

第二章 文獻探討

第一節 兒童肥胖之定義

一、身體質量指數

肥胖是指人體內囤積過多的脂肪，為國人極重要之公共衛生問題，而肥胖定義莫衷一是。肥胖的判定標準亦有許多，其中身體質量指數為國際學術上常用的判定標準，且與體脂肪量有很好之相關性 (Derenberg et al., 1991)。但成人發育已然定型，因此肥胖及過重認定有固定的標準值。

身體質量指數反映不僅是體脂肪，還包括骨骼、肌肉及其他瘦體組織，對於腿型較短小者，或仍在生長的兒童或青少年評估易有較大之偏差 (Schoeder & Martorsll, 1999)。

根據衛生署 91 年所公布的兒童與青少年的肥胖定義是以身體質量指數為基準，並參考兒童生長曲線表及性別差異而定義，再依肥胖之程度訂定處理原則，所以 2 到 18 歲不同年齡層的男、女生，其過重及肥胖的身體質量指數值是不同的，同時 2~6 歲幼兒與 7 歲以上兒童、青少年體重過重或肥胖問題的處理也是不一樣的。因此制訂一良好判定標準，對於兒童肥胖之判定更能符合實際情形。

二、重高指數

Durant 與 Linder 在 1981 年提出以同性別、同年齡 50 百分位體重與身高之比值 (重高指數) (weight-for-length index) 來評估兒童體重狀況，同時兼顧影響兒童體重之三項變因：性別、年齡及身高，曾在國外被推薦為可信賴的方法。亦即重高指數 = (兒童體重/兒童身高) ÷ (同年齡 50 百分位體重/50 百分位身高) (重高指數值 1.2 來做為兒童肥胖鑑定標準)。研究者並將重高指數與體重/身高、體重/

身高²、體重/身高³以及身高³/體重等不同的指數相比較，發現重高指數與年齡及身高沒有相關，且與三頭肌皮脂厚度有良好的相關性。因此可利用重高指數來測量兒童的肥胖。但重高指數仍有一些缺點：肌肉較結實的兒童仍有可能被歸為肥胖者，因此使用重高指數來預估肥胖盛行率可能有高估之現象。

此外，肥胖指標尚有腰臀比 (waist-hip ratio)、三頭肌皮脂厚度 (公釐)及體脂肪率 (body fat%, BF%)。腰圍 (waist circumference)與腰臀比因其測量並不費時，也不需精密測量儀器，故在流行病學上常被應用來當作肥胖指標。由於腰圍被認定與腹部內臟脂肪 (abdominal visceral fat)有高度相關性 (Despres et al., 1991; Weits, van der Beek & Wedel, 1988)，而較高的腹部內臟脂肪目前被認為與「中間型」肥胖 (central obesity)有關而有較高比率的高胰島素血症、葡萄糖不耐症、高三酸甘油酯血症、高密度脂蛋白膽固醇過低、高血壓與高尿酸血症等代謝性疾病有關，造成心血管疾病死亡危險性大增。腰臀比=腰圍 ÷ 臀圍，由於影響腰圍的因素除腹部內臟脂肪外還包括皮下脂肪，而影響臀圍的因素僅含皮下脂肪，因此腰臀比可用來代表腹部內臟脂肪的多寡，不少流行病學研究亦發現擁有較高腰臀比的人，其罹患糖尿病與冠狀動脈心臟疾病危險性也較高 (Molarius et al., 1999; Terry, Page & Haskell, 1992)。

體脂肪率為脂肪重 (fat mass)佔身體總體重的百分比，然而肌肉重量比脂肪來的重，一般運動員或經常運動的人，會因接受運動訓練使得除脂體重 (fat free mass)增加而同時脂肪重減少。相反地，一個從不做任何身體活動或體能較差者，其體重可能與受過訓練的人具有相同的重量，但很可能會有較高的脂肪比例和較低的肌肉量。探討亞洲不同族群之身體質量指數及其與體脂肪率關係的研究中，其身體質量指數由身高體重計算而得，體脂肪率則由 deuterium oxide dilution 或 dual-energy X-ray absorptiometry (DXA)測量而得。結果發現所有的亞洲人較高加索人都呈現高體脂肪率、低身體質量指數的情況。一般而言，同樣的身體質量指數，亞洲人的體脂肪率要比高加索人高 3-5%；同樣的體脂肪率，亞洲人的身體質量指

數則比高加索人低 3-4 標準差 (Standard Deviation, S.D.)。高體脂肪率及低身體質量指數部分原因可能是身體結構的差異，例如軀幹腿長比 (trunk-to-leg-length) 的差異和個體纖細程度的差異。肌肉發達的程度也會造成體脂肪率與身體質量指數比值的差異。體脂肪率與身體質量指數比值的差異也有種族特異性。因此如果要比較各種族肥胖流行情況，單一的身體質量指數切入點是不妥當的 (Deurenberg, Deurenberg-Yap & Guricci, 2002)。

台灣地區居民體位及肥胖狀況取用不同的肥胖指標，所得之肥胖盛行率並不完全一致，結果顯示以體脂肪率為肥胖指標所得之肥胖盛行率是高於其他各種肥胖指標所得之盛行率 (高美丁、曾明淑、葉文婷、張瑛韶、潘文涵，民 87)。

第二節 身體組成

一、體脂肪

體內所含身體組成主要要素為脂肪、水分、蛋白質及礦物質。從出生至青春期中整個生長與發育過程中，脂肪為身體組成百分比變化量最多之成員 (Stout, 1994)。根據行政院衛生署第三次國民營養健康狀況變遷調查 (1993-1996) 結果 (高美丁等人，民 87)，台灣地區 13-18 歲女性之平均體脂肪佔體重之 $26.3 \pm 5.1\%$ ，男性則佔體重之 $17.0 \pm 5.9\%$ ，顯示在青春期中女性體脂肪平均值較男性為高；由男女性成長期間其各年齡層的三頭肌及肩胛下皮脂厚度測量結果顯示，女性的皮脂厚度平均值也較男性為高 (表 2-1)。

表 2-1 台灣地區男女性在生長過程中的三頭肌與肩胛下皮脂厚度變化

性別	年齡 (歲)	樣本數 (人)	三頭肌皮脂厚度(公釐)			肩胛下皮脂厚度(公釐)		
			平均值	標準差	中位數	平均值	標準差	中位數
男性	4 - 6	316	10.5	3.7	9.9	6.7	2.8	6.0
	7 - 12	723	12.5	5.6	11.2	8.8	4.5	7.0
	13 - 18	541	10.6	5.6	8.8	10.1	4.0	9.0
女性	4 - 6	326	11.0	3.4	10.5	7.0	2.2	6.5
	7 - 12	720	13.6	5.6	12.6	10.1	5.2	8.1
	13 - 18	606	18.2	6.0	17.2	14.4	5.1	13.5

資料來源：高美丁、曾明淑、葉文婷、張瑛韶、潘文涵：台灣地區居民體位及肥胖狀況。國民營養現況：1993-1996 國民營養健康狀況變遷調查結果。

男、女性之體脂肪率會隨著年齡增加而逐漸增加，而女性體脂肪率在進入青春期後亦隨著年齡增加仍持續增加；但男性在青春期的體脂肪率變化則呈現下滑情形 (Hirsch & Knittle, 1970)。兒童 8~10 歲時，其身體的脂肪量，男孩平均為體重之 $14.8 \pm 10.0\%$ ，在女孩則為 $20.1 \pm 9.4\%$ ；在 16 至 18 歲時，身體的脂肪量，男孩平均為體重之 $11.4 \pm 7.0\%$ ，女孩則為 $25.1 \pm 6.8\%$ (Guo, Chumlea, Roche & Siervogel, 1997)。20 歲成人脂肪細胞數目已經穩定，就算再增加十幾公斤，脂肪數目也不會再增殖 (proliferation) (Salans, 1971)。故在進入青春期前的男女學童其體脂肪率之控制是相當重要的，因為日後若是減重，其脂肪數目並不會減少，而僅是體積大小有變化。

Tang 等人 (1995) 以 18 位非肥胖、健康年輕男性為受試者，根據體重與年齡配對分成不運動組與運動組二組，均接受 7 天之極低熱量飲食（平均每日約 810 大卡），運動組接受每日 30 分鐘之中低強度有氧運動，最大心跳率 60-80%。實驗結

果發現二組體重均顯著下降，但體脂肪百分比之下降僅運動組達顯著差異。顯示同樣接受飲食控制者，其降低體脂肪百分比是來自於運動之果效。

二、水分

水分於出生四個月大時，即已達穩定狀態，約佔身體體重的 60-65%，但至青春期時，則無論是男性或女性，水分佔身體體重的百分比均開始減少 (Stout, 1994)。瘦的人其體內水分所佔之比例較肥胖者高，男性的比例亦比女性為高，是因為女性脂肪含量較高，相對的水分的比例就較少的緣故 (李寧遠、蘇蕙芬，民 82)。

三、體重

Fortmann 等人將 115 位過重且不常運動的成年男性以隨機分派的方式分成飲食控制、運動訓練及控制組 3 組，追蹤 1 年後發現控制組體重平均增加 0.5 公斤，飲食控制組平均減少 6.9 公斤，運動訓練組則平均減少 4.6 公斤 (Fortmann, Haskell & Wood, 1988)。Katzel 等人將 170 位肥胖成年男性以隨機分派方式分成飲食控制減重組、有氧運動訓練組及控制組 3 組，追蹤 9 個月後發現僅有飲食控制減重組的體重下降 9.5 公斤，有氧運動訓練及控制組的體重僅稍有改變 (Katzel et al., 1995)。

四、腰臀比 (waist-hip ratio, WHR)

瑞典 Hellenius 等人將 157 位健康男性以隨機分派的方式分成飲食控制、運動、飲食控制合併運動以及控制組等 4 組，追蹤半年後發現腰圍在飲食控制組減少 1.3 公分，運動組減少 2.2 公分，飲食控制合併運動組則減少 3.0 公分 (Hellenius et al., 1993)。然而 Stefanick 等人將 197 位成年男性及 180 為停經後婦女，以隨機分派的方式分成飲食控制、運動、飲食控制合併運動以及控制組等 4 組，追蹤 1 年後發

現女性在腰圍與腰臀比皆無明顯改善，而男性各組間雖有統計學上的差異，但其腰圍的減少量很少 (Stefanick et al., 1998)。而美國 Katzel 等人將 170 位肥胖成年男性以隨機分派的方式分成飲食控制減重組、有氧運動組及控制組等 3 組，追蹤 9 個月後發現腰圍反而略有增加 (Katzel et al., 1995)。加拿大學者 Ross 等人表示目前仍未有足夠的研究證據支持或不支持身體活動介入可影響腹部內臟脂肪 (Ross & Janssen, 1999)。

五、除脂體重 (fat free mass, FFM)

肥胖者減重過程中，體重的減少同時包括體脂肪與「除脂體重」的減少。若肥胖者體重的減少主要來自體脂肪的減少，其體脂肪比率下降的情形會更明顯，亦更符合促進健康的目的。Ingle 指出 (1949)將 35 位肥胖男性在 12 週減重計畫分成「單獨飲食控制」、「飲食控制合併有氧運動訓練」與「飲食控制同時合併有氧運動訓練及重量訓練」等 3 組，其結果發現減輕的體重來自體脂肪減少所佔之比率分別為 69%、78% 以及 97%，這代表「飲食控制同時合併有氧運動訓練及重量訓練」最能保持減重後之「除脂體重」。

六、肌肉 (muscle mass)

肌肉的重量在剛出生時約佔體重的 23%，8 歲時約佔 27%，15 歲時約佔 33%，到 16 歲時約佔 44% 與成年人差不多 (中華民國體育協進會編輯組，民 80)。肌力的發展亦隨年齡的增加而增加，在 20 至 30 歲時達最高值，在 60 歲時約為 20 至 30 歲時的 80% (臺灣省政府教育廳，民 74)。兒童時期因為肌纖維較細、肌肉蛋白質含量較少、神經系統對肌肉的協調不完整、肌肉活動較不協調等因素，所以肌力較弱，此狀況會隨著年齡增長而有所改變，肌力也自然提高。研究指出性成熟時，肌力增進將達到最高點 (黃永任，民 83)，而體重較重的學童則有早熟的傾向。

瞬發力的發展則在 6 歲以後隨年齡增加而增加，在青春時期顯著增加，然後一直呈停滯狀態。16 歲左右女子的瞬發力只有相同年齡男子的 65%（臺灣省政府教育廳，民 74）。不過肌肉的發展，受到使用情形的影響極大，如果長時間不用肌肉，肌肉的重量、肌力、以及肌肉瞬發力都會明顯下降。

七、骨骼

由於人體的骨骼並非是無生命現象的架子而已，而是終生不斷地分解與重造 (bone remodeling)，因此若只測量當時的密度，並不能真正瞭解骨骼新陳代謝的實際情形，而得以即時設法加以改善。然而，目前臨床上還沒有適當又簡易之骨骼新陳代謝的生化指標，以便及早診斷其骨骼的生理代謝 (turnover) 狀況。當飲食中鈣攝取量偏低時，身體會產生負鈣平衡。當血液中之鈣離子濃度偏低 ($<10\text{mg/dl}$) 時，會刺激副甲狀腺激素 (parathyroid hormone, PTH) 之分泌，而 PTH 可刺激腎臟內 25-(OH)-D_3 活化，使轉變成具生理活性之 $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}_3$ ，然後 PTH 和 $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}_3$ 共同改變了骨骼中 hydroxyapatite 的離子價，此現象致使 orthophosphate 轉變成 pyrophosphate，致使 hydroxyapatite 易解離而釋出鈣離子，來提升血液中鈣離子濃度，此生理現象稱為蝕骨作用 (bone resorption)；而 PTH 和 $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}_3$ 亦可增加腎小管對尿液中鈣質的『再吸收』；此外， $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}_3$ 可單獨促進小腸對鈣質的吸收。因此，身體透過此三項機制幫助血鈣濃度的提升，但亦造成骨質的流失，當持續的流失會導致骨質疏鬆 (osteoporosis)。血鈣平衡應被嚴謹控制的，因此不適合作為骨骼代謝之指標，羥基脯胺酸 (hydroxyproline, HP) 為骨膠原蛋白中的代謝物，已被證實適用於探討骨鈣代謝之因子 (Patel, Coupland, Stone & Hosking, 1995)。通常在成長期，骨骼主要會增長，而在青春末期時，長骨之骨垢 (epiphyses) 與骨幹 (diaphyses) 癒合在一起之後，大約再經 2~3 年，骨骼就不再增長，因此身高也就不再增加了。但在此年齡之後，若營養狀態良好，也保持適當的『負重或抗阻力』運動，則骨質的合成仍然持續維持，且大

於骨質的分解，因此骨質的密度仍會增加 (Guyton, 1991; Rolfes, DeBruyne & Whitney, 1998)。

運動對維持骨量之機轉有二：荷爾蒙調控及局部機械作用。運動使得血中雄性激素、雌性激素濃度上升，此會抑制蝕骨細胞之活性，及減緩骨骼對副甲狀腺素的敏感度，有助於骨量維持。運動時，肌肉之收縮與舒張對該處骨骼產生壓力與張力，使骨骼兩側表面受力不同，因而產生一瞬間正、負交變之極化電壓信號，這種機械力轉變為電壓信號的現象，稱為「壓電效應」(piezoelectric effect)。隨著運動造成外力的施加與釋放，電壓信號傳至造骨細胞。負電位促進新骨之生長，而正電位反而使骨質解體，因為骨膠原蛋白之前驅物原膠原 (tropocollagen)，受到負電極吸引，在與電場成垂直方向上，成層狀繞列出現，構成骨膠原蛋白後，帶正電之鈣離子亦會在此積聚沈積。而電壓信號的大小與所受外力成正比，代表運動強度夠強，才能刺激造骨細胞之生長 (Kemper, 2000)。

許多食物均含有鈣質，但除了鮮乳與乳製品之外，多半之食物含鈣量不高或其鈣的吸收率不高，或者是該食品一般的攝取量不多。根據調查，我國國人鈣質攝取主要來源依序為深綠色蔬菜 (23.1-23.7%)、乳品類 (17.9-24.7%)、黃豆與其製品(10.3-13.2%)、淺綠色蔬菜 (6.2-6.5%)和海產類食物 (3.5-4.5%) (吳幸娟、章雅惠、張新儀、潘文涵，民 90)。1993-1996 年國民營養健康狀況變遷調查結果顯示我國 13~15 歲的平均鈣質攝取量分別為男性 464 ± 367 mg/day；女性 388 ± 323 mg/day，遠低於足夠攝取量 (Adequate Intakes, AI)值 (AI 建議量：7~9 歲為 800 mg/day；10~13 歲為 1000 mg/day)，此是否會影響到骨骼的發育？尚待進一步的評估。

第三節 飲食攝取

除了先天性或疾病因素，就發育成熟者而言，造成體重過重或肥胖的因素不外有三：(1)有正常之身體活動量，但攝取過高之能量；(2)攝取適當之能量，但身體活動量過低；(3)攝取過高之能量，且身體活動量過低。歸納即為能量之攝取超過能量之消耗，影響能量攝取主要就是個人之飲食。

2001~2002 年台灣地區國小學童營養健康狀況變遷調查顯示，學童的飲食攝取熱量高於建議量，蛋白質及油脂過多、醣類及膳食纖維攝取不足，鈣質及鐵質尚符合建議量，但隨年齡增加卻逐漸減少。由食物類別來看，五穀根莖類、奶類、水果、蔬菜類約八成未達建議攝取份數（吳幸娟、葉乃華、潘文涵，民 93）。

肥胖者較正常體重者對食物選擇習慣是有所不同的 (Cox et al., 1998)。體重正常者較體重過重者其飲食習慣來的佳 (Hakala, Rissanen, Koskenvuo, Kaprio & Rönnemaa, 1999)。且肥胖程度越高者，其速食攝取量較多、而素食攝取量較少 (Binkley, Eales & Jekanowski, 2000)；偏好較鹹食物及開胃菜 (Westerterp-Plantenga, 1992)之選擇，易致熱量攝取過高。

脂質並非天生的飲食偏好，但學習喜歡高脂食物是很容易的 (Johnson et al., 1991)。在富裕的社會中，高脂的食物很容易獲得，因此高脂的食物變成被兒童熟悉且為喜好的食物 (Birch, 1987)。兒童的食物觀念通常較在乎「喜好」多過「營養」的訴求，因此較不喜歡蔬菜和水果 (Birch & Fisher, 1998)。而喜食高脂食物，是因在攝食此類食物時，通常是在一個很歡樂的環境，於是造成食物與情境之結合 (Kelder et al., 1994)。

依據行政院衛生署「國小學童營養健康狀況調查 2001~2002」中發現，點心與零食類食物佔國小學童每日飲食中熱量及碳水化合物的第二位（分別佔有 18% 及 25%）（吳幸娟、葉乃華、潘文涵，民 93）。

點心對於成長快速的兒童是非常重要的。兒童每日熱量的需求有三分之一至四分之一的熱量是從點心攝取而來 (Cala et al., 1981; Bigler-Doughten & Jenkins, 1987; Jeltje, 1994)。點心如果含大量脂肪，會導致每日總脂肪量、飽和脂肪酸、膽固醇、鹽及熱量的提升。高脂點心即意味著，兒童脂肪攝取百分比提高 (Birch, 1981)。「點心」係指用於補充正餐之不足，且含有適量蛋白質及其它營養素之食品；其熱量較正餐為少，具有補充營養及矯正偏食的功用。「零食」係指偶爾用來滿足口慾，或達到社交功能的食品，非每天應吃的食物 (校園食品，董氏基金會)。

根據行政院衛生署第三次國民營養健康狀況變遷調查 (1993-1996)結果 (林佳蓉、曾明淑、葉文婷、潘文涵，民 87)，大約有 70-76% 四至六歲兒童每天有吃點心或零食之習慣，而七至十二歲兒童中，每天有吃點心與零食的比例則大幅減少，降為四至六歲兒童的一半 (約 34%)。其中又以牛奶及奶製品、清涼飲料、蛋糕及西點製品、土司麵包及饅頭為附餐及零食主要選擇。而經常吃點心的時段，在各年齡層兒童中以下午點心 (午餐後至晚餐前) 食用頻率高於其它時段。只有不到 4% 的四至六歲兒童及七至十二歲兒童選擇經常吃宵夜。

根據董氏基金會 (民 92) 的調查，發現近三成的學童平均每週攝取速食一次以上。學童速食消費與認知有關，覺得速食愈健康者，其攝食速食頻率就愈高。市面上五花八門的速食、飲料，是孩子們難以抵抗的誘惑，再加上現代家長常因為忙碌而無暇製備食物，經常外食解決民生問題，實在是造成學童肥胖率居高不下的重要原因之一。

大量的電視、雜誌和其他類似大眾媒體促銷食品的廣告，超過一半以上電視商業廣告，在兒童看電視時間內促銷含糖飲料、點心食品和速食連鎖店 (台灣消費者報導，民 83)。研究報告大多顯示兒童觀看電視的時間長短和肥胖率呈正相關 (Dietz & Gortmarker, 1985)。兒童觀看電視的時間越長，其身體活動量越低 (Durant, Baranowski, Johnson & Thompson, 1994)。

對 10-15 歲 305 位男童與 287 位女童，探討電視觀賞量及運動量之多寡與身體

質量指數之關係的研究，結果發現身體質量指數過重者較身體質量指數正常及過輕者其運動量顯著為低，但其電視觀賞量雖略多，但與身體質量指數正常及過輕者無分軒輊（楊雅安、劉佩茹、何建良、湯馥君，民 90）。

有研究認為觀看電視造成攝食過多之高糖、高脂的零食，以及降低身體基礎代謝率，可能與兒童肥胖更為相關。這些媒體所傳播的廣告訊息或電視節目本身內容，對兒童食物選擇或生活習慣也會造成直接影響 (Robinson et al., 1993)。

現代之靜態生活，如電視、電動或網際網路佔去了極多生活時間與空間，而相對減少了運動的時間與其戶外日照的機會 (Schlicker, Borra & Regan, 1994)。因此除了受電視廣告與其電視節目內涵之影響，因而攝取過多垃圾食品外，亦減少運動對熱量之消耗以及與同儕互動的機會；而減少了日照對維生素 D 之活化作用，亦會影響骨骼健全之發展。

第四節 健康體適能

健康體適能自 1980 年代興起，並成為世界矚目之焦點之一。而我國近年來也開始注意到國民體能衰退的現象，並以提升國民體能為重要目標，教育部推動了「提升學生體適能中程計畫」，簡稱「三三三計畫」以及發行體適能護照，期望能從小養成規律運動的好習慣並維持身體良好的體適能。

林正常（民 86）定義體適能為身體適應能力，是心臟、血管、肺臟與肌肉有效率運作的能力，是指能完成每天的活動而不致於過度疲勞，且尚有足夠體能應付緊急狀況。而體適能又分健康體適能 (health-related physical fitness) 與競技體適能 (sport-related physical fitness) 兩類。林正常（民 86）將健康體適能與競技體適能做簡單的比較（表 2-2）；謝錦城（民 87）則依對象、目的、要素、訓練量與感受的不同，將兩者做更進一步的分析（表 2-3）。

表 2-2 健康體適能與競技體適能的比較 ()

	健康體適能	競技體適能
目標	健康	勝利
對象	大眾	選手
屬性	一般	特殊
要求	適度	嚴格
時間	終身	短暫
收穫	容易	困難

資料來源：林正常 (民 86)

表 2-3 健康體適能與競技體適能的比較 ()

項目	目的	對象	要素	訓練量	感受
健康體適能	健康促進與疾病預防	學生 大眾	身體組成 心肺耐力 肌力 肌耐力 柔軟度	訓練的質與量較低；偏重低強度之有氧訓練	感覺愉快、自在舒暢、無壓力；肌肉不會酸痛、呼吸順暢、乳酸不會堆積
競技體適能	提升體適能與比賽得獎	運動員	除健康體適能項目外，包括速度、動力、平衡、協調、敏捷性、反應時間等	訓練的質與量較高；有氧、無氧與高低強度之交互訓練	呼吸常感困難、急促；會有乳酸堆積、肌肉常會酸痛

資料來源：謝錦城 (民 87)

心肺適能，也可以稱為心肺耐力，是指個人的肺臟與心臟，從空氣中攜帶氧氣，並將氧氣輸送到組織細胞加以利用的能力。因此心肺適能可以說是個人的心臟、肺臟、血管、與組織細胞有氧能力的指標。提升心肺適能的重要性在於心肺適能較佳，可使我們運動持續較久、且不至於很快疲倦，也可以使我們平日工作時間更久，更有效率。以健康的角度來看，擁有良好的心肺適能可以避免各種心血管疾病，因此心肺適能可說是健康體能的重要因素，也是體適能運動的重點。

一般來說，越胖的人其身體表面積越大，氧氣的需求量越高，氧氣消耗相對的多，使得心臟負荷隨之加重（心跳加快、血液輸出量增多），若未做適當的減肥治療，心臟功能很快會受到影響 (Lauer, Clarke & Burns, 1997)。

保持良好的肌力和肌耐力對促進健康、預防傷害與提高工作效率有很大的幫助，此乃提升肌肉適能的重要性，當肌力和肌耐力衰退時，肌肉本身往往無法勝任日常活動及緊張的工作負荷，容易產生肌肉疲勞及疼痛的現象。

宋維煌（民 78）比較國中肥胖與正常體位學童的腹肌耐力（仰臥起坐），發現肥胖國中生其腹肌耐力方面顯著低於正常體位國中生。

陳佳儒（民 83）比較 5-6 歲肥胖與正常體位男幼兒之立定體前彎，發現此年齡層之肥胖男幼兒軀幹柔軟度顯著低於正常體位男幼兒。

體適能的好壞對健康非常重要，健康體適能較佳者，患高血壓的機率比健康體適能較差者低 (Tipton, 1991)。而平常運動並保持較佳健康體適能的人，除了較健康外，也較不易受到疾病之侵襲，在罹病率及死亡率上均較低 (Paffenbarger et al., 1994)。

就運動對健康體適能的影響，Ignico and Mahon (1995)對 28 位 8-11 歲兒童進行每週三次，每次一小時共十週的有氧運動及遊戲，結果有效的改善坐姿體前彎、一英里跑走、仰臥起坐之能力。Savage 等人 (1986)以 8 歲的男童進行 11 週的跑走運動後，改善了最大攝氧量 ($VO_{2\ max}$)與高密度脂蛋白膽固醇含量，故運動對健康體適能的確有正面之效果。

第五節 血液營養代謝指標

一、空腹血脂肪與空腹血糖

膽固醇是體內細胞膜的重要成份，也是合成膽酸、荷爾蒙以及維生素 D 的必需先質 (precursor)。體內膽固醇雖部分來自於食物，但仍以體內合成為主。人體每日約可合成 1-1.5 克。其中 68-74% 膽固醇是在肝臟中合成，其他組織器官如皮膚、性腺、腎上腺、腸及主動脈等，每日亦能合成約 0.5 克膽固醇 (Groff & Gropper, 1999)。因此血中膽固醇濃度不會立即受到飲食中膽固醇多寡而影響，但若是長期由飲食中攝取過多的膽固醇，則易造成血中膽固醇濃度升高 (Murray et al., 1993)。流行病學的研究指出 (Castelli, 1992)，血中總膽固醇濃度愈高，心血管疾病的發生率與死亡率也愈高；總膽固醇濃度若能降低，無論是透過飲食、藥物或其他方式，不但能有效的預防冠狀動脈心臟病的發生，也可預防再發性心肌梗塞。飲食中膽固醇有游離的，以及與脂肪酸結合成酯類等兩種，後者需先由胰膽固醇脂解酶將脂肪酸水解之後形成游離膽固醇才能被吸收。

三酸甘油酯 (triacylglycerols) 在人體內可分為內生的 (endogenous) 與外來的 (extraneous) 兩種。內生性三酸甘油酯，會在肝細胞中持續不斷的由脂肪酸及醣類的代謝產物所合成，儲存身體多餘的能量。外來性三酸甘油酯源自於食物中的脂肪，經消化道的脂解酵素 (lipase) 分解後，再由小腸吸收。食物的內容很容易影響血中三酸甘油酯的濃度，例如飲酒，或攝取含有大量脂肪或醣類的食物，均可在短時間內大量提高血中三酸甘油酯濃度 (Murray et al., 1993)。三酸甘油酯在血液中主要以乳糜微粒 (chylomicron) 與極低密度脂蛋白 (very low-density lipoprotein, VLDL) 的型態存在。血中三酸甘油酯濃度過高，也是心臟血管疾病的危險因子，只不過相關性不似膽固醇那樣明顯，因為當血中三酸甘油酯濃度升高時，常會合併發生高密度脂蛋白膽固醇濃度過低，及低密度脂蛋白膽固醇濃度不

正常 (Drexel et al., 1994)，故通常過高的血中三酸甘油酯濃度需與較低濃度的高密度脂蛋白膽固醇同時存在時，才會使心臟血管疾病的相對危險性上升 (Assmann & Schulte, 1992; Castelli, 1992)。冠狀動脈疾病雖為成年人主要死因之一，且通常在 30 歲後才會逐漸有症狀產生，但有研究顯示，血管粥樣硬化的過程在兒童時期即已產生 (Must & Strauss, 1999)。1995 年，美國小兒科醫學會即指出：人體內腹部主動脈約在二歲時就會有脂肪紋脈 (fatty streak) 的形成，約在十歲時冠狀動脈內也會有脂肪紋脈形成 (Strong & McGill, 1969; Lee & Nieman, 1996; Kwiterovich, 1995)。粥狀動脈硬化的發生可視為心血管疾病危險因子的重要指標。

兒童時期的膽固醇標準是成年後一個很好的指標 (Resnicow et al., 1991)。在美國 36-60% 的 12 歲以上的兒童至少都有一項心血管疾病因子存在。不健康的童年生活形態，導致其成年的肥胖、高膽固醇血症、高血壓、動脈硬化症 (Berenson, 1986)。總膽固醇、低密度脂蛋白膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇、極低密度脂蛋白膽固醇和三酸甘油酯都可做為心血管疾病的指標 (Criqui & Golomb, 1998)。

1993-1996 年國民營養狀況變遷調查結果，對於血脂異常以下列標準定義：血清三酸甘油酯 200 mg/dL、總膽固醇 240 mg/dL、高密度脂蛋白膽固醇 35 mg/dL、低密度脂蛋白膽固醇 160 mg/dL、總膽固醇/高密度脂蛋白膽固醇 5。但以成人標準看兒童資料並不是那麼恰當。

根據臺北市兒童心臟調查 (Taipei children heart study) 1500 位 12-16 歲學童，得體位值：身高、體重、身體質量指數或腰臀比之資料足以預言血液脂質的發展趨勢，尤其以皮下脂肪測量和血液脂質有相當強的相關性 (Chu et al., 1998)。

88 位 5 至 19 歲肥胖兒童及青少年中，15% 有過高全血膽固醇、過低高密度脂蛋白和過高低密度脂蛋白，以及 30% 有過高三酸甘油酯。肥胖兒童雖未見典型的糖尿病，但對葡萄糖的代謝卻出現早期不正常的現象，如血糖上升 (Chen, 1997)。

Rowland 對 31 位年齡 10-12 歲的健康兒童做 13 週之有氧訓練，結果顯示對於

健康而且原本沒有血脂異常的學童，血液脂質並未受到 13 週有氧訓練後而有任何改變 (Rowland et al., 1996)。

DuRant 等人對 123 位年齡 4-5 歲之黑人、墨西哥裔和白人兒童做一年之體適能訓練，以腰臀比與皮下脂肪測量得體脂肪量，結果顯示心血管適能 (cardiovascular fitness) 高者和體脂肪量 (fatness) 低者，其血清脂質和脂蛋白形式都比較好 (DuRant et al., 1993)。

二、空腹血漿胺基酸

不論年齡，女性的血漿胺基酸濃度均略低於同年齡男性 (Caballero, Gleason & Wurtman, 1991)，而隨著年齡之增長，女性血漿胺基酸濃度有增加的趨勢，如：支鏈胺基酸 (branched-chain amino acids, BCAAs：纈胺酸 valine, 白胺酸 leucine, 異白胺酸 isoleucine)、苯丙胺酸 (phenylalanine)、酪胺酸 (tyrosine)，男性則無此現象。

血漿中胺基酸，如麩醯胺酸 (glutamine) 與支鏈胺基酸，提供肌肉做功時所需的能量，支鏈胺基酸為必需胺基酸，若飲食中無法獲得適量的胺基酸，會造成血漿胺基酸濃度下降、肌肉分解及肌肉無力 (Tang, 1996)。其中麩醯胺酸為免疫系統中，淋巴細胞與巨嗜細胞的主要能量來源 (Castell, 2003)。

在肌肉代謝中，從支鏈胺基酸而來的胺基被用來合成丙胺酸 (alanine) 與麩醯胺酸 (Harper et al., 1984)。丙胺酸與麩醯胺酸亦分別是肝臟與腎臟中糖質新生主要前趨胺基酸 (Felig et al., 1970; Goodman et al., 1966)。因此，測量血漿中丙胺酸與麩醯胺酸之濃度可幫助了解運動對於肌肉恆定之影響。

耐力運動 (endurance exercise) 中，支鏈胺基酸經由體內蛋白質之異化作用，從血漿中的支鏈胺基酸池中提供支鏈胺基酸給肌肉行有氧代謝，往往支鏈胺基酸之氧化作用快於蛋白質之異化作用。因此，耐力運動進行時間稍久血漿中之支鏈胺基酸的濃度即會下降，因而影響到游離色胺酸 (f-tryptophan, f-TRP) 與支鏈胺基酸之比例 (ratio of f-TRP / BCAAs)，此比例對於腦部的神經傳導物質之合成影響很

深。當耐力運動時，血中之支鏈胺基酸濃度下降，致使游離色胺酸與支鏈胺基酸之比例增加，令更多游離色胺酸穿越血腦障壁 (Blood Brain Barrier) 而進入腦部。當腦中之游離色胺酸量增加，促使神經傳導物質 5-羥基色胺 (5-hydroxytryptamine, 5-HT) 之生成。5-HT 已證實有引人入睡，減低運動神經之興奮性，影響自主及內分泌系統之功能，致使中樞神經系統疲倦及降低食慾。因此，5-HT 之增加會使人有疲倦之感覺產生，而且肌力會下降。所以游離色胺酸與支鏈胺基酸之比例是引致生理及心理疲倦之重要因素，此為中樞疲勞假說 (central fatigue hypothesis) (Newsholme, Blonstrand & Ekblom, 1992; Davis, 1995)。由於 5-HT 主要存在腦漿中或脊髓液中，測量其濃度之方法多為侵入性，實施不易，故大多以游離色胺酸與支鏈胺基酸在血漿中的比例做為中樞疲勞之指標。此外色胺酸是合成人體血清素 (serotonin)，即 5-HT 之原料，而血清素是控制人體食慾很重要的一個化學物質，色胺酸如果不足，食慾會增強。當肌肉中能量代謝時，胺基酸（主要是支鏈胺基酸）會代謝產生含氮廢物，這些含氮廢物可藉由丙胺酸之生成透過「葡萄糖-丙胺酸循環 (Glucose-Alanine Cycle)」帶至肝臟清除 (Williams, 2002)，而以尿素形式排出體外。

第六節 尿液營養代謝指標

尿液 (urine) 是過剩的陰離子、陽離子和體內代謝過程中許多分解產物（特別是累積在人體中會有毒性者）所組成的水溶液。最重要的有毒代謝產物為蛋白質分解後的含氮廢物，如尿素 (urea) 與肌酸酐 (creatinine, Cr)。體內的恆定可透過尿液的組成以及濃度的改變來維持，當蛋白質攝取過量，會產生過多含氮廢物及硫、磷酸性代謝物；當血液中的 pH 值降低時，會刺激腎小管分泌氫離子和氨，並刺激對重碳酸根的再吸收，因而促使尿液中的 pH 值下降，以提升血液中的 pH 值（白

禮源等，民 84)。肉類食品含有較多的硫和磷，在身體內代謝後產生不可揮發的酸，稱為代謝酸。若代謝酸在體內產量大增時，腎臟會增加氫離子的排出，以減少氫離子在體內的聚積。若飲食含鹼量高或長期使用大量制酸劑時，腎臟分泌的氫離子減少，減少對重碳酸根的再吸收，使尿中含有大量的重碳酸根而成鹼性，以維持體內的酸鹼平衡。

肌酸 (creatine) 是一種天然胺基酸的代謝物，可以由人體自行合成、或由食物供應。人體可在肝、腎和胰臟自行合成肌酸--由 arginine (精胺酸)、glycine (甘胺酸) 和 methionine (甲硫胺酸) 等三種胺基酸之參與合成。肌酸的代謝主要有二個途徑：一個是在肌酸激酶(creatine kinase) 的催化下和磷酸結合形成磷酸肌酸 (phosphocreatine 或 creatine phosphate)，另一個是無需酶的催化即可脫水形成肌酸酐。由於尿中肌酸酐的排泄量，在正常人而言是與肌肉量或體重成正比，而與飲食無關，因此尿中肌酸酐濃度已被證實可用來校正單次尿液 (spot urine) 中代謝物之濃度 (Carrieri, Trevisan & Bartolucci, 2001)。

Ballard 與 Tomas (1983) 指出，人體內的三甲基組胺酸 (3-methylhistidine, 3-MH) 主要儲存在骨骼肌中 (91.1%)，只有極少部分儲存在腸胃道 (3.1%)、皮膚與結締組織 (3.5%)，以及其它內臟及大腦 (2.5%)。當骨骼肌降解時，其中的肌凝蛋白與肌動蛋白分解並衍生出三甲基組胺酸，三甲基組胺酸不會被身體再利用而從尿中排出，因此，尿中三甲基組胺酸可作為肌肉分解的指標，並以尿中肌酸酐濃度來校正，故以三甲基組胺酸與肌酸酐之比例 (ratio of 3-MH / Cr) 來表示個體的骨骼肌分解狀態，更能正確評量單位肌肉的代謝速率 (王順正，民 82; Elia, Carter, Bacon, Winearls & Smith, 1981)。

Booth, Nicholson, and Watson (1982) 曾提出運動對骨骼肌蛋白質代謝與合成之兩相 (biphasic) 改變假說：在立即性 (acute) 的運動訓練時 (6 或 12 小時之內)，骨骼肌蛋白質代謝與合成速率降低；立即性的運動訓練以後與長時間 (chronic) 的運動訓練時 (6 或 12 小時以上)，骨骼肌蛋白質代謝與合成速率會增加。

王順正(民 82)指出運動訓練對於骨骼肌蛋白質的立即 (acute)效果並不明確，到目前為止仍然受到相當多的研究反駁，還需要進一步的探究：包括運動方式的差異、運動強度的大小、運動的持續時間、以及是否有適當的飲食控制等，都可能影響尿液中的三甲基組胺酸測量值；長期 (chronic) 或單次長時間的運動訓練，則會顯著增加骨骼肌蛋白質的代謝（包括分解與合成）。

血中與尿中的羥基脯胺酸大多是由膠原蛋白中代謝而來，而體內有一半以上的膠原蛋白存於骨骼中 (Swaminathan, 2001)。在膠原形成前，前膠原 (procollagen)中之脯胺酸與離胺酸逐步羥化為羥基脯胺酸及羥基離胺酸。當膠原被破壞時，此二種羥化胺基酸則被釋放出來，不能再被利用而以羥化形式排入尿中。由於此羥化物尿中含量穩定，所以測量尿液羥基脯胺酸之量，可作為膠原或骨骼代謝之指標 (Prockop & Kivirikko, 1967)。尿中羥基脯胺酸濃度可反映出骨骼蛋白質異化之程度 (Cetin, Gokce-Kutsal & Celiker, 2001)。

Tang 等人 (1995)以 18 位非肥胖、健康年輕男性為受試者，根據體重與年齡配對分成不運動組與運動組二組，均接受 7 天之極低熱量飲食（平均每日約 810 大卡），運動組接受每日 30 分鐘之中低強度有氧運動，最大心跳率 60-80%。實驗結果發現運動組於第 7 天（實驗最後一天），其尿中三甲基組胺酸含量顯著升高。而整合 6 日（第 2 天至第 7 天）之氮平衡值後，二組均呈負氮平衡，且運動組較不運動組為嚴重。不運動組之三甲基組胺酸含量亦有增加趨勢。但二組尿中羥基脯胺酸含量則無顯著差異。該研究證實採極低熱量飲食與有氧運動方法會增加三甲基組胺酸之排泄，若長期採用此法來減重，有可能會加速體蛋白之分解，而影響骨骼肌之恆定狀態。