

第五章、討論與結論

本章針對下列子題進行討論，並提出結論與建議：一、受試者運動處方與飲食控制適切性之探討；二、運動訓練和飲食控制對肥胖相關指標及心肺適能之影響；三、長期性運動訓練和飲食控制對人類血清瘦身蛋白濃度之影響；四、肥胖指標與血清瘦身蛋白濃度變化之相關性探討；五、結論與建議。

一、受試者運動處方與飲食控制適切性之探討

先前美國運動醫學會 (ACSM, 2000) 曾以專業的立場，針對肥胖者提出建議。ACSM 認為一個理想的減肥計畫，應同時包括適度的節食和從事規律的耐力性運動並輔以行為改變；一般健康的成年人，每日飲食攝取的總熱量不得低於 1200 Kcal，且必須攝取適當的蛋白質、低脂肪、醣類和維生素等營養素。在減肥運動處方部份，ACSM (2000) 則建議，每天最好能介入能量消耗 300 Kcal 以上，持續性中等強度的運動計畫，並建議以 40%~70% HRR_{max} 為運動訓練的強度，運動持續時間則須 40~60 分鐘，可分割為一天運動 2 次，每次 20~30 分鐘，運動頻率建議要每週 5 次以上，最好能每天從事運動訓練。

在本研究中，對 ED 組受試者所進行的飲食控制，三餐的熱量分配，早餐平均為 311.50 Kcal，午餐為 539.25 ± 76.50 Kcal，晚餐為 554.75 ± 99.29 Kcal，受試者每日實際攝取的總熱量平均為 1405.50 ± 123.36 Kcal。飲食營養成份經分析，蛋白質平均每日約攝取 52.50 ± 4.39 公克，脂肪每日約攝取 31.50 ± 2.83 公克，醣類每日約攝取 228.00 ± 28.55 公克，三大營養素在每日所提供的熱量百分比：蛋白質佔 14.94%、脂肪佔 20.17%、醣類佔 64.88%。研究中對於 ED 組受試者的飲食控制，均能符合 ACSM (2000) 和一般營養學家的建議：每日醣類的攝取應大於 55%，脂肪應低於 30%，蛋白質應符合 0.8~1.2 g/kg 之要求。

另外，在減肥運動處方部份，本研究因考量受試者求學階段實際的生活作息、個人意願、體能水準和整體研究計畫的可行性，故折衷參考 ACSM (1995; 2000) 的建議，採用每週 3 次，每次 30 分鐘，運動強度介於 50%~70% HRR_{max} 的運動處方，並在每次主要運動結束後，輔以修正式伏地挺身和曲膝仰臥起坐等兩項徒手訓練，以增進受試者的肌肉適能，此與 ACSM (1995; 2000) 的精神與原則相符。

二、運動訓練和飲食控制對肥胖相關指標及心肺適能之影響

從過去許多的研究證據中顯示，從事規律的耐力性運動或以運動搭配飲食控制的介入，均可有效地改善肥胖者或超重者的體重、BMI、腰臀圍比和體脂肪百分比等肥胖相關指標，並可增進心肺適能 (Gippini 等人, 1999; Gutin 等人, 1999; Haluzik 等人, 1999; Hickey 等人, 1997; Kohrt 等人, 1996; Kraemer

等人, 1999; Okazaki 等人, 1999; Pasma 等人, 1998; Perusse 等人, 1997; Ryan 等人, 1996; Ryan 等人, 2000; Thong 等人, 2000a), 這在健康促進和降低慢性疾病危險因子的威脅上, 有其正面積極的意義。

整體歸納本研究中受試者肥胖相關指標和心肺適能的變化情形, ED 組在經歷了 8 週的運動訓練和飲食控制後, 體重平均減少 5.92 ± 2.82 公斤, 降重幅度為 $8.43 \pm 3.15\%$, BMI 減少 $2.41 \pm 1.06 \text{ kg/m}^2$, 腰圍減少 $9.73 \pm 3.55 \text{ cm}$, 臀圍減少 $6.42 \pm 2.89 \text{ cm}$, 腰臀圍比減少 0.05 ± 0.03 , 體脂肪百分比減少 $2.78 \pm 1.23\%$, 而 12 分鐘跑走距離則平均增加 300.92 ± 60.60 公尺。在 E 組受試者部分, E 組在經歷了 8 週的運動訓練後, 體重平均減少 3.18 ± 1.57 公斤, 降重幅度為 $4.65 \pm 1.95\%$, BMI 減少 $1.31 \pm 0.51 \text{ kg/m}^2$, 腰圍減少 $6.63 \pm 3.84 \text{ cm}$, 臀圍減少 $4.75 \pm 1.95 \text{ cm}$, 腰臀圍比減少 0.03 ± 0.04 , 體脂肪百分比減少 $1.52 \pm 0.58\%$, 而 12 分鐘跑走距離則平均增加 351.75 ± 82.21 公尺。由上可知, 在本研究中, 不論是採用運動配合飲食控制或是採用單純運動訓練的方式, 均能顯著降低受試者的肥胖相關指標並且增進其心肺適能, 而採用運動配合飲食控制者, 於實驗的中、後期, 在減少肥胖相關指標的成效上, 似乎更有加成的作用, 此一研究結果與先前的研究(劉建恆等人, 民 86; Gutin 等人, 1999; Halle 等人, 1999; Hickey 等人, 1997; Kohrt 等人, 1996; Kraemer 等人, 1999; Okazaki 等人, 1999; Pasma 等人, 1998; Perusse 等人, 1997; Reiterer 等人, 1999; Ryan 等人, 2000; Thong 等人, 2000a) 相同。

另外, 以 ED 組和 E 組在為期 8 週的實驗中, 平均減重 5.92 ± 2.82 公斤和 3.18 ± 1.57 公斤的情形來說, 也是相當合理與健康的, 亦能符合 ACSM(1995; 2000) 每週最多只能減重一公斤的建議。此外, 從全體受試者減重的幅度和 BMI、腰圍、臀圍等肥胖指標減少的現象推估, 其所減少的體重中, 絕大部份應為體脂肪, 而非水份或淨體重的流失, 受試者體脂肪量減少的主因, 應是來自於規律運動訓練和飲食控制所導致, 在先前類似的減重實驗(劉建恆等人, 民 86) 中, 已證實此一類型的減肥計畫, 受試者體重的流失, 主要均為體脂肪的減少, 本研究結果與上述研究相符。

三、長期性運動訓練和飲食控制對人類血清瘦身蛋白濃度之影響

瘦身蛋白是在 1994 年被發現, 由於瘦身蛋白具有抑制食慾、增加能量消耗、調控體內能量恆定等作用, 在人類脂肪貯存和體重調節的機制上, 扮演著相當重要的角色, 因此成為目前肥胖問題研究的新焦點(Farooqi 等人, 1999; Halle 等人, 1998; He 等人, 1997; Himms-Hagen, 1999; Martin-Romero 等人, 2000; Schonfeld-Warden 等人, 1997; Still, 1999; Sudi 等人, 1998; Thong 等人, 1999)。目前從文獻上得知, 影響人類瘦身蛋白濃度的相關因素包括:

肥胖基因的表現情形、瘦身蛋白的日夜節奏、性別差異、年齡、身體組成、能量攝取、能量消耗與運動訓練等因素(劉建恆和方進隆, 民 86; De Silva 等人, 1998; Donahue 等人, 1999; Folsom 等人, 1999; Hickey 等人, 1996; Kohrt 等人, 1996; Leal-Cerro 等人, 1998; Matejek 等人, 1999; Momose 等人, 1999; Ohannesian 等人, 1999; Van Aggel-Leijssen 等人, 1999)。為避免上述變數對受試者血清瘦身蛋白濃度可能造成的影響或干擾, 本研究中的受試者均選擇年齡介於 16~18 歲, 體重均超出理想體重 10% 以上, 日常生活作息相類似的高中女生為研究對象, 並控制採血時段以及先後順序, 以增加研究的嚴謹性與可信度。25 名受試者以隨機分派方式, 區分為運動配合飲食控制組(ED 組)和單純運動組(E 組), 兩組受試者除接受相同的運動訓練外, ED 組在實驗期間, 每日的飲食熱量攝取, 均接受嚴格的控制, 其目的也是要排除「能量攝取」這個變數對血清瘦身蛋白濃度變化所造成的干擾。

研究結果發現, 組別和測驗別之間有交互作用存在(F 值 = 4.25, $p < .05$), 顯示兩種不同的實驗處理方式, 是否會對受試者血清瘦身蛋白濃度造成不同的影響, 則應視測驗別而定, 不可一概而論。進一步進行單純主要效果考驗發現, 組間的血清瘦身蛋白濃度均未達顯著差異 ($p > .05$); 在組內部分, ED 組和 E 組的血清瘦身蛋白濃度, 在不同的測驗別中, 則均存有顯著差異 ($p < .05$)。從事後比較結果得知, ED 組血清瘦身蛋白濃度的變化情形, 呈現出在中測時降到最低 (6.12 ng/ml), 後測時 (8.79 ng/ml) 即未再繼續下降, 而開始回升, 並且顯著高於中測值 ($p < .05$), 但若與前測值 (12.36 ng/ml) 相比較, 仍具有顯著差異 ($p < .05$)。E 組血清瘦身蛋白濃度的變化情形, 也是在中測時呈現降至最低 (7.39 ng/ml) 的情形, 在後測時 (7.58 ng/ml) 即未再繼續下降, 但與前測值 (10.26 ng/ml) 相比較, 仍是處於較低的水準 ($p < .05$)。

從受試者血清瘦身蛋白濃度的變化量來進行探討, ED 組受試者血清瘦身蛋白濃度, 在整個研究過程中, 整體下降的幅度平均為 $28.25 \pm 20.43\%$, 但進一步觀察發現, 從前測到中測時期, 13 位受試者的血清瘦身蛋白濃度全部都下降, 下降幅度為 $50.16 \pm 17.89\%$, 但是從中測到後測時期, 僅有 3 位受試者的血清瘦身蛋白濃度持續的下降, 其餘 10 位受試者的血清瘦身蛋白濃度則開始回升, 回升幅度為 $57.73 \pm 64.60\%$, 雖然其回升的情形, 均尚未到達前測值的水準, 但此一現象相當特殊, 值得深入探討。E 組受試者的血清瘦身蛋白濃度, 在整個研究過程中, 整體下降的幅度平均為 $25.76 \pm 19.54\%$, 進一步觀察發現, 從前測到中測時期, 僅有 1 位受試者的血清瘦身蛋白濃度未下降, 其餘 11 位受試者的血清瘦身蛋白濃度全都下降, 下降的幅度為 $30.40 \pm 28.80\%$, 但是從中測到後測時期, 有 5 位受試者的血清瘦身蛋白濃度持續的下降, 其餘 7 位受試者的血清瘦身蛋白濃度則開始回升, 回升幅度為 $18.27 \pm 44.96\%$

%。ED 組大部分的受試者在實驗的中、後期，血清瘦身蛋白濃度有顯著回升的現象，而 E 組受試者的血清瘦身蛋白濃度，在中、後期則呈現出不一致的變化情形，這是否為不同的實驗處理所導致？或是血清瘦身蛋白濃度在受試者間，原就存有個別差異的現象？則須進一步探討。

據研究指出，單純僅以低熱量飲食控制，或者是採用極低熱量飲食控制的減重方式，除了會使受試者的身體脂肪顯著減少外，受試者的血清瘦身蛋白濃度也會急遽的下降，並且會刺激食慾的上升（Christensen 等人，1998；Pasman 等人，1998；Thong 等人，2000a）。截至目前為止，大多數的研究皆認為：長期性僅以單一的運動訓練，或者是採用運動訓練配合飲食控制的介入，因而導致受試者身體脂肪含量顯著減少時，通常受試者的血清瘦身蛋白濃度均傾向減少，同時胰島素的濃度也會跟隨著下降（Gutin 等人，1999；Kohrt 等人，1996；Okazaki 等人，1999；Perusse 等人，1997；Ryan 等人，2000，Thong 等人，2000a）。綜觀本研究結果，ED 組和 E 組在實驗過程中，體重和體脂肪百分比的變化趨勢，均呈現出逐漸遞減情形，並達顯著差異水準（ $p < .05$ ），且兩組受試者的血清瘦身蛋白濃度，整體而論仍是處於下降的，此一研究結果與多數的研究（Gutin 等人，1999；Kohrt 等人，1996；Okazaki 等人，1999；Perusse 等人，1997；Ryan 等人，2000，Thong 等人，2000a）結果相符合。

但是，ED 組和 E 組在實驗中期（第 28 天）到後期，體重和體脂肪百分比仍持續下降，並達顯著差異（ $p < .05$ ）的情況下，ED 組的血清瘦身蛋白濃度不降反升，E 組的血清瘦身蛋白濃度也不再下降，此一現象的意義為何？又應如何解釋呢？有關單一運動訓練或以運動訓練配合飲食控制，在受試者體重和體脂肪持續減少的情形下，血清瘦身蛋白濃度上升的研究實不多見。在國外文獻中，有兩篇瘦身蛋白濃度上升的研究被提出，Kraemer 等人（1999）的研究發現，超重女性在 9 週有氧運動訓練介入後，體脂肪百分比（前測 $42.27 \pm 1.35\%$ vs. 後測 $41.87 \pm 1.33\%$ ， $p > .05$ ）在無顯著減少的情形下，血清瘦身蛋白濃度從 28.00 ± 2.13 ng/ml 上升至 31.04 ± 2.71 ng/ml，但未達顯著差異（ $p > .05$ ）。另外，Schmid 等人（1998）的研究指出，25 位業餘運動員在接受 3 個月的運動訓練後，身體組成在無顯著變化的情形下，受試者的血清瘦身蛋白濃度卻從 4.95 ± 4.7 ng/ml 顯著增加至 6.33 ± 6.18 ng/ml（ $p = .004$ ），Schmid 等人認為，其中原因可能是受試者在適應了長期的運動能量消耗後，其體內已能主動調節能量的平衡，進而促使血清瘦身蛋白濃度的上升。由於本研究的受試者，均是在身體組成顯著減少的情況下，血清瘦身蛋白濃度在實驗中、後期回升，因此尚無法與 Kraemer 等人（1999）和 Schmid 等人（1998）的研究相提並論。但在國內，劉建恆等人（民 86）的研究指出，7 位女性接受連續 2 週單車長途訓練並配合飲食控制（ 2073 ± 48 Kcal/day），受試者的體重由 56.5 ± 6.5 kg 降為

52.3±6.1 kg ($p < .001$), BMI 由 21.8±1.8 kg/m² 降為 20.3±1.1 kg/m² ($p < .01$), 血清瘦身蛋白濃度, 在實驗的第 1 天、第 8 天和第 15 天三個時段, 呈現出先下降而後逐漸回升的現象 (前測 10.81±4.45 ng/ml, 中測 3.95±1.23 ng/ml, 後測 7.84±2.89 ng/ml) 血清瘦身蛋白濃度的中測值和前測值相比較, 下降了 63.5% 達顯著差異 ($p < .01$), 而後測值和中測值相比較, 瘦身蛋白濃度則呈現出回升的現象 ($p < .05$), 雖然血清瘦身蛋白濃度的後測值和前測值相比較仍是處於較低的水準, 但兩者間已未達顯著差異 ($p > .05$)。劉建恆等人指出, 在中測時血清瘦身蛋白濃度的下降, 應是反應出受試者體脂肪量的減少, 而非飲食能量攝取的不足; 在實驗後期, 雖然受試者的體脂肪量仍持續減少, 而每日的飲食能量攝取也維持不變, 但受試者的血清瘦身蛋白濃度, 卻有可能是因為長期大量的耐力性運動刺激而使其回升。本研究中, ED 組和 E 組在實驗中期 (第 28 天) 到後期, 血清瘦身蛋白濃度不降反升或未再持續下降的情形, 應與劉建恆等人 (民 86) 的研究結果較為相符。

目前, 尚有一些研究 (劉建恆, 民 87; 劉建恆等人, 民 86; Perusse 等人, 1997; Reiterer 等人, 1999; Schmid 等人, 1998) 顯示, 適度的有氧耐力性運動訓練, 可能有助於增加肥胖基因的表現並且改善瘦身蛋白受體的敏感性 (sensitivity), 這些研究認為, 運動訓練的效果可能是出現在瘦身蛋白受體的層次上, 其作用則類似於運動訓練對於第二型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus) 患者的效果。舉例來說, 肥胖者因缺乏運動訓練, 大腦受體對瘦身蛋白的敏感性降低, 因此身體所屯積的脂肪細胞雖然製造大量的瘦身蛋白, 但卻無法產生抑制食慾、增加能量消耗、調節脂肪貯存和體重等效用, 就如同肥胖者血中的胰島素濃度較高的情形一樣。反觀, 運動員由於規律的運動訓練, 促使瘦身蛋白受體的敏感性上升, 即使血中瘦身蛋白的濃度較低, 瘦身蛋白仍可發揮其應有的功效。這似乎可以說明, 為何運動員的瘦身蛋白濃度較低, 卻能擁有較健美勻稱的體型, 而肥胖者血中的瘦身蛋白濃度較高, 卻無法產生正向的調節作用來抑制肥胖。目前, 因受限於偵測技術, 我們對於人類肥胖基因的表現和瘦身蛋白受體之間的關係, 尚無法進一步深入探討, 但可以肯定的是, 規律的有氧性運動搭配合理的飲食控制並輔以行為改變, 仍是目前體重控制最有效的方法。

四、肥胖指標與血清瘦身蛋白濃度變化之相關性探討

瘦身蛋白是脂肪細胞內的肥胖基因正常表現之後, 所製造出的蛋白質類荷爾蒙, 因此肥胖基因的表現情形和瘦身蛋白濃度的高低有著直接的關聯。據研究指出, 人類脂肪細胞的數目和體積的大小, 會直接影響到肥胖基因的表現, 這也是決定人類血清瘦身蛋白濃度的主要因素 (Hickey 等人, 1996; Kohrt 等

人，1996；Leal-Cerro 等人，1998）。從一些大型跨地域性的流行病學研究中顯示，身體脂肪含量的多寡與血清瘦身蛋白濃度的高低有極為顯著的正相關（De Silva 等人，1998；Donahue 等人，1999；Folsom 等人，1999）。因此本研究欲進一步釐清的是，受試者在接受運動訓練配合飲食控制或者以單純運動訓練等兩種不同的實驗處理後，體重、BMI、體脂肪和腰臀圍比等肥胖指標的變化情形與血清瘦身蛋白濃度的變化情形，是否仍存有某種程度的關聯？

研究結果顯示，ED 組的 13 位受試者，在經過 8 週運動訓練配合飲食控制的實驗處理後，體重的實驗前後差值百分比為 $-8.44 \pm 3.15\%$ ，BMI 的實驗前後差值百分比為 $-8.94 \pm 3.16\%$ ，體脂肪的實驗前後差值百分比為 $-8.52 \pm 3.04\%$ ，腰臀圍比的實驗前後差值百分比為 $-6.60 \pm 4.02\%$ ，血清瘦身蛋白濃度的實驗前後差值百分比為 $-28.25 \pm 20.43\%$ 。以皮爾遜積差相關進行分析結果發現，ED 組的體重、BMI 和體脂肪的變化量與血清瘦身蛋白濃度的變化量，相關係數 r 值分別為 $.682$ ($p = .010$)、 $.713$ ($p = .006$) 和 $.714$ ($p = .006$)，均達顯著正相關 ($p < .05$)。顯示 ED 組受試者的體重、BMI 和體脂肪的減少確實與血清瘦身蛋白濃度的降低，存在著某種程度的關聯，此一研究結果與大多數的研究結果（Gutin 等人，1999；Kohrt 等人，1996；Okazaki 等人，1999；Pasma 等人，1998；Reiterer 等人，1999；Ryan 等人，2000）相同。

另外，E 組的 12 位受試者，在經過 8 週單純運動訓練的實驗處理後，體重的實驗前後差值百分比為 $-4.65 \pm 1.95\%$ ，BMI 的實驗前後差值百分比為 $-5.09 \pm 1.99\%$ ，體脂肪的實驗前後差值百分比為 $-4.85 \pm 1.89\%$ ，腰臀圍比的實驗前後差值百分比為 $-4.49 \pm 4.73\%$ ，血清瘦身蛋白濃度的實驗前後差值百分比為 $-25.76 \pm 19.54\%$ 。以皮爾遜積差相關進行分析結果發現，E 組受試者僅有體重的變化量與血清瘦身蛋白濃度的變化量，達顯著正相關 (r 值為 $.638$ ， $p = .026$)，其餘如 BMI、體脂肪和腰臀圍比等肥胖指標的變化量與血清瘦身蛋白濃度的變化量，均未達顯著相關 ($p > .05$)。這其中的原因可能有二：一是 E 組受試者在實驗的後期，血清瘦身蛋白濃度呈現出非常不一致的變化情形，有 5 位受試者在實驗後期，血清瘦身蛋白濃度仍持續下降，但有 7 位受試者的血清瘦身蛋白濃度則開始回升，這種現象將造成 E 組受試者的瘦身蛋白濃度和其他變項變化量的相關性被抵消或中合掉；二是單純的運動訓練對 E 組受試者體脂肪量的改變幅度較小所致，因此在相關分析中，雖然已將各變項中可能的極端值 (outlier) 予以剔除，其所得結果仍同上所述。但此一研究結果，並未與先前的研究結果（Gutin 等人，1999；Kohrt 等人，1996；Okazaki 等人，1999；Pasma 等人，1998；Reiterer 等人，1999；Ryan 等人，2000）相抵觸。

五、結論與建議

(一) 結論

本研究以 25 位高中超重女生為受試者，以隨機分派方式將受試者區分為運動訓練配合飲食控制組和單純運動組，兩組受試者均接受連續 8 週，每週 3 次，每次 30 分鐘，運動強度介於 50 % ~ 70 % HRR_{max} 的跑步運動訓練；運動訓練配合飲食控制組則另外接受每日的飲食控制（約 1400 Kcal/day）。實驗所得資料經統計分析和討論後，獲得以下結論：

1. 八週規律的運動訓練並搭配飲食控制，或者僅採規律的運動訓練，均能顯著減少高中超重女生的體重、BMI、腰臀圍比和體脂肪百分比等肥胖相關指標，並且可顯著增進其心肺適能；而以運動訓練配合飲食控制的聯合運用，在減少肥胖指標的成效上，更具有加成的效果。

2. 八週規律的運動訓練並搭配飲食控制，或者僅採規律的運動訓練，均會顯著減少高中超重女生的血清瘦身蛋白濃度。

3. 高中超重女生，在接受八週規律的運動訓練或搭配飲食控制後，其體重、BMI 和體脂肪百分比等肥胖相關指標的變化量與血清瘦身蛋白濃度的變化量，仍具有顯著正相關存在，顯示身體組成與血清瘦身蛋白濃度，兩者間存有某種程度的關聯。

(二) 建議

1. 在研究經費和人力的許可下，實驗分組若能增加「單純飲食控制組」和「對照組」等兩組，則實驗設計會更趨於完整性，並可提昇論文的價值性。

2. 先前的文獻均指出，長期的運動訓練會使血中胰島素濃度和血脂肪值降低，有關長期的運動訓練對於血中胰島素濃度、血脂肪值以及血清瘦身蛋白濃度等變項之間的相關性探討，亦值得進一步研究。

3. 若瘦身蛋白受體敏感性之偵測技術能被開發，則有關運動訓練對於瘦身蛋白受體敏感性之相關研究，應是極為熱門的研究課題。