

運動訓練對身體組成影響效果之探討

吳蕙米*

摘 要

身體質量指數 (Body Mass Index, BMI) 又稱脂肪百分比是衡量肥胖的標準。當 BMI 的值大於 25~27 為略胖，27~30 則易患疾病，30 以上即稱為肥胖。肥胖與死亡率或其他的心血管疾病有密切的因果關係，若能透過運動訓練將能降低體重，減少脂肪百分比。本文係以國內外相關先驗研究文獻作為理論基礎並以文獻研究法分析運動訓練對身體組成及新陳代謝之影響效果。

經由本文研究發現，有氧性運動訓練能有效降低體脂肪及提高安靜時代謝率。參與運動的有效強度宜維持 60%~70% 之最大心跳數，運動頻率每週三天，運動時間每次 30 分鐘。每日熱量攝取不宜少於 1250 卡，以避免降低人體安靜時耗氧量，以及新陳代謝速度。

關鍵字：身體組成、身體質量指數、安靜時代謝率、最大心跳數。

* 逢甲大學體育室專任副教授，美國加州大學長堤校區體育教育碩士。

壹、緒論

一、研究動機

隨著經濟的發展，伴隨而來的進一步都市化和飲食習慣的改變，使得開發中國家也感受到愈來愈多的肥胖問題，也因此引起各界之重視。由於社會經濟轉型，亦因而經常發生“營養轉移”的效應，以及坐式生活形態的增加，造成身體活動量的減少。飲食習慣改變以及缺乏運動，導致了肥胖人口快速的增加。因此，飲食的控制及規律運動習慣的養成，實乃追求健康的身體所不可或缺，亦是減重計劃的重要因素。經由先驗文獻之研究得知，過度肥胖與死亡率或其他心血管疾病的罹患率，有相當密切的關係。若能參與規律運動訓練將能有效控制體重及脂肪百分比，進而增加保存無脂組織之效果。此為本文研究之動機。

二、研究目的與方法

本文旨在探討參與運動訓練對身體組成及新陳代謝率的影響效果，並以研究結果提出建議。

為達成本文之研究目的，本文之研究方法係以國內、外相關研究文獻作為本研究之理論基礎，並以文獻研究法分析探討運動訓練對身體組成及新陳代謝率之影響效果。

三、問題敘述

根據先驗文獻報導，美國估計每年有八成的婦女在減肥，連九歲的小孩都在持續的實施體重控制（American college of sports Medicine, 1988），這些行為應該是和社會一般重視苗條的外表有關。美國威斯康辛大學醫學暨營養學教授艾特金生指出，成人普遍過胖是一種全球性現象，在美國出現不足為奇，但亞洲、拉丁美洲和非洲也是如此，尤其是在都市地區。

衡量肥胖或肥胖的定義，雖然沒有一定的標準，但可經由身體組成（Body Mass Index, BMI）來判斷，BMI 又稱「身體質量指數」該指數的計算程式是〔體重公斤÷身高公尺²〕，當 BMI 的值大於 25 或 30 通常被認為是肥胖（Pavlou 等，1985），然而 BMI 亦可被解釋為脂肪的百分比，不能視為無脂體重（Lean-body weigh）。

另一個常被用於評定肥胖的方法是建立在視覺的評斷，然而視覺測定比其他

方法更主觀，也使肥胖更難以分類和定義。Garrow (1978) 建議，男性體脂肪超過體重之 22%，女性超過 28% 均屬肥胖。

有些研究認為男性脂肪量超過 25%、女性超過 30% 被認定為肥胖 (American college of sports Medicine, 1988)。脂肪比例的多寡衡量肥胖之標準雖尚未被確立，然而，多數研究則認為人體需要的脂肪比率，女性在 16% 至 25% 之間，男性則 20% 以下 (Brooks 等, 1985)。根據 American college of sports Medicine 於 1988 年的報告顯示，適合於兩性脂肪的標準是不存在的，同為身體的結構會隨著許多因素，如年齡、性別等而改變，一般女性的脂肪比率會比男性高。上述的報告更強調，任何年齡層，脂肪比率多於 25% 的男性及多於 30% 的女性，顯然是屬於肥胖型，且根據統計大約有 15% 的成年人都是肥胖的。

根據 Talbot (1979) 的研究指出，4.9% 的男性及 7.2% 的女性肥胖的年齡是從 20 歲至 70 歲之間。保守的估計美國國民有 5 百萬至 1 千萬的成年人有肥胖的傾向。反觀國內目前雖然沒有正確的統計數字，但根據現實的體驗，肥胖的人口有越來越多之傾向。1985 年美國國家衛生研究所公佈肥胖是危害健康的主要因素，身體脂肪比率超過 20%，容易引起高血壓、頸動脈硬化、糖尿病、關節炎等 (American college of sports Medicine, 1988)。

由前述文獻可知，有關改變身體組成的研究備受關注，例如在減重期間，採用不同的運動訓練及熱量的控制，就會顯示不同的結果 (Brehm, 1988 及 Hagan, 1988)，如 Hagan 的研究安排受測者參與有氧運動，每週五天共十二週，每次運動強度以 60% 最大心跳數，結果發現，體重並沒有降低。Pavlou 等 (1985) 的研究，同樣實施有氧運動，每週三天，每次運動強度以 70% 至 85% 的最大心跳數，共實施八週，結果發現體重有明顯的下降。

Lampamn 和 Schteingart (1989) 的研究指出，當運動和飲食控制同時實施時，並沒有很清楚發現何種運動訓練是最能夠減重。另一項經由 Brownell 等於 1980 年所提出之報告指出，無脂體重的改變是將來研究的重點。經由上述文獻回顧顯示，一項重要的訊息即運動訓練的強度和身體組成的改變是否有顯著之關係，是深值探討之課題。根據上述之先驗文獻回顧，本文擬對下列問題進行探討。

- (一) 探討身體組成與健康之關係。
- (二) 探討運動訓練對身體組成的影響。
- (三) 探討運動訓練對新陳代謝率的影響。

四、名詞界定

- (一) 身體組成：身體組成是指體內脂肪與非脂肪所佔的比例。
- (二) 身體質量指數 (Body Mass Index, BMI)：是評量群體總身體組成的方式之一。該指數的計算方程式是〔體重公斤÷身高公尺²〕

- (三) 最大心跳數 (HRmax)：最大心跳數等於最大耗氧量，是運動中體內的氧氣最大消耗量。
- (四) 安靜時代謝率：人體安靜時熱能消耗之速率。

貳、文獻探討

一、肥胖伴隨的危險性

早期有關肥胖問題之研究非常少，從 1950 年代開始有些相關的研究包括 (一) 身高、體重與年齡；(二) 人口與體重；(三) 肥胖不是一種疾病，但肥胖是造成死亡率增加的原因 (Brehm, 1988)。1950 年代末期至 60 年代初期相關文獻曾指出，降低體重最有效的方法是節食 (Oscal 1973)。但以節食減重是不健康的，因為節食會造成體內的蛋白質與鉀的流失，甚至有些人因節食而死亡 (Postion of the American Dietetic Association, 1990)。根據相關報告指出，1977 年曾經有 10 萬人以減少蛋白質的攝取之減肥法而造成 60 人死亡，原因是引起心血管疾病。因為迅速減少脂肪的結果，會引起身體上一些因子的流失，而造成死亡。最近的研究曾建議，每日實施低卡飲食攝取控制，應充分補充電解質、維他命或礦物質等方面的攝取 (Postion of the American Dietetic Association, 1990; Moyer, 1989)，美國疾病協會曾指出許多研究證明，低卡的減肥，雖然沒有經過醫師的指示，也不會發生危險 (Moyer 等, 1989; Postion of the American Dietetic Association, 1990)。

因肥胖而引起的危險可由先驗文獻得知，諸如肥胖與疾病是相關的，肥胖和新陳代謝不佳及其他健康有關之問題也相互關連。誠如 Key 等 (1953) 指出，以皮層測量所估計之脂肪百分比和心血管疾病的危險因子有關。Elrick (1996) 亦曾對體脂肪量是健康體適能的一項重要指標，做了進一步的詮釋，他指出體脂肪量過高也是許多疾病的徵兆。肥胖常伴隨著心血管疾病、高血壓、糖尿病、癌症等疾病，更常因此引起過早的死亡。過度肥胖也增加了找工作、大學入學申請及良好社會互動的障礙。

早期 Buskirk (1987) 研究發現，三酸甘油質愈高愈會引起肥胖，且肥胖易引起呼吸困難及氣喘的疾病。Denke (1996) 提出，體重超重者通常也伴隨體內不好的膽固醇較高，如總膽固醇值 (cholesterol total; TC)、三酸甘油脂 (triglyceride; TG) 及低密度膽固醇值 (low density lipoprotein cholesterol; LDL-C) 等。可知三酸甘油脂與肥胖是有密切關聯的，且肥胖易引起呼吸循環系統的毛病。

Chaine 等人 (1989) 曾以 206 位年齡 30~55 歲的男女，從事有關體能因子與健康危害因子之相關研究。結果發現，男女之身體質量指數 (BMI) 與所有的

健康因子皆具有顯著的相關。百分之七十七的男性，其身體質量指數與心縮壓、高密度脂蛋白（HDL），高密度脂蛋白／膽固醇等具有顯著的關係。四十歲以下的女性，其身體質量指數與心舒壓、膽固醇、高密度脂蛋白／膽固醇、NCIG 等皆具有顯著的關係。因之，身體質量指數是一種預測健康狀況非常簡單、方便、有效的指標。Chaine 等學者進一步指出，男性之身體質量指標 27.8 以上，女性 27.3 以上者，易患高血壓與高膽固醇方面的疾病。事實上，男性 27.2、女生 29.9 以上者即可能增加患病率，具有危及生命的危險。

有關肥胖程度的分級，Grundy 等人（1999）曾提出以 BMI 為指標，如表一的分級情形，他也建議任何時期應避免過度肥胖。

表一 以 BMI 做肥胖程度的分級

肥胖程度	BMI (kg/m ²)	肥胖的等級
體重過輕	< 18.5	
正 常	18.5—24.9	
過 重	25.0—29.9	
肥 胖	30.0—34.9	I
	35.0—39.9	II
極度肥胖	≥ 40	III

資料來源：Grundy 等人（1999）

美國 AAHPERD 的健康體適能測驗中，皮脂厚測量以百分位數 75% 以上為理想目標，易言之，男子 14~17%、女子 21~24% 為健康體適能身體質量指數（BMI）之理想水準（Howley 等，1986）。北美基督教青年會主張健康男子必須在 16%、而健康女子則必須在 23% 以下。陳俊忠則宣稱國外一般健康成人之體脂肪百分比為男子 13~15%，女人 20~23%（陳俊忠，民 79）。Lobman（1982）雖然主張男子 10~22%、女子 20~32%，惟於 1986 年度指出男子 10~25%、女子 18~30% 應為最適健康狀況之體脂肪百分比。此外，Fox 認為男子 7~15%、女子 12~25% 為適宜（陳相榮，民 77）；Baily 則主張男子 15%、女子 22% 為理想（ - 、 ，1990）。日本學者大多主張男子 15~16 以下，女子 18~25 為理想體脂肪百分之比。綜合前述先驗文獻得知，體脂肪愈多，顯示健康情況越差，BMI 值超過 30 以上均稱肥胖，常人的體脂肪以男性低於 18%，接近 10%；女性則以低於 25%，接近 18% 為理想。

Gaesser（1999）指出，體重與死亡率具有相關性的議題引發相當多的爭議，因為部份學者認為 BMI 與死亡率有直接的關係，但部份學者則認為，BMI 未超過 35 以上時，對死亡率的衝擊並不高。而對於 BMI 低於平均數即可獲得較長壽的論點，多數研究病理學的學者並不支持，他們認為體適能及身體活動量比 BMI 更能有效預測死亡率。而 Brooks 等人（1996）指出，身體質量指數（BMI）與體脂肪的相關係數大約是 $r=0.80$ ，故可以廣泛應用於流行病學的研究上。身體

質量指數男性介於 25—30、女性介於 27~30 之間，就可稱之為輕度肥胖了，若介於 30~40 之間稱之為過度肥胖，若指數超過 40 則稱之為極度肥胖。Seidell 等人（1999）更指提出，身體質量指數（BMI）介於 18.5~25kg m⁻² 之間有較低的死亡率，當 BMI 高於 30kg m⁻² 以上則死亡率會增加 50~150%，約平均壽命減少 5~6 年。

二、運動訓練對身體組成的影響

根據美國運動醫學院的建議，若欲藉由運動做為降低體重及減少脂肪之方法，則運動頻率每週至少三天，每回必須消耗 300 卡的熱量（Hagan, 1988）。多位學者則認為，降低體重最有效的方法是少吃多運動，即飲食控制和運動兩種方式同步實施（Buskirk, 1969、Hagan 等，1986、Hagan, 1988）。

規律的運動配合飲食控制的結果，會得到出現無脂組織保存之效果（Buskirk, 1987）。而無脂組織的保存，使得安靜時的新陳代謝速度仍然高過於嚴格限制熱量又不參與運動時的代謝速度。Halliday 於 1979 年的研究指出，安靜時代謝速度和無脂組織具有顯著相關，但該研究並沒有提到規律運動對身體組成的影響（Halliday, 1979）。

運動訓練對肥胖者的效果，部份學者認為可以有效減輕體重，但亦有部份學者的研究指出，運動訓練並不能使體重或體脂肪百分比下降，但整體而言，運動訓練對肥胖者是具有正面的效果。

Oscia 等人於 1969 年的曾以下列三種方式對改變體重的速度加以研究，單獨運動、運動加上每日限制 400 卡的熱量以及運動加上節食。結果發現，運動加上飲食控制是最佳方式，而單獨實施運動訓練無配合熱量攝取控制對降體重之效果則無顯著。該文進而指出，以運動的附加效果與控制熱量相比，則發現運動可以避免流失無脂體重。Wing（1999）亦提出，單獨運動訓練對降低體重較為有限。其他研究如 Wallace 等（1997），認為有氧運動訓練對體脂肪百分比會有下降的效果，但對體重、無脂體重及腰腎圍比並無顯著改變。Gutin 等（1996）的研究亦指出，十週的有氧運動訓練可使 7—11 歲的肥胖女童的體脂肪百分比下降。同樣的研究由 Tolfrey 等（1998）的提出，12 週的運動訓練可使體脂肪百分比顯著下降。

Oscia 等（1973）對運動的效果可減少脂肪而保存無脂組織的研究認為，是因為持續的運動提高了脂肪的酸性活動，如同交感神經活動的結果一樣。因此，每天運動的累加效果構成減少脂肪但保存無脂組織的效果。

Warwick 等（1981）以三個肥胖的女人為研究對象，在 12 週內每天只攝取 800 卡熱量，每天運動二小時，經過三或四週，使用腳踏車訓練機為運動工具。結果發現飲食控制及配合運動並不能在三週或四週內達成減重之效果。Warwick

等人對上述研究結果指出，為達有效的消耗熱量，完全視運動的種類、時間及強度而定。

Hagan (1988) 的研究指出，控制體重、減少脂肪的最佳方法是參與運動及配合飲食控制。Hagan 的研究含括全面性的養生之道，不僅包括運動及飲食控制，還包括增加耗氧量，減少膽固醇及三酸甘油脂，並協助保存無脂組織，Hagan 的結論建議，每日攝取 1250 卡的熱量，一週至少運動三次，每次 20~30 分鐘，運動強度則達 60% 最大心跳率，乃為養生之道。

Pacy 等 (1986) 認為，運動的結果如果沒有改變身體組成以及保存無脂組織之效果，其原因可能是因為運動量不足，沒有達到肥胖者必須負荷之有效運動強度。Pacy 等學者更進一步強調，僅參與運動訓練，絕非是有效的方式，而應該配合熱量攝取控制。

有關運動強度與身體組成及保持無脂組織之關係有密切關聯，相關的研究如 Hagan (1986) 曾評量 12 週的運動和飲食控制計劃對身體組成的影響。此計劃包括一天攝取 1200 卡熱能，每週運動五天，每次 30 分鐘，結果並無顯示運動可改變身體組成及保存無脂組織，因為運動強度並沒有規劃在研究設計範圍。

許多研究亦支持運動強度與熱量攝取控制的結果，可減少氮的消耗，而增加脂肪消耗的論點 (Pavlou 等，1985)。然而，大部份的研究都無法證實飲食控制在開始的四至六週內能改變身體組成。但 Pavlou 等 (1985) 曾發現，運動和熱量攝取控制可改變身體組成、保存無脂組織，增加氧的消耗能力，並有效的減少脂肪，其效果比單純的實施熱量攝取控制更能顯示效果。

Hagan (1988) 指出，對正常體重者所測得的結果，不管是在無脂組織的保存或脂肪減少，都出現互相衝突的研究結果。其原因是因為熱量攝取、運動強度及運動時間有所不同。經由上述對肥胖者所研究之文獻回顧得知，運動和熱量攝取控制所造成對身體組成改變的資料也出現相互矛盾之現象，因為大部份的研究均無法確定運動所能消耗的熱量。因此，未能窺知熱量的消耗和食物吸收的差異。Hagan (1988) 也曾對減重計劃提出一套有效的建議，其內容包括 (一) 每日熱量攝取 1200 卡；(二) 容許每日減少 500~100 卡；(三) 行為改變；(四) 配合每週至少運動三天，每回 20~30 分鐘，每次運動量達最大心跳數的 60%。在國內，民國 88 年教育部亦曾實施「提昇學生體適能中程計劃」，即是 333 計劃。換言之，每週運動三天，每天最少 30 分鐘，每次運動後心跳數達 130 次/分以上，運動強度大約達輕度、中度範圍，就能達到運動效果。

三、運動訓練對新陳代謝率的影響

由先驗文獻得知，西元 1843 年就已有安靜時代謝率的概念。有關安靜時耗氧量之研究由 Halliday 等 (1979) 首見提出，一般人安靜時的耗氧量 (Oxygen

Consumption) 和脂肪百分比有密切的相互關係。1981 年 Garrow 則建立了「安靜時的代謝率是總消耗能量的主要關鍵」之理論 (Pacy, 1986)。早期 Miller 等 (1953) 曾研究肥胖者的安靜時耗氧量發現，無脂體重和安靜時耗氧量具有顯著相關 ($r = 0.92$)。最近之研究由 Epstein & Goldfield (1999) 提出，運動可增加熱量消耗，達到熱量的負平衡，即熱量消耗量 > 熱量攝取量，以達到減輕體重的目的。因此體重的改變是以限制熱量，或是以不活動來減少身體活動量而降低代謝率和總能量支出是值得研究。職是之故，任何參與減重計劃，主是是能減少體內的脂肪而保存無脂組織，其結果必能維持一個很好的新陳代謝率。

Pavloa 等 (1985) 曾發現，在減重過程中，參與運動訓練及配合熱量攝取控制，一方面可減輕體重，一方面可保存無脂體重。Brehm (1988) 的研究亦曾提出，運動可預防無脂組織的減少，而代謝率和無脂組織具有相關。當肥胖者的無脂組織數量較高時，氧消耗量也相對提高。但是當受測者因低熱量飲食攝取而減輕體重時，代謝率也跟著降低，主要是因為無脂組織減少的原故。Davies 等 (1989) 對在八週期間，每天熱量攝取 330 卡或 780 卡之兩組實驗受測者，比較其安靜時耗氧量發現，兩組的安靜時耗氧量均下降 17%。Barrows (1987) 的研究則發現，四個月期間，每日熱量攝取 420 卡，結果基礎代謝率也出現下降的趨勢。Brehm (1988) 認為，運動後的一段時間內代謝率會維持較高的狀態，但是運動的強度、時間和頻率的的不同是運動後耗氧量不同的主要原因。一般而言，運動習慣能造成耗氧量的影響 (Fardy, 1988)，而 Jackson (1995) 的研究亦發現，一般人於 25 歲以後，最大耗氧量 ($VO_2 \max$) 將會逐年下降 0.46ml/kg/min 。早期的研究發現，因社會的變遷及工作形態的改變亦能造成 $VO_2 \max$ 的改變，例如 McArdle 等於 1973 年的研究發現，大學學生 $VO_2 \max$ 平均為 55.5ml/kg/min ，但 Kyle 等於 1989 年的研究則發現， $VO_2 \max$ 只有 46ml/kg/min 。因此盡早培養好的運動習慣，才能有效抑制體能下降及體重逐年上昇之趨勢。

經由多位學者的研究發現，參與中強度的運動者，其新陳代謝率會長期提高。Brehm 於 1988 年一篇文獻評述中曾引述 Passmore 的研究發現，宣稱以 6.4km/H 行走 16 公里後，耗氧量提高 14% 至 18%，並能持續 7 小時。Brehm 同時亦引述 Maglum 的研究結果，宣稱受測者使用腳踏車訓練機後 24 小時，耗氧量提高為最大耗氧量的 70% 並持續 60 至 90 分鐘。然而亦有部份的研究並未發現運動後耗氧量提高之問題，主要是因為他們使用較低強度的運動。如 Brehm 的文獻回顧中亦發現，受測者以低於最高耗氧量的 70% 來步行或慢跑，或以最高耗氧量的 30% 至 55% 騎乘腳踏車，均無法顯示耗氧量提高且持續的現象。Brehm 同時指出，正常體重者若要提高運動後的代謝率，運動強度至少要能讓氧消耗量達到最大耗氧量的 70% (或超過換氧率) 才能增加運動後的代謝率。

換氧量是指每分鐘從肺部吸進或呼出的氣體數量，人體安靜時，呼吸數較少，換氧量也約為 70l/min ，而劇烈運動中，呼吸次數會急速增加，換氣量亦可

能提高至 150 l/min 以上。若運動時間和強度超過運動者負荷，則會使二氧化碳釋出增加，造成過度換氣現象 (Bowers, 1992)。根據 Johnson 等 (1974) 的研究發現，運動訓練會增加呼吸管道肌肉的強度和耐力。然而，訓練成效會因運動項目的差異而有所不同，例如重量訓練使呼吸肌肉肥大 (Hypertrophy)，耐力訓練則增加呼吸肌肉纖維血管的容忍度。相同地，Keens 等 (1977) 的研究則發現，呼吸管道肌肉的耐力訓練 (Ventilatory Muscle Endurance Training, VMET) 會增加脂肪酸氧化容積、粒線體酵素數量及延緩疲勞產生。Keens 等的研究則支持 Oscai 等 (1973) 所提之理論，因持續的運動可提高脂肪的酸性活動。故 Oscai 等基於上述之研究提出，運動的成效可減少脂肪，保存無脂組織的觀念。Kuipers 等 (1989) 的研究亦指出，在較低的運動強度中，運動者於 1~3 分鐘後，耗氧量達到平衡狀態，主要是體脂肪提高 70%~90% 的能量。職是之故，運動訓練需要維持一定的運動強度，才能提高耗氧量，進而燃燒體內脂肪，並增加安靜時耗氧量，增進新陳代謝率，其效果亦能使身體組成的比率降低。

經由先驗文獻回顧得知，運動訓練可以運動心跳數做為判斷運動訓練強度的依據。而運動中所測得之最大心跳數，等於最大耗氧量 (Londeree 等, 1995)。由於心跳數的測量較為容易，通常以最大心跳數為 220 減掉年齡 (McArdle 等, 1991)。根據 Londeree 等 (1995) 的研究發現，受測者於體重支撐的運動項目 (腳踏車和手部運動等)，其 %Max VO₂ 和 %MaxHR 呈現不同的迴歸曲線，但於跑步等全身性運動項目中，則顯示出相同的迴歸曲線。因此，利用預測最大心跳數作為運動強度的控制，必須徹底瞭解運動項目的特性，以免產生誤差。根據相關研究發現，運動訓練能降低安靜心跳數和提高心動容量。通常運動員和非運動員在安靜狀態下，心輸出量均為 5 公升，但是在最大運動時，兩者則出現明顯差異，例如馬拉松選手的心跳數會由 50 提高至 200 下，心動容量也會提昇一倍，因此造成心輸出量由 5 公升提高到 40 公升，達 8 倍之多。然而，非運動員卻只能增加 4 倍左右。同時，Bjorn 等 (1968) 的研究發現，16 週的運動訓練讓受訓者於訓練前和訓練後在相同的運動強度測試中，心跳數由每分鐘 177 下降至 144 下，而 Musch 等 (1989) 以老鼠做實驗的研究亦發現，運動訓練增加最大心跳數，而不運動的老鼠，最大心跳數卻明顯下降。

綜合上述文獻回顧得知，運動訓練可增加基礎代謝率。而長期處於坐式生活形態的族群或肥胖者，較適合中低強度運動及適當之熱量攝取控制，以提高基礎代謝率，減少脂肪及保留無脂組織而達到改變身體組成的目標。而肥胖者如無法持續有效的運動強度，則應研究設計一種能以運動時間及增加頻度之運動來代替運動強度之問題，應該是相當有趣而值得研究之主題。

參、研究結果之重要義涵

一、身體組成與健康之關係

- (一) 衡量肥胖的標準，可經由身體組成 (Body Mass Index, BMI) 來判斷，BMI 又稱「身體質量指數」該指數的計算程式〔體重公斤 \div 身高公尺²〕。BMI 亦可被解釋為脂肪百分比，是評量總身體組成與健康狀況相當好的指標。根據先驗文獻得知，人體需要的脂肪比率女性在 16—25% 之間；男性則在 20% 以下 (Brooks 等人, 1985)。男女最適健康狀況之脂肪百分比，尚有爭議。在男子方面，美國學者大多主張在 10—25% (Lobman, 1986, Grundy 等, 1999)，日本學者則大多數認為在 15—16% (阿久津邦男, 1988 年, 北川薰, 1991)。女子方面，美國學者與日本學者均認為在 18—25% 為理想的脂肪百分比 (Lobman, 1986, Fox (陳相榮, 民 77)、Grundy, 1999、阿久津邦男, 1988 年、北川薰, 1991 年)。
- (二) 身體質量指數與所有健康因子皆具有密切的關係，男女身體質量指數大於 25，即具有潛在疾病危險。男子 27.8 以上、女子 27.30 以上者，易患高血壓與高膽固醇的疾病 (Chaine, 1989)。當 BMI 高於 30 以上則屬肥胖，死亡率會增加 50~150%，平均壽命減少 5~6 年 (Seidell 等人, 1999)。

二、運動訓練對身體組成的影響

社會的變遷及工作形態的改變，大量減少身體的活動量進而造成肥胖人口快速增加。為了有效控制肥胖，參與規律的運動訓練，是最有效的方法。多數學者亦強調，運動項目中以有氧運動訓練對體脂肪百分比的下降最為有效 (Tolfrey 等, 1998、Wallace 等, 1997、Gutin 等, 1996)。因為，每天運動的累加效果構成減少脂肪及保存無脂肪組織之功能 (Oscari, 1973)。無脂組織的保存是提高安靜時耗氧量的主要因素 (Pavloa 等人, 1985)。為達有效的消耗熱量，Warwick 等人 (1981) 認為，完全視運動的種類、時間及強度而定。經由先驗文獻得知，為了有效的控制肥胖，促進全人健康並提升生活品質，Hagen 於 1988 年即建議，每日熱量攝取 1250 卡，一週至少運動三天，每次 20~30 分鐘，運動強度則達 60% 之最大心跳率，Hagen 並以此稱為養生之道。

三、運動訓練對新陳代謝率的影響

一般人過了 25 歲以後，因新陳代謝的緩慢，造成最大耗氣量 (Vo₂max) 逐年下降 0.46 ml/kg/min (Fardy, 1988)。而社會的變遷及工作形態的改變亦會使最大耗氣量改變 (McArde, 1973、Kyle, 1989)。職是之故，新陳代謝率逐年的下降，乃為造成成人肥胖的主因。由於安靜時的耗氣量和脂肪百分比有密切的相互關連 (Halliady, 1979)，故為了減低體內脂肪百分比，提高安靜時耗氣量是必須建立的觀念。

經由先驗的研究得知，運動可預防無脂組織的減少，而安靜時的代謝率和無脂組織具有相關（Halliday 等，1979）。當肥胖者的無脂組織數量較高時，耗氧量也相對提高（Pavloa 等人，1985）。參與運動訓練的結果，可增加熱量消耗，達到熱量的負平衡，即熱量消耗量 > 熱量攝取（Epstein & Goldfield, 1999）。

因持續的運動可提高脂肪的酸性活動，進而減少脂肪，保存無脂組織之效果。在較低的運動強度中，運動者於 1~3 分鐘，即可造成耗氣量達到平衡狀態，其主要原因乃是體脂肪能提供 70%~90% 的能量供應（Kuipers 等，1989）。職是之故，運動訓練需要維持一定的運動強度，才能提高耗氣量，進而燃燒體內脂肪，並增加安靜時耗氣量，及促進新陳代謝率的增加，其效果亦能使身體組成的比率降低。

肆、結 論

由於肥胖會伴隨人體內在許多的危險，因此有效的降低體內脂肪便成為時下熱門的話題，而且是與每個人都感切身關心之問題，但百分之九十以上的肥胖者減肥經驗是失敗的。職是之故，本文以研究分析法分析探討參與運動訓練對身體組成及基礎代謝率的影響，結果發現重要義涵如下：

一、身體組成與健康之關係

- (一) 以 BMI 指數來評量脂肪百分比與健康狀況是最為簡便，最廣為使用之方法。
- (二) 體脂肪愈多，則顯示身體健康狀況會愈來愈差，人體的理想脂肪百分比，男子低於 25%，接近 10%；女子則以低於 25%，接近 18% 最為理想。
- (三) 脂肪百分比男子大於 27.8 以上、女子 27.3 以上者，易患高血壓與高膽固醇的疾病；超過 30 以上則為肥胖，死亡率會增加 50%~150%，平均壽命減少 5~6 年。

二、運動訓練對身體組成的影響

- (一) 有氧性運動訓練之效果能有效降低脂肪百分比，進而增加保存無脂組織之效果。
- (二) 運動訓練之強度宜維持在 60%~70% 之最大心跳數，運動頻率，每週三天，運動時間每次 20~30 分鐘。

三、運動訓練對新陳代謝率的影響

- (一) 有氧性運動訓練之效果能增加熱量消耗，達到熱能消耗量 > 熱能攝取量之負平衡功能，進而降低體重與減少脂肪百分比。
- (二) 有氧性運動訓練其強度維持在 60% ~ 70% 之最大心跳數，可保存無脂體重，此乃為提高安靜時耗氣量的重要因素。
- (三) 每日熱量攝取不宜少於 1250 卡，以防止安靜時耗氧量的減少，進而降低安靜時新陳代謝的速度。

伍、建 議

人體的新陳代謝率會隨著年齡的增長而逐年降低，此乃造成成人肥胖的主因。因此，有效的控制體重，仍為每個人所切身關心之問題。然而實施不當之減肥方法，不但無法達成控制體重之目標，且會危害身心之健康。茲將本文研究結果，提出建議如下，並可提供有志減肥者做為參考。

- 一、若欲降低體脂肪與體重應以有氧運動、飲食控制及行為改變法三種方式一起合併實施，效果較佳。
- 二、日常生活中行為的改變應循下列方式調適
 - (一) 改變吃飯的順序（先喝湯後，食用主食）。
 - (二) 細嚼慢嚥。
 - (三) 低熱量。
 - (四) 少吃零食。
 - (五) 多吃高纖食物。
 - (六) 養成吃早餐的習慣。
 - (七) 養成規律運動習慣。
- 三、攝取熱量要低於身體消耗的熱量，熱能的負平衡是減肥的重要原則。
- 四、每日熱量攝取最低不少於 1250 卡，以避免營養素的不足，進而降低新陳代謝的速度。
- 五、參與運動的有效強度宜維持 60% 之最大心跳數，運動頻率每週三天，運動時間每次為 20~30 分鐘，此乃為參與規律運動習慣的重要原則。
- 六、過度肥胖者以走步為宜，每週運動六天，每次運動時間應加長至 40~50 分，以運動頻率及時間的增加代替運動強度不足之問題。
- 七、參與運動的強度與飲食控制，需考慮個人機能容受力之問題，因減肥是必須經常持之以恆實施的計劃，只是一時的改變是不易收到效果。

參考文獻

- 李寧遠 (民 86), 「體重管理計劃」, IDN 體重管理研習會精華摘錄, 如新之泉雜誌, 第 23 期, p.24-27。
- 林正常譯 (1978), 運動生理學：訓練的科學基礎, 健行文化出版事業有限公司, P.156-174。
- 徐台閣、徐廣明、林明鈺、李建明、林孝義、謝伸裕 (民 88), 「中等強度運動對脂質過氧化的影響」, 大專體育學刊, 第一卷, 第一期, 中華民國大專學校, 體育總會編印, p.29。
- 陳俊忠 (民 79), 「運動員急速減重的目的, 方法及其可能發生之危險」, 中華民國大專體育運動總會, 體育與運動, 第 67 期, 95-104。
- 陳相榮 (民 77), 運動生理學, 台中: 精華出版社。
- 北川薰 (1991), 身體組成 _____, 東京: 杏林書院。
- 石河利寬譯 (1964), 運動生理學 - _____ 社。
- _____ 科學研究會編 (1991)。 競技向上 - _____ 科學 III, 東京: 朝倉書店。
- _____ 著, 石河利寬監 (1990)。 _____ or _____, 東京: Book house H. D. Ltd。
- American College of Sports Medicine. (1986). Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 3rd edition. Lea & Fediger.
- American College of Sports Medicine. (1988). Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lea & febiger Philadelphion 37-39.
- Anderson, R. E. (1991) Weights for over weighes (1991). Fitness Mangement, p. 44-45, June.
- Barrows. K. and J. Snook (1987). Effects of a high protein diet, VLCD on resting metabolism and energy expenditure of obese middle aged women. American Journal Chinal Nutrition. 456:391-398.
- Bowers, R. W., et al. (1992) : Sports physiology., 2 ed WCB, 1187-189.
- Bjorn, E., et al. (1968) . Effect of training on circulatory response to exercise. Journal of Applied Physiology. 244 (4) : 518-527.
- Bray, G. A. (1973). Obesity in Persoective. Fogarty international center conference,

- Oct. Vol.2, parts 1, 2, DHEW publication No. (NIH) 75-708.
- Bray, G. A. (1979). Obesity in America. Washington, DC V.S. DHEW publication No. (NIH) 79-359, 275.
- Brehm, B. A. (1988) Elevation of metabolic rate following exercise. Sports Medicine 6:72-78.
- Brooks, G. A., T. D. Fahey (1985). Exercise Physiology. Human Bioenergetics and its Applications. MacMillian Publishing Co.
- Brownell, K. D., A. J. Stunkard (1980). Physical activity in the development and control of obesity. In Stunkard, A. J. (Ed.) Obesity Philadelphia, W. B. Saunders, p. 300-324.
- Buskir, E. R. (1987). Obesity. In Skinner, J. S. (Ed.) . Exercise Testing and Exercise Prescription for Special Cases. Philadelphia, Lea and Febiger, p.154.
- Buskirk, E. R. (1987). Obesity. In Skinner, J.S. (Ed.) . Exercise Testing and Exercise Prescription for Special Cases. Philadelphia, Lea and Febiger, p.160.
- Buskirk, E. R. (1969). Increasing energy expenditure: The role of exercise. In Wilson N.L. (Ed.) Obesity. Philadelphia, Davis, p.163-176.
- Chaine, G. et al., (1989). Body mass index as a discriminant function among health-related variables and risk factors, Journal of sports medicine and physical fitness (Rome, Italy) , 29 (3) : 253-261, Sept.
- Davies, A. J., I. M. Baird, J. Fowler, I. H. Milis, J. E. Baille, S. Ratten, A. N. Howard. (1989). Metabolic response to low and VLCD's. American Journal Clinical Nutrition, 49:745-751.
- Davies, K. J. A., Quintanilha, A. T., Brooks, G. A., and Packer, L. (1982). free radicals and tissues damage produced by exercise. Biochemical and Biophysics Research Communications, 107: 1198-1205.
- Denke, M. (1996). Lipids, estrogen status, and coronary heart disease risk in women. Medicine and Science in Sports and Exercise, 28 (1) , 13-14.
- Elrick, H. (1996). Exercise is medicine. The Physician and Sportsmedicine, 24 (2) , 72-78.
- Epstein, L. H., and G.S. Goldfield, (1999). Physical activity in the treatment of childhood over weight and obesity: current evidence and research issues. Medicine and Science in Sports and Exercise, 31 (11) , 553-559.
- Fardy, P. S., et al. (1988). Cardiac Rehabilitation, Adult Fitness, and Exercise Testing. Lea & Febiger. 157-165.
- Foss, M. L. (1984). Exercise concerns and precautions for the obese. In Storlie, J. and H.A.Jordon (Ed.) Nutrition and Exercise in Obesity Management. NY,

- Spectrum Publications, Inc. P.123.
- Gaesser, G. A. (1999) . Thinness and weight loss: beneficial or detrimental to longevity? Medicine and Science in Sports and Exercise, 31 (8) , 1118-1128.
- Garrow, J. S. (1978) . Energy Balance and Obesity in Men. Second edition, NY, Elsevier, p. 243.
- Gillett, P. A., A.T. White, and M. S. Caserta, (1996). Effect of exercise and/or fitness education on fitness in older, sedentary, obese women. Journal of aging and physical activity, 4 (1) , 42-55.
- Gray, D. S., G. A. Bray, N. Gemayel, K. Kaplan. (1989) . Effect of obesity on bioelectrical impedance. American Journal Clinical Nutrition, 50:255-260.
- Gutin, B., N. Cucuzzo, S. Islam, C. Smith, and M. Stachura, (1996) . Physical training, lifestyle education, and coronary risk factor in obese girls. Medicine and Science in Sports and Exercise, 28 (1) , 19-23.
- Hagan, D. R (1988) . Benefits of aerobic conditioning and diet for overweight adults. Sports Medicine 5:144-145.
- Hagan, D. R., J. S. Upton, L. Wong, J. Wittam. (1986) . The effects of aerobic conditioning and/or caloric restriction in overweight men and women. Medicine and Science in Sports and Exercise, 18 (1) : 87-94.
- Halliday, D., R. Hesp, S. F. Stalley, P. Warwick, D. G. Altman, J. S. Garrow. (1979) . Resting metabolic rate, weight, surface area and body composition in obese women. International Journal obesity, 3:1-6.
- Heynard, V. H. (1998) . Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription. 3rd Edition, Human Kinetics, NY, 54-55.
- Howley, E. T. and B. D. Franks (1986) . Health/fitness instructors, Human kinetics publishers. Inc.
- Jackson, A. S., et al. (1995) . Changes in aerobic power of men, ages 25-70 yr. Medicine and Science in sports and Exercise, 27 (1) : 113-120.
- Johnson, W. R., et al. (1974) . Science and medicine of exercise and sports, 2 ed. Harper & Row, New York.
- Keens, T. G., et al. (1977) . Ventilatory muscle endurance training in normal subjects and patients with cystic fibrosis, American Review Respirat Disease, 11:853-860.
- Keys, A. and J. Brozek (1953) . Body fat in adult men. Physiology Review, 33:745.
- Kuipers, H., et al. (1989) . Glycogen synthesis during exercise and rest with carbohydrate feeding in males and females. International Journal of Sports Medicine., 10 (1) 63-67.

- Kyle, S. B., et al. (1989). Variability of responses across training levels to Maximal treadmill exercise. Journal of Applied Physiology, 67 (1) : 160-165.
- Lampman, R. M. and D. E. Scheingart. In Franklin, B. A., S. Gordon and G. C. Timmis (1989). Exercise in Modern Medicine. Baltimore, Williams and Wilkins, pp.156-174.
- Leutholtz, B. L. and R. E Keyser. (1991) Estimation of target heart rate in the obese. Journal Cardiopl Rehabilitation (in press) November.
- Londeree, B. R., et al. (1995) :%V02 max Versus % HR max regression for six modes of exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, 27 (3) :458-461.
- Maccuish, A. C., J. F. Munro, L. J. P. Duncan. (1968) Followup study of refractory obesity treated by fasting. British Medicine Journal 1:91-92.
- McArdle, W. D., et al. (1973). Comparison of Continuous Treadmill and Bicycle Tests for Max VO₂, Medicine and Science in Sports and Exercise, 5:156.
- McArdle, W. D., et al. (1991). Exercise Physiology, Energy, Nutrition, and Human Performance. 3ed. Lea & Febiger.
- Moyer, C. L., R. C. Holly, E.A. Amsterdam, R. L. Atkinson. (1989). Effects of cardiac stress during a VLCD and exercise program in obese women. American Journal clinical Nutrition, 50:1324-1327.
- Miller, A. T. and C. S. Blyth. (1953) Lean body mass as a metabolic reference standard. Journal of Applied Physiology, 5:311-316.
- Musch, T. I., et al. (1989). Cardiac adaptations to endurance training in rats with a chronic myocardial infarction. Journal of Applied Physiology, 6 (2) : 712-719.
- Oscari, L. B. and J. O. Holloszy, (1969). Effect of weight changes produced by exercise, food restriction or overeating on body composition. Journal of clinical Invest, 48: 2124-2128.
- Oscari, L. B. (1973). The role of exercise in weight control. Exercise and Sports Sciences Review, 1:103-123.
- Pacy, P. J., J. Webster, J. S. Garrow (1986). Exercise and obesity. Sports Medicine 3:89-113.
- Pavlou, K. N., W. P. Steffee, R. H. Lerman, B. A. Burrows. (1985). Effect of dieting and exercise on lean body mass, oxygen uptake and strength. Medicine and Science in Sports and Exercise 17:466-471.
- Position of the American Dietetic Association, (1990). Very low calorie weight loss diets. P.722.
- Sedlock, D. A. (1978). Prediction of body density, a validation of four existing

- skinfold regression equations developed for college women. Published master's thesis, East Stroudsburg State College.
- Seidell, J. C., L. S. Visscher, and R. H. Hoogveen, (1999). Overweight and obesity in the mortality rate data: current evidence and research issues. Medicine and Science in Sports and Exercise, 31 (11), 597-601.
- Sloan, A. W., J. J., Burt, and C. S. Blyth,. (1962). Estimation of body fat in young women. Journal of Applied Physiology. 17 (6) . 967-970.
- Talbot, J. M. (1979). Research needs in management of obesity by severe caloric restriction. Bethesda, MD. Life Sciences Research Office, Federation of American Societies for Experimental Biology.
- Tolfrey, K., I. G. Campbell, and A. M. Battercham, (1998). Exercise training induced alterations in prepubertal children's lipid-lipoprotein profile. Medicine and Science in Sports and Exercise, 30 (12) , 1684-1692.
- VanDale, D., W. H. M. Sarris, P. F. M. Schoffelen, F. TenHoot. (1987) Does exercise give and additional effect in weight reduction regimes? International Journal obesity 11:367-375.
- VanDale, D. and W. H. M. Sarris (1989). Repetitive weight loss and weight regain. American Journal Clinic Nutrition 49:409-416.
- VanItallie, R. B. (1980) Reaction: Negative protein balance: food motivated behavior. In Obesity: A comprehensive approach. Columbus, OH. Ross Laboratories, pp. 19-23.
- Wadden, T. A., T. B. VanItallie, G. L. Blackburn (1990). Using VLCD's responsibly. Journal of the American Medicine Association 263:83-85.
- Wadden, T. A., A. J. Stunkardm, K. D. Brownell (1983). Very low calorie diets. Their efficacy, safety and future. Annud International Medicine 99:675.
- Wallace, M. B., B. Mills, and C. Browning, (1997). Effects of cross-training on markers of insulin resistance / hyperinsulinemia. Medicine and Science in Sports and Exercise, 29 (9) . 1170-1175.
- Warwick, P. M. and J. S. Garrow. (1981). The effece of addftion of exercise to a regimen of dietary restriction on weight loss, nitrogen balance, resting metabolic rate, and spontaneous physical activity in three obese women in a metabolic ward. International Journal obesity, 5:25-32.
- Wilmore, J. H., and A. R Behnke (1970). An anthropometric estimation of body desity and lean body weight n young women. American Journal of Clinical Nutrition. 23, March, 267-274.
- Wing, R. R. (1999). Physical activity in the treatment of the adulthood overweight

and obesity: current evidence and research issues. Medicine and Science in Sports and Exercise, 31 (11), 547-552.

Wolf, L. M., H. Courtois, H. Javet, J. C. Schrub (1975) . Physical training associated with semi-starvation in the treatment of obesity. In Howard, A. (Ed.) Recent Advances in Obesity Research. London, Newnan Publishing Ltd. p. 281.

Influences on Body Composition Exerted by Physical Training

*Hui-Mi Wu**

Abstract

Body Mass Index, the percentage of fat in the body, is a standard for judging if a person is corpulent or not. When the value of BMI is between 25 and 27, the person is considered to be slightly overweight; between 27 and 30, prone to disease; and over 30, obese. Obesity is the effective cause of death or heart and vein problems. By means of physical training, a person could manage to lose weight so that the lipid percentage becomes smaller. Basic concepts of the research were established by reading up on the existing documents, and the statistical methods were used to analyze the influences on body composition and metabolism exerted by physical training.

The conclusion shows that a remarkable decrease in the body's fat and an increase in the metabolism rate at a standstill could be caused by taking aerobic training. In order to maintain the rates of oxygen consumption and metabolism, the intensity of the training should be able to keep the pulse rate up to 60% or 70% of the maximum; the training conducted thirty minutes each time, three times a week; and calorie consumption no less than 1250 kilogram calorie.

Keywords: body composition, body mass index (BMI), metabolism rate at a standstill, the maximum pulse rate

* Associate Professor, Office of Physical Education, Feng Chia University.