

## 高強度爆發力訓練對於餐後血脂肪之影響 The effects of high intensity power training on postprandial lipemia

<sup>1</sup>楊美玲 Mei-Ling Yang<sup>2</sup>楊佳元 Chia-Yuan Yang<sup>1</sup>吳柏翰 Bo-Han Wu\*

<sup>1</sup>國立屏東科技大學休閒運動健康系 Department of Recreation Sport and Health Promotion,  
National Pingtung University of Science and Technology

<sup>2</sup>國立高雄科技大學體育室 Office of Physical Education, National Kaohsiung University of Science and Technology

投稿日期: 2018 年 5 月; 通過日期: 2018 年 7 月

### 摘 要

**緒論:** 根據研究指出單次阻力或有氧運動皆能有效降低餐後血脂肪, 然而高強度爆發力訓練 (CrossFit training) 指出能有效提升心肺適能並降低體脂肪, 但對影響餐後血脂肪的效果仍不清楚。因此, 本研究以高強度的耐力訓練、阻力訓練與 CrossFit 訓練對於餐後血脂肪之立即影響。**方法:** 以 9 名有運動習慣健康成年男性作為受試者 (平均年齡  $25 \pm 4.8$  歲), 以重複量數方式分配至 ACSM 建議之高強度耐力訓練處理 (EE 處理; 20 分鐘 75%~85% HRR 的跑步)、阻力訓練處理 (RE 處理; 4 個動作; 8RM; 組間休息為 2~3 分鐘; 共 3 組) 與 CrossFit 訓練處理 (CF 處理; 20 分鐘; Cindy: 5 pull-ups、10 push-ups 及 15 squats), 皆於運動一小時後給予中高脂肪餐(43%), 並檢測餐前及餐後 6 小時間的血液樣本。使用重複量數二因子變異數分析(two-way ANOVA, repeated measures)進行統計分析。**結果:** 分析發現 CF 處理在餐後第 2 和 6 小時的三酸甘油酯濃度顯著低於 RE 處理( $215.6 \pm 27.8$  v.s  $130.2 \pm 10.9$  md/dl,  $p < .05$ ;  $104.5 \pm 6.9$  md/dl v.s  $144.4 \pm 11.4$  md/dl,  $p < .05$ ), 而 TG-AUC 和 TG-IAUC 則無顯著差異( $p = 0.063$ ;  $p = 0.088$ )。**結論:** 本研究顯示耐力訓練與阻力訓練對降低餐後血脂肪之效果相當, 但高強度爆發力訓練在第 2 和第 6 小時對降低餐後血脂肪之效果優於阻力訓練。

**關鍵詞:** 三酸甘油酯、CrossFit 訓練、阻力訓練、耐力訓練

### 壹、緒論

根據衛生福利部統計處 (2017) 最新資料顯示, 台灣 105 年國人十大死因裡, 其中心臟疾病、腦血管疾病、糖尿病與高血壓皆在此範圍內 (如表一), 由此可發現, 因心血管疾病相關因素所發生的死亡率應為重視, 其中有相同疾病因子可能為過高的血脂肪所導致。血液中的脂肪即為血脂肪。人體所含的脂肪, 主要包含中性脂肪 (即三酸甘油酯 triglycerides, TG)、膽固醇 (cholesterol, TC)、磷脂質 (phospholipid) 與其他幾種較不重要的脂肪, 而脂質因不能溶於水, 故需與蛋白質結合成脂蛋白 (lipoprotein) 而存於血液中 (洪雅琦, 1997), 如果人體中的膽固醇、三酸甘油酯或兩者皆超過正常值範圍時, 稱之為高血脂症, 而比正常值再更高的 TC、TG 或過低的高密度脂蛋白膽固醇 (HDL-C) 時, 稱為血脂異常, 另單只有三酸甘油酯過高, 又可稱為高三酸甘油酯症 (hypertriglyceridemia)。

三酸甘油酯是人體內不可或缺的能量來源之一,

但當血液中三酸甘油酯濃度過高且清除速率較慢時, 血液中存在三酸甘油酯的時間過長, 則罹患心血管疾病 (cardiovascular disease, CVD)、及代謝症候群相關疾病的機率都相對提升 (徐緯珍、黃憲鐘, 2010)。其中也因過高的 TG 易會導致血栓, 使得血管中的血液無法順暢流通, 進而形成動脈粥狀硬化, 因此患有高血脂症和高三酸甘油酯症者比起一般人更容易罹患心血管疾病 (Assmann, Schulte, Funke, & Von Eckardstein, 1998)。根據研究顯示罹患心血管疾病與血漿中的三酸甘油酯有關 (Do et al., 2013; Morrison & Hokanson, 2009; Van Oostrom et al., 2000), 再者, 長期大規模的研究中發現, 非空腹測得之三酸甘油酯比空腹時的三酸甘油酯更能有效預測罹患心血管疾病的風險 (Bansal et al., 2007; Langsted, Freiberg, & Nordestgaard, 2008; Harchaoui, Visser, Kastelein, Stroes, & Dallinga-Thie, 2009), 因此在非空腹測得之 TG 濃度是為重要的

測量時間點。此外人體自吃完早餐之後，長時間都處於餐後高濃度血脂肪的狀態，因此如何有效提高餐後血脂肪的清除率，對於降低心血管疾病的風險是相當重要的（楊璫人、邱志暉、巫錦霖，2012）。

表一、民國 105 年台灣地區十大死因

名次	死因	人數
1	惡性腫瘤	47,760
2	心臟疾病（高血壓性疾病除外）	20,812
3	肺炎	12,212
4	腦血管疾病	11,846
5	糖尿病	9,960
6	事故傷害	7,206
7	慢性下呼吸道疾病	6,787
8	高血壓性疾病	5,881
9	腎炎、腎病症候群及腎病變	5,226
10	慢性肝病及肝硬化	4,738

資料來源：衛生福利部（2017）

運動能有效降低罹患心血管疾病的風險與死亡率（朱嘉華，2009；Anderson et al., 2016；Heran et al., 2011；Varghese et al., 2016），且對於餐後血脂肪的代謝也有良好的效果，能促使血漿中的三酸甘油酯(TG)濃度下降及提高高密度脂蛋白膽固醇(HDL-C)(Zhang, Thomas, & Ball, 1998)。不同型態運動對於降低餐後血脂肪都有良好的效果，依耐力訓練方面，Tsetsonis and Hardman(1996)研究 6 名男性及 6 名女性在低強度與中強度運動對餐後血脂肪的影響變化，分別比較控制組、低強度(31%  $\dot{V}O_{2max}$ )及中強度(61%  $\dot{V}O_{2max}$ )下進行 90 分鐘走路運動，於隔天早晨給予高脂肪餐，並在餐後 6 小時之間測量 TG，結果發現中強度運動的餐後血漿 TG 濃度與時間曲線下面積(TAG area under the curve, TG-AUC)顯著低於控制組，低強度則沒有顯著變化；Trombold, Christmas, Machin, Kim, and Coyle (2013) 研究利用腳踏車運動，以 60 分鐘的中強度(50%  $\dot{V}O_{2peak}$ )和 40~45 分鐘之間的高強度(2 分鐘 25%  $\dot{V}O_{2peak}$ 與 2 分鐘 90%  $\dot{V}O_{2peak}$ 交替運動)比較餐後的第 2、4 及 6 小時的血脂肪變化，結果發現與控制組相比，中強度與高強度運動都能有效降低餐後 TG 濃度，此外，高強度運動的餐後 TG 濃度又顯著低於中強度運動；另外 Ferreira et al., (2011) 將有運動習慣的男性進行強烈間歇運動(3 分鐘無氧閾值的 115%跑步；每組休息 1.5 分鐘)與中強度連續有氧運動(30 分鐘無氧閾值的 85%跑步)，並將兩者計算在消耗 500 卡路里，於運動後 30 分鐘給予高脂肪餐並比較餐後 TG 濃度變化，其研究結果發現無論間歇或連續的耐力運動都有效降低餐後血脂肪，不僅如此，只有強烈

間歇運動能降低極低密度脂蛋白(VLDL)。因此能證實耐力訓練能有效降低餐後血脂肪，強度越高則更能有效達到降低 TG 的效果。

阻力訓練方面，Petitt, Arngrímsson, and Cureton (2003) 研究 14 名(10 male, 4 female)已有良好重訓習慣者，比較阻力運動、有氧運動和控制組對餐後血脂之差異，結果亦發現即使有氧運動的能量消耗與阻力運動相等的情況下，阻力運動仍比有氧運動的餐後 TG 低 21%，而阻力運動的脂肪氧化比有氧運動增加 28%，顯示阻力運動能降低餐後 TG 並能增加脂肪氧化率；Zafeiridis et al., (2007) 研究 10 名有運動訓練者，以低強度(8 個動作，12RM×2 組)與高強度(8 個動作，12RM×4 組)阻力訓練在餐後血脂肪的變化，結果為低強度和高強度阻力訓練的 TG-AUC 顯著比控制組低，而增加 TG-AUC 的高強度仍顯著低於控制組，低強度則沒有顯著，研究顯示高強度阻力運動能有效降低餐後 TG 濃度，而低強度則降低幅度不大。

然而，在 Shannon et al., (2005) 將 10 名曾有阻力訓練經驗者(4 male, 6 female)，以四種不同組數的阻力訓練，分別為一組、三組以及五組，進行 75%的最大肌力並反覆 10 次，共 8 項運動，隔天給予高脂肪餐，測量餐後 30 分鐘、1、2、3、4、5 及 6 小時的血脂肪，結果發現無論哪一種組數的阻力運動皆無法顯著降低 TG-AUC，僅針對女性的一組與三組阻力訓練的 TG-AUC 顯著比控制組低，其阻力訓練對餐後血脂肪沒有顯著下降的效果；同年由 Burns, Corrie, Holder, Nightingale, and Stensel (2005) 研究 11 名男性以四組 80%10 RM 強度，各組間休息 2 分鐘，進行 11 項阻力運動，共 88 分鐘，此結果發現單一次的阻力運動並不會降低餐後 TG。於隔年再做相同的實驗，以 10 名男性為研究對象，進行 3 組 80%12RM 強度，10 項運動，各組休息 3 分鐘，共 90 分鐘，結果發現阻力運動反而使 TG 濃度有短暫升高的現象，也使血漿肌紅蛋白濃度升高，因此單次阻力訓練無法有效降低餐後血脂肪，且肌肉損傷可能為血漿肌紅蛋白升高的主要原因(Burns, Broom, Miyashita, Ueda, & Stensel, 2006)。由上述而言，阻力訓練是否能降低餐後血脂肪，目前結果並不一致，需進一步觀察運動強度與攝取餐點的關係，或是因肌肉損傷影響其結果。

此外，除了耐力訓練及阻力訓練能有效降餐後血脂肪，近年來高強度間歇運動 (high intensive interval training, HIIT)亦證實有效降低餐後血脂肪 (Gabriel, Ratkevicius, Gray, Frenneaux, & Gray, 2012)，其運動模

式相似的高強度爆發力訓練 (high intensity power training, HIPT), 例如, CrossFit (CF) 訓練, 根據研究顯示 CF 被認為是良好且有效的運動訓練 (O' Hara et al., 2012)。依 Kliszczewicz, Snarr, and Esco (2014) 研究 7 名男性和 2 名女性且均接受過 CF 訓練, 利用 Cindy (引體向上 5 下、伏地挺身 10 下、深蹲 15 下, 盡可能於 20 分鐘內做越多組數), 進行 3 個月的訓練, 研究結果發現可以有效提升心肺適能及代謝, 其中最大心跳率 (HRmax) 和最大攝氧量 ( $\dot{V}O_{2max}$ ) 都達到 ACSM(2013) 所建議運動強度 (劇烈強度 76-96% HRmax; 中等強度 46-64%  $\dot{V}O_{2max}$ ) ; Smith, Sommer, Starkoff, and Devor (2013) 研究 43 位健康成人, 分別為 23 名男性和 20 名女性進行十週的 CF 訓練, 其研究結果發現男女皆能有效提升最大攝氧量且能降低體脂肪。由此發現 CF 訓練能有效提升  $\dot{V}O_{2max}$ 、HRmax 並能達到降低體脂肪等, 但目前尚未清楚能否有效降低餐後血脂肪, 因此則需進一步了解。

整體而言, 從事單次高強度的耐力訓練、阻力訓練或是高強度間歇訓練, 皆能有效降低餐後 TG 的效果, 而中強度及低強度的訓練對餐後血脂肪的答案則不一致。另外, 研究多以訓練後隔天 (約 12~15 小時後) 攝取餐點, 但研究指出餐後 2~4 小時測量三酸甘油酯與 CVD 發生率關聯最為密切, 其關聯隨時間愈長而逐漸減少 (Bansal et al., 2007), 所以在測量非空腹時的 TG 通常是在進食後 8 個小時內的任何時間點可做測量 (D Kolovou et al., 2011), 故餐後測量血脂肪其為重要的時間點。再者, 以運動後給予高脂肪餐研究而言, 過多的脂肪比率並非多數人長期的飲食習慣, 加上東、西方飲食較為不同, 故本研究欲將餐點設定在中高脂肪餐, 已接近國人平常之飲食習慣範圍。此外根據研究顯示若攝取中脂肪餐點, 必須從事中高強度運動才能有效降低餐後 TG 濃度 (Kolifa, Petridou, & Mougios, 2004)。因此整理上述觀點, 本研究將三種不同運動訓練型態以高強度模式, 比較運動後攝取中脂肪餐之 6 小時內的 TG 濃度變化與差異。

## 貳、方法

### 一、研究對象

本研究將 9 位曾從事過 CrossFit 訓練 6 個月以上, 並自願參與之健康成年男性為實驗對象, 平時皆保持規律運動習慣, 年齡介於 20~35 歲。每位受試者在實驗前將會被告知實驗內容及流程, 並均詳細閱讀受試者須知, 充分了解本研究目的、權益和可能遇到的風

險, 並將簽署受試者同意書, 即成為本研究之受試者。擔任本研究之受試者須填寫健康狀況與運動習慣問卷調查表, 確定無患有心血管疾病、高血脂症、代謝症候群等疾病且能接受最大運動測驗。受試者基本資料如表二。

表二、受試者基本資料 (N=9)

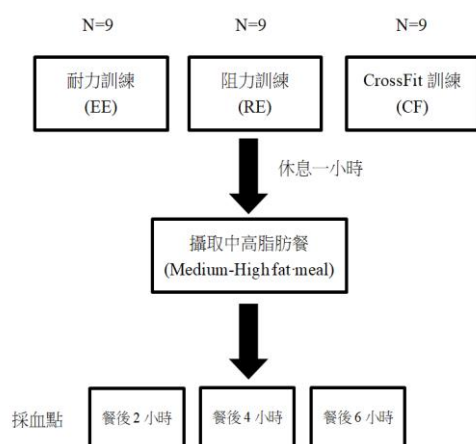
項目	平均數±標準差
年齡(age)	25.11 ± 4.78
身高(cm)	175.5 ± 4.87
體重(kg)	75.02 ± 5.18
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.22 ± 3.51
體脂肪百分比(%)	14.91 ± 3.80
仰臥握推 80%1RM(kg)	61.67 ± 13.46
下背直腿硬舉 80%1RM(kg)	101.6 ± 21.56
背式深蹲 80%1RM(kg)	85.00 ± 8.29
槓鈴屈體划船 80%1RM(kg)	76.78 ± 8.70
保留心跳率 75% (bmp)	163.0 ± 3.39
保留心跳率 85% (bmp)	175.8 ± 3.88

## 二、研究方法與程序

### (一)研究設計

#### 1.研究流程

本研究開始前一周將安排受試者至實驗室填寫健康狀況、運動習慣調查問卷與測量身體組成, 填寫完後進行最大肌力(1RM)測驗和計算保留心跳率計算運動強度, 測驗完畢後將 9 名受試者以重複量數和對抗平衡次序設計分配到耐力訓練處理(EE)、阻力訓練處理(RE)與 CrossFit 訓練處理(CF), 共 3 次處理, 受試者於每一處理完成後, 皆休息一周, 再換下一個處理。本研究受試者於運動訓練前 48 小時禁止攝取高油脂食物、含咖啡因之飲食與過多的酒精成分飲品, 且於實驗前 72 小時停止進行劇烈運動。於早晨 0700 開始運動訓練, 運動前所有受試者須先抽取靜脈血液(Pre-Exe), 以測量空腹狀態之血脂肪濃度, 採取血樣後將給予固定劑量之食物, 藉以補充能量, 避免運動中缺乏體力亦造成實驗結果差異。受試者將進行實驗訓練, 分別為 EE 處理 (20 分鐘; 75%~85% HRR 的跑步)、RE 處理 (4 個動作; 強度 8RM; 反覆 8 次; 組間休息為 3 分鐘; 3 組)、CF 處理 (20 分鐘; Cindy—5 下引體向上、10 下伏地挺身以及 15 下深蹲)。當受試者運動結束後, 立即詢問受試者的運動自覺程度(RPE), 並休息 1 小時之後給予受試者攝取固定的中高脂肪餐 (fat 43%, carbohydrates 44%, protein 13%), 於餐後的第 2、4、6 小時採取血樣, 並測量餐後三酸甘油酯濃度變化。每次實驗將收集數據進行統整與分析。如圖一實驗流程圖。



圖一、實驗流程圖

## 2. 阻力訓練課表

本研究根據美國運動醫學會(ACSM, 2013)建議之高強度阻力訓練( $\geq 80\%$  1-RM, 8-12 repetitions, 2-4 set, rest 2-3 min)(ACSM, 2013), 以受試者 80% 的最大肌力 (1RM) 作為訓練強度, 每組間休息 2 至 3 分鐘, 共 3 組, 每項動作反覆 8 次, 共 3 組, 訓練項目為四項動作, 均以槓鈴為主, 並由 ACSM 之阻力訓練項目中, 挑選四種以不同肌肉部位作用之訓練項目, 主要是針對胸大肌、股二頭肌、股四頭肌、闊背肌, 分別為仰臥握推(supine bench press)、下背直腿硬舉(stiff-leg deadlifts)、背式深蹲(back squats)、槓鈴屈體划船(bent-over barbell rows)。

## 3. 耐力訓練課表

本研究根據 ACSM 建議之高強度有氧訓練, 60%~90% 保留心跳率(%HRR) 為中高強度訓練(ACSM, 2013)。本研究利用心跳錶檢測受試者 75%~85% 保留心跳率, 並於跑步機上完成 20 分鐘的耐力訓練項目。

(1) 最低運動強度 =  $(220 - \text{年齡} - \text{安靜時心跳率}) \times 75\% + \text{安靜時心跳率}$ 。

(2) 最高運動強度 =  $(220 - \text{年齡} - \text{安靜時心跳率}) \times 85\% + \text{安靜時心跳率}$ 。

## 4. CrossFit 訓練課表

本研究採用 CrossFit 既定之訓練課表—Cindy 做為運動項目。每位受試者於正式實驗時, 先進行 5 分鐘動態熱身後, 受試者們遵循施測者所下達開始的口令後, 便進行 5 下引體向上(pull up)、10 下伏地挺身(push up)以及 15 下深蹲(squat), 三項動作完成即為一組, 此課表的規定時間為 20 分鐘內盡自身最大努力完成最高的組數, 於完成規定時間後即結束訓練。

## (二) 最大肌力測驗

採用最大肌力測驗(one repetition maximum test, 1-RM)訓練測量表。測驗前, 每位受試者須先進行 5~10 分鐘熱身運動(動態伸展)後, 以受試者主觀能力評量進行測試, 測試結果利用最大肌力對照表推估每位受試者之最大肌力值(1RM), 阻力運動項目包含 4 個動作, 每位受試者需在身體狀況良好與測試環境安全情況下進行, 並檢視受試者是否呈現疲勞狀態, 最後推估每位受試者這四項阻力訓練的 8RM。

## (三) 耐力訓練測驗

實驗前將招集每位受試者以 Bruce 跑步運動測驗作為強度設定之依據, 使受試者們熟知耐力訓練強度之範圍。於正式實驗時, 每位受試者先以 5 分鐘靜態伸展後, 開始於跑步機上進行約 5 分熱身, 以每三分鐘增加速度與坡度, 直到受試者達最低強度範圍後開始計算 20 分鐘, 而本實驗盡量使每位受試者處於個人之高強度運動範圍, 以確保每位受試者有相同的運動強度範圍。

## (四) 中高脂肪餐攝取

每位受試者於實驗當天, 採集空腹血樣完畢後, 給予固定劑量之食物(熱量 359 大卡), 以避免運動中缺乏能量, 在運動訓練(耐力訓練、阻力訓練、CrossFit 訓練)完成後, 欲使受試者恢復體能, 予以安靜休息 60 分鐘, 再攝取由實驗者提供之中高脂肪餐點。本研究提供的脂肪餐熱量計算是由商品上所標示之營養來源作為計算, 餐點所提供之餐點總熱量為 868.6, 總蛋白質 112 公克(占 13%)、總脂肪 370.8 公克(占 43%)與碳水化合物 384 公克(占 44%)。其低脂肪定義為低於 35% 以下的脂肪含量, 高脂肪則定義為高於 45% 以上的脂肪含量 (Blundell & MacDiarmid, 1997), 故本實驗餐點介於中高脂肪餐。

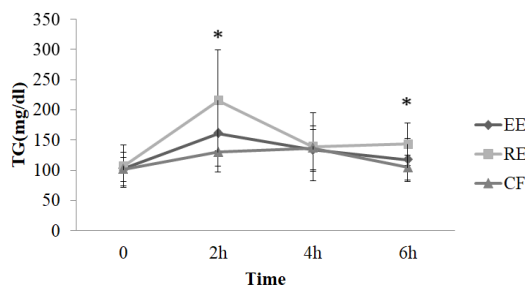
## (五) 血樣採取

本實驗採用羅氏愛可全多功能代謝檢測儀、三酸甘油酯檢驗試紙、Arkray 刺針式採血筆以及綠十字採血針。於早上空腹時(pre 0)與運動餐後第 2、4、6 小時 4 個採血時間點, 於每次採血時抽取約 15-40ul 之血液樣本, 再將血液樣本滴至三酸甘油酯試紙檢驗處, 並開始進行檢測儀分析, 隨之取得分析值。本實驗在研究前已有通過人體試驗審查程序, 故可進行受試者人體血樣採取。

## 參、結果

### 一、不同運動型態之各時間點 TG 濃度變化比較

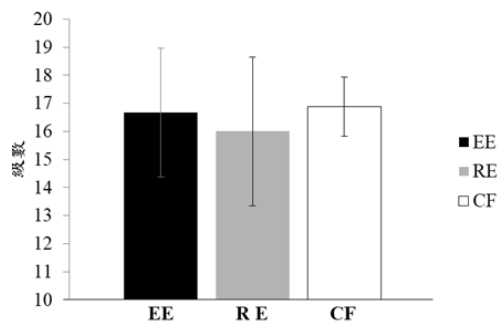
觀察受試者在不同運動型態在攝取中高脂肪餐後的 TG 濃度變化，經研究分析結果為組別與時間交互作用達顯著差異( $p=0.012$ )；組別間交互作用達顯著差異( $p=0.049$ )；時間交互作用達到顯著差異( $p=0.000$ )，如圖二。



圖二、不同運動型態之各時間點 TG 濃度變化  
\*表示為 CF 組與 RE 組相比有顯著差異。

### 二、不同訓練模式之自覺量表比較

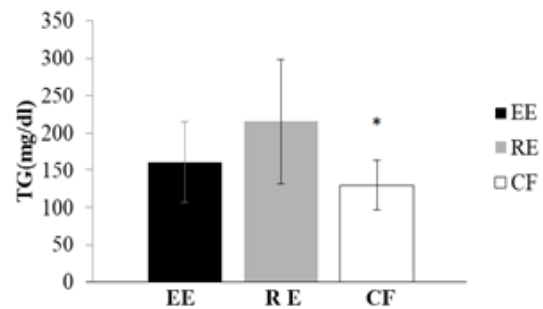
本實驗受試者訓練結束之自覺運動程度。經研究分析結果組別與組別之間並沒有顯著差異( $p=0.782$ )。結果顯示耐力訓練、阻力訓練以及 CrossFit 訓練之間的運動自覺強度並沒有顯著差異，如圖三。



圖三、不同運動型態之運動自覺強度

### 三、不同運動訓練於餐後第 2 小時之 TG 濃度變化

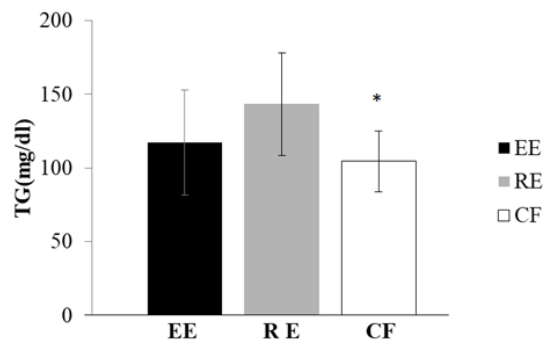
受試者於三組運動餐後第 2 小時之 TG 濃度，由分析後發現組間有顯著差異( $p=0.025$ )，經事後比較發現 RE 與 CF 組有顯著差異( $P=0.035$ )，如圖四。



圖四、三組運動訓練於餐後第 2 小時之 TG 濃度  
註：\*表示為 CF 組與 RE 組相比有顯著差異。

### 四、不同運動訓練於餐後第 6 小時之 TG 濃度變化

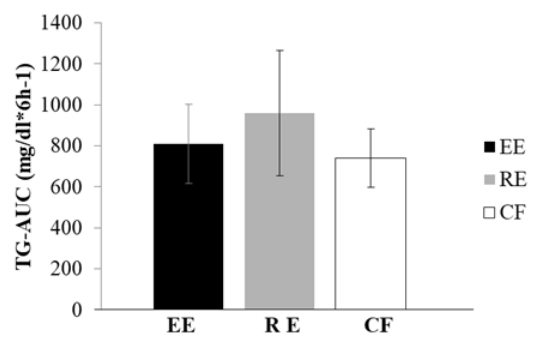
受試者於三組運動餐後第 6 小時之 TG 濃度，由分析後發現組間有顯著差異( $p=0.035$ )。經事後比較發現 RE 與 CF 組有顯著差異( $p=0.025$ )，如圖五。



圖五、三組運動訓練於餐後第 6 小時之 TG 濃度。  
註：\*表示為 CF 組與 RE 組相比有顯著差異。

### 五、TG 濃度總曲線下面積(TG-AUC)

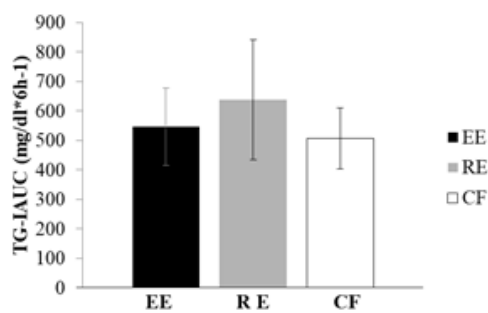
受試者之三組運動訓練的 TG 濃度總曲線下面積，由分析後發現組間沒有顯著差異( $p=0.063$ )，如圖六。



圖六、TG 濃度總曲線下面積

## 六、TG 濃度增加曲線下面積(TG-IAUC)

受試者之三組運動訓練的 TG 濃度增加曲線下面積，由分析後發現組間沒有顯著差異( $p=0.088$ )，如圖七。



圖七、TG 濃度增加曲線下面積

## 肆、討論

本研究探討有運動習慣之男性，以單次高強度的耐力訓練、阻力訓練以及 CrossFit 訓練後，於當天攝取中高脂肪餐並比較三種不同運動型態對於餐後血脂的立即影響。本研究發現從事單次 CrossFit 訓練的餐後第 2 和 6 小時 TG 濃度下降程度之效果比阻力訓練好，而單次耐力訓練能降低的餐後 TG 濃度的效果則在兩者之間。首先，本研究將三種不同運動型態以高強度作為比較，利用 Borg 自覺量表檢測受試者的運動強度，研究結果發現三種運動訓練的強度皆未達顯著差異，且平均自覺強度皆達到 16 級以上，可視為高強度運動(Borg, 1982)，因此本研究的耐力訓練、阻力訓練以及 CF 訓練皆在相同的強度範圍下進行餐後 TG 濃度比較。

運動能影響血脂肪的關鍵原因在於運動能誘發脂蛋白脂肪酶(lipoprotein lipase, LPL)活性增加，進而增加 TG 清除率 (Ez-Zoubir, Teboul, Vannier, Grimaldi, & Ailhaud, 1996)。脂蛋白脂肪酶是水解人體內血漿脂蛋白中所含三酸甘油酯的關鍵酶(黃艾君、江界山, 2006)，所以運動能使餐後血脂肪濃度下降，並在運動後 4 至 18 小時是為 LPL 最活躍的時候 (Maraki & Sidossis, 2013)，研究發現餐前有氧運動能促使 LPL 活性提升，進而增加 TG 清除率 (Malkova et al., 2000 ; Seip & Seamenkovich, 1998)，其促使運動後能降低 TG 濃的原因可能與血液循環有關。過往單次耐力訓練比阻力訓練較有效降低餐後 TG 濃度，且中強度即可有效果。Davitt, Arent, Tuazon, Golem, & Henderson (2013)研究將 12 名肥胖女(BMI=37.3)以中強度(60~65%  $\dot{V}O_{2max}$  peak)約 60 分鐘有氧運動、60 分鐘高強度阻力運動(8

個動作，90%的 10RM, 3 組)以及控制組，比較高脂肪餐後 TG 之變化，此研究發現中強度有氧訓練與高強度阻力訓練都能有效降低餐後 TG 濃度並提升脂肪氧化率，且有氧訓練對降低餐後 TG 濃度的效果比阻力訓練好。與本研究結果相似，亦是耐力訓練對降低餐後 TG 濃度的效果比阻力訓練好。然而在 Petridou et al., (2004)研究發現進行中強度耐力訓練後立即攝取中脂肪餐對降低餐後 TG 濃度沒有太大的影響，正如 Pfeiffer, Ludwig, Wenk, and Colombani (2005)研究將 16 名健康且久坐的男性，分別進行 30、60 與 90 分鐘的中低強度(50%  $\dot{V}O_{2max}$ )走路運動後，當天給予中脂肪餐，其研究結果顯示中低強度運動後立即攝取中脂肪餐對降低餐後 TG 濃度沒有差異影響。此外亦可發現將中低強度運動耐訓練的時間拉長也無法有效降低餐後 TG 濃度。但是若將運動強度提高就能有效降低餐後 TG 濃度，Kolifa et al., (2004)將 9 名健康男性在攝取中脂肪餐前 14~15 小時，實施 1 小時中高強度(70%~75%HRmax)的腳踏車運動，結果顯示中高強度的耐力運動能有效降低攝取中脂肪餐後 TG 濃度。雖然與本研究給予脂肪餐的時間點有所不同(當天/隔天)，但本研究皆實施高強度運動，推測本研究的耐力運動效果與此一致。因此可證明，中強度耐力運動可以降低攝取高脂肪餐後 TG 濃度，另中脂肪餐則需要進行中高強度運動才能有效降低餐後 TG 濃度。

本研究的阻力訓練在餐後第 2 和 6 小時的 TG 濃度顯著比 CF 訓練組高，與耐力訓練則沒有顯著差異，僅有在餐後 4 小時三組運動訓練的 TG 濃度沒有顯著差異。過往研究提出阻力訓練需要大量的運動刺激和能量消耗，才能進一步改善血脂肪變化(Braith & Stewart, 2006)。可能原因為阻力訓練後的肌肉損傷對 LPL 刺激較無影響 (Shoup & Durstine, 1991)，或者因肌肉損傷發炎使短暫胰島素阻抗(Asp, Dagaard, Kristiansen, Kiens, & Richter, 1996 ; Kirwan et al., 1992)，進而影響 TG 代謝 (Jeppesen et al., 1995 ; Manolio et al., 1990)。不過在 Kiens, Lithell, Mikines, and Richter (1989)的研究中將 6 名男性利用單腳伸膝肌訓練探討肌肉內的 LPL 的活性，結果顯示在立即運動後的肌肉 LPL 活性並沒有改變，直到 4 小時後肌肉中的 LPL 活性開始提高並相比沒運動組有顯著差異，到第 8 小時則又沒有不同，此研究表明肌肉收縮會導致 LPL 分泌延遲。另有研究發現離心運動訓練後體內肌肉肝糖儲存量下降 (Asp, Dagaard, & Richter, 1995)，進而阻礙了肌肉中 LPL 的活化作用 (Kiens & Richter, 1998; Weltan,



Bosch, Dennis, & Noakes, 1998), 甚至研究發現從事阻力運動反而會使 TG 濃度有短暫升高的現象(Burns et al., 2006)。整理上述研究可說明, 本研究的阻力訓練於餐後第 2 小時無法降低 TG 濃度的可能原因在於阻力訓練後肌肉內的 LPL 尚未開始產生作用, 直到 4 小時後肌肉中的 LPL 活性才開始增加, 便能使 TG 濃度下降, 故本研究的阻力訓練在餐後第 4 小時與耐力訓練和 CF 訓練之 TG 濃度沒有顯著差異, 此外隨時間拉長, 肌肉中的肝醣儲存量下降, 無法繼續誘發 LPL 活化, 導致本研究的阻力訓練於餐後第 6 小時之 TG 濃度無法下降, 甚至比第 4 小時的 TG 濃度有些微上升的現象, 與 Burns et al., (2006)的研究結果一致。

國內、外目前尚未對 CF 訓練作餐後血脂相關討論, 而本研究的結果發現 CF 訓練是為三種運動型態中, 對抑制餐後血脂升高的效果最好, 並相較阻力訓練在餐後第 2 和 6 小時的 TG 濃度皆有顯著的差異。CF 訓練本屬於高強度混合式運動, 結合有氧與阻力訓練, 屬於高強度爆發性訓練(HIPT)(Babiash, 2013), 與 HIIT 訓練有相似運動模式, 然其 CF 訓練沒有明確的休息時間。根據研究顯示 HIIT 訓練能有效降低餐後 TG 濃度 (Gabriel et al., 2012 ; Ferreira et al., 2011), 另外 Silvestre et al., (2008)研究將有運動訓練之男性進行單次結合有氧及阻力運動(45 min resistance at 95% of 10RM and 30 min running)的研究中, 發現餐前 16 小時 (降低 26%) 與餐前 4 小時 (降低 15%) 都能有效降低餐後 TG 濃度, 顯示混合式運動是有效降低餐後 TG 濃度。亦有研究認為「高強度有氧間歇運動」與「高強度阻力訓練」降低餐後 TG 濃度的效果和耐力訓練是相同的 (Bellou et al., 2013 ; Tsekouras et al., 2009), 甚至比耐力訓練更好 (Magkos et al., 2008)。另外在 Pafili et al., (2009)的研究中發現低程度的肌肉疲勞或損傷並不會影響餐後血脂變化。故本研究採用 CF 訓練項目中僅有徒手重量訓練之課表, 排除阻力訓練造成肌肉損傷的可能性, 同時達到與高強度耐力訓練的效果, 因此推測 CF 訓練所降低 TG 濃度效果較其他運動好的原因。

然而有研究發現運動能量消耗是減少餐後 TG 濃度的重要指標(Jason, Tsetsonis, & Hardman, 2002)。Petitt and Cureton (2003) 以相同能量消耗(約 1.7MJ)的阻力運動和有氧運動作於隔天高脂肪餐後 TG 比較, 研究結果為阻力訓練對降低餐後 TG 濃度和增加脂肪氧化率都優於有氧運動。因此有人提出運動後所造成的 EPOC 可能為影響降低餐後 TG 的效果 (Lyons et al.,

2006)。由此能量消耗確實為影響餐後 TG 濃度的成因之一, 本研究並未檢測運動中所消耗之能量, 但若以能量消耗來推測, CF 訓練所產生的能量消耗應該大於耐力訓練和阻力訓練, 也可能為運動後的 EPOC 不同所導致, 因此, 造成本研究的 CF 訓練降低餐後 TG 濃度優於阻力訓練和耐力訓練, 另外 CF 訓練與其他運動模式如在相同能量消耗中對餐後 TG 濃度影響是否能較好, 則須進一步探討。另外本研究結果發現耐力訓練、阻力訓練與 CF 訓練在 6 小時之間的 TG 濃度總曲線下面積(AUC)與 TG 濃度增加曲線下面積(IAUC)並沒有顯著差異。根據耐力訓練、阻力訓練以及混合耐力與阻力訓練之相關研究顯示, 運動皆能有效降低 TG AUC 與 TG IAUC 之濃度 (Freese, Levine, Chapman, Hausman, & Cureton, 2011; Pafili et al., 2009; Silvestre, et al., 2008), 再者, 本研究的三種運動強度相當且為高強度, 可推論本研究在高強度且不同運動型態對降低餐後 TG 濃度皆有相當好的效果。

綜觀論述, 運動後降低餐後 TG 濃度的機轉取決於許多因素, 包括運動類型、運動強度、運動期間的能量消耗、攝取餐點及研究對象等 (Gill, 2004)。Ferguson et al., (1998) 的研究建議以高強度有氧運動的能量消耗來看, 欲增加 HDL-C 需消耗 1100Kcal 以上; 降低 LDL-C 需消耗 1300 Kcal 以上; 單次運動欲降低 TG 濃度需消耗 800 Kcal, 其餐前與餐後運動都能有效降低 TG 濃度的效果。另從研究對象方面討論, 有研究認為對肥胖者而言, 較小的能量消耗就足夠使餐後 TG 濃度下降, 對一般健康者的效果可能影響不大 (Maraki & Sidossis, 2013)。而隨著年齡漸增, 新陳代謝速度就越差, 也會影響降餐後 TG 濃度的效果 (Issa, Diament, & Forti, 2005)。此外, 長期久坐生活會使餐後血脂升高, 即使從事輕量運動 (如走路或站立) 亦然如此 (Kim, Park, Chou, Trombold, & Coyle, 2016), 而持續規律運動能有助於抑制餐後高三酸甘油脂 (postprandial hypertriglyceridemia, PHTG) (Gill & Hardman, 2003 ; Hardman, Lawrence, & Herd, 1998)。總而言之, 適當並維持運動能有效降低體內三酸甘油脂濃度, 以避免罹患心血管疾病等風險。

## 伍、結論

許多研究顯示運動能有效降低餐後 TG 濃度, 且高強度運動訓練更為有效, 國內、外研究鮮少探討高強度爆發力訓練對於降低餐後 TG 濃度之效果, 本研究結果發現單次 CF 訓練比高強度阻力訓練更有效降

低餐後 TG 濃度，於餐後的第 2 和 6 小時最為明顯，而耐力訓練則介於兩者之間，並未達顯著差異，此研究結果的差異可能因阻力訓練造成肌肉損傷有關，促使 LPL 無法激活，以致 TG 濃度降低效果較差，另可能是因能量消耗的不同而造成此現象。綜合本研究結論，不同運動型態皆能有效降低餐後 TG 濃度，尤其將運動強度提高，對降低餐後 TG 濃度更為有利，再者從事高強度且低程度肌肉損傷之運動訓練，則較能促使 LPL 繼續激活，進而降低餐後 TG 濃度，以避免擁有高血脂症，並降低罹患心血管相關疾病的風險。另外未來研究建議，可針對運動後造成的肌肉損傷、運動能量消耗、脂肪餐比例、攝取脂肪餐時間點等影響因素，作進一步的深入探討，以利國人減少罹患心血管與其他相關病徵之機率。

本研究的研究限制包括以下三項，並建議未來研究能避免或是擴大研究範圍等限制。

一、本研究之研究對象年齡介於 20 歲~35 歲之間，故可得到之結果只能推論至相同條件對象上，可能無法在各年齡層達到一致的效果。

二、本實驗期間提醒受試者遵守實驗注意事項，但研究結果推論亦可能因受試者的飲食、運動量以及睡眠等限制而有所差異。

三、本研究實驗設計為單次運動完並休息一小時後，給予中高脂肪餐，與其他研究所設計之隔天(14~15 小時)攝取脂肪餐時間點不盡相同。故本研究所得到的結果與運動後非立即攝取脂肪餐的研究結果可能有所差異。

## 引用文獻

- 衛生福利部統計處 (2017)。105 年度死因統計。台北市：衛福部。
- 朱嘉華 (2009)。有氧運動對動脈硬化程度之影響。屏東教大體育，12，96-110。
- 洪雅琦 (1997)。高脂血症的運動處方。中華體育季刊，11 (2)，123-130。
- 徐緯珍、黃憲鐘 (2010)。耐力運動對餐後高三酸甘油血症之影響。中華體育季刊，24 (3)，109-115。
- 黃艾君、江界山 (2006)。運動與高血脂症。大專體育，87，191-197。
- 楊璫人、邱志暉、巫錦霖 (2012)。運動與碳水化合物對於餐後血脂的影響。中華體育季刊，26 (3)，291-297。
- Anderson, L., Oldridge, N., Thompson, D. R., Zwisler, A. D., Rees, K., Martin, N., & Taylor, R. S. (2016). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, 67(1), 1-12.
- American College of Sports Medicine (Ed.). (2013). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Assmann, G., Schulte, H., Funke, H., & Von Eckardstein, A. (1998). The emergence of triglycerides as a significant independent risk factor in coronary artery disease. *European Heart Journal*, 19, 8-14.
- Asp, S., Dagaard, J. R., & Richter, E. A. (1995). Eccentric exercise decreases glucose transporter GLUT4 protein in human skeletal muscle. *The Journal of Physiology*, 482(3), 705-712.
- Asp, S., Dagaard, J. R., Kristiansen, S., Kiens, B., & Richter, E. A. (1996). Eccentric exercise decreases maximal insulin action in humans: muscle and systemic effects. *The Journal of physiology*, 494(3), 891-898.
- Babiash, P. E. (2013). *Determining the energy expenditure and relative intensity of two crossfit workouts*. Unpublished doctoral dissertation, University of Wisconsin, La Crosse, WI.
- Bansal, S., Buring, J. E., Rifai, N., Mora, S., Sacks, F. M., & Ridker, P. M. (2007). Fasting compared with nonfasting triglycerides and risk of cardiovascular events in women. *Journal of the American Medical Association*, 298(3), 309-316.
- Bellou, E., Magkos, F., Kouka, T., Bouchalaki, E., Sklaveniti, D., Maraki, M., ... & Sidossis, L. S. (2013). Effect of high-intensity interval exercise on basal triglyceride metabolism in non-obese men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(8), 823-829.
- Blundell, J. E., & MacDiarmid, J. I. (1997). Fat as a risk factor for overconsumption: satiation, satiety and patterns of eating. *Journal of the American Dietetic Association*, 97(7), 63-69.



- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
- Braith, R. W., & Stewart, K. J. (2006). Resistance exercise training. *Circulation*, 113(22), 2642-2650.
- Burns, S. F., Broom, D. R., Miyashita, M., Ueda, C., & Stensel, D. J. (2006). Increased postprandial triacylglycerol concentrations following resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(3), 527-533.
- Burns, S. F., Corrie, H., Holder, E., Nightingale, T., & Stensel, D. J. (2005). A single session of resistance exercise does not reduce postprandial lipaemia. *Journal of Sports Sciences*, 23(3), 251-260.
- Davitt, P. M., Arent, S. M., Tuazon, M. A., Golem, D. L., & Henderson, G. C. (2013). Postprandial triglyceride and free fatty acid metabolism in obese women after either endurance or resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 114(12), 1743-1754.
- D Kolovou, G., P Mikhailidis, D., Kovar, J., Lairon, D., G Nordestgaard, B., Chye Ooi, T., & Panotopoulos, G. (2011). Assessment and clinical relevance of non-fasting and postprandial triglycerides: an expert panel statement. *Current Vascular Pharmacology*, 9(3), 258-270.
- Do, R., Willer, C. J., Schmidt, E. M., Sengupta, S., Gao, C., Peloso, G. M., & Buchkovich, M. L. (2013). Common variants associated with plasma triglycerides and risk for coronary artery disease. *Nature Genetics*, 45(11), 1345-1352.
- Ez-Zoubir, A. M. R. I., Teboul, L., Vannier, C., Grimaldi, P. A., & Ailhaud, G. (1996). Fatty acids regulate the expression of lipoprotein lipase gene and activity in preadipose and adipose cells. *Biochemical Journal*, 314(2), 541-546.
- Ferguson, M. A., Alderson, N. L., Trost, S. G., Essig, D. A., Burke, J. R., & Durstine, J. L. (1998). Effects of four different single exercise sessions on lipids, lipoproteins, and lipoprotein lipase. *Journal of Applied Physiology*, 85(3), 1169-1174.
- Ferreira, A. P., Ferreira, C. B., Souza, V. C. D., Córdova, C. O. D. A., Silva, G. C. B., Nóbrega, O. D. T., & França, N. M. D. (2011). The influence of intense intermittent versus moderate continuous exercise on postprandial lipemia. *Clinics*, 66(4), 535-541.
- Freese, E. C., Levine, A. S., Chapman, D. P., Hausman, D. B., & Cureton, K. J. (2011). Effects of acute sprint interval cycling and energy replacement on postprandial lipemia. *Journal of Applied Physiology*, 111(6), 1584-1589.
- Gabriel, B., Ratkevicius, A., Gray, P., Frenneaux, M. P., & Gray, S. R. (2012). High-intensity exercise attenuates postprandial lipaemia and markers of oxidative stress. *Clinical Science*, 123(5), 313-321.
- Gill, J. M. (2004). Exercise and postprandial lipid metabolism—an analysis of the current evidence. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106(2), 110-121.
- Gill, J. M., & Hardman, A. E. (2003). Exercise and postprandial lipid metabolism: An update on potential mechanisms and interactions with high-carbohydrate diets (review). *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 14(3), 122-132.
- Harchaoui, K. E. L., Visser, M. E., Kastelein, J. J. P., Stroes, E. S., & Dallinga-Thie, G. M. (2009). Triglycerides and cardiovascular risk. *Current Cardiology Reviews*, 5(3), 216-222.
- Hardman, A. E., Lawrence, J. E., & Herd, S. L. (1998). Postprandial lipemia in endurance-trained people during a short interruption to training. *Journal of Applied Physiology*, 84(6), 1895-1901.
- Heran, B. S., Chen, J. M., Ebrahim, S., Moxham, T., Oldridge, N., Rees, K., ... & Taylor, R. S. (2011). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7, CD001800-1.
- Issa, J. S., Diament, J., & Forti, N. (2005). Postprandial lipemia: Influence of aging. *Arquivos Brasileiros De Cardiologia*, 85(1), 15-19.
- Jason, M. R., Tsetsonis, N. V., & Hardman, A. E. (2002). Are the reductions in triacylglycerol and insulin levels after exercise related? *Clinical Science*, 102(2), 223-231.

- Jeppesen, J., Hollenbeck, C. B., Zhou, M. Y., Coulston, A. M., Jones, C., Chen, Y. D. I., & Reaven, G. M. (1995). Relation between insulin resistance, hyperinsulinemia, postheparin plasma lipoprotein lipase activity, and postprandial lipemia. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 15(3), 320-324.
- Kiens, B., & Richter, E. A. (1998). Utilization of skeletal muscle triacylglycerol during postexercise recovery in humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 275(2), 332-337.
- Kiens, B., Lithell, H., Mikines, K. J., & Richter, E. A. (1989). Effects of insulin and exercise on muscle lipoprotein lipase activity in man and its relation to insulin action. *Journal of Clinical Investigation*, 84(4), 1124-1129.
- Kim, I. Y., Park, S., Chou, T. H., Trombold, J. R., & Coyle, E. F. (2016). Prolonged sitting negatively affects the postprandial plasma triglyceride-lowering effect of acute exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 311(5), 891-898.
- Kirwan, J. P., Hickner, R. C., Yarasheski, K. E., Kohrt, W. M., Wiethop, B. V., & Holloszy, J. O. (1992). Eccentric exercise induces transient insulin resistance in healthy individuals. *Journal of Applied Physiology*, 72(6), 2197-2202.
- Kliszczewicz, B., Snarr, R. L., & Esco, M. R. (2014). Metabolic and cardiovascular response to the crossfit workout 'Cindy'. *Journal of Sport and Human Performance*, 2(2), 1-9.
- Kolifa, M., Petridou, A., & Mougios, V. (2004). Effect of prior exercise on lipemia after a meal of moderate fat content. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(10), 1327-1335.
- Langsted, A., Freiberg, J. J., & Nordestgaard, B. G. (2008). Fasting and nonfasting lipid levels influence of normal food intake on lipids, lipoproteins, apolipoproteins, and cardiovascular risk prediction. *Circulation*, 118(20), 2047-2056.
- Lyons, S., Richardson, M., Bishop, P., Smith, J., Heath, H., & Giesen, J. (2006). Excess post-exercise oxygen consumption in untrained males: Effects of intermittent durations of arm ergometry. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31(3), 196-201.
- Magkos, F., Tsekouras, Y. E., Prentzas, K. I., Basioukas, K. N., Matsama, S. G., Yanni, A. E., & Sidossis, L. S. (2008). Acute exercise-induced changes in basal VLDL-triglyceride kinetics leading to hypotriglyceridemia manifest more readily after resistance than endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 105(4), 1228-1236.
- Malkova, D., Evans, R. D., Frayn, K. N., Humphreys, S. M., Jones, P. R. M., & Hardman, A. E. (2000). Prior exercise and postprandial substrate extraction across the human leg. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 279(5), E1020-E1028.
- Manolio, T. A., Savage, P. J., Burke, G. L., Liu, K. A., Wagenknecht, L. E., Sidney, S., ... & Oberman, A. (1990). Association of fasting insulin with blood pressure and lipids in young adults. The cardia study. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 10(3), 430-436.
- Maraki, M. I., & Sidossis, L. S. (2013). The latest on the effect of prior exercise on postprandial lipaemia. *Sports Medicine*, 43(6), 463-481.
- Morrison, A., & Hokanson, J. E. (2009). The independent relationship between triglycerides and coronary heart disease. *Vasc Health Risk Manag*, 5(1), 89-95.
- O'Hara, R. B., Serres, J., Traver, K. L., Wright, B., Vojta, C., & Eveland, E. (2012). The influence of nontraditional training modalities on physical performance: review of the literature. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 83(10), 985-990.
- Pafili, Z., Bogdanis, G., Tsetsonis, N., & Maridaki, M. (2009). Postprandial lipemia 16 and 40 hours after low-volume eccentric resistance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(2), 375.

- Petridou, A., Gerkos, N., Kolifa, M., Nikolaidis, M. G., Simos, D., & Mougios, V. (2004). Effect of exercise performed immediately before a meal of moderate fat content on postprandial lipaemia. *British Journal of Nutrition*, 91(05), 683-687.
- Petitt, D. S., Arngrímsson, S. Á., & Cureton, K. J. (2003). Effect of resistance exercise on postprandial lipemia. *Journal of Applied Physiology*, 94(2), 694-700.
- Petitt, D. S., & Cureton, K. J. (2003). Effects of prior exercise on postprandial lipemia: A quantitative review. *Metabolism*, 52(4), 418-424.
- Pfeiffer, M., Ludwig, T., Wenk, C., & Colombani, P. C. (2005). The influence of walking performed immediately before meals with moderate fat content on postprandial lipemia. *Lipids in Health and Disease*, 4(1), 24.
- Seip, R. L., & Seamenkovich, C. F. (1998). 8 Skeletal Muscle Lipoprotein Lipase: Molecular regulation and physiological effects in relation to exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 26(1), 191-218.
- Shannon, K. A., Shannon, R. M., Clore, J. N., Gennings, C., Warren, B. J., & Potteiger, J. A. (2005). Resistance exercise and postprandial lipemia: The dose effect of differing volumes of acute resistance exercise bouts. *Metabolism*, 54(6), 756-763.
- Shoup, E. E., & Durstine, J. L. (1991). Acute circuit weight lifting and its effects on postheparin lipoprotein lipase activity. *Medicine Science Sports Exercise*, 23(suppl 1), 4.
- Silvestre, R., Kraemer, W. J., Quann, E. E., Seip, R. L., Maresh, C. M., Vingren, J. L., & Volek, J. S. (2008). Effects of exercise at different times on postprandial lipemia and endothelial function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(2), 264-274.
- Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., & Devor, S. T. (2013). Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 3159-3172.
- Trombold, J. R., Christmas, K. M., Machin, D. R., Kim, I. Y., & Coyle, E. F. (2013). Acute high-intensity endurance exercise is more effective than moderate-intensity exercise for attenuation of postprandial triglyceride elevation. *Journal of Applied Physiology*, 114(6), 792-800.
- Tsekouras, Y. E., Magkos, F., Prentzas, K. I., Basioukas, K. N., Matsama, S. G., Yanni, A. E., & Sidossis, L. S. (2009). A single bout of whole-body resistance exercise augments basal VLDL-triacylglycerol removal from plasma in healthy untrained men. *Clinical Science*, 116(2), 147-156.
- Tsetsonis, N. V., & Hardman, A. E. (1996). Effects of low and moderate intensity treadmill walking on postprandial lipaemia in healthy young adults. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 73(5), 419-426.
- Van Oostrom, A. J. H. H. M., Castro Cabezas, M., Ribalta, J., Masana, L., Twickler, T. H., Remijnse, T. A., & Erkelens, D. W. (2000). Diurnal triglyceride profiles in healthy normolipidemic male subjects are associated to insulin sensitivity, body composition and diet. *European Journal of Clinical Investigation*, 30(11), 964-971.
- Varghese, T., Schultz, W. M., McCue, A. A., Lambert, C. T., Sandesara, P. B., Eapen, D. J., & Sperling, L. S. (2016). Physical activity in the prevention of coronary heart disease: Implications for the clinician. *Heart*, heartjnl-2015.
- Weltan, S. M., Bosch, A. N., Dennis, S. C., & Noakes, T. D. (1998). Influence of muscle glycogen content on metabolic regulation. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 274(1), 72-82.
- Zafeiridis, A., Goloi, E., Petridou, A., Dipla, K., Mougios, V., & Kellis, S. (2007). Effects of low-and high-volume resistance exercise on postprandial lipaemia. *British Journal of Nutrition*, 97(03), 471-477.
- Zhang, J. Q., Thomas, T. R., & Ball, S. D. (1998). Effect of exercise timing on postprandial lipemia and HDL cholesterol subfractions. *Journal of Applied Physiology*, 85(4), 1516-1522.

## The effects of high intensity power training on postprandial lipemia

<sup>1</sup>Mei-Ling Yang<sup>2</sup>Chia-Yuan Yang<sup>1</sup>Bo-Han Wu\*

<sup>1</sup>Department of Recreation Sport and Health Promotion, National Pingtung University of Science and Technology

<sup>2</sup> Office of Physical Education, National Kaohsiung University of Science and Technology

Submit date : May 2018 ; Qualified date : July 2018

---

### Abstract

**Introduction:** The studies have showed that single bout exercise could attenuate postprandial lipemia. However, a number of studies have indicated that high intensive interval training (CrossFit training) could effectively improve cardiovascular fitness and reduced body fat. Therefore, the purpose of this study was compared to the high-intensity endurance training, resistance training and CrossFit training on postprandial lipemia following a medium-high fat meal.

**Methods:** Nine healthy men as participants (age  $25 \pm 4.8$  years). Participants completed three trials conditions in a random order: 1) endurance training (EE; performed on treadmill; 75% ~ 85% HRR for 20 min), resistance training (RE; performed 3 sets of 8 repetitions of 4 exercises at 80% of 8 repetitions maximum) or CrossFit training (CF; Cindy-5 pull-up, 10 push-up and 15 squat as many rounds as possible in 20 min). After 1 hour, subjects consumed a medium-high meal. Blood samples were collected before meal, and among 6 hours postprandial period. **Results:** The results showed that significantly difference in triglyceride between RE and CF trials at 2 & 6 hours ( $215.6 \pm 27.8$  v.s  $130.2 \pm 10.9$  md/dl,  $p < .05$  ;  $104.5 \pm 6.9$  md/dl v.s  $144.4 \pm 11.4$  md/dl,  $p < .05$ ). However, no significant different evidenced between TG-AUC and TG-IAUC. **Conclusions:** the results of the present study suggested that the effect of attenuate postprandial lipemia were equal between EE and RE. However, high power Interval Training (CF) was better than RE at the 2 and 6 hours postprandial lipemia.

**Keywords:** triglyceride, CrossFit training, resistance training, endurance training

---