

高強度間歇訓練對體重控制成效之探討

黃獻宗¹、陳家祥²、林俊達¹、涂瑞洪¹

¹國立屏東大學 ²國立高雄大學

摘要

本文利用文獻分析法，針對以高強度間歇訓練法進行體重控制之研究加以介紹、歸納、分析，並提出具體建議，以做為未來相關研究及施行體重控制的民眾之參考。文獻分析之後發現：一、運動抑制肥胖的原因並非僅是運動期間消耗的能量，運動時肌肉組織對於能量的獲取力提高、脂肪組織對於能量的吸收力短暫下降、以及運動訓練後身體組成的改變才是主因。二、高強度間歇訓練比有氧持續運動有較佳的後燃效應。三、高強度間歇訓練造成的多種立即生理反應能使身體消耗更多能量。四、高強度間歇訓練抑制高脂肪食物之食慾。五、高強度間歇訓練比有氧持續訓練在消耗脂肪上有更好的效果。

關鍵字：HIIT、減重、減肥、間歇訓練、代謝量

通訊作者：涂瑞洪

通訊地址：屏東市林森路 1 號國立屏東大學體育研究所

電話：(08)766 3800 轉 28000

E-mail: tu.juihung@gmail.com

壹、前言

多數減重為目的的訓練課表都採行平穩長時間的訓練，如適度強度的健走或慢跑，但令人沮喪的，其效果並不特別顯著，必須要搭配飲食控制才有明顯效果。因此運動科學學者們努力研究適合過重或缺乏運動的族群更有效率的方法。高強度間歇訓練(HIIT, High-Intensity Interval Training)課程是近年來健身行業流行的運動項目。These training sessions typically include short bursts (from 6 seconds to 4 minutes) of intense exercise (&Mac179; 90% maximal aerobic capacity) alternated with relief breaks of varying lengths (Kessler et al., 2012, Boutcher 2011). 這些訓練課表通常包括短時間（從 6 秒至 4 分鐘）的劇烈運動（90%VO₂max）交替使用不同長短時間的緩和休息。訓練包含各類活動，如重量訓練、增強式訓練、短跑、爬樓梯、舉重、戶外體力活動等等，多模式的訓練如飛輪、自行車、跑步機、拉力訓練、懸吊帶訓練等等。許多研究文獻證實它能有效提升心肺適能、降低體脂肪、鍛練肌力、提高胰島素敏感度等功效，並能產生良好減重效果。本文針對近年來中外學者對 HIIT 之減重理論基礎及效果研究文獻分析歸納法，提供希望藉運動減重者做為參考，並提出 HIIT 的範例課表做為參考。

貳、運動抑制肥胖的生理機轉

運動可增加能源消耗，早期學者認為運動抑制肥胖的原因與燃燒脂肪組織三酸甘油脂有關。然而，運動過程身體燃燒的主要能源為醣類而非脂肪。高強度運動下，身體脂肪組織的三酸甘油酯的消耗並未增加。雖然身體休息代謝率(RMR) 在運動後 24 小時明顯提昇，但三酸甘油脂燃燒總量卻未因此提昇。這些證據顯示「運動燃燒脂肪」理論很難解釋運動抑制肥胖的實際結果。郭家驊、蘇福新、李毓國與陳美枝（2004）指出脂肪細胞對能量的吸收能力（包括醣類與脂肪）對於肥胖具有決定性的影響。目前研究發現運動明顯抑制脂肪細胞能量吸收。這個效果主要原因有二：（一）運動的肌肉組織（身體最主要的組織）

對於能量的獲取力提高；(二)運動使脂肪組織對於能量的吸收力短暫下降。因此，研究發現規律運動對身體組成的影響較大，未必明顯減低體重—「塑身效果高於減重效果」。運動改變生理能源分配的效果與「運動強度」、「持續時間」及「運動頻率」有關。因運動訓練導致身體肌肉比例提升，增加了身體基礎代謝率應該是運動抑制肥胖的主要原因。

叁、高強度間歇訓練介紹與特色

近年來，在短時間內進行的高強度間歇訓練(High Intensity Interval Training)越來越流行。也越來越多科學研究證實，這種運動跟長時間有氧訓練一樣，同樣有助減肥、改善體能。高強度間歇訓練是一種重複進行短暫性激烈運動，能把體能推到極限，而每次訓練的休息時間都很短。

美國運動醫學會（ACSM）在 2014 年對世界各地 3815 名健康和健身專業人士進行了一項調查，調查發現高強度間歇訓練被認為是今年最熱門的訓練方式。這一結果頗受矚目，因為在過去七年的調查，高強度間歇訓練從未進入前 20 位。

眾多研究指出高強度間歇訓練能提高有氧運動能力，而且能夠有效燃燒脂肪、訓練肌肉、減肥，以及提高人體新陳代謝。也就是說，就算休息時也會消耗更多熱量。甚至在訓練結束幾小時後，練習者的心跳率也會維持一個較高水準。研究指出在 20 分鐘的高強度間歇訓練後，24 小時內消耗的熱量比持續性運動多，因為間歇訓練使身體達到極限，需要更多熱量來恢復身體機能。這就是後燃效應（after-burn effect），指身體從呼吸急促、體溫高回到緩和狀態而燃燒熱量的現象。所有運動都有後燃效應，但高強度間歇運動效應更多，往往讓人流汗不止，其效果最長可持續 72 小時。高強度間歇訓練能促進肌肉修復和塑造速度，這種訓練方法效率高，可以用更短時間取得相同訓練效果。

高強度間歇訓練的練習涉及許多不同形式，但依據原理大體相同：接近極限的運動強度、每次訓練時間持續 5 秒至 8 分鐘。這種訓練方法幾乎涉及所有運動，例如：跑步、自行車、爬樓梯、舉重等等。健身中心常見高強度間歇訓練法介紹如下：

一、挪威科技大學研究人員提出的 4x4 訓練法：即 4 分鐘練習，3 分鐘休息，重複 4 次。

二、另一種是由佛羅里達州奧蘭多的人類行為表現研究院 (Human Performance Institute) 的專家設計的 7 分鐘的高強度循環訓練，包括 12 種負重訓練動作，例如：深蹲、撐體和弓步。每個動作做 30 秒，休息 10 秒後做另一個動作，整套動作需重覆 2-3 次。

三、Flex Studio 的「Sculpt and Burn」燃脂課程：根據日本塔巴塔(Tabata)訓練方法發展出來。這種訓練方法最初於 1990 年代由日本奧運速滑隊試用，以發明者田畑泉(Izumi Tabata)博士的名字命名。整個訓練僅需 4 分鐘便可完成：首先是 20 秒全力訓練，然後休息 10 秒，重複 8 次。

在美國運動醫學學院出版《健康與健身雜誌》五/六月刊中，一份報告指出，現代商業社會生活步伐急促，人們運動時間不斷減少，而 HIIT 的訓練模式有助忙碌都市人減壓，透過運動增強體質。要注意的是，如果運動參與者的身體狀況並不好，首先要做的是改善健康狀況，學會正確的運動模式，然後才逐步熟習 HIIT 的動作。正如 ACSM 發表的《2014 健身趨勢報告》指出，許多受訪者認為進行高強度間歇訓練有潛在危險，例如受傷率較高。高強度間歇訓練未必所有人都適合做。初學者健康狀態較差或肌肉力量不足都不宜進行高強度間歇訓練，否則成效可能較低，而受傷機會較高。經常坐著工作的人士、患有糖尿病、心臟病、呼吸道疾病等慢性病的患者、有心臟病家族史的人士，以及容易受傷的人士應先諮詢醫生意見。高強度間歇訓練參與者的身體需要時間休息和

復原，因此建議練習者每週只訓練兩到三次，而且不要連續幾天訓練。處於二十一世紀的現在，人們只會越來越忙，壓力越來越大，因此高強度間歇訓練將是未來主流的健身方向。

肆、高強度間歇訓練對人體生理機制的影響

一、高強度間歇訓練造成的立即生理反應

Boutcher (2011) 歸納提出高強度間歇訓練後造成的 10 項立即性生理反應：(翻譯修改自 Kravitz, L. (2014). Metabolic Effects of HIIT. *IDEA Fitness Journal*, 11(5), 16-18.)

1. 心跳率顯著升高
2. 腎上腺素和正腎上腺素升高 6.2 至 14.5 倍於標準值
3. 最初血糖（來自糖原分解）升高（訓練能量），但 HIIT 訓練期間可能會下降
4. ATP 和磷酸逐步下降（用於滿足參與運動的肌群快速能量的需求）
5. 血液甘油和游離脂肪酸的水平增加顯示甘油三酯的初步分解
6. 生長激素可以增加高達 10 倍以上
7. 靜脈血液回流，以增強心臟，直接增加每搏輸出量
8. 乳酸水平可以增加高達基準的 10 倍以上
9. 提升交感神經系統（加速神經元傳遞訊息）
10. 抑制副交感神經系統（降低神經傳遞訊息速度）

這些立即性生理反應皆有助於短中期能量的消耗。

二、高強度間歇訓練後抑制高脂肪食慾

許多研究報告指出運動後的代償反應可能降低運動訓練的減重效果，King, N. A., Hopkins, M., Caudwell, P., Stubbs, R. J., & Blundell, J. E.(2008)研究在 12 週以減重為目的之運動訓練後，增加能量攝取和飢餓補償組別其減重效果比預期低。Alkahtani, S. A., Byrne, N. M., Hills, A. P., & King, N. A. (2014)做了一個研究，10 個超重和肥胖男性參加了為期 4 週的中度和高強度間歇訓練(MIIT and HIIT, moderate- and high-intensity interval training)，以比較中度和高強度間歇訓練對飲食行為的補償作用效果。MIIT 組以每階段 5 分鐘循環在 $\pm 20\%$ 的強度 45% VO₂peak 器械運動訓練，和 HIIT 組以 30 秒 90%VO₂peak 運動和 30 秒的休息輪替，兩組總時間皆為 30 至 45 分鐘。四週後，以 45%VO₂peak 持續運動 45 分鐘，接著是 60 分鐘的恢復。以視覺模擬評分測定胃口感覺，再將食物偏好（喜歡和想要）用數據量化，評估模式採用 20 張不同食物照片依據脂肪（高或低）和味道（甜味或無甜味）兩個維度刺激區分。結果發現，運動誘導的飢餓和進食的慾望在 HIIT 後下降，進食慾望在 MIIT 和 HIIT 之間的差異接近顯著水準（ p 值 = 0.07）。運動性嗜高脂食物無甜味在 MIIT 後有增加的傾向，HIIT 後則是下降（ $P = 0.09$ ）。HIIT 後脂肪的攝入量減少了 16%，MIIT 後增加了 38%，接近與 MIIT 和 HIIT 之間的差異顯著（ $P = 0.07$ ）。這項研究表明，能量攝入補償 MIIT 和 HIIT 是不同的，而 HIIT 訓練後可抑制對高脂類食物的慾望。

伍、高強度間歇訓練和脂肪消耗

多數的研究驗證 HIIT 的短期訓練(2 個到 6 個星期)其效應集中於骨骼肌的適應。然而，有些研究運用更長週期 HIIT 確實有減少皮下和腹部脂肪的作用。例如，Tremblay, A., Simoneau, J. A., & Bouchard, C.(1994)比較在 24 個星期的 HIIT 和持續有氧運動，發現 HIIT 組減少了更多皮下脂肪。表一整理比較中外 15 個研究不同型態、週期的 HIIT 訓練對皮下脂肪、腹部脂肪、體重、腰圍、

最大攝氧量(VO_{2max})及胰島素敏感度的影響。

Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J., & Boutcher, S. H.(2008)以年輕女性為實驗對象進行一個為期 15 週，每週 3 次，每次 20 分鐘的 HIIT 計畫。 HIIT 組包括了 8 秒衝刺，接著 12 秒低強度運動如此循環。 另一組則執行 40 分鐘 60% VO_{2max} 強度的有氧持續運動計畫。 結果顯示，HIIT 組的女性減少的體脂肪了比有氧持續運動組多 2.5 公斤。(圖一)

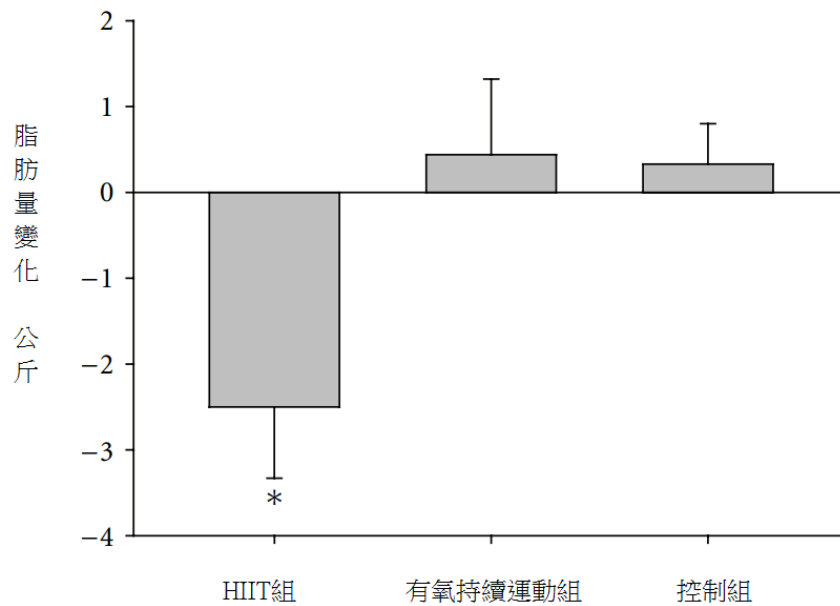
中國學者王京京、張海峰(2013)也針對 24 名年輕肥胖女性進行為期 12 週，每週 4 次，每次 33-49 分鐘的減重訓練計畫，HIIT 組包括了 4min 85%~95% HRpeak 的運動，接著 3min 50%~60%HRpeak 的運動，再 7min 的休息，如此循環 4 次；有氧持續運動組則以 60%~70%HRpeak 持續運動 33min(以平均耗氧量一致的原則設計)，12 週後發現兩組腹部皮下脂肪 (SA) 面積均顯著減少，但高強度間歇訓練比有氧持續訓練的效果更加顯著 (圖二)

表一 HIIT 對皮下脂肪、腹部脂肪(內臟脂肪)、體重、腰圍、最大攝氧量(VO_{2max})
及胰島素敏感度的影響相關研究

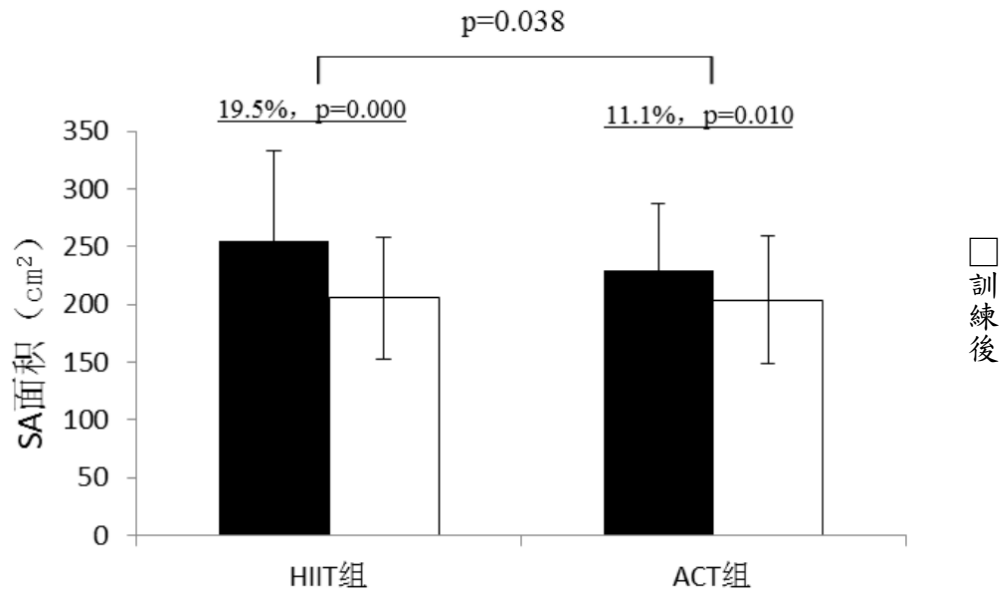
研究者	HIIT 型態 組數 x 間歇 訓練比例	訓練 週次	皮下 脂肪	腹部 脂肪	體重	腰圍	VO_{2max}	胰島 素敏 感度
Boudou et al.(2003)	SSE+5×2/3minR	8週	↓18%	↓44%	↓1.9kg(2%)	—	—	↑58%
Burgomaster et al.(2008)	4-6Wingate/4.5minR	6週	—	—	↔	—	↑7%	—
Dunn(2009)	60×8s/12sR	12週	↓2.6kg(8%)	↓0.12 kg(6%)	↓1.9kg(3%)	↓3.5cm(4%)	↑18%	↑36%
Helgerud et al.(2007)	15s/15sR	8週	—	—	↓0.8kg(1%)	—	↑6%	—
Helgerud et al.(2007)	4× 4/4minR	8週	—	—	↓1.5kg(2%)	—	↑7%	—
Mourier et al.(1997)	SSE+ 5×2/3minR	8週	↓18%	↓48%	↓1.5kg(2%)	↓1.0 cm(1%)	↑41%	↑46%
Perry et al.(2008)	10×4min/2minR	2週	—	—	↓0.2kg(.03%)	—	↑9%	—
Talanian et al.(2007)	10×4min/2minR	2週	—	—	—	—	↑13%	—
Tjonna et al.(2008)	4x4min/3minR	16週	—	—	↓2.3kg(2.5%)	↓5.0cm(5%)	↑26%	↑19%
Tjonna et al.(2009)	4x4min/3minR	12週	↓2.4kg(7%)	↓1.5kg(8%)	↑0.1kg(.3%)	↓7.2cm(7%)	↑10%	↑29%
Trapp et al.(2008)	60×8s/12sR	15週	↓2.5kg(10%)	↓1.15 kg(10%)	↓1.51 kg(2%)	—	↑24%	↑33%
Tremblay et al.(1994)	15×30 s	24週	↓15%	↓12%	↓0.1kg(.1%)	—	↑20%	—
Warburton et al.(2005)	7×2min/2min R	16週	—	—	↓3.0kg(4%)	—	↑10%	—
Whyte et al.(2010)	4 - 6Wingate/4.5 minR	2週	—	—	↓1.0kg(1%)	↓2.4cm(2%)	↑9%	↑25%
王京京、張海峰(2013)	4x7min/7minR	12週	—	—	↓5.1kg(7.7%)	↓4.6cm(6%)	↑14%	—

註：↑增加；↓減少；↔沒有變化；—無資料；SSE=持續性運動(steady state exercise)；Wingate=30秒全力衝刺；R=恢復期(或休息)

資料來源：翻譯修改自 “Journal of Obesity’s High-intensity intermittent exercise and fat loss.” by Boutcher, S. H., 2011 (2010) *Journal of obesity*, p.4. Hindawi Publishing Corporation, (Article ID 868305), doi:10.1155/2011/868305.



圖一 15 週不同訓練方式介入的減重成效比較 (資料來源: Trapp 等, 2008 ,
**The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and
fasting insulin levels of young women. *International journal of obesity*, 32(4)
p.687)**



圖二 12 週不同訓練方式介入的減重成效比較（資料來源：王京京、周海峰，2013，碩士論文，河北師範大學）陸、高強度間歇訓練課表範例

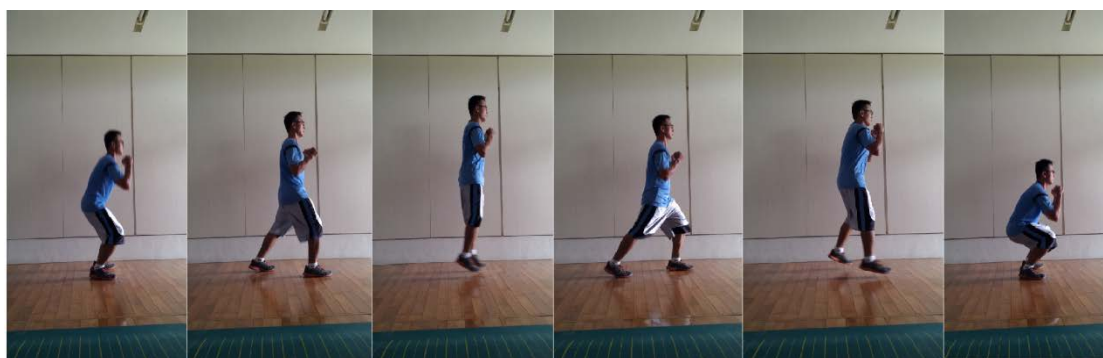
本文針對目前 Youtube 點閱率最高的 FitnessBlender 2012 年 HIIT 教學影片，做一個課表範例介紹，其中包含暖身活動三分半；四個主要運動持續時間從 60 秒漸減至 10 秒六個循環，每個循環之間 20 秒的動態休息，總時間約 20 分鐘。

一、暖身活動：

1. 單腳站立擺腿 30 秒，換腳擺腿也是 30 秒。
2. 左右輪流高抬膝 30 秒。
3. 深蹲+左右輪流高踢腿 30 秒。
4. 左右側併跳 30 秒。
5. 開合跳 60 秒。
6. 休息 30 秒

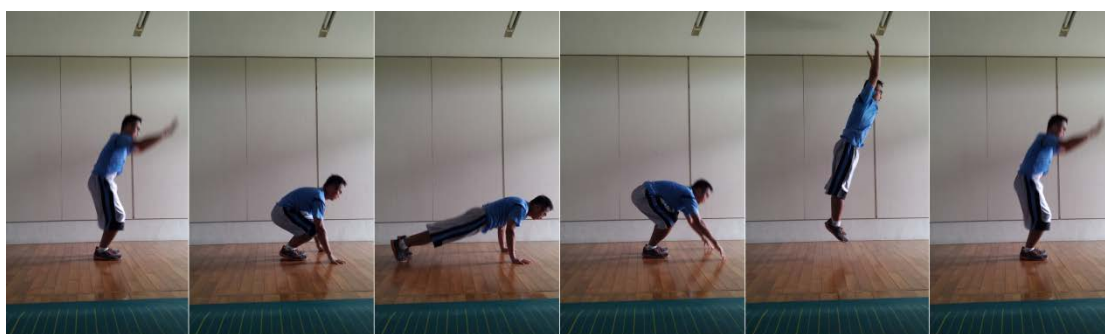
二、主要運動：四個項目，六個循環，持續時間依序遞減 60 秒、50 秒、40 秒、30 秒、20 秒、10 秒，每個循環間隔 20 秒踏步動態休息。

1. 交換步深蹲(Flutter Kick Squats)：前後交換步兩次後深蹲，頻率約 2 秒一次。(如 圖三)



圖三 交換步深蹲

2. 高抬腿(High Knees)：原地抬腿跑，膝蓋抬至髖部高度，頻率約每秒 3 次。
3. 波比跳(Burpees)：以伏地挺身姿勢，雙腳前移再躍起，頻率約 3 秒 1 次。
(如 圖四)



圖四 波比跳

4. 開合跳 (Jumping Jacks)：雙手從兩側擺起開合跳，頻率約每秒 1 次。

5. 踏步動態休息 20 秒，接著重複主要動作 1-4，只是每個動作持續時間減少 10 秒，共循環 6 次。

三、注意事項：初學者剛開始可以將主要運動持續時間減半，循序漸進，慢慢增加時間。從事此活動時，請做好伸展操及暖身活動，以防運動傷害。結束時，也以伸展操收操，減少痠痛情形。

柒、結論

高強度間歇訓練是目前風行的健身塑身運動方式，經實驗研究證實與有氧持續運動有同樣提升心肺適能及減少肥胖者的體脂肪、減重、增加胰島素敏感度效果、降低運動後攝取高脂食物的慾望，甚或在部分研究文獻有優於長時間有氧持續運動的結果。在忙碌的現代生活，短時間高效率的運動效果更是受歡迎的主因。但從事高強度間歇訓練活動時，仍然要注意循序漸進、量力而為的原則，若有特殊疾病者也要在專業醫護人員評估下來進行訓練。

參考文獻

- 王京京, & 張海峰 (2013)。 高強度間歇訓練運動處方健身效果研究進展。 *中國運動醫學雜誌*, (3), 246-254。
- 王京京, & 張海峰。 (2013)。 12 週高強度間歇訓練對青年肥胖女性腹部脂肪的影響 (碩士論文, 河北師範大學)。
- 郭家驊, 蘇福新, 李毓國, & 陳美枝。 (2004)。 運動抑制肥胖的機轉。 *運動生理暨體能學報*, (1), 33-42。
- Alkahtani, S. A., Byrne, N. M., Hills, A. P., & King, N. A. (2014). Interval Training Intensity Affects Energy Intake Compensation in Obese Men. *International*

journal of sport nutrition and exercise metabolism, 24(6), 595-604.

Boudou, P., Sobngwi, E., Mauvais-Jarvis, F., Vexiau, P., & Gautier, J. F. (2003).

Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men.

European Journal of Endocrinology, 149(5), 421-424.

Boutcher, S. H. (2010). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, 2011.

Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., MacDonald,

M. J., McGee, S. L., & Gibala, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of physiology*, 586(1), 151-160.

Dunn, S. L. (2009). *Effects of exercise and dietary intervention on metabolic syndrome markers of inactive premenopausal women* (Doctoral dissertation, University of New South Wales).

FitnessBlender. (Producer).(2012, Oct 24). *Brutal HIIT Ladder Workout - 20 Minute HIIT Workout at Home*[Radio podcast]. Retrieved from <https://www.youtube.com/embed/cZnsLVArIt>

Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., ... & Hoff, J. (2007). Aerobic High-Intensity Intervals Improve VO₂ max More Than Moderate Training. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(4), 665.

Kravitz, L. (2014). Metabolic Effects of HIIT. *IDEA Fitness Journal*, 11(5), 16-18.

King, N. A., Hopkins, M., Caudwell, P., Stubbs, R. J., & Blundell, J. E. (2008).

Individual variability following 12 weeks of supervised exercise: identification and characterization of compensation for exercise-induced weight loss.

International Journal of Obesity, 32(1), 177-184.

Mourier, A., Gautier, J. F., De Kerviler, E., Bigard, A. X., Villette, J. M., Garnier, J. P., ... & Cathelineau, G. (1997). Mobilization of visceral adipose tissue related to the improvement in insulin sensitivity in response to physical training in NIDDM: effects of branched-chain amino acid supplements. *Diabetes Care*, 20(3), 385-391.

Perry, C. G., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2008). High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(6), 1112-1123.

Talanian, J. L., Galloway, S. D., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of applied physiology*, 102(4), 1439-1447.

Tjonna, A. E., Lee, S. J., Rognmo, Ø., Stølen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., ... & Wisløff, U. (2008). Aerobic Interval Training Versus Continuous Moderate Exercise as a Treatment for the Metabolic Syndrome A Pilot Study. *Circulation*, 118(4), 346-354.

Tjonna, A., Stølen, T., Bye, A., Volden, M., Slordahl, S., Odegard, R., ... & Wisloff, U. (2009). Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clinical science*,

116, 317-326.

- Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International journal of obesity*, 32(4), 684-691.
- Tremblay, A., Simoneau, J. A., & Bouchard, C. (1994). Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism*, 43(7), 814-818.
- Warburton, D. E., McKenzie, D. C., Haykowsky, M. J., Taylor, A., Shoemaker, P., Ignaszewski, A. P., & Chan, S. Y. (2005). Effectiveness of high-intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. *The American journal of cardiology*, 95(9), 1080-1084.
- Warburton, D. E., McKenzie, D. C., Haykowsky, M. J., Taylor, A., Shoemaker, P., Ignaszewski, A. P., & Chan, S. Y. (2005). Effectiveness of high-intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. *The American journal of cardiology*, 95(9), 1080-1084.

The Effectiveness of Weight Control by High Intermittent Intensity Training : A Review Article.

Graduate Student : Hsien-Tsung Huang

Advisor : Jui-Hung Tu

Abstract

Through literature review, this paper introduced, summarized, and analyzed research on weight control by high-intensity interval training, and offered specific suggestions in order to serve as reference for future studies and people who conduct weight control.

After literature review, the findings are as follows. 1. The cause of obesity inhibiting by exercise is not just the energy consumed during exercise; moreover, the increase of muscle tissue's ability to obtain energy, the temporal decrease of adipose tissue's ability to absorb energy during exercise, and the change of body composition after exercise training are the main reasons. 2. The high-intensity interval training has a better result in the afterburn effect than steady-state training. 3. Several immediate physiological reactions caused by high-intensity interval training can make the body burn more energy. 4. High-intensity interval training suppresses the appetite for high-fat foods. 5. High-intensity interval training has better results than steady-state training in the consumption of fat.

Keywords: HIIT, weight loss, interval training, metabolism