

## 第貳章 相關文獻探討

### 第一節 兒童肥胖之判定

#### 一、兒童肥胖之測量

人體身體組成是身體內骨骼、肌肉、脂肪等主要結構成分所構成。肌肉與骨骼在身體內的變化較為穩定，因此一般身體組成的測量，主要是針對體脂肪的測量，了解身體內脂肪重量。所謂的兒童肥胖就是指攝取能量過多，造身體內脂肪組織堆積過多的情形 (Dietz, 1991)。

目前唯一直接測量身體組成的方法是使用化學分析法 (chemical analysis)，是將身體融化在化學溶液中進行分析，此方法需有特殊的設備及屍體，臨床上不可能施行，因此目前所使用的身體組成分析方法，皆是於對身體組成的間接評估。水中秤重法 (underwater weighing) 測量人體體積及身體密度，並進一步得知脂肪百分比與去脂體重，此方法準確性高，故有「黃金標準」(gold standard) 之稱。但因水中稱重手續較為複雜、設備昂貴、體積大又無法移出實驗室外使用。因此國內在進行健康體能檢測或教學時，時有採用皮脂厚度 (skinfold) 或生物電阻法 (bioelectrical impedance analysis) 進行身體組成的評估。皮脂夾攜帶輕便，與水中稱重具有高相關 (劉立宇，1991)，但因測量部位較多，會因測量者不同而有所差異，且換算公式複雜。生物電阻法是利用微弱電流通過人體後，測量其所產生的電阻，再根據迴歸公式計算體脂肪的含量。由於操作方便，熟練者與非熟練者在技能上並無差異，且安全易於攜帶、測量時間少，故漸被實驗室、醫院、減肥中心廣為使用，但也有無法做大樣本的遺憾。

世界衛生組織 (2000) 基於身體質量指數與身體脂肪量和與罹病率或死亡率有極高的相關性，故採用身體質量指數為肥胖指標。雖然身體質量指數與皮脂厚及水中稱重有

高相關 (Recicki & Isrel, 1986)，且方法簡便，但準確性仍較實驗室檢測為低。目前國內行政院教育部、衛生署等單位面對大樣本的健康體能檢測，建議採用測量身高、體重換算之身體質量指數進行身體組成的評估。

表 2-1-1 各種身體組成測量方法的比較

方法	經濟性	方便性	準確性
化學分析法	價格高	操作困難	高
水中秤重法	價格中等	操作困難	高
生物電阻法	價格中等	操作容易	中等
皮脂厚度	價格低	操作容易	中等
身體質量指數	價格低	操作容易	低
重高指數	價格低	操作容易	低

此表為研究者自行整理。

## 二、身體質量指數於兒童肥胖測量之應用

雖然身體質量指數已經被廣泛當成肥胖檢測工具，但代表的意義是相對於身高過多體重的指數，並非代表過多的體脂肪。況且兒童生長成熟過程，除了脂肪量的影響外，身體質量指數也會反映出身體非脂肪質量的改變，這樣的情況使的身體質量指數在兒童肥胖判定使用上更加複雜。

Gran, Leonard and Hawhorne (1986) 以美國第一次全國健康與營養調查 (National Health and Nutrition Examination Survey, 簡稱 NHANES I) 樣本資料進行分析，結果發現 5 至 15 歲孩童身體質量指數與身高的相關約為 0.25。此外身體質量指數也反應出身體特性，5 至 50 歲受試者身體質量指數與相對坐姿高度 (坐高除以身高) 相關至少 0.15 以上，這代表腿短的人會有較高的身體質量指數。此外 5 到 60 歲的受試對象，從

身體質量指數和胸骨寬相關(至少 0.37 以上)及肱三頭肌皮脂厚相關(至少 0.56 以上)發現,表示身體質量指數是會受到人體非脂肪及脂肪組成的影響。

Stephen, Philip and John (1997) 以雙能量 X 光吸收法評估 192 位 7 到 17 歲健康孩童脂肪量與脂肪百分比,結果發現研究對象身體質量指數雖和體重 ( $r=0.78\sim 0.88$ )、體脂肪量 ( $r=0.85\sim 0.96$ ) 與體脂肪百分比 ( $r=0.50\sim 0.83$ ) 有顯著的相關存在外 ( $p < .001$ ),但是亦和年齡 ( $r=0.45\sim 0.64$ )、身高 ( $r=0.41\sim 0.63$ )、生長成熟 ( $r=0.42\sim 0.55$ ) 等變項有顯著相關 ( $p < .001$ )。

Pietrobelli 等 (1998) 為驗證身體質量指數能有效預測孩童體脂肪,以雙能量 X 光吸收法評估 198 位 5 到 19 歲孩童脂肪量與脂肪百分比進行迴歸分析,結果發現身體質量指數和脂肪質量 (男童  $R^2=0.85$ , 女童  $R^2=0.89$ ) 及脂肪百分比 (男童  $R^2=0.63$ , 女童  $R^2=0.69$ ) 有很高的相關。不過也發現身體質量指數相似的研究對象在並非代表會有相似的脂肪量及脂肪百分比存在。

Maynard 等 (2001) 針對 387 位健康孩童從 8 歲開始進行至 18 歲的長期身體組成與身體質量指數相關的研究。研究結果指出在不同性別各年齡身體質量指數與體重有顯著的相關 (男童  $r=0.91\sim 0.95$ ; 女童  $r=0.83\sim 0.94$ )。但是 10 至 14 歲男童 ( $r=0.36\sim 0.43$ )、9 至 18 歲女童 ( $r=0.43\sim 0.78$ ) 的身高與身體質量指數有顯著相關 ( $p \leq .005$ ),研究結果說明孩童身體質量指數不像成人與身高並無相關存在。值得注意的是 8 至 13 歲女童身體質量指數與非脂肪量相關 ( $r=0.65\sim 0.72$ ),甚至高於與體脂肪百分比的相關 ( $r=0.43\sim 0.64$ ),可見在兒童使用身體質量指數時應當注意身體脂肪與非脂肪量的組成。

Freedman 等 (2005) 以 1995 至 2000 年 1196 位 5 到 18 歲學童為對象,以雙能量 X 光吸收法測量其身體組成,了解身體脂肪與非脂肪與身體質量指數間的關係。他們發現

身體質量指數（體重/身高<sup>2</sup>）是由脂肪指數（脂肪量/身高<sup>2</sup>）與非脂肪指數（非脂肪量/身高<sup>2</sup>）所組成。身體質量指數位於該年齡常模 85<sup>th</sup>百分位數以上的兒童，脂肪指數與身體質量指數有很高的相關（ $r=0.85\sim0.96$ ）；相對地，身體質量指數位於該年齡常模 50<sup>th</sup>百分位數以下的兒童，非脂肪指數與身體質量指數有高相關（ $r=0.56\sim0.83$ ）並高於脂肪指數（ $r=0.22\sim0.65$ ）。

根據以上文獻顯示，身體質量指數在孩童使用上有許多限制。例如，身體質量指數之所以廣泛應用於定義成人肥胖，主要是因為身體質量指數不受到身高的影響，但是並不能真正適用於孩童。另外，雖然孩童身體質量指數與全身脂肪量及體脂肪百分比有很高的相關，但是身體質量指數也和非脂肪量有相關，這主要是受到孩童成長的比率與成熟階段的影響。這代表僅靠身體質量指數判別會有少部分真正過重孩童不會被區別出來，造成有過重或肥胖問題的孩童無法真正有效的被篩選進行醫療及預防的介入工作。

### 三、腰圍在兒童肥胖測量之應用

身體質量指數代表是整體身體型態，並不能真正標明身體脂肪的分佈以及中央或深層脂肪帶來代謝症候群的危機，近年來無論是在成人或是在孩童，與身體脂肪分佈有關的腰圍測量也開始受到重視。

Lemieux, Prudhomme, Bouchard, Tremblay and Després (1996) 研究 213 位男性及 190 位女性，當內臟脂肪區域達 130cm<sup>2</sup>時，男性身體質量指數小於 25kg/m<sup>2</sup>，腰圍為 93.9 公分、腰臀圍比則為 1.02，身體質量指數大於 27kg/m<sup>2</sup>者腰圍為 96.2 公分、腰臀圍比為 0.93，女性身體質量指數小於 25kg/m<sup>2</sup>腰圍為 94.2 公分、腰臀圍比為 1.06，身體質量指數大於 27kg/m<sup>2</sup>者腰圍為 98.4 公分、腰臀圍比為 0.96。結果發現腰圍在體重正常及過重的男女性結果是相似的，反而體重正常者腰臀圍比較過重者為高，因此研究結果建議腰圍比腰臀圍比更適合於腹部脂肪組織測量。

Rexrode 等 (1998) 從 1986 至 1994 追蹤 44702 位女性，了解腰圍是否適合在於預測女性冠狀動脈心臟疾病的發生。研究結果發現腰圍越大者，有高血壓、糖尿病、高膽固醇指數等情況的人數就越高；另外腰圍大於 96.5 公分比腰圍小於 71.1 公分的女性有 3.06 倍相對機率罹患冠狀動脈心臟疾病。

所以在成人肥胖的研究，腰圍被認為是能有效了解內臟脂肪組織的參考指數，也是慢性疾病及死亡率的預測因子。目前國內行政院衛生署國民健康局在 2004 年公佈的中華民國「代謝症候群」臨床診斷準則內容中就有列出男性腰圍 90cm、女性 80cm 的臨界值。

反觀在兒童的研究，Flodmark, Sveger and Nilsson-Ehle (1994) 針對 29 位 14 歲肥胖和 32 位 12 歲肥胖兒童分析過重、身體脂肪分佈和血壓、載脂蛋白和脂蛋白的關連性。結果指出腰圍與高密度脂蛋白 ( $r=-0.39, p<.05$ )、三酸甘油脂 ( $r=0.45, p<.001$ )、載脂蛋白 B ( $r=0.27, p<.05$ ) 和載脂蛋白 B:AI 比值 ( $r=0.32, p<.05$ ) 的相關達顯著。研究結果表示在 12 至 14 歲肥胖孩童腹部肥胖與脂蛋白有關聯，換言之，早期腹部肥胖的發展可能會造成日後成人代謝疾症的發生。

Higgins, Gower, Hunter, and Goran (2001) 橫斷式研究 87 位 4 至 11 位孩童試圖定義兒童肥胖，研究發現體脂肪百分比與腰圍和胰島素 ( $p<.001$ )、高密度脂蛋白 ( $p<.01$ )、低密度脂蛋白 ( $p<.05$ )、三酸甘油脂 ( $p<.01$ ) 等心血管危險因子有顯著相關存在。研究結果也提出體脂肪高於 33%、腰圍 71cm 以上的兒童會比一般兒童有更高的機會罹患心血管相關疾病。

Brambilla 等 (1994) 針對 10 至 15 歲 23 位肥胖與 21 位正常體重學童，以核磁共振方式進行體脂肪評估。結果發現肥胖組學童在腹部內在脂肪 ( $p<.0002$ )、上臂脂肪

區域 ( $p < .0001$ )、小腿脂肪區域 ( $p < .0001$ ) 均顯著高於正常學童。腹部內在脂肪與膽固醇 ( $r = 0.54$ ,  $p = .02$ )、三酸甘油酯 ( $r = 0.46$ ,  $p = .04$ ) 有顯著的相關存在。雖然評估腹部脂肪最好的方法是採用影像技術，但腰圍測量經研究證實與腹部脂肪相關程度高，適合於大樣本的研究，近來發現許多國家開始使用腰圍作為兒童及青少年肥胖判定標準，義大利 (Zannolli & Morgese, 1996)、西班牙 (Moreno, Fleta, Rodriguez, Sarría & Bueno, 1999)、加拿大 (Katzmarzyk, 2004) 等國的研究學者紛紛投入著手建立兒童及青少年腰圍參考百分等級，日本 2002 年公佈 18 歲以下兒童肥胖判定標準 (引自 Ohzenki, 2003) 更提出腰圍 80cm 作為日本國內兒童肥胖症判定的參考指標之一。

國內目前對於兒童肥胖的相關研究，部分是以年齡別的身體質量指數百分位數為標準，部分研究採用重高指數 (陳偉德、江界山、黃伯超, 1999)、標準體重 (王凱助、蘇國雄, 1995)、皮脂厚 (黃奕清, 1995) 等作為肥胖鑑定指標。由於這些研究所使用的肥胖鑑定標準不同，研究方法與資料的不全，以致於這些研究結果無法更深入地比較。因此就大樣本的健康體適能檢測或教學研究所需，訂定簡易測量、容易推算的身體脂肪百分比測量方法，以做為當前在健康體能檢測，教學或推廣時解釋身體組成較佳的方法，成為未來相當值得進一步研究的問題。

## 第二節 PACER 測驗之相關研究

### 一、PACER 測驗的由來

PACER (Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run) 測驗是由 Léger 和 Lambert 於 1982 年提出，當時稱為 20-meter shuttle run test (20-MST)，是屬於漸進式的有氧心肺適能測驗。1987 年時，Léger 等人修改了測驗內容，把每一階段 (stage) 時間縮短，由原本的 2 分鐘，縮短為 1 分鐘，並將測驗強度由每階段消耗 1Met 改為以速度 ( $m \cdot s^{-1}$ ) 計算。

PACER 測驗是在相距 20 公尺的二平行線漸速來回跑，開始 1 分鐘的速度為 8.0km/h，每一跑步階段為 1 分鐘，每分鐘增加速度 0.5km/h。測驗時並加入輕快的音樂以利受試者配速，當累積 2 次無法跟上速度便判定測驗結束。

## 二、PACER 預測最大攝氧量之相關文獻探討

Léger 等 (1982) 在提出 PACER 測驗時，並以 59 位男性、32 位女性，年齡為 24 至 28 歲，進行最大攝氧量與 PACER 的相關研究。結果指出最大攝氧量與 PACER 相關值達 .92，並以最大速度 ( $X$ ,  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) 來預測最大攝氧量，求得迴歸公式： $VO_{2\max} = 5.875x - 19.458$ ， $SEE = 2.6 \text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

Léger 等 (1988) 以 188 位加拿大小學生和 77 位成人進行最大攝氧量與 PACER 的相關研究。結果指出小學生與成人以 PACER 測驗方式預測最大攝氧量均達到統計上的顯著，分別為 0.85 及 0.95，同時求得迴歸公式為  $VO_{2\max} = 31.025 + 3.238X_1 - 3.248X_2 + 0.1536X_1X_2$  ( $X_1 = \text{PACER 趟數之最高速度}$ ， $X_2 = \text{年齡}$ )， $SEE = 5.9 \text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。Léger 等提出的預測公式所計算出最大攝氧量估計值與經跑步機所測得最大攝氧量實際值相關達 0.71。因為 Léger 等人是以大樣本進行研究之外，研究過程嚴謹，所得之誤差亦未達顯著差異，因此所提出之迴歸公式至目前為止研究 PACER 測驗時最常被使用的預測公式。

Liu, Plowman and Looney (1992) 則以 48 位 (男性 22 位、女性 26 位) 年齡 12 至 15 歲美國學生，考驗 Léger 等人所提出的預測公式在美國學生的適用性，將預測公式中求出最大攝氧量與實際最大攝氧量實際值求取相關，結果顯示男、女相關值分別達 0.65、0.51，均達到統計的顯水準 ( $p < .05$ )。因此 Léger 等人所提出的預測公式是適用於美國 12 至 15 歲的學生。

Barnett, Chan and Bruce (1993) 以 55 位 (男性 27 位、女性 28 位) 年齡 12 至 17 歲香港華人學生, 考驗 Léger 等人所提出的預測公式, 預測公式中求出最大攝氧量與實際最大攝氧量實際值求取相關, 結果顯示相關達 0.72 ( $p < .0001$ ), 同時提出 PACER 測驗適合實際應用於學校環境。Barnett 等並提出迴歸公式  $VO_{2max} = 24.2 - 5.0(\text{性別}) - 0.8(\text{年齡}) + 3.4(\text{最大速度})$  ( $r=0.82$ ,  $SEE=4.05.9\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), 其中性別變項若為男性則數值為 0, 女性數值為 1。

Matsuzaka 等 (2004) 針對 132 位 8 至 17 歲兒童及 155 位 18 至 23 歲成人, 根據跑步機測得最大攝氧量實際值以求發展適合日本兒童及成人最大攝氧量預測公式, 並考驗 Léger 等預測公式的適用性。結果提出適合於日本兒童及成人最大攝氧量預測方程式 ( $R^2=0.88$ ) 及兒童 ( $R^2=0.80$ ), 並發現 Léger 等提出的預測公式在日本成年男性部份會有顯著低估情形發生。

### 三、PACER 測驗與其他心肺適能測驗之比較

從以上文獻 PACER 測驗經許多研究證實是可以有效預測最大攝氧量。有學者陸續開始關注 PACER 與其他心肺適能測驗在最大攝氧量預測上做比較是否有所差異。Mechelen and Kemper (1986) 以 82 位 (男性 41 位、女性 41 位) 年齡 12 至 14 歲學生, 進行 PACER、6 分鐘耐力跑以及最大攝氧量的測試, 結果顯示最大攝氧量與 PACER 的相關值為 0.76, 而 6 分鐘耐力跑與最大攝氧量的相關值為 0.63, PACER 與 6 分鐘耐力跑在最大攝氧量的預測上均達顯著水準 ( $p < .05$ ), Mechelen 等認為 PACER 的相關值高於 6 分鐘耐力跑, PACER 測驗在最大攝氧量預測準確性及實用性上是高於 6 分鐘耐力跑。

Boreham, Paliczka and Nichols (1990) 以 41 位 (男性 23 位、女性 18 位) 年齡平均約 15 歲學生, 進行 PACER、PCW<sub>170</sub> 以及最大攝氧量的測試, 結果發現 PCW<sub>170</sub> 與最大攝



氧量的相關值為.84，PACER 與最大攝氧量的相關值為 0.87。Boreham 認為 PACER、PCW<sub>170</sub> 均能有效的預測最大攝氧量，但在考慮時間及實用性下，PACER 測驗是較合適測驗方法。

McNaughton, Hall and Cooley (1998) 以 32 位約 20 歲的成年男性分別接受慢跑、1.5 英哩跑、Cooper12 分鐘跑及 PACER 四種心肺適能測驗。McNaughton 等以其他學者所提出的各測驗項目提出的預測公式求出受試對象的最大攝氧量預測值，之後再與實際測得之實際值相比較。雖然四種測驗均達到統計上的顯著水準 ( $p < .05$ )，Cooper12 分鐘跑相關值 0.87 為最高，其次為 1.5 英哩跑和 PACER 測驗為 0.85，慢跑 0.50 為最低。

楊忠祥 (1993) 以 50 名國立臺北師範學院學生為對象，分別接受 PACER、12 分鐘跑走和最大攝氧量之測試，結果顯示以 PACER 成績 (最大速度與時間) 與最大攝氧量之相關分別達 0.82、0.83 ( $p < .01$ )；12 分鐘跑走和最大攝氧量之相關達 0.74 ( $p < .01$ )。作者認為雖然 PACER 與 12 分鐘跑走和最大攝氧量之相關均達統計上的顯著水準，但是 PACER 高於 12 分鐘跑走，特別是在能激勵受試者的參與的動機，故 PACER 測驗方式值得在國內加以推行。

余鑑紘和方進隆 (2002) 以 34 位 (20 位男生、14 位女生) 年齡 13 至 14 歲青少年為對象，進行 PACER 測驗、800/1600 公尺跑走與最大攝氧量的測試，結果顯示不論是男、女生在 PACER 測驗預測最大攝氧量之相關分別達 .73、.80 均優於 800/1600 公尺跑走的 .64、.75，並求得一迴歸方程式  $VO_{2max} = 0.4471X_1 - 1.577X_2 + 41.492$  ( $X_1 = \text{PACER 測驗的趟數}$ ， $X_2 = \text{年齡}$ )。研究結果顯示，PACER 測驗不會受 400 公尺標準場地限制的實用性及學生長距離跑配速的問題的優點，提出 PACER 測驗是適合作為學校心肺適能評量之工具。

綜合以上研究文獻發現 PACER 測驗比當前常用的心肺適能測驗更能有效預測最大攝氧量，同時在考量場地的限制、免除受試者長距離跑步測試配速的問題及有效評估心肺適能，PACER 測驗似乎是相當合適的測驗項目。美國 FITNESSGRAM 心肺適能測驗 (1999)、

日本新體力測驗（2000）已採用 PACER 測驗做為學校孩童心肺適能檢測項目並建立客觀的評分標準，但是國內目前對 PACER 測驗研究還不多，也尚未普遍在學校體育教學上使用。

#### 四、各國兒童與青少年 PACER 運動成績表現之比較

隨著 PACER 測驗相關研究提出，Beets and Pitetti（2004）曾將美國中西部 795 位 8 至 18 歲兒童少年 PACER 測驗趟數與其他研究結果受試者比較。本研究也將所收集文獻有提及有關兒童及青少年部分 PACER 運動表現成績加以比對，其整理結果如表 2-2-1 所示。

從表 2-2-1 比較發現 Matsuzaka 等（2004）針對日本孩童及青少年所做的研究，趟數成績表現最優。雖然 PACER 測驗在過去文獻研究中具有信度及效度，且方便於進行大樣本的測驗，不需要花費大量設備及經費等優點。但是從收集的文獻裡發現，目前 PACER 測驗過程的標準化、測驗地點、跑步表面材質、當天溫度、氣候甚至受試者動機、受試者間彼此相互影響等其他可能影響受試者跑步成績的額外因素在文獻中並沒有被詳加紀錄或提及，這也是未來研究者欲從事 PACER 相關研究時值得注意的事項。

本研究也發現約同年齡日本學童 PACER 趟數成績較英、美國家學童表現為高，而台灣學童表現不如日本及英、美國家學童。顯示台灣學童在心肺適能表現上的確不如鄰國日本和英、美國家，這是值得國內相關單位注意的警訊，未來在學童心肺適能加強，學校體育教學也應列入教學要項。且日本學童表現趟數上和英、美國家比較上領先一段相當大的差距，是否因為日本 PACER 測驗方式、流程有所不同，亦或是日本體育在學童心肺適能教學有值得我們學習的地方，這是未來有興趣研究者可進一步深究的問題。

表 2-2-1 國內外兒童及青少年部分 PACER 運動表現研究結果

作者	受試者國家	受試者年齡	性別 (人數)	趟數
Boreham (1990)	英國	15.6±0.6 歲	男 (23)	81.7±15.9
		15.4±0.7 歲	女 (18)	50.4±12.5
Liu 等 (1992)	美國	12-15 歲	男 (22)	71.68±27.0
			女 (26)	47.77±13.7
Mahoney (1992)	英國	12 歲	男 (53)	47.74±17.5
			女 (50)	31.3±12.8
Boreham (2000)	英國	12 歲	男 (251)	58.7±18.8
		15 歲	男 (252)	79.2±21.3
余鑑紘等 (2002)	台灣	14.35±0.9 歲	男 (20)	59.90±16.29
		13.57±1.2 歲	女 (14)	44.43±13.72
Beets 等 (2004)	美國	8 歲	男 (25)	21.84±11.63
			女 (27)	14.08±5.68
		9 歲	男 (36)	26.22±10.38
			女 (39)	19.95±9.96
		10 歲	男 (50)	28.81±14.38
			女 (64)	23.95±12.24
		11 歲	男 (51)	31.25±13.67
			女 (31)	29.00±16.26
		12 歲	男 (35)	41.66±21.77
			女 (33)	35.39±12.81
		13 歲	男 (22)	44.86±21.29
			女 (42)	37.49±13.94
		14 歲	男 (26)	46.88±44.10
			女 (35)	31.22±13.16
		15 歲	男 (50)	44.10±21.11
女 (63)	31.96±18.99			
Matsuzaka 等 (2004)	日本	8-10 歲	男 (12)	55.3±20.2
			女 (12)	48.6±18.7
		11-13 歲	男 (22)	84.3±18.2
			女 (28)	63.7±16.9
		14-17 歲	男 (28)	89.8±24.9
			女 (25)	48.5±16.8

此表為研究者自行整理。

### 第三節 肥胖兒童與心肺適能之相關研究

#### 一、肥胖兒童心肺適能測驗表現之相關研究

黃奕清 (1995) 以 82 學年度台北市信義國中男女生 233 位為對象，探討青少年身體組成與心肺耐力間的相關，身體組成是以不同部位之皮脂厚為主，結果發現男、女生各部位皮脂厚度與一英哩跑走秒數有顯著相關存在 (男生  $r=0.47\sim 0.55$ ,  $p<.01$ 、女生  $r=0.18\sim 0.23$ ,  $p<.05$ )，代表皮脂厚度越厚，一英哩的跑走秒數越多，成績表現越差。

Zanconato 等 (1989) 對 23 位肥胖及 37 位非肥胖 9 至 14 歲學童進行跑步機最大運動測驗。結果持續運動時間表現上，非肥胖組 (男童  $10.9\pm 2.2$  分、女童  $9.1\pm 1.1$  分) 顯著高於肥胖組學童 (男童  $6.1\pm 0.9$  分、女童  $5.1\pm 1.6$  分,  $p<.001$ )。

丁文貞 (2001) 以 274 位學童依身體質量指數及體脂肪測定義分組，探討肥胖與非肥胖國小學童，在健康體適能的差異。結果發現心肺耐力、瞬發力、肌力、肌耐力、柔軟度等體適能方面、非肥胖組男、女學童顯著優於肥胖組男、女學童 ( $p<.05$ )。研究結論即是肥胖組學童在各項體適能表現上較差。

洪維振 (2003) 以彰化縣湖東國小 60 位男女學童為對象，依身體質量指數分組探討肥胖兒童與非肥胖兒童體適能表現之差異，結果發現非肥胖組學童在 800 公尺跑走項目中 ( $246.3\pm 28.4$  秒) 顯著優於肥胖組學童 ( $341.8\pm 50.9$  秒,  $p<.05$ )。

Deforche 等 (2003) 以 3214 位 12 至 18 歲法蘭德斯青年，分析肥胖組與非肥胖組在身體體適能活動表現，發現肥胖組在立定跳遠、屈臂懸垂、10×5m 折返跑、20m 耐力跑等項目表現是顯著低於非肥胖組的學生 ( $p<.001$ )。

國內外針對肥胖者，不論是成人或兒童於心肺適能測驗的表現已有相當多的研究，所收集的文獻研究結果顯示肥胖組在心肺適能測驗成績的表現是低於非肥胖組，從 Deforche 等 (2003) 的研究呈現出肥胖學童在需要體重負荷的運動項目上表現是低於非肥胖組的學童，研究結論提出其中可能是因為肥胖組體內過多脂肪堆積造成形成身體額外的負擔以致影響其在從事需要負荷體重的活動上的運動成績表現。另外 Cureton, Boileau, Lohman and Misner (1977) 以徑路分析法分析影響 196 位 7 至 12 歲學童 600 碼跑及一英哩程成績因素，結果指出身高、體脂肪、最大攝氧量及 50 碼衝刺時間四項變因可解釋學童 71% 在 600 碼及 66% 在一英哩跑步成績之表現。

此外從 Bell, Massey, Misner, Mckeown and Lohman (1992) 在考慮身體型態及組成後，針對 60 位 7 至 11 歲男童研究靜態力量 (大腿伸展 (thigh extension)、腿部伸展 (leg extension)、足底收縮 (plantar flexion)、俯臥舉體 (back lift)、抬大腿 (thigh lift)、右手握力 (right grips)、左手握力 (left grips)) 與 50 碼、600 碼、一英哩成績間的相關。結果顯示年齡與 50 碼衝刺 ( $r=-0.47$ ) 和 600 碼跑 ( $r=-0.32$ ) 呈顯著相關 ( $p < .05$ ); 身高、去脂肪重與 50 碼衝刺 (身高:  $r=-0.43$ 、去脂肪重:  $r=-0.40$ ) 呈顯著相關 ( $p < .01$ ); 體重僅與 50 碼衝刺 ( $r=-0.47$ ) 達相關顯著 ( $p < .01$ )、皮脂厚與 600 碼 ( $r=0.29$ 、 $p < .05$ ) 和一英哩跑 ( $r=-0.36$ 、 $p < .01$ ) 呈顯著相關。在靜態力量上，所有部位力量測量均和 50 碼衝刺呈顯著相關 ( $p < .01$ ); 而 600 碼跑和俯臥舉體、抬大腿、右手握力、左手握力呈顯著相關 ( $p < .05$ ); 一英哩跑僅與抬大腿呈顯著相關 ( $p < .05$ )。

Fernhall and Piteeei (2000) 針對 26 名低至中度智能障礙 10 至 17 歲兒童及青少年進行 PACER 測驗及 600 碼跑步，探求腿部肌力與耐力跑步表現的關係，結果發現腿部最大收縮及伸展肌力與 PACER 跑步趟數相關為 0.63 及 0.50，與 600 碼跑分數相關為 -0.71 及 -0.72，並達到顯著 ( $p < .05$ )。

綜合以上研究發現事實上影響兒童耐力跑步成績原因非常複雜，當研究者將外在環境因素加以控制時，可能影響兒童耐力跑步成績原因可歸納是生理因素如身高、體脂肪、最大攝氧量、肌力等，也有可能是心理因素如動機、精神狀況所造成，因此現在肥胖兒童耐力跑步成績不能單以體重過重來解釋其耐力跑步成績的低落，至於各因素彼此間的關係，目前的相關研究還尚未完全清楚釐清。

## 二、肥胖兒童運動心跳變化之相關研究

Elliot, Goldberg, Kuehl and Hanna (1989) 針對 9 至 18 歲肥胖兒童青少年與其非肥胖親屬進行腳踏車記功器實驗，結果肥胖兒童有較低的心肺耐力表現。但是在最大心跳的表現上，肥胖組 ( $191 \pm 8 \text{bpm}$ ) 與非肥胖組 ( $186 \pm 8 \text{bpm}$ ) 兩者並無顯著的差異。

Zanconato 等 (1989) 對 23 位肥胖及 37 位非肥胖 9 至 14 歲學童進行跑步機最大運動測驗。結果在最大心跳上，不論是男、女性，肥胖組 (男童  $196.2 \pm 6.0 \text{bpm}$ 、女童  $203.8 \pm 8.4 \text{bpm}$ ) 與非肥胖組 (男童  $198.7 \pm 8.2 \text{bpm}$ 、女童  $203.9 \pm 6.4 \text{bpm}$ ) 兩者並無顯著的差異。

Maffeis, Schutz, Schena, Zaffavello and Pinelli (1993) 23 位肥胖及 17 位非肥胖，平均 9 歲的學童為對象，了解其身體組成與在跑步機上走路和跑步的關係，運動至個人最大負荷或心跳達 200 bpm。結果無論是走路或跑步，在不同的速度的階段，肥胖組比非肥胖組有顯著較高的心跳率 ( $p < .05$ )。

姜義村 (1997) 針對 91 位幼兒進行三分鐘登階測驗 (25 公分高)，結果發現肥胖組幼兒 90 秒、120 秒、150 秒至 180 秒運動結束，心跳顯著高於正常組的幼兒 ( $p < .05$ )，登階後恢復其心跳 5-20 秒、30 秒及 60 秒也顯著高於正常組的幼兒 ( $p < .05$ )。

湯仁彬、趙婷、陳淑貞、賴昭誠（2001）以台北縣淡水國小 42 位肥胖及 10 位正常的 11 歲學童進行 10 分鐘跳繩的運動方式（每分鐘 60 下），探求肥胖兒童運動後心肺功能的變化，結果發現肥胖學童在進行運動前（ $73\pm 8\text{bpm}$ ）與運動後（ $90\pm 6\text{bpm}$ ）心跳率的改變是有顯著變化的（ $p < .05$ ），非肥胖組運動前（ $78\pm 6\text{bpm}$ ）與運動後（ $80\pm 7\text{bpm}$ ）心跳率則沒有達到統計上的顯著。

湯仁彬、李必昌、陳淑貞、黃碧桃、趙婷（2002）以 42 位肥胖及 11 位正常的 11 歲學童進行 7 分鐘 5km/h 跑步機走路運動方式，探求肥胖兒童經跑步機運動試驗後心肺反應，結果發現肥胖學生在運動前（ $75\pm 7\text{bpm}$ ）與運動後（ $93\pm 7\text{bpm}$ ）心跳率是有顯著變化的（ $p < .05$ ），非肥胖組運動前（ $79\pm 8\text{bpm}$ ）與運動後（ $84\pm 7\text{bpm}$ ）心跳率則沒有達到統計上的顯著。而且肥胖學生運動後心跳率顯著高於非肥胖（ $p < .05$ ）。

從文獻研究結果可發現，若施以相同負荷的運動，肥胖兒童心跳變化增加比非肥胖者來的顯著，這樣的結果代表了肥胖學童身體作業能力較差，運動過程中須靠較多的心跳數以應付身體所進行的活動，至於在最大運動表現上，肥胖組與非肥胖組心跳並無顯著差異。

至於在運動後心跳恢復（Heart rate recovery）反應，兒童與成人間是有不同，兒童心跳恢復比成人顯著快很多（Baraldi, Michael, Zanconato and Armon, 1991），可能的原因包括兒童的膽素激導性的活動（cholingeric activity）加強、較低的兒茶酚胺（catecholamine）濃度。不同性別間也發現男童比女童在次最大運動後（submaximal Exercise）有較快的心跳恢復（Mahon, Anderson, Hipp and Hunt, 2003），Pels, Gilliam, Freedson, Geenen and Macconnie（1981）的研究結果提出男女童間心跳恢復的不同是因為心肺適能間差異所造成。在成人間心肺適能不同造成心跳恢復不同已經被廣泛應用，哈佛登階測驗就是運動後心跳指數作計算以評斷個人心肺適能的好壞。另外國外有研究強調運動後心跳恢復第 1 分鐘最重要的（Cole, Blackstone, Pashkow, Snader, and

Lauer, 1999)，但是究竟成人心跳恢復該如何界定，目前的研究並沒有定論。當前肥胖兒童運動研究多半著重於過程的變化與比較，但在運動終止後之恢復期肥胖組與非肥胖組學童反應是否有差異，目前文獻上的探討不多，這是未來欲進行相關研究時，值得進一步探討的議題。

### 三、肥胖兒童運動血壓變化之相關研究

根據美國國家聯合委員會2003年提出的高血壓預防、偵測、評估與治療第七版報告（The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure），高血壓最新定義是指收縮壓高於或等於140 mmHg及/或舒張壓高於或等於90 mmHg，成人正常血壓值的定義則為收縮壓低於120 mmHg且舒張壓低於80 mmHg，這些數值對任何年齡與性別的成人都適用，對於幼兒與青少年而言，上述高血壓的臨床標準並不適用，而應該使用百分位標準。兒童血壓值高過同年齡及性別兒童或青少年血壓值排序之95<sup>th</sup>百分位者，就視為高血壓。兒童高血壓並非是兒童常見疾病，大多數為繼發性高血壓，通常無顯著的症狀，但是有一半的小孩是呈現肥胖現象（施麗娟，1996）。

盧豐華、傅振宗、宋元宏、張智仁（1989）以台北縣雙溪國中 791 名學生為對象，進行血壓、血脂、肥胖之研究調查，結果發現男女學生收縮壓、舒張壓平均值隨年齡增加而增加。肥胖學生較正常體重學生有顯著較高的收縮壓平均值（肥胖學生：130.1±13.8、正常學生：123.5±11.1， $(p < .005)$ ）及高血壓盛行率（肥胖學生：14.6%、正常學生：4.6%， $p < .05$ ）。也就是說高血壓學生顯著比正常血壓學生有較高的平均體重及肥胖盛行率。

張仙平、金佳蓉、謝耀文、陳學良（1994）以高雄市一年級學童為對象進行身高、體重及血壓之調查，結果發現血壓異常的學童佔全體肥胖學童的 22.1%，且不論男女，



收縮壓及舒張壓皆與身高、體重及身體質量指數呈顯著正相關 ( $r=0.20\sim 0.29$ ,  $p < .0001$ )。

王凱助與蘇國雄 (1995) 以台中市某國中全校一至三年級學童進行初步的健康檢查，發現在過重或肥胖女生有血壓偏高或高血壓的比率分別為 25.0%、31%、31.3%，過重或肥胖男生有血壓偏高或高血壓的比率分別為 63.28%、49.7%、61.1%。

周書正 (1999) 以台中二中 84、85 及 86 學年度入學的全體學生為對象，就其入學時身體健康檢查紀錄中的身高、體重及血壓進行分析，探討學生肥胖程度與血壓的關係，發現不論年度或男女，超重或肥胖者血壓偏高的比率顯著高於正常者。

Clarke 等 (1978) 針對 Muscatine 城市 5 至 16 歲學童進行長期研究，比較血壓量測後間隔 2、4、6 年再測量數值相關性。結果發現間隔 2 年收縮壓為 0.41、舒張壓為 0.27；間隔 4 年收縮壓為 0.35，舒張壓為 0.21；間隔 6 年收縮壓為 0.30，舒張壓為 0.18，顯示學童血壓可能會隨者成長而有所改變。

由以上文獻結果看來，孩童血壓與身體組成及生長成熟有相關，不過目前仍是無法明確指出造成兒童血壓增加主要是哪一部分的因素所造成。因為高血壓和許多心血管相關疾病發生有密切的關係，成人高血壓的盛行已經使得許多研究學者懷疑是否孩童時期高血壓可能會導致成人高血壓的情形。所以高血壓不僅在西方社會，目前在國內也是主要國民健康問題。但是目前國內對於學童血壓測量並未普及，學童或青少年血壓資料主要依據國民健康局 2003 年出版的高血壓防治手冊，顯見國內學童血壓相關調查及研究的缺乏。本研究 10~12 歲男童受試學童高血壓定義，根據國民健康局 2004 年出版的高血壓防治手冊關於兒童青少年血壓分佈常模 90<sup>th</sup> 百分位數之判斷數據，收縮壓平均值高於 122mmHg 或舒張壓平均值高於 78mmHg 者，視為高血壓。

至於在運動過程中血壓會隨著運動負荷、心跳率及攝氧量的增加而增加。黃新作與黎俊彥（1997）比較 7 名肥胖及 7 名非肥胖大學生，探討兩者在漸增負荷的電動腳踏車記功器運動中兩組心血管反應之差異，研究發現收縮壓及舒張壓均會隨著運動而提升，收縮壓方面會有顯著的增加，但在舒張壓方面卻較不顯著或是未曾改變。

Wanne and Haapoja（1988）以 9 至 12 歲男、女學童 198 名進行漸增負荷的電動腳踏車記功器運動也發現相同現象，這種隨著運動負荷增加的收縮壓及變化不大的舒張壓是運動一般心血管反應（Patterson, 1994、Smolader, 1987）。在收縮壓方面，運動過程中收縮壓的上升主要是因為心輸出量增加所導致，心輸出量的增加代表心血管負荷的增加，至於維持低舒張壓，是為了促進血液暢通，以利於代謝作用進行生理現象。

關於血壓比較方面，在黃新作與黎俊彥（1997）研究也指出肥胖者安靜時收縮壓及舒張壓明顯高於非肥胖者，在於運動終止後的恢復期情況亦同，且大多達到統計上的顯著（ $p < .05$ ）。不過目前關於不同身體組成不論是成人或是孩童在運動過程中血壓變化可供參考文獻並不充足，尤其是孩童，因其實驗限制較成人多，研究上並不容易。