

第貳章 文獻探討

第一節 分散跑走運動的相關研究

林正常（1990）指出，間歇訓練可以增進有氧系統的能力，間歇訓練由於強度夠、時間長，心臟的最大輸出量增加，因此可以改善有氧系統。

ACSM 長期以來對運動持續時間的建議都維持在 20 到 60 分鐘不等。而對於坐式生活及體適能較差的人如肥胖者，可能無法達到這個要求。雖然在一些研究中，證實短時間（數十秒）反覆性的高強度運動（如間歇訓練）也有增進心肺適能的效果（Williams, Armstrong, & Powel, 2000），但這些高強度的運動，卻可能對這些體適能較差的人，在運動過程中造成危險。因此 ACSM 在 1998 年就提出建議：對許多人而言，仍應以中等強度（55～69% 最大心跳率）的運動來增進心肺適能，而這也是適合有效控制體重的強度。所以，一些肥胖者或是心肺適能較差者實應以中等強度的運動來當作健身運動。另外過去也認為需要實施連續性有氧運動，才能產生訓練效果，不過最近的一些研究指出：三個十分鐘間歇性有氧運動和連續三十分鐘之有氧運動，皆可有效改善心肺功能。而如果時間較緊湊，每週三次，每次運動三十分鐘，則可考慮上午和下午各慢跑十五分鐘（方進隆，1997）。於是 ACSM 也針對間歇運動訓練提出了建議：一天連續運動 20～60 分鐘或一天累積多次 10 分鐘的運動對心肺適能也會有所幫助，亦即每天集中一次的長時間運動與分散多次的短時間運動（每次至少 10 分鐘），其對於改善心肺適能的效果是一樣的，但前提是必須達到足夠的運動強度。

針對 ACSM 所提出的這些分散式運動的論點之後，許多的學者也開始對分散式運動的方法與成效作更深入的探討，並也得到了一些證實。

林瑞興和方進隆（2000）以 22 名安靜血壓值偏高者的青年為對象，分為二組從事十二週不同形式快走訓練，運動強度為最大心跳率 130～140 次/秒，研究結果顯示：每週三次，每次三個 10 分鐘與每週三次，一次 30 分鐘之快走訓練，對改善體適能的效果是一樣的。

黃文俊（1999）在步行運動與兒童健康體適能的研究中指出，國小高年級學童在進行八週間斷性步行運動訓練後，可以明顯改善學童之柔軟度

與心肺耐力，並建議每週至少三天，每次持續 15 分鐘以上，即可以改善或維持適當的健康體適能。

吳益佳（2004）以 30 名男性青少年為受試對象，分為集中式跑步運動組、分散式跑步運動組及控制組。三組都有從事體育課，而集中式運動組再進行每週 3 天、每次連續 30 分、強度為 $70\% \dot{V}O_2R$ 的跑步運動；分散式運動組進行每週 3 天，每天上午及下午各 1 次 15 分鐘，強度為 $70\% \dot{V}O_2R$ 的跑步運動；控制組不從事任何激烈運動。在經過八週的觀察後發現：不論是以集中方式或分散方式的運動組別，均能有效改善青少年之心肺適能。

蔡佩諺（2006）以 45 名國中女生，採登階訓練，分成集中訓練組、分段訓練組及對照組三個組別，集中組每週 3 天，每天每次 30 分鐘，分段組每週 3 天，每天分早、晚各 15 分鐘之登階訓練，強度由 90 拍/分增至 120 拍/分，經八週的訓練後，再進行 800 公尺檢測，結果發現，集中組、分段組與對照組有顯著差異 ($p < .05$)，而集中組與分段組之間則沒有顯著差異。所得結論：集中式或是分段式的訓練，都能相等且有效促進國中女生的心肺適能。

DeBusk 等（1990）以年輕女性為對象，實施 12 週跑步訓練，運動強度為 $65\% \sim 85\% HR_{max}$ ，結果發現：受試者完成 3 次 10 分鐘的運動與持續 30 分鐘的運動，對於改善體適能上，幾乎有相同的效果。

Coleman 等人（1999）即以 32 位 18~55 歲的成年人為對象，採最大心跳率 $55\% \sim 65\%$ 為運動強度，將受試者分為三組分別為：單次運動 30 分鐘、每天 3 次每次運動 10 分鐘、每天多次每次 5 分鐘以上但累積 30 分鐘；三組均採跑走運動，共計 16 週，每週 6 天。結果發現：各組收縮壓也都有改善，表示多次短時間跟一次長時間都可以增進心血管健康，只要一天內累積的運動時間足夠。

Woolf-May 等（1999）針對 56 位中老年人，分成無運動組及不同的運動組別，長時間運動組（LW）每次 20~40 分鐘、中時間運動組（IW）每次 10~15 分鐘、短時間運動組（SW）每次 5~10 分鐘，但每組每天累積相同的運動時間，施以 70% 最大心跳率的運動強度訓練。18 週後於漸增式跑步機測驗中發現，運動組的最後心跳率，比前測皆有明顯減少，（LW：8 beats/min、IW：6 beats/min、SW：10 beats/min、C：0 beats/min; $P = 0.056$ ）。

Donnelly 等人 (2000) 以 22 位無規律運動習慣的女性為對象，採用 60~75% 最大心跳率為運動強度的快走運動，將受試者分為兩組：每週運動三天，每次運動 30 分鐘、每週運動五天每天進行二次 15 分鐘的運動。18 個月後，發現兩組的心肺適能均增加。

針對以上多位學者的研究結果可發現，分散式運動訓練的效果顯然跟集中式運動訓練有著一樣的成效。此外，分散式運動可以藉由中等運動強度來降低肥胖者從事運動的風險性，雖然單次運動持續時間不長，但只要累積足夠的運動時間，同樣可以提昇心肺適能、改善收縮壓及運動後恢復心跳率，並增進心血管健康。

第二節 運動與心跳率之相關研究

陳江圳 (2005) 指出心跳率是反映人體生理機能最容易測定的指標，也是體育和訓練中最有用和最容易獲得的反應身體機能狀態的指標，亦即人體的心跳率可以反映出身體對於運動負荷的感受，與運動強度成直線關係，故可以心跳率作為運動強度的指標。心跳率在運動生理學以及訓練學上常被拿來作廣泛的利用，心跳率的測量可評估人體的體能狀態，也可以評估心肺功能的好壞，並作為設定運動強度的依據。雖然最大攝氧量長久以來都被運動生理學家拿來評量個人心肺適能或心肺耐力的的重要指標，同時也被運動教練用來擬定訓練處方，訓練選手的一項參考依據與工具，然而最大攝氧量的測量需要藉助昂貴的設備儀器，而測量過程也相當煩瑣，因此，許多的研究人員也都努力尋求另一種簡易的替代方法，而心跳率便是一個簡易測量的評量指標。許多學者也證實心跳率和攝氧量有著極高的正相關，都能拿來評估個人的有氧適能，是很好的運動生理效標 (Aquilano, 1968)。林正常 (1997) 就指出，經過運動之後，心跳率的恢復速度，可作為身體代謝水平的好壞評估，體能較佳者恢復得較快，而體能較差者則恢復得較慢。王順正 (1998) 就認為，人體在固定負荷下持續運動時，心跳率會隨著時間逐漸增加，而心跳率增加的速度快慢與其體能狀況有關。所以說，運動時心跳率的變化不但可以反映出個人的攝氧量變化，也可以顯示運動時的運動強度。另外，人體在安靜時的安靜心跳率也常被用來評估個人體適能的好壞程度，如長期從事長跑運動的訓練，便是有助

於增進心肺適能且可以降低安靜心跳率（黃榮松等，2001）。

當人體長時間運動時，由於體內代謝熱大量的生成，此時除了運動肌群需要大量的血液之外，皮膚表層也需要較多的血流量來進行散熱，因此對有限的心輸出量相互競爭，靜脈回流量逐漸減少，使得心搏每跳輸出量下降，心跳率也就跟著加速上升（黎俊彥、龍田種，1996）。

黃新作與黎俊彥（1997）針對 9 名健康非肥胖男性大學生，以漸增負荷運動研究中測量心血管反應發現，為了維持肌群適當的血液灌流，心跳率會隨運動負荷的增加而成正比上升，並隨著負荷的消失而遞減。

適度的運動訓練會增進心肺功能，彭鈺人（1998）認為正確而適當的運動對於心臟的具體成效應包括可以加大冠狀動脈直徑，促進側枝循環，改善心肌的血氧灌注，因此增加心肌的功能，提高心力貯備量。也就是說，運動可以讓心臟的每博量增加，交感神經與副交感神經的興奮與抑制受到適當的調整，從而使心跳維持於合理正常的節律狀態。

在許多訓練中，我們可以發現體能較佳的運動選手，在運動時心跳率的增加速度比較慢，而運動後恢復期心跳率回復到運動前安靜時心跳率的時間也較體能差的選手短。

Imachi & Man（1984）以固定式腳踏車運動，測量受試者在運動中及運動後恢復期的心跳率變化情形。結果發現：受過良好運動訓練的馬拉松運動員，在運動開始時的上升率來得較慢，而在運動後恢復期的心跳下降率，則比未受過訓練的健康男性來得快。

綜合上述文獻，我們可以發現以往以最大攝氧量來當作評估一個人的心肺能力的生理指標，其實也可以用心跳率來評估，兩者之間有著顯著的相關，心跳率的監控不但比最大攝氧量來得方便，更是容易取得。而透過適當的運動訓練，也可以改善心肌功能，降低運動時的心跳率，提升運動時的安全及效率，進而達到健身的目的。而運動之後，心跳率的恢復速度，可作為身體代謝水平的好壞評估，但有關肥胖者運動恢復期心跳率的相關研究並不多，是否肥胖者經由長期運動訓練後能使其在運動恢復期心跳率之回復速度有所提升，值得加以研究。

第三節 運動與血壓之相關研究

大家都知道，有高血壓的人不適宜高強度的無氧運動，然而有很多的

專家學者指出，治療高血壓的方法包括服用藥物及改變生活型態，而改變生活型態則有減重及運動等方法，至於運動的方式，有氧運動是不錯的一個選擇，透過中、低強度的訓練，能有效改善高血壓的病狀。經由正確而適當的運動，可以使心血管系統發揮儲備能力，提高心跳率，加強心肌收縮力量，擴張血管減低血流阻力，使得心輸出量增加，對器官與組織提供更充分的血氧補給，改善因血壓過高或過低所造成的機體能量供應不足的現象，進而達到將高血壓降下來、低血壓升上去的雙向調節作用（彭鈺人，1998）。

Tipton (1991) 指出：耐力運動有降低血壓的效果，如果是長期從事有氧性的運動，效果更是明顯。Hagberg (1990) 也指出：參與有氧運動後，約有 70% 的受試者的收縮壓與舒張壓會顯著地降低。Kokkinos, Narayan & Papademetriou (2001) 則發現從事有氧運動會有效降低高血壓患者的血壓，收縮壓降低 10.5mmHg，舒張壓降低 7.6mmHg。而若是以高血壓的發生率來說，體能較佳者的發生率低於體能較差者，因此運動員的血壓明顯較非運動員低。羅俊欽 (1998) 認為運動療法是利用從事規律運動來控制高血壓，且長期運動能造成身體機轉的改變而使血壓降低，完全不需藥物，不但不會增加醫療費用，更不用耽心副作用，可以說是一種最自然的療法。黃國禎與陳俊忠 (1998) 也指出，高血壓的控制可分為藥物性及非藥物性治療，透過規律運動是一種有效控制血壓的非藥物性治療方法，又能降低對藥物的依賴。換句話說，若是想要控制血壓，運動是一項很好的處方。

傅正思 (1996) 研究指出，運動中的血壓變化情形，和心跳率非常類似，也就是當運動的強度增加時，血壓也相對的升高。這主要是因為血壓 = 阻力 × 心輸出量，當運動強度逐漸增加時，心跳率增加，相對的心輸出量也增加，在阻力減少的幅度不及心輸出量增加程度的狀況下，血壓自然而然的會上升。但當運動的負荷保持一定時，血壓的變化則又不相同。收縮壓在長時間固定負荷的運動中，會稍微增加，當運動呈現穩定狀態時，其增加的幅度並不會太大；而舒張壓由於周圍阻力的降低，且心輸出量增加幅度不大的情況下，和運動前比較，反而會有稍微降低的現象發生。

Imachi and Man (1984) 研究發現，受過良好運動訓練的馬拉松運動員，不管是在運動中或是運動後恢復期的血壓變化起伏較不明顯，而未受訓練

的健康男性則血壓變化起伏較大而明顯。

很多的研究報告也指出，耐力性的運動會有運動後低血壓現象，Kaufman 等人（1987）以高血壓患者、一般年輕人及一般老年人做五十分鐘跑步機運動後血壓反應的研究，運動強度設定為最大心跳率 67%，結果發現，這三組受試者在運動後恢復期的收縮壓和舒張壓都有明顯的降低。

運動後的血壓下降現象，如果以運動恢復期所持續的時間來看，則有非常大的範圍；短從 3~10 分鐘、長到 170 分鐘，最主要的原因取決於實驗設計的方法（傅正思，1996），例如：不同的運動方式、不同的運動強度以及不同的運動持續時間，這些不同的實驗變項設計，對於運動後恢復期血壓的恢復時間也都會有不同的影響，並造成不同的實驗結果，但是可以肯定的是，長時間的運動訓練，對於一些有關心血管方面的疾病，是有助益的。

Boone 等人（1992）以年齡 22~34 歲之間的男性八位，從事腳踏車運動，以 60%VO₂MAX 的運動強度運動 60 分鐘，休息 29 分鐘。發現在運動恢復期，血壓下降發生在 9~29 分鐘之間，平均收縮壓下降了 12 ± 1mmHg。

Brown 等（1993）以十二位血壓正常的男性，從事腳踏車運動 45 分鐘，休息 60 分鐘，運動強度為 54 ± 5%VO₂max，並於運動後恢復期第 5、15、20、40、60 分鐘的血壓變化情形，發現收縮壓在運動恢復期第 15、20、40 分鐘時，血壓明顯的下降了。

雖然高血壓患者不適宜做劇烈的運動，然而就前述多位專家學者的研究發現，適當的運動方式配合適度的運動強度，是可以有效的降低高血壓的症狀的。而我們也發現經過運動訓練的運動員，不管是在運動中或是運動後恢復期的血壓，都比未受過運動訓練的人起伏變化來得小。也就是說，適度的運動訓練對一般人的血壓生理值是有正面助益的。由於血壓在運動後儘早回復基礎值可以代表其有擁有較好的心血管功能，但肥胖國中男生運動後恢復期血壓的相關研究不多，因此，值得加以研究。

第四節 運動與體溫之相關研究

人體體內溫度（核溫，Core temperature）的調節是非常精密的，而身體的恆溫調節更是重要，因為體溫的變化會影響到細胞的構造和代謝的途

徑。正常的人體核溫約是攝氏 37 度 C，當人體體溫超過 45 度 C 或是低於 34 度 C，便有可能造成死亡。人體體溫的調節中樞在下視丘，藉由恆溫系統來控制：熱產生中樞及熱散失中樞來完成，且兩者呈現一種交互抑制的作用，即當中一個被刺激而興奮起來的時候，則另一個就被抑制，反之亦然（林文絹等，1997）。體溫調節是為了維持體內溫度的穩定，來防止身體過熱或過冷，其原理則是藉由熱生成與熱散失的速率來控制，當產熱的速率與散熱的速率相等時，身體的核溫便會達到穩定。

根據黎俊彥及林威秀（2002）針對幼童與成人體溫調節能力差異的研究報告中指出，於熱溫環境中，幼童的體溫調節能力較之於成人的體溫調節能力易受到影響，如有較高的皮膚及核心溫度、皮膚血流。但在常溫環境中，幼童和成人的體溫調節能力則無差別。而研究也顯示，處於常溫環境運動中或運動後，學童和成人對於體溫調節的反應也相似（Bar-Or, 1989）。

運動時，收縮的骨骼肌會產生大量的代謝熱，此時身體溫度的調節主要是藉由熱散失的速率來控制，而人體的血液則具備了協助體熱運送的功能，當身體因運動而過熱須要散熱時，可以藉由血管擴張功能增加運送到皮膚的血流量，使得熱散失。如果運動的強度愈強，所產生的代謝熱也就愈多，體溫也就會更容易上升。Smolander, Kolari, Korhonen & Ilmarinen（1986）研究發現，運動時的強度會與身體核心溫度的增加程度成一正比線性關係，且兩者之間有著顯著的相關。而如果是為了防止熱散失，則透過皮膚血管的收縮，使得血液遠離體表，便可減少體熱的散失而維持體溫。

Liang 和 Norris（1993）曾經以雷射都卜勒血流計測量小腿、大腿、二頭肌最大圍及胸部的皮膚血流量，運動後立即測量，結果顯示，這四個部位的皮膚血流量都有明顯的增加，其中以大腿最高，其次是二頭肌、胸部、小腿。這顯示出，皮膚血流量的增加，代表著體熱的持續散失。

黃新作與黎俊彥（1997）針對 9 名平日無規律運動習慣或每週僅從事一次有氧運動的非肥胖健康男性大學生為對象，以電動腳踏車測功器來進行最大衰竭運動，結果發現核心溫度及皮膚溫度除了運動初期外，隨運動負荷增加而成正比線性上升，並於衰竭時達到最高溫，且運動自始至終核溫均高於膚溫，而膚溫之變化量大於核溫。

Armstrong & Maresh (1995) 指出青春期前的兒童和成年人在運動時溫度調節的量有所不同，主要受到單位體重所產的熱量、相對體表面積、排汗量、汗液成份等等因素的影響，而兒童在熱環境下的忍受性不如成年人，這可能和心血管因素有關而與熱壓力無關。而肥胖者運動中的體溫調節機能比非肥胖者差的原因主要在於肥胖者心肺適能較差，因此運動中為能滿足活動肌的血流量供其代謝使用、又必須增加流經皮膚的血流量供其調節上升的核溫，因此容易造成對有限的心搏出血量相互競爭的現象 (Nadel, 1979)。此外，肥胖者的體脂肪過多，而過多的脂肪組織易造成較厚的絕緣體，而妨礙體內核溫的輻射、傳導、對流及蒸發、流汗的散熱作用 (Gisolfi, 1970)。

根據以上文獻，運動會因為代謝熱的關係而使得體溫上升，然而為了降低體溫，體內會透過傳導、對流、輻射及蒸發等方式來散熱。其中體內核溫的變化起伏是較穩定的，而膚溫則因為與外界環境接觸，使得溫度的變化起伏也較大。而經由這些散熱機轉，達到體溫穩定平衡。當運動停止後，因代謝熱的減少，體溫也會慢慢的下降。肥胖者由於體脂肪過多，容易造成較厚的絕緣體，進而不利運動過程中或恢復期的散熱。

第五節 青少年肥胖與運動之相關研究

肥胖青少年在健康上會有許多問題，而以心血管方面為主要疾病，另外在運動體能成績表現上也都明顯的比一般正常體位青少年來的差。而且肥胖者更因為運動量不足，造成肌力、肌耐力與心肺耐力等體能也愈差，使得肌肉質量減少，基礎代謝率跟著下降，能量消耗也相對的減少 (方進隆, 1993)。丁文貞 (2001) 便針對 274 位肥胖與非肥胖國小學童身體活動量與健康體適能的關係做研究。學童們須接受三日身體活動量回憶紀錄表填寫，以及體適能相關檢測。結果發現：肥胖學童比非肥胖學童在體適能的表現比較差，而且身體的活動量也要來的低。如此惡性循環，當然胖者愈胖。

根據陳佳儒 (1994) 針對 5-6 歲肥胖與正常男幼兒的活動量及體適能之比較研究中發現，肥胖男幼兒的絕對握力顯著大於同年齡的正常男幼兒，但在單位體重之相對握力卻顯著來的低。另外在軀幹柔軟度方面，肥胖者

也顯著的低於正常者。而宋維煌（1989）在比較國中肥胖與正常體位學童的絕對握力與腹肌耐力時也指出，雖然在絕對握力方面，兩組無顯著差異，但肥胖國中生在腹肌耐力的表現上，卻顯著低於正常體位國中生。

姜義村（1997）以 91 位年滿六歲未滿七歲的男幼童為對象，利用幼兒登階測試來檢測幼兒心肺適能，並比較肥胖與正常幼兒心肺適能的差異性。結果發現：幼兒肥胖的程度和收縮壓呈現中度正相關，和舒張壓也有低度正相關，表示愈肥胖的幼兒，其血壓有較高的傾向。而在登階運動進行中，肥胖幼兒的心跳數上昇時間也較正常組快。在登階運動進行完成之後，肥胖幼兒的心跳數在同一時間內下降次數比正常組來的少。因為肥胖者心肺調節能力較差，需靠較多的心跳數以維持心輸出量。

運動訓練對肥胖的效果，有些學者認為可以有效減少體重，但也有部分學者認為，運動訓練並不能使身體脂肪百分比或是體重下降。不過就整體而言，運動訓練對肥胖者的健康是有正面效益的（林瑞興，2000）。Blair 和 Brodney（1999）研究就指出，體適能較好或具較高身體活動量的肥胖者，較之於體適能較差或低活動量的肥胖者有較低的疾病罹患率或死亡率。

林秋霞（2001）以國小 40 名高年級過胖男女學童，分成 20 名為實驗組，20 名為對照組，經過八週，每週五天實施新式健身操教學活動，發覺透過運動介入後，實驗組的肥胖學童不管是在身體組成、柔軟度、肌耐力及心肺功能的表現上皆有顯著的提昇。

洪維振（2003）以過胖的國小高年級男、女學童 30 名為實驗組，30 名為對照組，採漸進原則，運動強度為 55~70%HRmax，以伸展操、體能循環訓練及跑走訓練為主要運動項目，每週 3~4 次，10 週之後發現：實驗組在身體組成、柔軟度、肌耐力、瞬發力、心肺耐力等前後測，皆達顯著水準（ $p < .05$ ）。實驗組與對照組後測在體適能數值亦達顯著水準（ $p < .05$ ）。因此得到結論，運動介入對國小肥胖學童身體組成、體適能的表現有正面影響和提昇。

肥胖青少年不管是在身體組成方面，肌力、肌耐力及心肺適能上，都要比一般正常青少年來的差，但是透過運動課程，以合適的運動項目搭配適當的運動強度、頻率來訓練，是可以改善這些差異的。

第六節 本章總結

由以上文獻之探討，我們可以發現：

- (一) 分散式運動訓練的效果顯然跟集中式運動訓練有著一樣的成效。此外，分散式運動可以藉由中等運動強度來降低肥胖者從事運動的風險性，雖然單次運動持續時間不長，但只要累積足夠的運動時間，同樣可以提昇心肺適能、改善收縮壓及運動後恢復心跳率，並增進心血管健康。
- (二) 適當的運動訓練，可以改善心肌功能，降低運動時的心跳率，提升運動時的安全及效率，進而達到健身的目的。而運動之後，心跳率的恢復速度，可作為身體代謝水平的好壞評估，但有關肥胖者運動恢復期心跳率的相關研究並不多，是否肥胖者經由長期運動訓練後能使其在運動恢復期心跳率之回復速度有所提升，值得加以研究。
- (三) 適度的運動訓練對一般人的血壓生理值是有正面助益的。由於血壓在運動後儘早回復基礎值可以代表其有擁有較好的心血管功能，但肥胖國中男生運動後恢復期血壓的相關研究不多，因此，值得加以研究。
- (四) 心肺適能較差與脂肪過多是影響肥胖者運動中與運動後恢復期的體溫調節機能的重要因子。
- (五) 肥胖青少年不管是在身體組成方面，肌力、肌耐力及心肺適能上，都要比一般正常青少年來的差，但是透過運動課程，以合適的運動項目搭配適當的運動強度、頻率來訓練，是可以改善這些差異的。