力、促進運動表現和專心（Seifert, Schaechter, Hershorin, & Lipshultz, 2011; Woods, 2012）。

健康食品中近年來開始添加瓜拿納（guarana）的草藥作為其成分，它是一個生產於巴西的無患子科（sapindaceae），美洲印第安人在巴西人發現以前已經開始使用這藥材，尤其是 Guaranis 族把瓜拿納豆曬乾後烤熟再加水製成膏狀，用於製造各種食物、藥物及飲料。現在，瓜拿納已被全世界所熟悉及應用，例如：巴西國民飲料（瓜拿納汽水）的主要成分。而在巴西國家，瓜拿納也常作為當地運動員以增進運動表現的營養增補劑。美國政府食品健康教育機構在 1994 年已核准瓜拿納為合法的食品添加劑，瓜拿納常做為歐美亞地區的營養補品。瓜拿納的成分含有咖啡因、茶鹼、兒茶素、酚類、有機酸類、單寧、皂素、可可鹼、多種礦物質（鉀、鈣、鐵、磷、鋅、銅、鈦）（Mattei, Dias, Espinola, Carlini, & Barros, 1998）。

Sale, Harris, Delves 與 Corbett (2006) 以 20 位坐式生活的男性，研究以 60% 儲備心跳率（heart rate reserve ; HRR）的強度在跑步機上運動 60 分鐘，探討運動前補充瓜拿納與其他草本植物對身體代謝、物質利用率、脂質代謝過程所產生之效果，在運動後血液中的游離脂肪酸濃度，瓜拿納組與控制組相比沒有達顯著差異。但另一個研究有不同的意見，Costa Krewer 等 (2011) 研究亞馬遜河流域的年長者長期攝取瓜拿納與

新陳代謝發病率的關係，研究結果顯示，長期使用瓜拿納者與未曾使用過瓜拿納者比較，長期使用者有顯著低的腰圍以及先進氧化反應之蛋白產物（advanced oxidation protein product，AOPP）。

Fukumasu 等在 2006 年動物實驗中，將瓜拿納萃取物（2.0mg/g BW）與食物混合給老鼠自由食用，觀察 25 週，結果發現瓜拿納對老鼠肝臟 DNA 損害具有一個保護的效應。作者推測瓜拿納具有抗氧化的效果，而此效果可能來自於所含的單寧酸成分。而 Leite, Predes, Monteiro, Freitas, Wada, 與 Dolder (2012) 將瓜拿納加在水中給予成熟老鼠飲用，在老鼠睪丸上注射金屬鎘後觀察 56 天，結果發現有攝取瓜拿納組之老鼠可以減少睪丸上皮細胞的壞死，這可能是因瓜拿納的抗氧化成分的效果。該作者建議無論是作為螯合金屬或是中和活性氧，瓜拿納可視為一抗氧化劑。

目前已普遍地在市面上販售瓜拿納相關飲料、粉末與膠囊等，而從文獻得知瓜拿納具有抗氧化能力與增加新陳代謝能力 (Leite et al., 2012)，可以幫助運動時降低氧化造成的傷害，也可以增加運動中脂肪的代謝，進而達到減重的效果。而先前文獻大部分服用瓜拿納加其他草本植物做研究，對於服用單純瓜拿納研究極少，且服用純瓜拿納在人體實驗上較少文獻探討。瓜拿納為多種化學物天然的合成，其營養成分對於體重過重者是否有所幫助值得去研究。

第二節 研究目的

瓜拿納為天然植物，其營養成分對於體重過重者是否有所幫助，且文獻極少探討瓜拿納的劑量與使用純瓜拿納增補。本研究以體重過重者，在不同純瓜拿納劑量下進行單次運動，探討是否可以增加運動後的脂肪代謝以及減少運動後的氧化壓力。

第三節 研究假設

- 一、 服用瓜拿納在運動後脂肪代謝能力提升。
- 二、 服用瓜拿納在運動後抗氧化能力提升。
- 三、 高劑量處理的脂肪代謝能力大於其他兩個處理。
- 四、 高劑量處理的抗氧化能力大於其他兩個處理。

第四節 研究範圍及限制

- 一、 本實驗以單次使用瓜拿納後進行測驗，對於長期服用後的效果所知有限，僅能以實際測得的資料來推測。
- 二、 本研究沒有真正控制參與者飲食，參與者須紀錄實驗前一天的飲食，而在第二次及三次的實驗前一天僅告知參與者攝取相同的飲食。
- 三、 尚未有文獻針對服用瓜拿納劑量的多寡做探討，因此本研究僅以瓜拿納成分中含咖啡因的比例做為訂定瓜拿納服用劑量。

第五節 研究的應用性

本研究以服用不同劑量瓜拿納，探討運動後脂肪代謝以及抗氧化的能力，以透過單次運動後的血液指標，釐清瓜拿納對於脂肪代謝以及抗氧化的能力，以提供體重過重者了解及參考。以及釐清不同劑量對於脂肪代謝以及抗氧化的變化，可以提供使用者作為一劑量的參考值。

第六節 名詞操作性定義

- 一、 保留心跳率 (heart rate reserve, HRR)：目標 $\%HRR = \% [(220 - \text{年齡}) - \text{安靜心跳率}] + \text{安靜心跳率}$ 。本研究以中高強度 (75% 保留心跳率) 作為單次運動的強度，在跑步機上進行連續 30 分鐘的運動模式。 $75\%HRR = [(220 - \text{年齡}) - \text{安靜心跳率}] \times 75\% + \text{安靜心跳率}$ 。

- 二、 瓜拿納：本研究採用元懋科技公司代理的巴西品牌瑪衛 (Mawe) 的純瓜拿納粉末，出廠地在巴西 (Brazil) 的聖保羅 (Sao Paulo)。是將瓜拿納種子磨成粉後真空包裝，未添加任何其他東西。泡於溫水中服用，服用劑量為低劑量瓜拿納 1000 mg (GL) 與高劑量瓜拿納 2000 mg (GH)。
- 三、 脂肪代謝：本研究指的脂肪代謝是，參與者攝取瓜拿納前 (Pre) 與運動後第 0 (IP)、30 (P30)、60 (P60) 分鐘時，靜脈血液中血漿甘油 (glycerol) 的濃度與脂解酶 (lipase) 的活性。
- 四、 氧化壓力：氧化壓力是因過多的自由基所造成的，脂質過氧化物 (lipid peroxide, LPO) 是脂質受到活性氧化物 (reactive oxygen species, ROS) 的氧化攻擊後，會陸續分解成共軛雙烯 (conjugated diene, CD)、丁烷、戊烷、丙二醛 (malondialdehyde, MDA) 和 F2-isoprostanes 等產物。脂質過氧化物以檢測 MDA 濃度為代表，而本研究指的氧化壓力是，參與者 Pre 與 IP、P30、P60 分鐘和運動後 24 小時 (P24H)，靜脈血液中血漿硫代巴比妥酸反應性物質 (thiobarbituric acid reactive substance, TBARS) 的濃度。
- 五、 抗氧化能力：意旨可以清除體內自由基的能力。本研究指的抗氧化能力是，參與者 Pre 與 IP、P60 和 P24H，將以檢測靜脈血液中紅血球抗氧化酵素的活性，包含超氧化歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)、過氧化氫酶 (catalase, CAT) 和穀胱甘肽過氧化酶 (glutathione peroxidase, GPx)。

第貳章 相關文獻探討

第一節 瓜拿納

一、 瓜拿納源起與使用歷史

瓜拿納（英文俗名：guarana；拉丁學名：paullinia cupana）起源於巴西亞馬遜盆地，為無患子科（sapindaceae）泡林藤屬的木質攀緣藤植物，高達 40 呎蔓延灌木的果實，果實外貌小、圓且為亮紅色，成串的生長，果實成熟後會裂開，而裡面有黑色的種子。瓜拿納需種植 4~5 年才會開花結果，7~9 年盛產；一年採收一次，屬於隔年多產的經濟作物，採用的部分為種子（如圖 1）。



圖 1 瓜拿納的植物外觀(上)及種子(下)(維基百科)

美洲印地安人在巴西人發現以前已經開始使用瓜拿納做為藥材 (Lima et al., 2005)。南美洲印地安族中的 Guaranis 族 (guarana 名稱的來源)，把瓜拿納種子曬乾後烤熟再加水成膏狀，如同印地安人使用巧克力一樣，將瓜拿納種子製造成各種食物、飲料以及藥物，主要做為興奮劑、鎮痛藥及治療腹瀉。巴西屬於熱帶氣候，早期印地安人都早熟早逝，平均年齡約在 40 歲左右，但在亞馬遜河域的馬衛斯城 (Manaus) 印地安人，因為時常食用當地所生產的瓜拿納果實，平均壽命高達 80 歲以上，因此他們認為瓜拿納具有延年益壽之功效。

瓜拿納的產品商業銷售百分之八十在於巴西北部亞馬遜河熱帶雨林區，Guaranis 族的印地安人以原始的方法採收瓜拿納並且手工加工成糊。巴西政府已經察覺到熱帶雨林印地安人使用傳統方法來製造瓜拿納的重要性，自 1980 年國家印地安基金會 (National Indian Foundation, FUNAI) 已著手改善瓜拿納製造方法的計畫，現在 Manaus 地區在 FUNAI 的指導下已有許多合作機會，也支撐了印第安部落的經濟 (林曉汶、許美智，2008)。

二、 瓜拿納成分與作用

瓜拿納植物的化學分析，主要分成下列幾種 (Bydlowski, Yunker, & Subbiah, 1988; Hess & Sullivan, 2005; Lima et al., 2005; Mattei et al., 1998)：咖啡因 (caffeine, 25000~75000 ppm)、茶鹼 (theophylline, 550~750 ppm)、可可鹼 (theobromine, 300~500 ppm)、兒茶素 (epicatechins)、含有 20 種以上的胺基酸、多種礦物質 (鉀、鈣、鐵、磷、鋅、銅、鈦)、多種維生素 (B1、B2、B6、B12、E)、單寧酸 (tannic acid) 和皂素 (saponins)。上述成分中，咖啡因與單寧酸為瓜拿納種子的主要成分，咖啡因的比例約 2.5%-5%，單寧酸的比例超過 16%，其他成分則為少量的可可鹼和茶鹼 (Carlini, 2003)。然而其中茶鹼具放鬆支氣管肌肉、刺激中樞神經、強化心

肌、利尿以及新陳代謝的作用 (Raguso, Coggan, Sidossis, Gastaldelli, & Wolfe, 1996)。而酚類複合物、有機酸類、皂素和單寧酸則具有抗氧化的特性 (Craig & Beck, 1999; Fukumasu et al., 2006; Lima et al., 2005)。

根據以上文獻，瓜拿納為天然的植物，由多種化學物所合成，這天然的合成物具有刺激心血管和神經系統的特性以及具有抗氧化的能力。目前瓜拿納所製造的汽水為巴西的國民飲料，而當地運動員補充瓜拿納為增加運動表現，而且也在賽跑的馬飲食中加入瓜拿納作為營養補充 (Salvadori, Rieser, Neto, & Nascimento, 1994)。

三、 瓜拿納最佳飲用方法

因其含有約 5% 的咖啡因及茶鹼，咖啡因及茶鹼具有振奮精神的作用，也可以幫助脂肪的分解，不過對於有心血管疾病問題或有自律神經失調的人要小心使用，行政院衛生署食品藥物管理局建議成人一天咖啡因使用劑量不要超過 300 mg (陳樹功、鄭慧文、曾千芳、陳惠芳、鄭秋真、蔡佳芬，2007)。一般飲用時間最好在早餐前一小時，以瓜拿納粉末，配合溫開水直接食用。瓜拿納飲用後如果反應較激烈或體質較差的人，建議減量或由少量逐漸增加食用量。

瓜拿納為一種無毒、無副作用的天然植物食品，更無任何年齡的限制，但是對有身體狀況者為癌症末期及無生命力者、腦溢血、胃潰瘍、十二指腸潰瘍者、極易休克之心臟病患者，必須避免使用。而使用瓜拿納期間必須多補充水分 (元懋瓜拿納產品使用說明書)。

第二節 瓜拿納主要成分與抗氧化能力

Fukumasu 等在 2006 年動物實驗中，將三種不同劑量 (0.1, 1.0, 2.0 mg/g BW) 瓜拿納萃取物混合在食物中給予小鼠自由食用，每兩週測量體重的變化，每兩天測量食物的重量，攝取瓜拿納 25 週後觀察對於肝癌的

化學預防。結果發現，瓜拿納組發病率與大量的病變有減少，在肉眼病變中，控制組表現出 100% 病變發生率，瓜拿納三組與控制組相比皆達顯著差異，而且高劑量瓜拿納組為最低的發病率 (50%)。高劑量瓜拿納組在癌前病變 (preneoplastic lesions, PNL) 每公分嗜酸性細胞病變 (basophilic cells) 減少 (0.5 ± 0.9 n. PNL/cm²) 與增殖細胞核抗原 (proliferating cell nuclear antigen, PCNA) (7000) 顯著低於控制組 (basophilic cells: 2.6 ± 2.6 n. PNL/cm²; PCNA: 9000)。小鼠攝取 2.0 mg/g BW 劑量的瓜拿納，對肝臟 DNA 損害具保護的效應，因此推測瓜拿納具有抗氧化的效果，而作者說明此效果可能來自成分中所含的單寧酸。Mattei (1998) 在體外研究證明，瓜拿納自發的氧化過程達到抗氧化劑效果，可能與高濃度的單寧酸抑制有關。而 Leite 等 (2012) 讓 22 隻成熟老鼠的睪丸暴露在金屬鎘的危險下，將瓜拿納混於水中給予老鼠自由飲用觀察 56 天，結果發現瓜拿納組之老鼠可以減少睪丸上皮細胞的壞死，這可能與瓜拿納具有抗氧化成分有關。該作者建議無論是作為螯合金屬或是中和活性氧，瓜拿納可視為一抗氧化劑。

Bulku 等 (2010) 對於 344 隻成熟老鼠攝取三種草本植物 (茶、鼠尾草與瓜拿納) 加上兩種維他命 (硫胺素與菸草酸)，分別在 2 和 4 個月後犧牲，目的是提供營養支持、促進加強代謝、保持健康的體重和能量。在肝臟、腎臟和心臟組織的抗氧化酵素分析顯示，瓜拿納組的肝臟 (二個月: 130 %control SOD activity; 四個月: 180 %control SOD activity)、腎臟 (二個月: 120 %control SOD activity; 四個月: 140 %control SOD activity) 和心臟 (二個月: 145 %control SOD activity; 四個月: 170 %control SOD activity) 的 SOD 活性在兩個月和四個月皆顯著高於安慰劑組。瓜拿納的組肝臟 (二個月: 155 %control GPx activity; 四個月: 180 %control GPx activity)、腎臟 (二個月: 120 %control GPx activity; 四個月: 145 %control

GPx activity) 和心臟 (二個月：175 %control GPx activity ;四個月：200 %control GPx activity) 的 GPx 活性在兩個月和四個月皆顯著高於安慰劑組。瓜拿納組的肝臟 (二個月：130 %control total gluathione activity ;四個月：125 %control total gluathione activity)、腎臟 (二個月：115 %control total gluathione activity ;四個月：120 %control total gluathione activity) 和心臟 (二個月：110 %control total gluathione activity ;四個月：115 %control total gluathione activity) 的總穀胱甘肽的濃度 (total gluathione) 在二個月和四個月皆顯著高於安慰劑組。肝、心與腎臟的氧化壓力皆顯著低於控制組，而且提供營養的支持可使大鼠更加活躍，此篇研究讓大鼠攝取比一般成人高 7 倍的劑量，結果顯示並無不良的影響。因此本篇作者再次說明瓜拿納加上草本植物是有潛在的好處。

第三節 瓜拿納主要成分對脂肪代謝的影響

在動物研究方面，2005 年 Lima, Carnevali, Eder, Fernando, Rosa, Bacchi 與 Seelaender 將瓜拿納中的成分先去除茶鹼，然後進行瓜拿納有無咖啡因對脂肪代謝影響的研究，給予老鼠連續 14 天不同劑量 (0.13 g/kg BW 與 0.325 g/kg BW) 之瓜拿納含咖啡因萃取物組與瓜拿納去咖啡因萃取物組，結果發現去咖啡因瓜拿納高劑量組 (27.22 ± 3.6 g) 在 14 天後體重顯著低於控制組 (42.08 ± 3.5 g)。總食物攝取量，高劑量瓜拿納含咖啡因組 (瓜拿納：0.325 g/kg BW，咖啡因：0.05 g/kg BW) (329.50 ± 13.3 g/14day) 顯著低於控制組 (360 ± 4.4 g/14day)。肉鹼棕梠轉移酶1 (carnitine palmitoyl transferases 1, CPT 1)，在比目魚肌中，高劑量瓜拿納含咖啡因組 (4.41 ± 0.5 nmol/min/mg) 顯著高於低劑量含咖啡因組 (瓜拿納：0.13 g/kg BW，咖啡因：0.02 g/kg BW) (2.63 ± 0.2 nmol/min/mg)。進食量的差別，作者推測是因咖啡因含量而造成的，茶鹼對於增加脂肪分解

已經是眾所皆知的，雖然一開始有將茶鹼去除，但單寧酸與兒茶素類也含有少許的茶鹼，對於脂肪代謝上有所幫助，所以去咖啡因瓜拿納高劑量組在體重上顯著低於控制組。作者結論，攝取瓜拿納是能夠誘導脂質代謝的變化，但改變脂質代謝的原因可能是瓜拿納所含的甲基黃嘌呤的元素。

人體實驗中，Boozer, Nasser, Heymsfield, Wang, Chen 與 Solomon (2001) 探討體重過重的成年人在短期間 (8週) 安全有效率的減重方法，給予體重過重的成年男性 ($BMI \geq 29 \text{ kg/m}^2$) 與女性 ($BMI \leq 35 \text{ kg/m}^2$) 連續服用八週麻黃鹼加上瓜拿納 ($n = 24$) 與安慰劑 ($n = 24$)。使用劑量為麻黃鹼 (72 mg/day) 與瓜拿納 (240 mg/day)，實驗期間限制飲食中脂肪的含量 (30% 的總熱量)，並且給予適度的身體活動處方 (連續走路 30 分鐘/天，每週三次)。結果發現連續服用八週麻黃鹼加瓜拿納後，其體重、體脂肪率、腰臀圍及血中三酸甘油酯 (triacylglycerol) 濃度均有顯著下降。因此，併用麻黃鹼與瓜拿納在短時間內能夠使體脂肪與體重下降。但此研究因是增補麻黃鹼加上瓜拿納，並不能確定體重、體脂肪率、腰臀圍及三酸甘油酯的下降是因麻黃鹼的關係還是因瓜拿納的關係，因此對於此研究尚須保持懷疑的態度。

而單次增補的人體實驗中，Sale 等 (2006) 以 20 位坐式生活的男性，給予單次補充瓜拿納加其他草本植物與安慰劑各 500 mg，研究檢測模式為休息 7 小時與利用 60% 儲備心跳率 (heart rate reserve ;HRR) 的運動強度在跑步機上走路 60 分鐘，探討運動前補充瓜拿納加其他草本植物對身體代謝、物質利用率、脂質代謝過程所產生之效果。結果顯示，對於瓜拿納在消化吸收利用率中兩組皆無顯著改變，但在產生 ATP 之改變中，兩組均有顯著增加醣類的氧化能力與降低非酯化脂肪酸能力，在休息測驗模式中醣類氧化能力增加到 30%。而在運動測驗模式中，運動後血液中游離脂肪酸瓜拿納組與安慰劑組相比沒有達顯著差異。此篇作

者認為會造成的原因，可能因運動強度與時間未達到身體必須使用到體內的脂肪來代謝。

流行病學者 Costa Krewer 等（2011）對於亞馬遜河流域族群的老年人做調查，研究以亞馬遜河流域的年長者長期攝取瓜拿納與新陳代謝發病率之間的關係，分為長期服用瓜拿納組（ $n=421$ ）與未曾使用瓜拿納組（ $n=239$ ）。他們的研究結果顯示，長期使用者在男性方面有顯著小的腰圍、收縮壓、舒張壓和先進氧化反應之蛋白產物（advanced oxidation protein product, AOPP），而在長期服用者女性方面有顯著較低的收縮壓、膽固醇、低密度脂蛋白和 AOPP。攝取瓜拿納對於肥胖、高血壓、與新陳代謝症有較低的危險，此關聯連性相當的重要，因為這些關係於心血管疾病的發病率。作者表示，習慣性服用瓜拿納對於預防老年人各種新陳代謝疾病有正面的貢獻。

第四節 本章總結

綜合以上研究，瓜拿納所含咖啡因與茶鹼成分可促進脂肪代謝，而其他成分中的皂素、單寧、酚類複合物與有機酸類，具有抗氧化之作用。這些研究不單只是對於健康者有利，對於老年人也有正面的影響，但對於傳說的瓜那納具有醫療作用，還需要更多研究來證實。文獻中常將瓜拿納與其他物質合併食用，而造成的影響是因瓜拿納還是因其他物質還需有待討論。文獻中對於瓜拿納的使用劑量方面，各個文獻所用的劑量皆不同，因此使用純瓜拿納作為補充以及探討劑量將可作為進一步的研究。

第參章 方法

本章為說明實驗章法與流程，共分成：一、研究參與者；二、實驗設計；三、實驗步驟；四、實驗工具與測量方法；五、統計分析等五章節來進行說明。

第一節 研究參與者

本研究以 12 名自願參與的體重過重（體脂肪 >25%）且坐式生活之男性為受試對象，年齡介於 18 至 26 歲，且無濫用酒精或藥物等不良習慣，無對咖啡因過敏的記錄。參與者在實驗前三個月內無感到任何身體不適，在實驗前兩天不可從事任何劇烈運動，且在實驗前一天也不得服用含有咖啡因或茶類等相關食物，以及在實驗前須空腹八小時，實驗中保持空腹的狀態，避免影響實驗結果。所有參與者須於實驗前填寫“實驗參與者知情同意書”（附錄一）與“實驗參與者健康狀況調查表”（附錄二），確定知情並且同意參與本實驗。

第二節 實驗設計

本研究以 12 名體重過重且坐式生活之男性，參與者共需到實驗室 4 次，採用重複量數平衡次序法施測，使用單盲設計，在服用 2 種不同劑量的瓜拿納與安慰劑後進行運動，實驗之間須間隔至少 1 週以上，避免瓜拿納的累積效果。

第一次到實驗室測量身高、體重和安靜平躺狀態下 10 分鐘的平均心跳率，將以此平均心跳率計算出 75%HRR 的運動心率後，再以跑步機測量 75%HRR 的相對速度，作為之後每次實驗處理所進行的固定運動強度。

本研究的瓜拿納劑量，因文獻中尚未有明確的劑量作為依照，在瓜拿

納產品說明書中提到，建議使用劑量以不超過人體一天 300 mg 咖啡因為原則，因此瓜拿納的劑量將依據所含咖啡因（5%）劑量來訂定，本研究是以單次劑量補充瓜拿納，將人體一天的量分為三次，所以一次的咖啡因劑量為 100 mg，而 100 mg 所需的瓜拿納為 2000 mg，此訂為高劑量 (GH)，而低劑量訂為 1000 mg (GL)。

本研究操弄變項（自變項）是以服用 2 種不同劑量的瓜拿納與安慰劑後在跑步機上以 75%HRR 的強度跑 30 分鐘；測量變項（依變項）即單次劑量補充在運動後脂肪代謝（甘油與脂解酶）的影響與抗氧化（超氧化歧化酶、過氧化氫酶和穀胱甘肽過氧化酶）的能力（圖 2 實驗設計圖）。

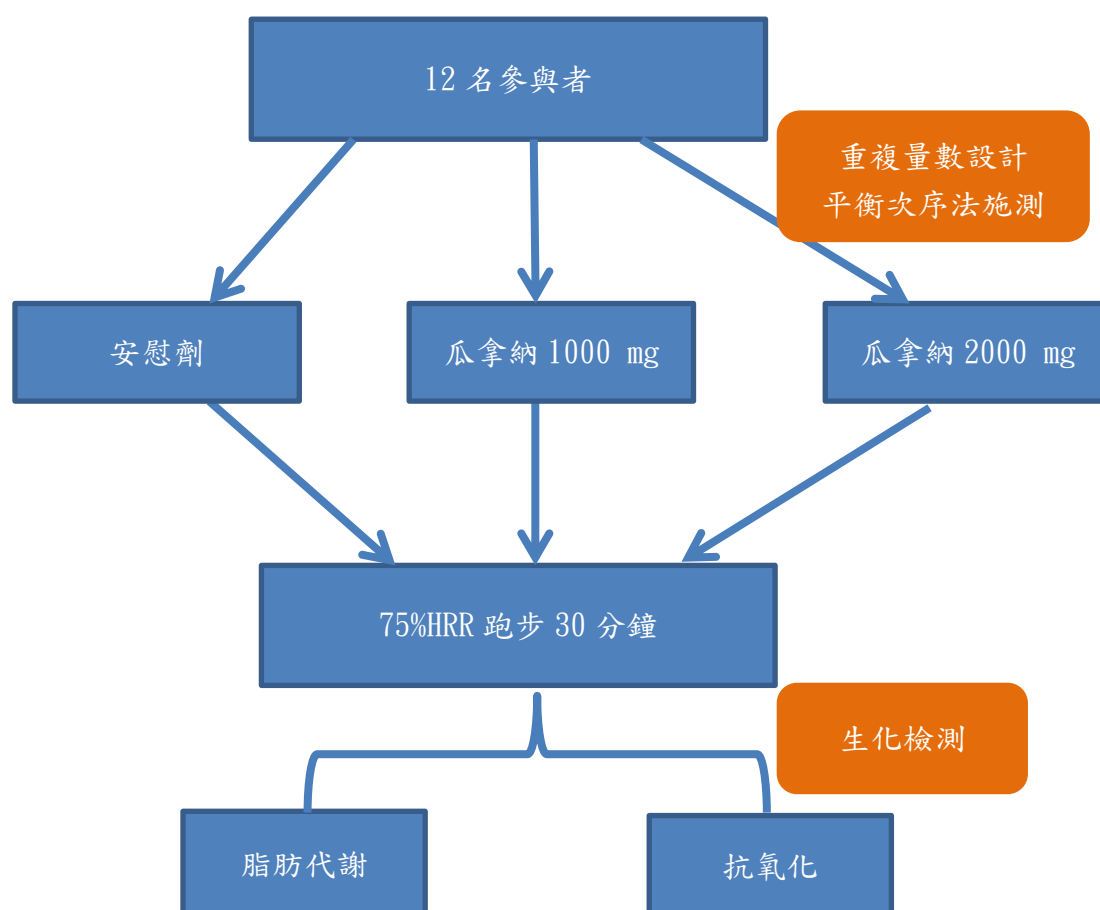


圖 2 實驗設計圖

第三節 實驗步驟

- 一、 招募參與者經篩選達到所需人數。
- 二、 向參與者說明本實驗目的與方法，並且填寫“實驗參與者知情同意書”與“實驗參與者健康狀況調查表”。
- 三、 與參與者約實驗的時間，第一次實驗先測量身高、體重和安靜平躺狀態下 10 分鐘的平均心跳率，將以此平均心跳率計算出 75%HRR 的運動心率。
- 四、 參與者須在實驗前一天至少空腹 8 小時，且在實驗前 48 小時內不能有激烈運動及飲用酒精或藥物，需紀錄實驗前一天的飲食，以供之後實驗時所用。
- 五、 參與者到達實驗室後佩戴心律表，先休息 10 分鐘後採血，接著服用增補劑。
- 六、 攝取完增補劑 60 分鐘後，再進行 75%HRR 強度在跑步機上跑 30 分鐘，在運動中每 10 分鐘詢問運動努力自覺程度量表（rating of perceived exertion, RPE），在運動中以 Polar 心率表監控每位參與者的心率。
- 七、 運動後立刻、運動後 30 分鐘、運動後 60 分鐘和運動後 24 小時進行採血。
- 八、 實驗血液樣本分析，將所有實驗數據進行資料及統計分析（圖3 實驗流程圖）。

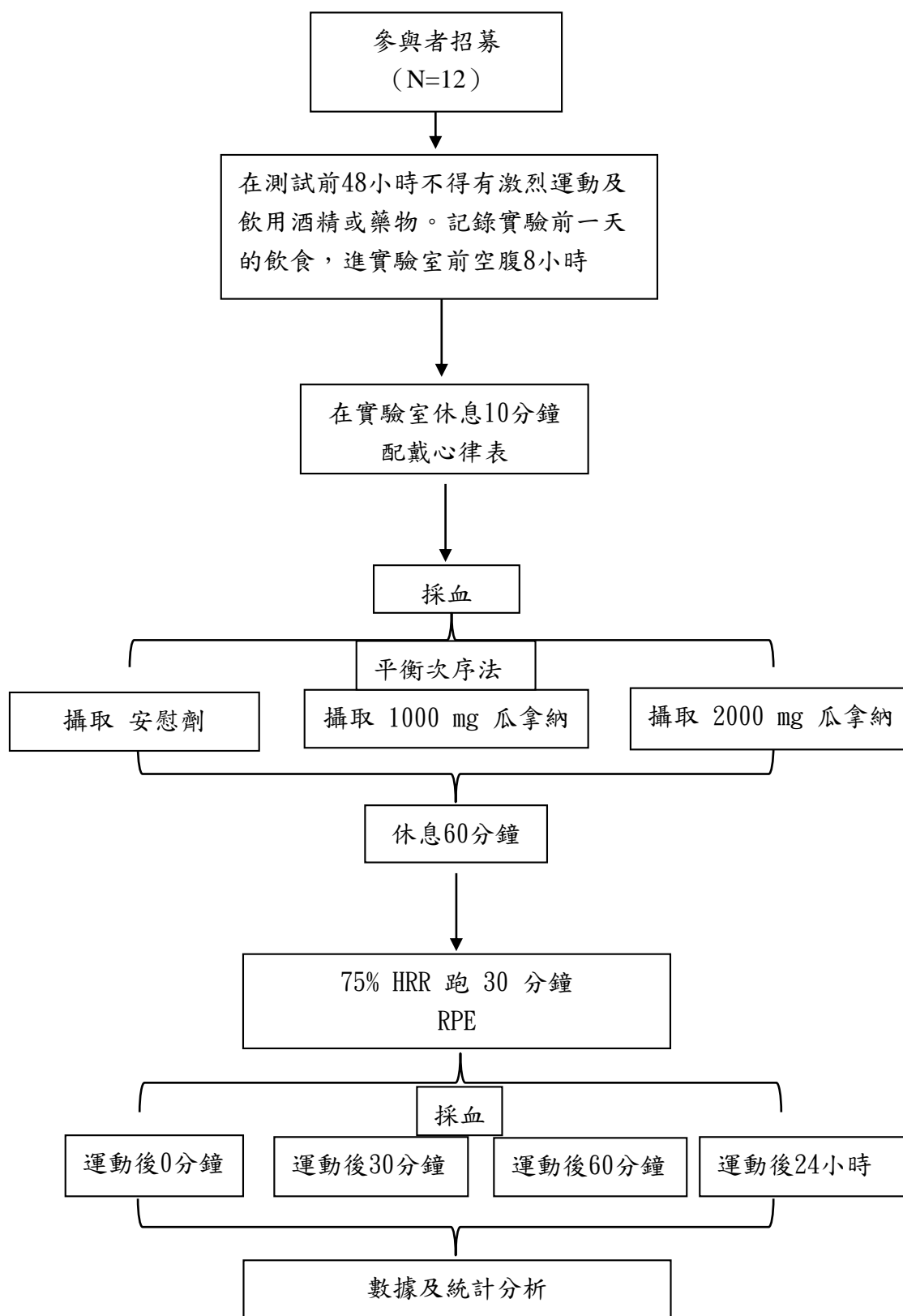


圖 3 實驗流程圖

第四節 實驗工具與測量方法

一、 血液樣本採集與處理

每次抽血動作由具有醫護執照之人員執行操作。使用含有肝素抗凝血劑的採血管進行肘前靜脈採血，採血完後均勻搖晃試管。在 4 °C 下離心後分裝血漿及血球，分離出的血球細胞再以 PBS 清洗 4 次，除去白血球後的紅血球與血漿將冷凍於 -78 °C 的冰箱保存，以待日後分析。若以微盤 (microplate) 分析生化指標，以二重複的方式檢測，並做 positive control，計算分析間相對變異係數 (interassay CV, %)，評估再現性 (reproducibility)。

二、 生化分析

(一) 甘油 (glycerol)

以採用 Randox (Ulster, Northern Ireland, UK) 藥劑，利用分光比色法鑑定甘油濃度，機器採用 DYNEX (Chantilly, Virginia, USA) 的 Spectra MR。(詳細請看附錄三)

(二) 脂解酶 (lipase)

以採用維特司脂酵素試藥片 (Vitros chemistry products lipase slides)，測量機器使用全自動生化分析儀 DTSC II (New York, USA)。(詳細請看附錄三)

(三) 脂質氧傷害指標 (thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)

以 Cayman TBARS assay kit (Ann Arbor, Michigan, USA) 藥劑進行檢測。利用分光比色法鑑定 TBARS 濃度，機器採用 DYNEX (Chantilly, Virginia, USA) 的 Spectra MR。(詳細請看附錄四)

(四) 超氧化歧化酶 (superoxidase dismutase, SOD)

使用 Randox (Ulster, Northern Ireland, UK) 藥劑進行檢測，利用分光比色法鑑定 SOD 濃度，機器採用 DYNEX (Chantilly, Virginia, USA)

的 Spectra MR。(詳細請看附錄四)

(五) 過氧化氫酶 (catalase, CAT)

使用 Cayman CAT assay Kit (Ann Arbor, Michigan, USA) 進行檢測, 利用分光比色法鑑定過氧化氫酶濃度, 機器採用 DYNEX (Chantilly, Virginia, USA) 的 Spectra MR。(詳細請看附錄四)

(六) 穀胱甘肽過氧化酶 (glutathione peroxidase, GPx)

使用 Cayman GPx assay Kit (Ann Arbor, Michigan, USA) 藥劑進行檢測, 利用分光比色法鑑定過氧化氫酶濃度, 機器採用 DYNEX (Chantilly, Virginia, USA) 的 Spectra MR。(詳細請看附錄四)

(七) 運動努力自覺程度量表 (rating of perceived exertion, RPE)

在運動開始前先向參與者解釋運動努力自覺程度量表所代表的意義, 在運動中每 10 分鐘向參與者詢問運動努力自覺程度量表, 藉此監控參與者的身體狀況與自我感覺, 採用 Borg RPE Scale (6-20)。(圖 4 運動努力自覺程度量表)

等級	感覺程度
6	
7	非常、非常輕鬆
8	
9	非常輕鬆
10	
11	
12	頗輕鬆
13	
14	有些吃力
15	
16	吃力
17	
18	非常吃力
19	
20	非常、非常吃力

圖 4 運動努力自覺程度量表 (高血壓患者的運動計畫, 2003)

第五節 統計分析

- 一、 所得資料均以平均數、標準差表示，上敘述方法以 SPSS 統計軟體進行分析處理，顯著水準為 $\alpha = .05$ 。
- 二、 以二因子變異數分析，比較在不同處理下不同時段所得的各項生化指標。
- 三、 若二因子變異數分析達顯著，再以 LSD 法進行事後比較。

第肆章 結果

第一節 實驗參與者基本資料

本研究共招募 12 位體重過重且坐式生活的男性大學生，實驗參與者之基本資料如下表 1 所示。

表 1 實驗參與者基本資料

生理指標(單位)	mean ± SD
年齡 (yr)	21.42 ± 2.1
身高 (m)	1.75 ± 5.1
體重 (kg)	100.0 ± 9.6
BMI (kg·m ⁻²)	32.55 ± 2.6
體脂肪(%)	29.71 ± 2.8
75% HRR (bpm)	168.40 ± 3.4

第二節 甘油的濃度

以相依樣本二因子變異數分析比較三次處理在不同時間點的變化，結果發現 3 次處理與時間點有交互作用 ($F = 4.091, p < .05$)。不同時間點事後比較，高劑量處理 (GH)：運動後立即 (IP)、運動後 30 分鐘 (P30) 和運動後 60 分鐘 (P60) 皆顯著高於運動前 (Pre)，IP 顯著高於 P30 與 P60，P30 顯著高於 P60；低劑量處理 (GL)：IP、P30 和 P60 皆顯著高於 Pre，IP 顯著高於 P30 與 P60，P30 顯著高於 P60；安慰劑處理 (C)：IP 與 P30 皆顯著高於 Pre，IP 顯著高於 P30 與 P60，P30 顯著高於 P60。不同處理事後比較，在 IP：GH 顯著高於 GL 與 C；在 P30 與 P60：GH 與 GL 皆顯著高於 C (如圖 5)。

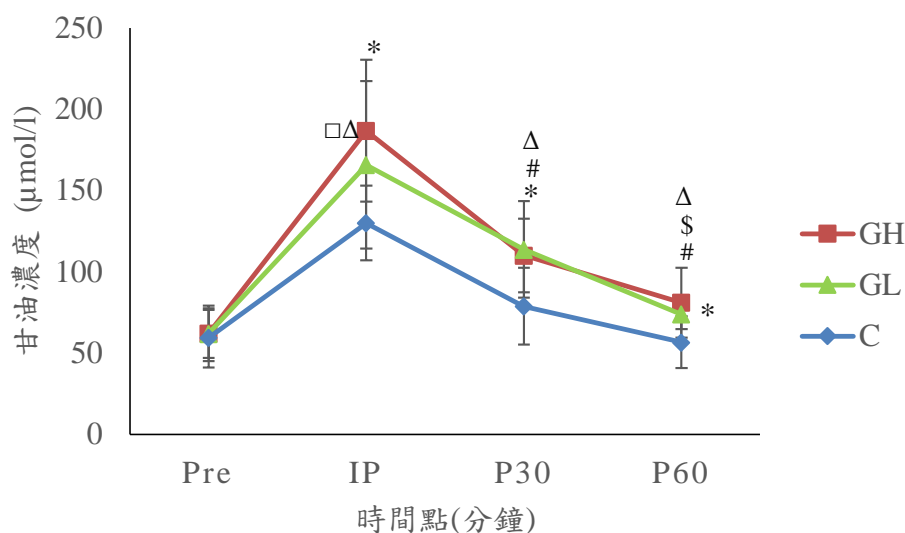


圖 5 運動前後甘油濃度

註：* $p < .05$ 與運動前比較；# $p < .05$ 與運動後立即比較；\$ $p < .05$ 與運動後 30 分鐘比較； Δ $p < .05$ 與安慰劑處理比較； \square $p < .05$ 與低劑量處理比較

第三節 脂解酶的活性

運動前後脂解酶活性變化發現 3 次處理與時間點有交互作用 ($F = 2.881, p < .05$)。不同時間點事後比較，GH：Pre 顯著高於 P60，IP 顯著高於 Pre、P30 與 P60，P30 顯著高於 P60；GL：Pre 顯著高於 P30 與 P60，IP 顯著高於 P30 與 P60，P30 顯著高於 P60；C：Pre 顯著高於 P30 與 P60，IP 顯著高於 P30 與 P60。不同處理事後比較，在 IP：GH 顯著高於 C；在 P30：GH 與 GL 顯著高於 C (如圖 6)。

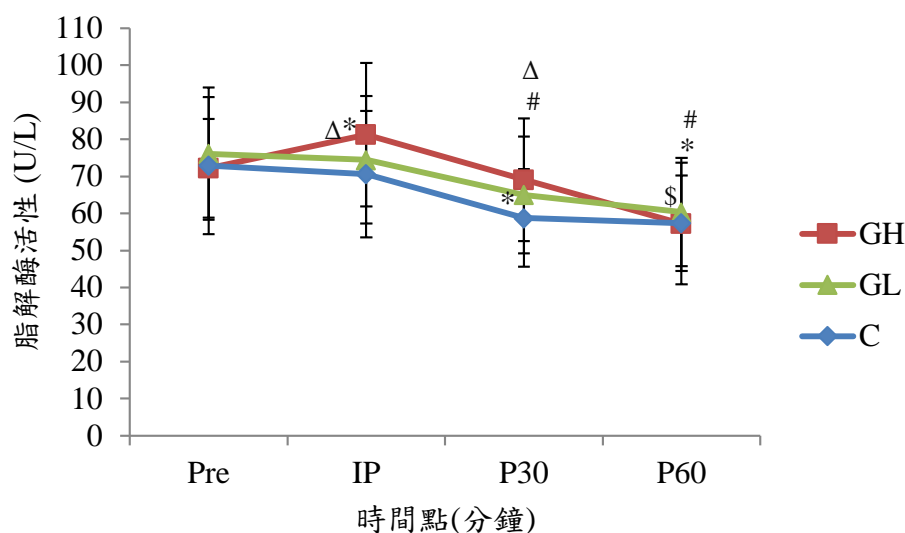


圖 6 運動前後脂解酶活性

註：* $p < .05$ 與運動前比較；# $p < .05$ 與運動後立即比較；\$ $p < .05$ 與運動後 30 分鐘比較； $\Delta p < .05$ 與安慰劑處理比較

第四節 TBARS 的濃度

結果發現 3 次處理與時間點有交互作用 ($F = 2.702, p < .05$)。不同時間點事後比較，GH 時間點皆無顯著差異；GL: Pre、IP 和 P30 皆顯著高於運動後 24 小時 (P24H)；C 時間點皆無顯著差異。不同處理事後比較，在 P30: C 顯著高於 GH；在 P60: GL 與 C 皆顯著高於 GH；在 P24H: C 顯著高於 GL 與 GH (如圖7)。

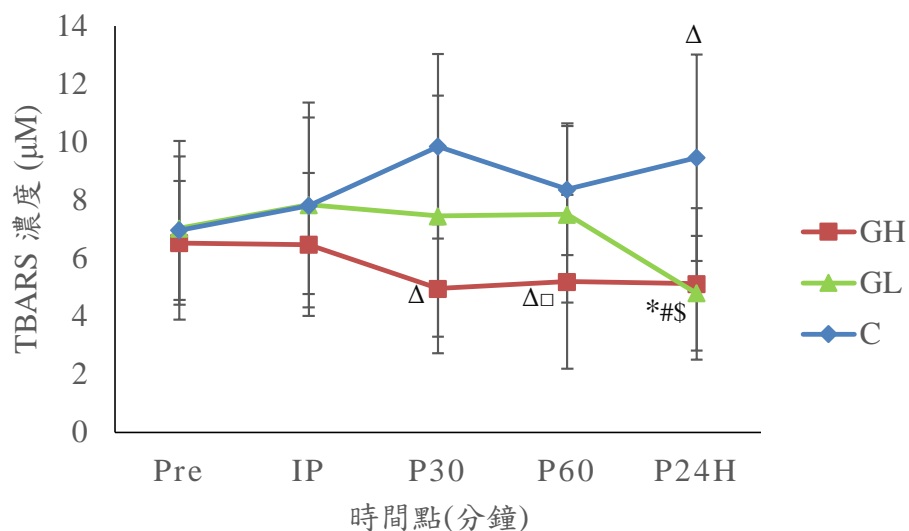


圖 7 運動前後 TBARS 濃度

註：* $p < .05$ 與運動前比較；# $p < .05$ 與運動後立即比較；\$ $p < .05$ 與運動後60分鐘比較； Δ $p < .05$ 與安慰劑處理比較； \square $p < .05$ 與低劑量處理比較

第五節 SOD 的活性

結果發現 3 次處理與時間點無交互作用 ($F = 1.966, p = .083$)。不同時間點單純主要效果，服用 C 在 IP 顯著大於 P60 和 P24H (如圖8)。

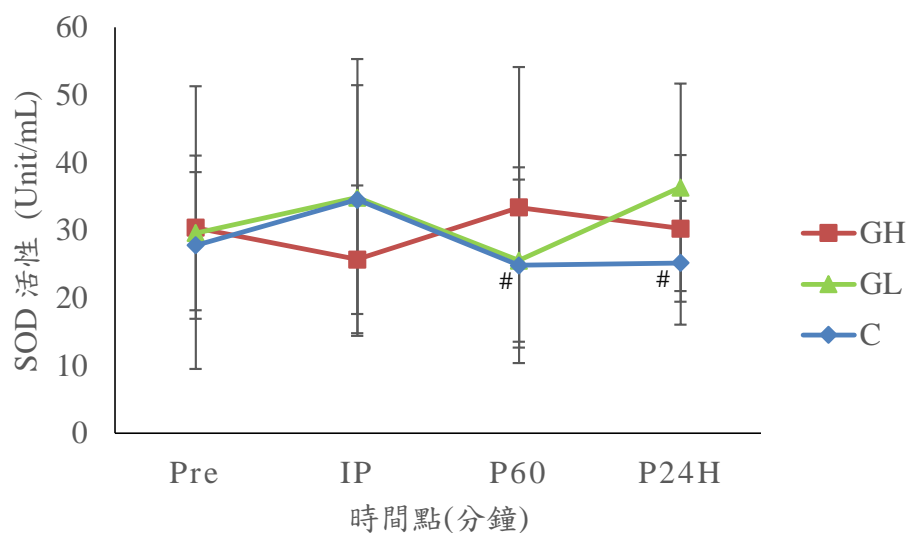


圖 8 運動前後 SOD 活性

註：# $p < .05$ 與運動後立即比較

第六節 CAT 的活性

結果發現 3 次處理與時間點無交互作用 ($F = 1.645, p = .149$)。不同時間點單純主要效果，CAT 活性服用 GH:IP 顯著高於 Pre 和 P24H，P24H 顯著高於 Pre；服用 C:P60 顯著高於 P24H。不同處理單純主要效果，在 IP:GL 與 GH 皆顯著高於 C (如圖9)。

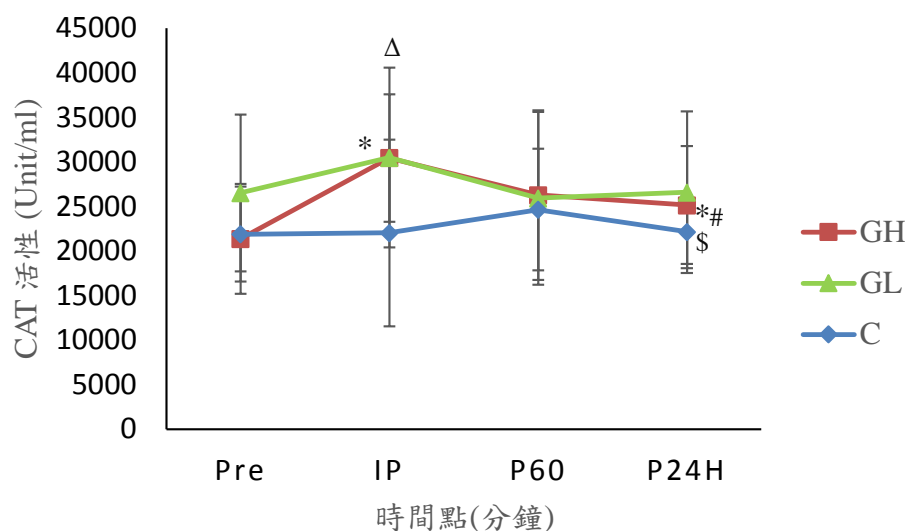


圖 9 運動前後 CAT 活性

註：* $p < .05$ 與運動前比較；# $p < .05$ 與運動後立即比較；\$ $p < .05$ 與運動後 60 分鐘比較； $\Delta p < .05$ 與安慰劑處理比較

第七節 GPx 的活性

結果發現 3 次處理與時間點無交互作用 ($F = 1.609, p = .159$)。GPx 活性在 3 次不同處理的單純主要效果與不同時間的單純主要效果均無達到顯著差異 (如圖10)。

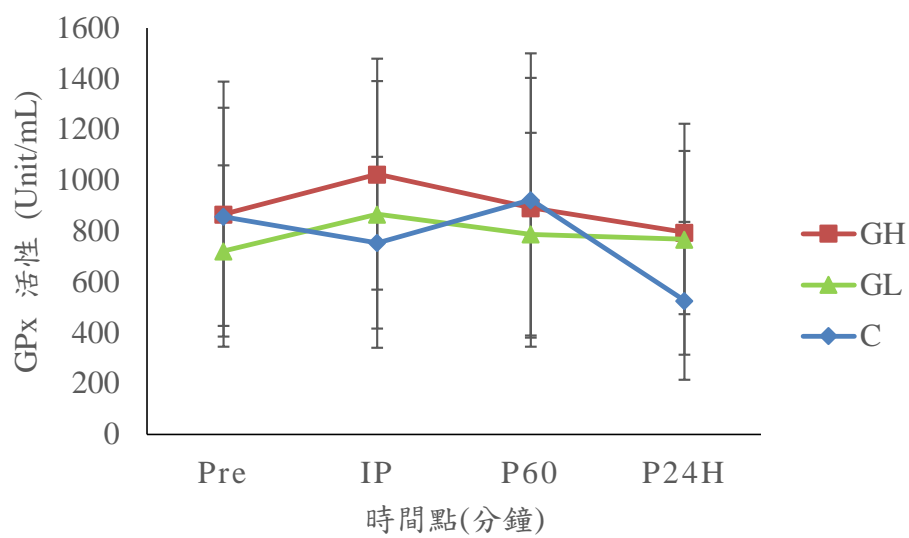


圖 10 運動前後 GPx 活性

第五章 討論與結論

本章節共分為三個部分進行討論，分別為：一、脂肪代謝；二、抗氧化能力；三、結論與建議。

第一節 脂肪代謝

本實驗在運動前服用不同劑量的瓜拿納，觀察運動前後的生化指標反應。甘油濃度變化方面，服用高劑量瓜拿納 (GH) 與低劑量瓜拿納 (GH) 在運動後皆顯著高於服用安慰劑 (C)。本實驗與 Sale 等 (2006) 研究結果不同，Sale 等 (2006) 研究結果顯示，將瓜拿納組與安慰劑組在運動後血液中的游離脂肪酸相比結果沒有達顯著差異。作者認為造成未達顯著的原因，是因為實驗中運動的運動強度與時間，未達到身體必須使用到體內的脂肪來代謝。本實驗將運動強度提升且縮短運動時間，結果顯示人體經過單次中高強度運動 30 分鐘後，可以使血液中甘油濃度升高，且服用瓜拿納後增加的甘油濃度顯著高於服用安慰劑。本實驗中，在 IP 服用瓜拿納有較高的甘油濃度，表示瓜拿納可以幫助脂肪的分解，導致服用 GH 出現實驗中最高值。觀察 P30 與 P60 的甘油濃度變化趨勢，發現瓜拿納處理與安慰劑處理對於甘油濃度下降幅度是一致的，說明對於甘油的代謝主要經由運動，而瓜拿納對甘油的代謝幫助不明顯。在 P30 與 P60 時，GH 與 GL 的甘油濃度皆顯著高於 C，是因為服用瓜拿納可以分解更多的脂肪，但在代謝沒有增加的情況下，導致 P30 與 P60 時體內會剩餘較多的甘油。

在脂解酶方面，服用 GH 在 IP 顯著高於運動前 (Pre)，三種不同劑量處理在 Pre 都有較高活性的脂解酶。吳祥聖 (2010) 研究結果顯示，脂解酶在運動後會立即顯著升高，在經過運動後 30 分鐘數值將持續下降至恢復到安靜值，與本實驗對運動後脂解酶活性變化的結果相似。本實驗結果在運動前有較高活性的脂解酶，推測是因為給予實驗參與者到達實

驗室與第一次抽血之間的休息時間不足，且本研究在早上做實驗，參與者多數有遲到的問題，在匆忙跑到實驗室的情形下，會出現運動前安靜值較高的情況，但這樣的情形其實在運動後休息 30 分鐘與 60 分鐘都顯著下降。這是本研究限制的缺失，未來建議到達實驗室與第一次抽血之間的休息時間至少要間隔 30 分鐘以上。服用 GH 與 GL 在運動後脂解酶活性皆顯著高於服用 C，說明瓜拿納可以活化人體內的脂解酶活性，促使脂肪分解。

以圖 5 和圖 6 相對照可以發現，脂解酶活性結果與甘油濃度結果相似，在 IP 時，服用瓜拿納促進脂解酶活性增加，使較多的脂肪進行分解，導致甘油濃度明顯上升。且服用瓜拿納可促進脂解酶活化持續到 P30，在甘油代謝不變的情況下，導致在 P30 與 P60 時瓜拿納處理的甘油濃度顯著較高。推測人體服用瓜拿納後進行中高強度 30 分鐘運動，可以增加體內脂肪的分解，來達到提升能量的消耗，較高的能量消耗利於體重過重者達到減重的效果。

根據本研究結果顯示，甘油濃度在 IP 時，服用 GH ($186.86 \pm 43.6 \mu\text{mol/l}$) 顯著高於服用 GL ($165.85 \pm 51.5 \mu\text{mol/l}$)，脂解酶活性在 IP 時，服用 GH ($81.27 \pm 19.3 \text{ U/L}$) 高於服用 GL ($74.45 \pm 17.2 \text{ U/L}$)，且甘油濃度與脂解酶活性，在運動後服用 GH 皆高於服用 GL。綜合以上研究結果，說明高劑量瓜拿納脂肪分解效果優於低劑量瓜拿納。

Lima 等 (2005) 說明瓜拿納成分中的咖啡因、茶鹼、單寧酸與兒茶素能夠幫助脂肪代謝。因此，瓜拿納所含有的成分可能是造成本實驗結果脂肪分解增加的原因。

第二節 抗氧化能力

本研究中 TBARS 為脂質過氧化物之檢測，林學宜等 (2000) 的研

究結果顯示，運動後血漿中 MDA 的濃度立即顯著增加，且於 60 分鐘後恢復至安靜值，與本實驗服用 C 在運動後 TBARS 濃度變化結果相似，但服用瓜拿納運動後 TBARS 濃度未有顯著升高。本實驗結果由圖 7 顯示，服用 GH 出現實驗中最低的值，說明瓜拿納清除脂質過氧化物的能力，因服用 GH 能快速的清除體內脂質過氧化物，導致服用 GH 在運動後的 TBARS 濃度變化未有顯著的差異。而服用 GL 清除脂質過氧化物能力較服用 GH 低，必須等到 P24H 才有效的清除。這顯示服用瓜拿納可以顯著降低脂質的氧化傷害，且持續到運動後 24 小時，而且服用高劑量瓜拿納降低脂質氧化傷害效果優於低劑量瓜拿納。陳師瑩與葉東柏 (2001) 研究中提出兒茶素類物質能夠間接阻止羥基自由基 (hydroxyl radical) 的產生，保護血球避免氧化性傷害，亦可以直接清除羥基自由基，來達到抗血球脂質過氧化的能力。推測本實驗服用瓜拿納有顯著較低的 TBARS 濃度，與瓜拿納成分中的兒茶素有較大的關聯，因兒茶素阻止自由基的產生，達到抗脂質過氧化的傷害，使 TBARS 濃度減少。而人體服用 GH 後運動，體內抗脂質過氧化的傷害最為明顯，且持續到運動後 24 小時，說明服用瓜拿納 2000 mg 的劑量有利於人體抗脂質氧化的傷害。

運動會使體內的超氧陰離子 (O_2^-) 增加，使人體造成氧化性傷害，而 SOD 為體內第一道清除 O_2^- 的抗氧化酶，功能為將 O_2^- 轉換成過氧化氫 (H_2O_2)。Tsai 等 (2004) 發現跑步到衰竭時，紅血球 SOD 活性顯著下降。人體在運動後紅血球 SOD 活性下降是為了清除中高強度運動所產生的 O_2^- ，將它轉換成 H_2O_2 ，利於後續的抗氧化酶作用 (李昕燐，2010)。由圖 8 中顯示，推測服用 GH 在 IP 時 SOD 活性下降為清除運動所產生的 O_2^- ，將它轉換成 H_2O_2 ，因兒茶素能阻止自由基的產生，導致 GH 處理有較少的 O_2^- ，使 SOD 在 IP 時能有效的清除 O_2^- ，隨後在 P60 與

P24H 恢復到安靜值。而服用 GL 抑制與清除 O_2^- 的能力較服用 GH 低，在 IP 時，因較高濃度的 O_2^- 促使 SOD 活性上升，但在 P60 時 SOD 活性下降為清除 O_2^- ，且在 P24H 恢復到安靜值。服用 C 清除 O_2^- 能力最差，到 P24H 時未能有效的清除 O_2^- 。推測服用瓜拿納能夠促進 SOD 有效的清除運動所產生的 O_2^- ，將它轉換成 H_2O_2 。

大鼠服用瓜拿納加其他草本植物經過 2 個月和 4 個月後，肝臟、心臟和腎臟的 SOD 與 GPx 活性皆顯著高於控制組 (Bulku 等, 2010)。而本實驗由圖 8 可以看到，在 P60 和 P24H，服用瓜拿納的 SOD 活性皆高於服用 C，在圖 10 可以看到，在 IP 時服用瓜拿納的 GPx 活性高於服用 C。本實驗的 SOD 活性與 GPx 活性在瓜拿納處理與安慰劑處理之間統計上未達顯著差異，可能是因本實驗以單次補充，尚未達到增補的有效劑量，或許長期攝取瓜拿納後人體內的 SOD 與 GPx 活性可能有不一樣的結果。

Schneider 等 (2005) 研究指出不論是低、中或高強度跑步運動後紅血球 CAT 活性皆沒有明顯改變，表示紅血球 CAT 活性可能不受運動而改變。而本研究服用 C 後 CAT 的活性皆沒有顯著的變化，但在 IP 時服用 GL 和 GH 的 CAT 活性則顯著高於服用 C。抗氧化酶 CAT 和 GPx 作用為將 H_2O_2 轉換成 H_2O 和 O_2 ，而 H_2O_2 又為 CAT 與 GPx 的反應受質，因此當 H_2O_2 濃度增加時可以促使 CAT 與 GPx 的活性增加 (林嘉志、姚承義、陸康豪, 2008)。本實驗推測在 IP 時，服用 GH 的 SOD 活性下降是為了將 O_2^- 轉換成 H_2O_2 ，利於後續的抗氧化酶作用，由圖 9 可以看到 CAT 活性在 IP 時服用 GH 和 GL 顯著高於服用 C。而圖 10 可以看到，在 IP 時服用 GH 和 GL 的 GPx 活性有明顯的上升，推測本實驗服用瓜拿納後運動使紅血球 CAT 與 GPx 活性增加是為了將 H_2O_2 轉換成 H_2O 和 O_2 。而服用瓜拿納能夠抑制 O_2^- 的

產生，使得 H_2O_2 產量不多，因此在 IP 時剩餘的 CAT 與 GPx 較多，出現了活性數值較高的情況。

本實驗中每位參與者在運動後體內的抗氧化酵素活性都有不一樣的反應，有些參與者本身抗氧化酵素活性就很高，有些參與者對抗氧化酵素活性反應較低，因此在統計上未能達到顯著差異。但由圖 8、圖 9 和圖 10 可以看到，服用瓜拿納後抗氧化酵素活性皆高於服用安慰劑，顯示服用瓜拿納是可以增加體內抗氧化酵素的活性。

單寧酸在胃上皮細胞體外試驗中，可以使胃上皮細胞的抗氧化酵素 SOD、CAT、GPx 和穀胱甘肽-s-轉移酶 (glutathione-s-transferase, GST) 的活性增加。在單寧酸濃度為 0.006 mM 時，SOD 活性增加了 15% 的活性單位、CAT 活性增加了 56% 的活性單位、GST 增加了 124% 的活性單位。單寧酸濃度在 0.002 ~ 0.006 mM 時，可以使胃上皮細胞抗氧化酵素活性增加 (王羚、朱約媛)。另一個細胞體外試驗提到，單寧酸能增加亞鐵離子螯合能力 (ferrous ions chelating capacity) 和清除超氧自由基活性 (superoxide scavenging activity)，且與丁基羥基苯甲醚 (butylated hydroxyanisole, BHA)、丁基化羥基甲苯 (butylated hydroxytoluene, BHT) 有相同的能力。單寧酸能增加 H_2O_2 的清除，且清除能力：單寧酸 > 維生素E (α -tocopherol) > BHA > BHT > 水溶性維生素E (trolox) (Gülçin, Huyut, Elmastaş, & Aboul-Enein, 2010)。綜合以上結果，證實單寧酸具有使抗氧化酵素活性增加和增加清除 H_2O_2 的能力，而因瓜拿納成分中約含有 16% 的單寧酸，間接說明了瓜拿納具有抗氧化能力。

兒茶素類物質能抗血球脂質過氧化的能力已經由陳師瑩與葉東柏 (2001) 體外測試研究證實。本實驗結果顯示，服用瓜拿納後運動使體內 SOD、CAT 和 GPx 活性增加，且使脂質過氧化物減少，推測是受到瓜拿納成分中的單寧酸和兒茶素的影響。

第三節 結論與建議

人體服用純瓜拿納能夠增加運動後脂肪代謝，高劑量 2000 mg 瓜拿納在人體試驗中未有任何不良反應，且脂肪代謝效果優於低劑量 1000 mg。顯示服用瓜拿納對於體重過重者有正面的幫助。

未來建議可以長期服用瓜拿納作為體重控制的研究，探討長期服用後抗氧化能力是否優於單次服用，或是有更多的效益。

引用文獻

- 王羚、朱約媛。茶酒類飲料中單寧酸對胃上皮細胞的影響。2013年7月20日取自：
<https://docs.google.com/presentation/d/13kiOiUvk3yV76Om2BeyQ6j6zqmNlTq7qLyxAbdEt6o4/edit?pli=1#slide=id.p14>
- 吳祥聖 (2010)。兒茶素和咖啡因攝取對單次運動脂質代謝與能量消耗的影響。未出版碩士論文，國立台灣師範大學，台北市。
- 李昕燐 (2010)。低氧預處理對運動後血液氧化壓力的影響。未出版碩士論文，國立台灣師範大學，台北市。
- 林嘉志、姚承義、陸康豪 (2008)。硫辛酸增補對運動的可能效益。《中華體育季刊》，22(2)，24-33。
- 林學宜、林培元、徐廣明、徐台閣 (2000)。不同強度運動對抗氧化酵素及丙二醛的影響。《體育學報》，29，137-148。
- 林曉汶、許美智 (2008)。運動營養增補劑：瓜拿那。《北體學報》(16)，308-315。
- 陳師瑩、葉東柏 (2001)。灌食不同劑量與製程的兒茶素類物質對小鼠抗氧化能力與肝功能之影響。《臺灣營養學會雜誌》，26(4)，258-267。
- 陳樹功、鄭慧文、曾千芳、陳惠芳、鄭秋真、蔡佳芬 (2007)。咖啡族不可不知的訊息。《藥物食品安全週報》，79。
- 高血壓患者的運動計畫 (2003)。行政院體育委員會，台北市。2013年7月23日取自：
<http://www.sa.gov.tw/WebData/WebData.aspx?wmid=215&WDID=35>
- Boozer, C. N., Nasser, J. A., Heymsfield, S. B., Wang, V., Chen, G., & Solomon, J. L. (2001). An herbal supplement containing Ma Huang-guarana for weight loss: A randomized, double-blind trial. *International Journal of Obesity*, 25(3), 316-324.
- Bulku, E., Zinkovsky, D., Patel, P., Javia, V., Lahoti, T., Khodos, I., . . . Ray, S. D. (2010). A novel dietary supplement containing multiple phytochemicals and vitamins elevates hepatorenal and cardiac antioxidant enzymes in the absence of significant serum chemistry and genomic changes. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 3(2), 129-144.
- Bydlowski, S. P., Yunker, R. L., & Subbiah, M. T. (1988). A novel property of an aqueous guaraná extract (*Paullinia cupana*): Inhibition of platelet aggregation in vitro and in vivo. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 21(3), 535-538.
- Carlini, E. A. (2003). Plants and the central nervous system. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 75(3), 501-512.
- Costa Krewer, C., Ribeiro, E. E., Ribeiro, E. A., Moresco, R. N., Ugalde Marques da Rocha, M. I., Santos Montagner, G. F., . . . Cruz, I. B. (2011). Habitual intake of guarana and metabolic morbidities: An epidemiological study of an elderly amazonian population. *Phytother Research*. doi: 10.1002/ptr.3437
- Craig, W., & Beck, L. (1999). Phytochemicals: Health protective effects. *Canadian*

- Journal of Dietetic Practice and Research*, 60(2), 78.
- Elosua, R., Molina, L., Fito, M., Arquer, A., Sanchez-Quesada, J. L., Covas, M. I., . . . Marrugat, J. (2003). Response of oxidative stress biomarkers to a 16-week aerobic physical activity program, and to acute physical activity, in healthy young men and women. *Atherosclerosis*, 167(2), 327-334.
- Fukumasu, H., da Silva, T. C., Avanzo, J. L., de Lima, C. E., Mackowiak, I. I., Atroch, A., . . . Dagli, M. L. (2006). Chemopreventive effects of *Paullinia cupana* Mart var. *sorbilis*, the guarana, on mouse hepatocarcinogenesis. *Cancer Letter*, 233(1), 158-164. doi: 10.1016/j.canlet.2005.03.007
- Gülçin, İ., Huyut, Z., Elmastaş, M., & Aboul-Enein, H. Y. (2010). Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian Journal of Chemistry*, 3(1), 43-53.
- Hess, A. M., & Sullivan, D. L. (2005). Potential for toxicity with use of bitter orange extract and guarana for weight loss. *Annals of Pharmacotherapy*, 39(3), 574-575.
- Leite, R. P., Predes, F. S., Monteiro, J. C., Freitas, K. M., Wada, R. S., & Dolder, H. (2012). Advantage of guarana (*Paullinia cupana* Mart.) supplementation on cadmium-induced damages in testis of adult wistar rats. *Toxicol Pathology*. doi: 10.1177/0192623312447541
- Lima, W. P., Carnevali, L. C., Jr., Eder, R., Costa Rosa, L. F., Bacchi, E. M., & Seelaender, M. C. (2005). Lipid metabolism in trained rats: Effect of guarana (*Paullinia cupana* Mart.) supplementation. *Clinical Nutrition*, 24(6), 1019-1028. doi: 10.1016/j.clnu.2005.08.004
- Mattei, R., Dias, R. F., Espinola, E. B., Carlini, E. A., & Barros, S. B. M. (1998). Guarana (*Paullinia cupana*): Toxic behavioral effects in laboratory animals and antioxidant activity in vitro. *Journal of Ethnopharmacology*, 60(2), 111-116.
- Raguso, C. A., Coggan, A. R., Sidossis, L. S., Gastaldelli, A., & Wolfe, R. R. (1996). Effect of theophylline on substrate metabolism during exercise. *Metabolism*, 45(9), 1153-1160.
- Sale, C., Harris, R. C., Delves, S., & Corbett, J. (2006). Metabolic and physiological effects of ingesting extracts of bitter orange, green tea and guarana at rest and during treadmill walking in overweight males. *International Journal of Obesity*, 30(5), 764-773. doi: 10.1038/sj.ijo.0803209
- Salvadori, M. C., Rieser, E. M., Neto, L. M. R., & Nascimento, E. S. (1994). Determination of xanthines by high-performance liquid chromatography and thin-layer chromatography in horse urine after ingestion of guarana powder. *Analyst*, 119(12), 2701-2703.
- Schneider, C. D., Barp, J., Ribeiro, J. L., Bello-Klein, A., & Oliveira, A. R. (2005). Oxidative stress after three different intensities of running. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30(6), 723-734.

- Seifert, S. M., Schaechter, J. L., Hershorin, E. R., & Lipshultz, S. E. (2011). Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults. *Pediatrics, 127*(3), 511-528. doi: 10.1542/peds.2009-3592
- Tsai, P. H., Kan, N. B., Liu, C. C., Jeng, M. L., He, S. C., & Lin, C. C. (2004). Changes in blood lipid peroxidation markers after a single bout of exhaustive exercise. *Annual Journal of Physical Education and Sports Science, 4*, 77-86.
- Woods, D. J. (2012). Guarana: *Paullinia cupana*, *P. sorbilis*; also known as Brazilian cocoa and 'Zoom'. *Journal of Primary Health Care, 4*(2), 163.

附錄一 實驗參與者知情同意書

實驗參與者知情同意書

研究單位：國立台灣師範大學運動競技系運動科學碩士班

研究者：劉又嘉，連絡電話：0930-739613

指導教授：謝仲裕，連絡電話：0955-985745

依實驗研究規定，研究者有義務告知參與者，整體的實驗過程及可能發生的危險，且應維護參與者之健康與權益；實驗過程中，參與者如無意願繼續參與，可隨時退出實驗且不受任何限制，但事前須告知研究者。

本研究標題為“體重過重者攝取瓜拿納對單次運動脂肪代謝與抗氧化的影響”，將探討進行單次運動在服用不同瓜拿納劑量下，是否可以增加運動後的脂肪代謝以及減少運動後的氧化壓力。參與者共需到實驗室四次，第一次將測量身高、體重與安靜心跳率，計算出 75%HRR 的運動心率後，再以跑步機測量 75%HRR 的對應速度，作為之後每次所進行的固定運動強度。後三次進實驗室，將攝取不同劑量的瓜拿納後進行運動測試，每次將抽血 5 次。

為了使實驗過程順利並獲得正確的數據，同時維護個人之權益及健康，請參與者務必配合下列事項：

到實驗前必須至少空腹 8 小時。

實驗前 48 小時內不能有激烈運動及飲用含酒精飲料或其他藥物。

必須紀錄實驗前一天 24 小時的飲食，以提供實驗所需。

請據實題填寫健康情況調查表，得以評估是否適合參與實驗。

本參與者已閱讀參與者須知，且明白實驗相關內容及注意事項，同時自願參與上述實驗。

參與者：_____ 日期：_____

聯絡地址：_____ 電話：_____

附錄二 實驗參與者健康情況調查表

實驗參與者健康情況調查表

此調查表將提供研究者了解您的身體健康情況，是否合適參與本實驗，故請據實回答在過去一年內，醫師是否曾告知您有以下列之症狀；請於有、無及不確定之欄位勾選：

	是	無	不確定
高血壓	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<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"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
糖尿病	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
支氣管炎	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
貧血	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
心律不整	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

情緒或心理異常

氣喘

運動後,極度疲勞且不易恢復

過去半年間有無其他病症發生？

是否有對咖啡因過敏的紀錄

請說明： _____

參與者： _____

填表日期： _____

附錄三 脂肪代謝生化分析方法

脂肪代謝生化分析方法

一、 甘油 (glycerol)

1. 以採用 Randox (Ulster, Northern Ireland, UK) 藥劑，利用比色法鑑定甘油濃度，機器採用 DYNEX (Chantilly, Virginia, USA) 的 Spectra MR。
2. 血漿取 6 μ l 分別與 200 μ l 的 reagent (A sample) 和 buffer (A sample blank) 藥劑至於 96 well 盤內五分鐘 (37 $^{\circ}$ C) 後以波長 520 nm 測定，將其所得反應數值相減 (ΔA sample = A sample - A sample blank)。
3. 取 6 μ l 的 standard 分別與 200 μ l 的 reagent (A standard) 和 buffer (A standard blank) 藥劑至於 96 well 盤內五分鐘 (37 $^{\circ}$ C) 後以波長 520 nm 測定，將其所得反應數值相減 (ΔA standard = A standard - A standard blank)。
4. 甘油濃度 (μ mol/l) = ΔA sample x standard concentration (97 μ mol/l) \div ΔA standard。

二、 脂解酶 (lipase)

1. 以採用維特司脂酵素試藥片 (Vitros chemistry products lipase

slides) ，測量機器使用全自動生化分析儀 DTSC II (New York , USA) 。

2. 利用乾式化學法，使用維特司脂酵素試藥片與維特司校正組三號於維特司化學分析儀上測試。
3. 測量試藥片反應期間的兩個固定時間點，利用 540 nm 波長下的反光度，並計算出兩個數值間的差異。一旦某一試劑批號完成校正後，可套用軟體中的兩點速率數學模式及每片式藥劑的反光度改變值，來計算出某支檢體中的脂肪分解酶活性。

附錄四 抗氧化生化分析方法

抗氧化生化分析方法

一、 製備去血紅素之血球溶胞液

1. 取分裝於微量離心管的紅血球與二次水以 1:4 (V:V) 的體積比，充分混合脹破，再以 4 °C 下 10000 g 離心 15 分鐘，取得上清液即為紅血球溶胞液。
2. 再將紅血球溶胞液與乙醇(ethanol): 氯仿(chloroform)(62.5:37.5) 的混合溶液以 5:8 (V:V) 的體積比，震盪混合 30 秒後，於 4 °C 下以 3000 g 離心 5 分鐘後，其上清液即為去血紅素之紅血球溶胞液，冰存待分析。

二、 脂質氧傷害指標 (thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)

1. 以 Cayman TBARS assay kit (Ann Arbor , Michigan , USA) 藥劑進行檢測。
2. 取 2 ml 微量離心管中加入 30 ~ 50 μ l 去血紅素之紅血球溶胞液或標準液、10 μ l 溶於甲醇的 4% 二丁基羥基甲苯 (butylated hydroxytoluene, BHT)、200 μ l 10.1 N 鹽酸 (hydrochloric acid, HCl)、200 μ l 溶於 PBS 的 0.5% 硫代巴比妥酸 (2-thiobarbituric acid,

TBA)，充分混勻後，置於 60 °C 之培育箱 1 小時。

3. 再置於 4 °C 下 10 分鐘停止反應，再移置室溫下回溫 5 分鐘後
4. 加入 600 μ l 正丁醇 (n-butanol)，均勻混合後，以 10000 g 離心 3 分鐘。
5. 取 200 μ l 上清液加入微量檢測盤，使用微量盤讀表儀 (DYNEX (Chantilly, Virginia, USA) 的 Spectra MR) 以 OD540 進行照射讀取其吸光值，再依標準曲線計算正確濃度，單位為 μ M 或 $\text{nmol} \cdot \text{gHb}^{-1}$ 。

三、 超氧化歧化酶 (superoxidase dismutase ; SOD)

1. 使用 Randox (Ulster, Northern Ireland, UK) 藥劑進行檢測，機器採用 DYNEX (Chantilly, Virginia, USA) 的 Spectra MR。
2. 於微量檢測盤中加入 200 μ l 稀世之自由基偵測劑 (radical detector) 與 10 μ l 已稀釋去血紅素之紅血球溶胞液或標準液均勻混合。
3. 在 5 分鐘內快速加入 20 μ l 稀釋之黃嘌呤氧化酶 (xanthine oxidase)，於室溫下避免光靜置 5 分鐘。
4. 在震動混合 15 分鐘後，使用微量盤讀表儀以 OD450 進行照射讀取其吸光值，再依標準曲線計算正確濃度，單位為 $\text{U} \cdot \text{ml}^{-1}$ 或 $\text{U} \cdot \text{gHb}^{-1}$ 。

四、 過氧化氫酶 (catalase)

1. 使用 Cayman CAT assay Kit (Ann Arbor, Michigan, USA) 進行檢測，機器採用 DYNEX (Chantilly, Virginia, USA) 的 Spectra MR。
2. 於微量檢測盤中加入 100 μl 的 CAT 分析液、30 μl 甲醇 (methanol)、20 μl 已稀釋去血紅素之紅血球溶胞液或標準液。
3. 加入 30 μl 0.12% 的過氧化氫 (H_2O_2) 啟動反應，於室溫下避免光線震動均勻混和 20 分鐘後，立即加入 30 μl 10 M 氫氧化鉀 (potassium hydroxide, KOH) 終止反應。
4. 再加入 30 μl 22.8 mM Purpald 呈色劑，並於室溫下避免光線震動均勻混合 10 分鐘。
5. 最後再加入 10 μl 65.2 mM 過碘酸鉀 (potassium periodate, KIO_4)，再一次於室溫下避免光線震動均勻混合 5 分鐘後，使用微量盤讀表儀以 OD540 進行照射讀取其吸光值，再依標準曲線計算正確濃度，單位為 $\text{U} \cdot \text{ml}^{-1}$ 或 $\text{U} \cdot \text{gHb}^{-1}$ 。

五、 穀胱甘肽過氧化酶 (glutathione peroxidase ; GPx)

1. 使用 Cayman GPx assay Kit (Ann Arbor, Michigan, USA) 藥劑進行檢測，機器採用 DYNEX (Chantilly, Virginia, USA) 的 Spectra MR。

2. 於微量檢測盤中加入 140 μl GPx 分析液、20 μl 10 倍 co-substrate mixture、20 μl 已稀釋去血紅素之紅血球溶胞液或標準液。
3. 再加入異丙苯基過氧化氫 (cumene hydroperoxide)，使其產生過氧化氫啟動反應，立即使用微量盤讀表儀以 OD340 進行照射讀取其每分鐘吸光值，至少 5 個時間點，單位為 $\text{U} \cdot \text{ml}^{-1}$ 或 $\text{U} \cdot \text{gHb}^{-1}$ 。