

第五章 討論

第一節 身體組成之比較

一、不同肥胖程度男童身體組成方面

進行兒童肥胖判定的方法很多，但是需要精密儀器才能進行的實驗室檢查法，或是需要花費較高經費、檢查程序繁雜的檢測方法，例如水中秤重法、斷層掃描法、電阻傳導法等，在進行大規模人數測量時顯得非常的不適用。而透過身高、體重換算的身體質量指數或是身體特定部位的皮脂厚度測量，便因為方法簡便、程序簡單在國內無論在研究上或是實務應用上，成為經常使用的兒童肥胖檢測法。

隨著科技進步以及對於自身健康的逐漸重視，過去需要花費昂貴的電阻傳導方式才能進行的肥胖檢測法，已經應用在現在市面上出現的各種電子體脂肪體重計，同樣也是講求攜帶方便、測量簡便。本研究在界定肥胖標準時，選擇採用市面上可採購的電子體脂肪體重計，以日本 2003 年公佈兒童肥胖疾病定義為標準 (Asayama 等, 2003)，以全身脂肪超過 25% 為肥胖，同時腰圍在國外兒童肥胖研究中也逐漸受到關注，本研究也探討比較腰圍與身體質量指數與體內脂肪量之相關，此外並比較國內教育部健康與體育護照體適能常模、體育委員會國民體能常模及衛生署兒童及青少年肥胖定義三種不同判定法在兒童肥胖判定的優劣。

從收集研究文獻中再討論兒童肥胖問題多半著重於學童全身脂肪量質量或比率比較 (Daniels 等, 1997、Pietrobelli 等, 1998)，至於身體各部位組成差異則多未詳加描述。根據表 4-1 可知，本研究發現肥胖學童全身脂肪及身體各部位脂肪量均顯著高於正常學童，這和 Brambilla 等 (1994) 的研究結果相同，而肥胖學童在全身肌肉量及身體各部位肌肉量顯著低於正常學童。造成肥胖學童與正常學童的差異，根據國內丁文貞

(2001)、劉明賜(2004)針對國小不同體型學童的調查研究均發現，國內肥胖學童身體活動量較正常學童為低，以及李孟蓉(2002)針對台灣地區國小肥胖學童區域研究，受試學童所屬鄉村地區環境熱量高，學童熱量消耗少，肥胖知識才剛要推廣的階段。造成兒童肥胖的原因複雜，可能是以上所提包括環境、身體活動、教育等因素的影響，肥胖學童相較於正常學童帶給身體運動鍛鍊負荷不足，所以研究結果呈現出肥胖學童各部份脂肪比率較正常學童為高而肌肉比率就較正常學童為低的現象。

二、兒童肥胖判定指標與身體組成方面

本研究發現身體質量指數與體脂肪比率有 0.881 很高的顯著相關，這和 Maynard 等(2001)與 Pietrobelli 等(2005)研究結果身體質量指數與體脂肪比率相關約 0.6 的研究結果還高，本研究體脂肪 25% 以上肥胖組的學童約佔全體受試者一半，或許是造成研究結果體脂肪比率與身體質量指數相關程度較其他文獻為高的緣故。

國內相關研究在兒童肥胖問題的研究採用了許多判定標準，目前學校單位採用的是以身高及體重換算的身體質量指數做為學童肥胖之判定。身體質量指數是體重相對於身高的指數，若以成人為對象而言，因為成人生長已達成熟階段，身高與身體組成(例如肌肉、水分、礦物質等)比例固定，體重的增加反應出的是身體脂肪的增加，所以身體質量指數有與體脂肪相關程度高，同時方法簡便，具有適合大樣本使用的優點。但是若是以兒童及青少年為對象時，兒童及青少年處於生長發育的階段，身高不斷改變，身體組成在青春期時，男女性別又有極大的不同差異，也為因應這樣的特性，所以兒童及青少年的身體質量指數是依據性別訂定各年齡的標準值。

但是兒童身體脂肪與肌肉比率歲隨著生長發育而有所改變，特別是男生身體脂肪量隨著年齡增加而下降，而肌肉量隨年齡增加而逐漸增加，這在 Freedman 等(2005)的研究中能明顯發現這樣的趨勢。本研究受試學童分佈 10 至 12 歲間，研究結果相關呈現

身體質量指數除了和全身脂肪比率、軀幹脂肪比率、上肢脂肪比率及下肢脂肪比率有顯著的高相關存在外，也和全身肌肉比率、軀幹肌肉比率、上肢肌肉比率及下肢肌肉比率亦有顯著的高相關程度。這表示身體質量指數在 10~12 歲受試學童肥胖程度的判定上有可能會受到脂肪、肌肉等各部位身體組成發育因素的影響。且本研究中身體質量指數與身高存有 0.021 的微弱相關性，因為身體質量指數計算依據體重（公斤）除以身高（公尺）的平方，身體質量指數的確也會受到身高的影響，雖然從收集文獻中 Stephen 等（1997）與 Maynard 等（2001）研究發現身體質量指數與身高有顯著相關，提出身高會影響身體質量指數，但因為本研究受試學童人數不多，所以相關強度並不如文獻來的高。不過在處理兒童及青少年肥胖問題上，若僅以身體質量指數來做兒童肥胖問題的判定標準是有可能會造成誤差。

另外因為身體質量指數無法反映個人肥胖型態，國外文獻研究建議在兒童及青少年可採用腰圍量測。本研究發現腰圍與身體質量指數和軀幹脂肪比率相關程度童都有極高的顯著性 ($p < .05$)，且腰圍 ($r=0.922$) 較身體質量指數 ($r=0.897$) 程度為高，表示說腰圍比身體質量指數更能反映兒童身體肥胖的型態。研究中肥胖組學童平均腰圍有 81 公分，除了高於日本兒童肥胖症判定標準 80cm 外，也超到 Katzmarzyk (2004) 與 Zannolli 等 (1996) 提出腰圍百分等級 90th 以上，表示受試肥胖學童腰部可能有脂肪堆積情形。有鑒於腰圍在兒童身體肥胖型態的判定上較身體質量指數靈敏，但國內針對腰圍在學童上的應用研究並不多，建議未來在大樣本的研究上，國內教育、衛生相關單位應可將腰圍測量列入學童健康檢查項目之一，並著手建立國內學童腰圍標準，以減少使用身體質量指數所造成肥胖判定誤差。同時相關醫療單位能進一步針對肥胖學童進行醫療檢查，提供家長、學校在肥胖預防上教育及研究之參考。

三、國內三種兒童身體質量指數適用性方面

國內目前有教育部體適能護照 (2000)、體委會國民體能常模 (2001) 及衛生署中

華民國兒童及青少年肥胖定義（2002）三種身體質量指數標準判定兒童肥胖程度，在探討國內三種兒童身體質量指數標準適用性上，三者判定標準彼此就有許多不同點。如表 5-1-1 以 10 歲男童為例，以使用語詞來說，教育部體適能護照及體委會國民體能常模稱為過重，衛生署中華民國兒童及青少年肥胖定義稱為肥胖；以採用標準來說，教育部體適能護照採常模參照，位於該年齡、性別百分位 85th 以上者視為過重，體委會國民體能常模及衛生署中華民國兒童及青少年肥胖定義採標準參照，超過該年齡標準數值以上者視為過重、肥胖；以界定數值來說，體委會國民體能常模取至小數點以下二位，數值標準最低；衛生署中華民國兒童及青少年肥胖定義取至小數點以下一位，標準次之；教育部體適能護照取至整數位，數值標準較寬鬆。若該男童身體質量指數經計算為 22，在教育部標準他是正常體位；在體委會標準他是過重體位，應介入肥胖治療；在衛生署標準他是過重體位，暫時還不需介入。也就是說，相同的人可能因為選取標準不同，會造成不同的肥胖判定的結果。

表 5-1-1 國內教育部、體委會、衛生署 10 歲男童身體質量指數之標準

單位 \ 常模等級	10%以下	15%~80%	85%	90%	95%
	過瘦	正常	過重		
教育部	14	15~22	23	24	25

單位 \ 標準	過輕	稍輕	適中	稍重	過重
體委會	≤ 15.47	15.48~16.95	16.96~18.96	18.97~21.81	≥ 21.82~

單位 \ 標準	過瘦	過重	肥胖
衛生署	≤ 15.4	≥ 20.3	≥ 22.9

本研究將受試學童所測得身體質量指數套用到國內三種兒童身體質量指數標準

時，發現肥胖組學童在教育部體適能護照上，有 4 位未列入過重；在體委會國民體能常模上，有 1 位未列入過重；在衛生署中華民國兒童及青少年肥胖定義上，有 4 位未列入肥胖。正常組學童在體委會國民體能常模上，有 4 位列入稍重；在衛生署中華民國兒童及青少年肥胖定義上，有 1 位列入過重。結果顯見，若僅採用身體質量指數來判定兒童肥胖時，真正體脂肪過高的肥胖學童仍會有少部份無法被真正的判別出來，以致於若將來需進一步進行醫療介入時，這些學童也可能因此被疏漏；此外部分正常組學童也因身體質量指數偏高而被分類至稍重或過重的情形，從這些學童身體組成來看，他們的全身體脂肪比率超過 20%，甚至接近 25%，全身肌肉比率也高於 31%，因此可能是受到體內脂肪及非脂肪質量較高的影響，造成部分正常組學童身體質量指數有偏高的情形發生。所以建議國內將來在從事兒童肥胖相關研究或預防時，身體質量指數雖和體脂肪相關性高，仍會發生有少部分真正肥胖及正常兒童會被誤判，因此建議應該要配合其他的判別標準一同使用，降低篩選的誤差。

第二節 PACER 運動表現方面

一、受試學童 PACER 運動表現與美、日體適能 PACER 運動標準之比較

本研究結果呈現肥胖兒童無論在 PACER 運動趟數及時間上均比正常組學童表現顯著低落，肥胖兒童在心肺適能測驗項目成績表現不及正常組學童，這和國內外諸多研究結果相同（丁文貞，2001、洪維振，2003、黃逸清，1995、Deforche 等，2003、Zanconato 等，1999）。

本研究將受試學童 PACER 運動趟數成績對照美國 FITNESSGRAM 與日本新體力測驗標準表現，藉以了解國內學童與美、日學童心肺適能測驗成績表現是否有所差異。表 5-1-2 表示美國 FITNESSGRAM 體適能測驗 PACER 測驗趟數標準與日本新體力測驗於 2001 年進

行體力、運動能力調查 PACER 運動趟數平均值。表 5-1-3 則表示受試學童 PACER 運動趟數成績在美國 FITNESSGRAM 與日本新體力測驗標準之表現情形。在美國 FITNESSGRAM 體適能測驗，肥胖組有 4 位，正常組有 12 位高於健康區 (Health Fitness Zone) 標準，總計有 16 位學童通過美國 FITNESSGRAM PACER 測驗標準。在日本新體力測驗，肥胖組有 0 位，正常組有 0 位高於 2001 年學童體力、運動能力調查 PACER 運動平均值，總計沒有學童高於日本學童體力、運動能力調查 PACER 運動平均值。

表 5-1-2 美國、日本體適能測驗 10~12 歲男童 PACER 運動趟數標準

標準 年齡	美國 FITNESSGRAM 測驗 (1999) 健康區標準		日本文部科學省 (2001) 體力、運動能力調查平均值
	Good	Better	
10	23	61	47.84
11	23	72	56.33
12	32	72	65.99

表 5-1-3 受試學童 PACER 運動趟數成績於美、日體適能測驗 PACER 成績標準之表現

成績 體適能測驗項目	肥胖組		正常組		全體	
	高於標準	低於標準	高於標準	低於標準	高於標準	低於標準
美國 FITNESSGRAM (1999) 健康區標準	4	13	12	6	16	19
日本新體力 (2001) 調查平均值	0	17	0	18	0	35

從表 5-1-3 結果可以發現，我國學童心肺適能成績表現遠不及美、日兩國。根據教育部 (2006) 公佈各級學校學生運動參與情形調查報告指出各級學校體育課的實施情形以每週上兩節體育課居多，但仍有 3.9% 的比例每週僅上一節體育課，依比例推算約有百餘所小學學生體育課時數是嚴重不足的，此外各級學校運動社團成立與活動情形方面亦有不足現象，探究其原因除經費問題外，九年一貫課程實施後，數學、語文等領域授課時數偏低，因此學校將許多時間如彈性時間等用以補強教學，無不願意花時間成立運動

相關社團。本研究結果能提供國內有關單位對於學校體育教育的重視，增加學生從事體育活動機會，加強體適能的教育與鍛鍊的機會，並能進一步著手訂定國內學童 PACER 運動標準。因為 PACER 運動具有簡便不易受場地限制容易實施之優點，同時目前文獻研究指出 PACER 運動比其他心肺適能測驗如 12 分鐘跑走、800 或 1600 公尺跑走等當前研究經常實施的實地測驗項目更能反應出受試者最大攝氧量，因此將來國內學校實施體適能心肺適能測驗時能將 PACER 運動列入選擇。

二、影響 PACER 運動趟數因子方面

本研究也探求能解釋不同肥胖程度受試學童 PACER 跑步趟數的變項，經統計研究結果發現腿部肌肉比率是主要解釋 75.4% PACER 跑步時間成績表現，其次 8.6% 是年齡。因為 PACER 測驗是屬於短距離耐力運動，跑步時間不長，和長距離耐力跑相較之下需要相對較大的腿部力量使受試者有更快的跑步速度跟上音樂帶節奏，也就是說跑步者若有較多的腿部的力量，就能增加跑步的速度跟上節奏而有較多運動趟數，這和 Bell 等（1992）及 Fernhall 等（2000）的研究相符合。本研究中肥胖學童下肢肌肉比率顯著低於正常組學童，由於肌肉比率低，顯示肥胖學童下肢肌肉纖維量不足，以致於下肢肌力不足以支持肥胖組學童 PACER 運動表現，進而導致趟數成績的低落。其次是解釋變項是年齡，這表示孩童生長發展因素也會影響 PACER 運動成績的表現，因為兒童在成長過程中，身體肌肉比率會隨者年齡增加而成長。

由於本研究結果支持 Bell 等（1992）及 Fernhall 等（2000）的研究，下肢肌力是影響學童跑步成績的重要因素，所以未來學校欲加強學生心肺適能同時，除了強調降低學童體脂肪比率外，也要注重學童下肢肌力的鍛鍊，增強下肢肌力才能負荷體重進行長時間的身體活動而不會提早放棄。但是在文獻討論中也已發現影響兒童耐力跑成績因素相當複雜，同時本研究也發現雖然同屬於相同組別的學童，但在 PACER 運動趟數的表現卻有相當大的差別。肥胖組有學童只完成 8 趟，但也有人能完成 32 趟，正常組有學童

完成 54 趟，卻有學童僅完成 10 趟。所以除了腿部肌肉比率及年齡因素外，應該還存有其他因素影響受試學童在 PACER 運動的表現。表 5-2-1 及表 5-2-2 列出肥胖組學童及正常組學童所有人體測量參數及最大攝氧量估計值，在最大攝氧量估計值方面，由於國內目前尚未有研究從兒童 PACER 運動提出最大攝氧量推估的公式，所以表 5-2-1 及表 5-2-2 是根據 Léger 等（1988）及 Matsuzak 等（2004）所提出公式換算求得代表受試學童最大攝氧量估計值，本研究經由表中資料對照的方式探求影響學童 PACER 運動的表現的因子。

表 5-2-1 肥胖組學童人體測量參數與最大攝氧量推估表

編號	年齡	PACER		體態測量				全身			軀幹		下肢			上肢		最大攝氧量	
		趟數	時間	身高	體重	BMI	腰圍	脂肪	肌肉	脂肪	肌肉	脂肪	肌肉	脂肪	肌肉	脂肪	肌肉	Leger 公式	Matsuzak 公式
1	10	8	93	153	60	25.6	87	36	26.3	38.1	24.8	35.5	37.8	41.5	26.9	41.51	35.95		
2	10	11	101	132	43.9	25.2	74	32.3	28.3	31.3	26.6	33.4	39.3	34.3	31.1	41.51	36.87		
3	10	9	95	148	70.7	32.3	92	39.6	24.9	42.8	23.5	38.3	35.7	41.5	27	41.51	30.37		
4	11	19	165	140.5	46.9	23.8	74	29.2	29.2	29	27.2	31.2	40.9	32.7	32	42.11	39.15		
5	11	29	245	152.5	54.7	23.5	80	31.1	28.4	31.7	26.5	32.5	40	35.6	30.3	44.57	41.33		
6	11	27	223	148.5	58.1	26.3	83	30.1	28.8	30.9	26.7	30.4	41.6	32.6	32.1	44.57	38.53		
7	11	9	86	129	46.6	28	87	40.2	24.6	43	23.5	39.6	34.7	43.8	25.7	39.65	33.61		
8	10	14	126	145	54	25.7	81	36	26.4	37.5	25	37	36.6	40.3	27.6	41.51	37.01		
9	10	19	172	147	49.4	22.9	78	27.8	29.8	27.6	27.6	29.3	42.4	31.8	32.6	43.90	40.39		
10	10	15	141	133	39.2	22.2	75	33.7	27.3	34.2	25.9	35.7	37.6	39.5	28	41.51	40.22		
11	11	23	202	147.5	50.2	23.1	85	30.6	28.6	31.6	26.5	30.8	41.3	35.6	30.3	42.11	40.52		
12	11	13	127	149.5	59	26.4	85	37.7	25.7	39.9	24.3	37.4	36.3	43	26.1	39.65	35.76		
13	11	15	119	148	60.4	27.6	86	39.6	14.8	42.3	23.7	39.1	35	44.8	25.1	39.65	35.11		
14	11	12	105	148	61.3	28	87	28.1	29.6	28.9	27.2	27.5	43.8	28.7	34.4	39.65	34.19		
15	12	31	259	160.5	64.1	24.9	77	25.5	30.7	24.9	28.3	26.8	44.3	28.8	34.2	42.86	40.04		
16	12	32	260	148	50.5	23.1	75	27.1	30.1	28.6	27.8	29.2	42.5	30.9	33	42.86	41.79		
17	11	21	190	146.5	49.6	23.1	79	29.2	29.2	29.4	27.1	30.6	41.5	33.1	31.8	42.11	40.14		

Léger et al 公式： $VO_{max}=31.025+3.238 \times \text{最大速度}-3.248 \times \text{年齡}+0.1536 \times \text{最大速度} \times \text{年齡}$

Matsuzak et al 公式： $VO_{max}=61.1-0.462 \times \text{年齡}-0.862 \times \text{身體質量指數}+0.192 \times \text{趟數}$

表 5-2-2 正常組學童人體測量參數與最大攝氧量推估表

編號	年齡	PACER		體態測量				全身		軀幹		下肢		上肢		最大攝氧量	
		趟數	時間	身高	體重	BMI	腰圍	脂肪	肌肉	脂肪	肌肉	脂肪	肌肉	脂肪	肌肉	脂肪	Leger 公式
1	10	20	165	141	34.9	17.6	61	14.1	35.5	9.8	32.3	19.9	49.5	17.8	40.5	43.90	45.15
2	10	24	201	132.5	32.4	18.3	67	22.9	31.8	20.7	29.4	27	44.1	26.7	35.5	43.90	45.31
3	10	19	157	136.5	37	17.4	65	18.5	33.7	15.3	30.8	22.9	47.2	24.5	36.6	43.90	45.13
4	10	16	151	146.5	38.1	17.9	66	18.5	33.7	15.5	30.8	23.3	46.9	23.1	37.5	43.90	44.12
5	10	18	157	135	26	14.3	52	7.1	38.4	5	34.7	14.9	53.2	13	43.3	43.90	47.61
6	11	10	93	137	36.4	19.4	71	24.7	31.4	23.2	28.7	27.6	43.7	30.6	33.2	39.65	41.22
7	11	31	260	144	39	18.8	69	21.3	32.5	19.2	29.8	24.9	45.7	26.4	35.6	44.57	45.76
8	11	51	394	158.5	45.6	18.2	62	5.7	39	5	34.8	11.6	55.8	7.7	46.4	49.50	50.12
9	11	25	183	150	35.4	15.7	54	6.7	38.6	5	34.8	13.6	54.2	11.3	44.3	44.57	47.28
10	11	27	220	146	45.1	22	75	22	32.2	20.5	29.5	24.3	46.2	25.8	36	44.57	42.24
11	12	24	203	154	48.3	20.4	69	22.2	32.1	20.2	29.5	25.8	45	26.1	35.8	42.86	42.58
12	11	52	400	147.5	34.5	15.9	59	8.9	37.7	5	33.9	14.7	53.3	14	42.7	51.96	52.30
13	12	52	399	160	51	19.9	67	12.8	36.1	9.1	32.5	17	51.7	14.3	42.6	50.48	48.39
14	12	47	363	147	39.3	18.2	63	10.9	36.9	6.3	33.2	16	52.5	14.3	42.6	47.94	48.89
15	12	40	326	166.5	58.9	21.2	72	13.3	35.8	10.2	32.2	16.7	52	14.5	42.5	45.40	44.96
16	11	54	418	155.5	45	18.6	66	6.3	38.8	5	34.5	11.6	55.8	7.6	46.5	51.96	50.35
17	112	42	328	151.5	37.9	16.5	58	8.9	37.7	5	33.9	15	53.1	12.7	43.5	47.94	49.40
18	11	29	239	144	36.1	17.4	59	8.1	38	5	34.2	14.2	53.8	10.8	44.6	44.57	46.59

Léger et al 公式： $VO_{2max}=31.025+3.238\times\text{最大速度}-3.248\times\text{年齡}+0.1536\times\text{最大速度}\times\text{年齡}$

Matsuzak et al 公式： $VO_{2max}=61.1-0.462\times\text{年齡}-0.862\times\text{身體質量指數}+0.192\times\text{趟數}$

經由表 5-2-1 及 5-2-2 資料結果，本研究整理影響學童 PACER 運動的結果可歸納以下原因來解釋說明：

(一) 肥胖

以肥胖組 6 號、8 號學童為例，無論在年齡、身高、身體質量指數、全身肌肉比率、最大攝氧量表現相當，但在脂肪比率上，肥胖組 8 號高於 6 號近 6%。造成肥胖組 6 號、8 號學童 PACER 運動趟數差距可能主要是彼此脂肪比率量的不同所造成。

(二) 氣候適應

每位學童因研究限制，測驗時間不同。因為施測地點位於室外籃球場，5、6 月正值邁入盛夏季節，Hebestreit and Bar-Or (1998) 提出在高運動強度下，氣候溫度對兒童的影響比從事間歇性運動來的大。測驗當時的氣候溫度，有可能會影響學童持續運動的意願。

(三) 活動肌肉比率

以肥胖組學童為例，除全身脂肪比率，下肢肌肉比率較於正常組學童數值是偏低，代表肥胖組學童下肢肌肉量不足，因此造成肥胖組學童在運動過程中沒有足夠的下肢肌力承擔身體過多脂肪而造成 PACER 運動趟數成績明顯偏低。

(四) 生長因素

本研究針對 10~12 歲男童，統計結果身高與腿部肌肉比率有顯著相關，表示生長因素也會影響受試學童活動肌肉比率，Bell (1992) 的研究提出身高與 50 碼衝刺成績有顯著負相關 ($p < .01$)。以肥胖組 2 號、5 號學童為例，兩者各部位身體組成比率均相當，但 5 號運動趟數卻高於 2 號 18 趟，可能是因為肥胖組 5 號身高高於 2 號 20.5 公分，因此造成兩者運動趟數間的差異。

(五) 情緒因素

本研究受試學童是第一次接受 PACER 運動測驗，對於測驗內容、配戴

儀器的不熟悉、從心跳結果呈現部分學童因位心情緊張開始測驗前心跳已明顯升高的現象。此外當天精神狀態，前一節上課情緒的影響等因素，這些在研究過程中有可能會影響學童運動趟數成績。

(六) 動機因素

以正常組 8 號、9 號學童為例，無論年齡、身高、各部位身體組成比率、最大攝氧量相當，且二者均為學校田徑代表隊員，但趟數卻差距達 26 趟。平日 8 號學童學習態度積極認真，為班上幹部及模範生，相對於 9 號學童就較為消極，常需師長叮囑。因此造成兩者趟數差距可能主要是心理動機不同。

因此研究中發現真正影響學童心肺適能測驗的因素十分複雜，本研究雖然嘗試解釋造成學童跑步成績差異的原因，在研究環境未全然控制的限制下，是無法全然以單一因素解釋學童運動成績，本研究統計結果顯示受試學童腿部肌肉比率和年齡僅能解釋 84% PACER 運動趟數之結果，表示仍有 16% 是被其他因素所影響。因此未來研究者欲從事相關學童心肺適能研究時，須能確切完善掌握學童各方面的因素，研究過程中也建議後續的研究能加入運動自覺量表，掌握受試者心理動機層面因素。

第三節 PACER 運動心血管反應之比較方面

一、肥胖與正常男童血壓之比較

對血壓正常的人進行高血壓的準確預測很重要，目的是便於採取早期預防措施，有可能改變結果。安靜時血壓、高血壓家族史、身體質量指數以及體力活動和體能已經被普遍接受用於預測是否將來會有高血壓的有效變因。

本研究受試學童不論是平日收縮壓平均值或平日舒張壓平均值均低於國民健康

局(2004)所發佈的收縮壓 122mmHg、舒張壓 78mmHg 之 90th 百分位的數值。但在比對個別資料後,肥胖組學童有 5 位,正常組學童有 4 位收縮壓平均值或舒張壓平均值大於 90th 百分位的數值,經計算後肥胖組高血壓盛行率 35.7%,正常組高血壓盛行率 36.4%,兩組比率差異不大,這與先前文獻調查肥胖組高血壓盛行率顯著高於正常組學童的研究結果不符合。可能的原因是本研究採用手腕式血壓計而非採用水銀式血壓計,加上受試時間是利用學童上午下課時間於教室休息五分鐘後站立測量,前一節上課情緒的影響、休息時間與測量環境等因素的影響或許對測量造成誤差,所以測得的學童平日血壓值可能受到影響,造成與先前研究結果不同。

PACER 運動後收縮壓和舒張壓的變化有不同的反應。收縮壓部份,PACER 運動前本研究部分受試學童有增加的情形,其中肥胖組學童有顯著升高,這是因為受試學童在從事測驗前心理緊張造成心跳增加導致收縮壓增加,造成兩組運動前收縮壓平均值較平日測得的收縮壓平均值為高的現象。PACER 運動停止後,肥胖組雖較正常組收縮壓顯著高於運動前所測的收縮壓平均值,表示受試學童心跳數以增加心輸出量來提供足夠氧氣應付 PACER 運動所需,所以造成受試學童在運動停止時收縮壓有顯著提升,但肥胖組與正常組相比較並無差異存在。運動停止後 5 分鐘,肥胖組與正常組收縮壓平均值已與平日所測的數值無差異存在,肥胖組與正常組間亦無差異存在的情形,但是從圖 4-3-1 可發現,肥胖組增加的幅度是高於正常組的學童。舒張壓部份,從圖 4-3-2 可發現,PACER 運動前本研究受試學童雖有增加的情形,增加幅度並未像收縮壓一樣,惟肥胖組學童有顯著升高,且肥胖組舒張壓平均值顯著高於正常組。PACER 運動停止後,肥胖組舒張壓平均值還是顯著高於正常組的學童,但 PACER 運動停止 5 分鐘後和正常組間已無差異存在。此外,從表 4-3-2 及圖 4-3-2 可發現,PACER 運動過程和恢復期,肥胖組學童舒張壓的變化較正常組來的顯著。

根據運動血壓的變化能了解心血管機能對運動負荷適應的情形,收縮壓主要是反映心肌收縮力量與每跳輸出量,舒張壓則反應出血管彈性與周邊血管的阻力,因此運動後

理想的血壓變化是收縮壓升高，舒張壓下降或保持不變，脈壓差增加為最好。收縮壓升高，表示心臟收縮力量增加；舒張壓下降，則說明血管阻力減少；脈壓差增加表示因運動流向肌肉等周邊組織的血流量增加。運動後收縮壓、舒張壓都上升，但脈壓差升高，也可視為心血管機能提高的表現，但若脈壓下降則說明身體機能較差。PACER 運動後，肥胖組收縮壓平均值高於正常組，顯示肥胖組學童的心臟比正常組學童花費較大的力量傳送血液至全身；另外舒張壓高於正常組，顯示肥胖組學童周邊血管阻力較正常組學童高；從肥胖組與正常組學童兩組脈壓差來看，肥胖組平均脈壓差為 46.07mmHg，正常組平均脈壓差為 51.27mmHg，可見肥胖組學童在從事 PACER 運動心血管機能適應是較正常組為差的。

從表 4-3-1 及 4-3-2 肥胖組收縮壓及舒張壓在 PACER 運動過程及恢復期，血壓的變化較正常組來的顯著。根據文獻研究，肥胖會使得全身肌肉與脂肪細胞產生胰島素阻抗性 (insulin resistance)，當情況持續，最後則導致身體對胰島素反應低下，增加胰島素分泌，形成高胰島素血症。胰島素是一種由胰臟 β 細胞所分泌出來荷爾蒙，它會促進交感神經的活性，導致心輸出量、血管抵抗力增加，以及血管平滑肌的肥厚和末梢血管抵抗力增加，促進血液中的葡萄糖進入肌肉或脂肪細胞，以提供人體所需的能量，但是當胰島素不能發揮作用時，血液內的葡萄糖便無法轉化成人體所需的能量，導致血糖的增加，這些狀況下容易形成高血壓，導致糖尿病的發生；亦或是由於肥胖學童體內血管已有脂肪堆積的情形，導致身體在輸送血液過程中，心臟需消耗較大的力量將才能血液輸送至身體各部位。雖然本研究對肥胖學童雖未進行血糖濃度檢測而進行血管半徑檢查，但相較於正常組，肥胖組學童運動過程及恢復期血壓的不正常反應肥胖組學童體內可能已出現胰島素阻抗造成葡萄糖的代謝出現不正常或是血管壁內脂肪堆積的現象，尤其是肥胖兒童將來有很高的機率會持續肥胖到成人，未來罹患糖尿病、心血管相關疾病的機會相當大。

二、肥胖與正常男童心跳之比較

本研究肥胖組及正常組平日心跳並無顯著的差別，表 4-3-3 所示運動開始所測得心跳數顯著比平日來的高，是因為雖然在實驗進行前已經給予受試學童適當的休息，但部分受試學童因為心情緊張的緣故導致心跳提升，所以肥胖組有 3 位學童、正常組有 3 位學童在 PACER 運動開始後出現從心跳反而先下降而後再升高的情形。

兒童在從事衰竭性運動最大心跳率多少受到最大運動實驗過程中運動型態的影響而不同，文獻中跑步機與腳踏車計功器所得兒童心跳數值不盡相同。本研究在 PACER 運動過程中發現肥胖組出現最大心跳為 203bpm，正常組出現最大心跳為 214bpm，這比文獻中實驗室腳踏車計功器或是跑步機方式所測得的最大心跳值來的高，可能的解釋是 PACER 運動過程中有搭配音樂帶能調整跑步的節奏，不易使得受試者覺得枯燥，20 公尺跑步的距離不會讓受試學童感受到壓力，使受試學童有意願持續運動到衰竭狀態。不過雖然位於相同組別，但學童彼此間最大心跳數值卻有很大的個別差異，肥胖組平均最大心跳標準差為 12bpm、正常組是 7bpm；從統計數值上有 4 位受試學童最大心跳低於 200bpm，14 位高於 210bpm。

PACER 運動後 5 分鐘恢復期時間，肥胖組與正常組心跳恢復從圖 4-3-3 可看出肥胖組與正常組 5 分鐘內每隔 30 秒所測得心跳統計上並未有差異存在，正常組心跳較肥胖組心跳較高的原因是因為正常組學童在 PACER 運動中比肥胖組達到顯著較高的最大心跳，因此在運動後恢復期所測的心跳下降數值會比肥胖組來的高。

若進一步求取各間隔時間間心跳恢復數來進行分析，如圖 5-3-1 所示，△1 表起始心跳至 30 秒間隔時間，△2 表 30 秒至 60 秒間隔時間，△3 表 60 秒至 90 秒間隔時間，△4 表 90 秒至 120 秒間隔時間，△5 表 120 秒至 150 秒間隔時間，△6 表 150 秒至 180 秒間隔時間，△7 表 180 秒至 210 秒間隔時間，△8 表 210 秒至 240 秒間隔時間，△9

表 240 秒至 270 秒間隔時間， $\Delta 10$ 表 270 秒至 300 秒間隔時間。

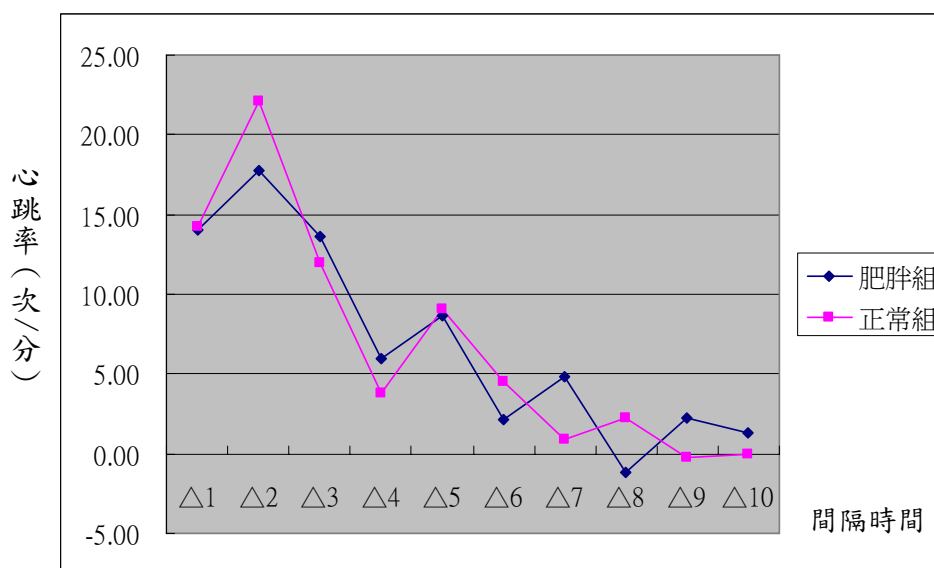


圖 5-3-1 不同肥胖程度男童 PACER 運動恢復過程各間隔時間心跳恢復數

肥胖組與正常組學童心跳恢復約在間隔 $\Delta 6$ ，恢復期 150 秒至 180 秒間心跳已經恢復到運動開始時心跳水準。從下降心跳數來看，下降最快的是在間隔 $\Delta 2$ ，也就是 30 秒至 60 秒間，這和姜義村 (1997)、Maffeis 等 (1993) 的研究，受試學童在運動停止後心跳就立刻下降情形並不相同，造成研究結果的不同是因為本研究受試學童參與 PACER 運動過程達到真正”衰竭”的狀態，從統計資料上發現因為肥胖組有 3 位、正常組有 1 位學童在運動停止後，心跳仍有繼續升高的情形，肥胖組有 1 位、正常組有 1 位學童在運動停止後仍維持運動時最大心跳數，表示在間隔 $\Delta 1$ 部分學童心跳是呈現是繼續上升或維持的情況而後才下降的趨勢，也因此間隔 $\Delta 2$ 心跳數反而比下降間隔 $\Delta 1$ 來的高。若以分鐘為單位，心跳恢復以第一分鐘為最多，肥胖組心跳下降 31bpm 而正常組下降 36bpm，姜義村 (1997)、Baraldi 等 (1991) 研究提出運動恢復期第一分鐘心跳是關鍵，運動恢復期第一分鐘心跳最能反映出個人心血管適能的好壞，所以正常組學童 PACER 運動後心跳恢復能力較肥胖組學童來的好。

人體心臟跳動受到自律神經的影響，包括使心跳加速的交感神經系統及抑制心跳的副交感神經系統。當交感神經系統興奮時，體內腎上腺髓質細胞分泌兒茶酚胺（catecholamin）激素，兒茶酚胺激素主要為腎上腺素（epinephrine）以及正腎上腺素（norepinephrine），可以增加心跳增加、血壓升高以及血糖上升等；當副交感神經興奮時，心跳變慢、血壓降低。隨者運動強度的增加，交感神經活動會逐漸增強，副交感神經活動逐漸減弱，反之當運動強度減弱，交感神經活動會逐漸減弱，副交感神經活動逐漸增強。從運動生理學的觀點，交感神經系統對運動有利，副交感神經系統對運動後休息有利。從本研究結果發現正常組學童運動後心跳恢復數較肥胖組學童為高，可推測正常組學童運動後恢復期副交感神經活性較肥胖組學童為高。本研究心跳記錄器是紀錄學童每次心跳數，因此後續研究可根據所記錄心跳數值進行心跳變異的分析，進一步探討不同肥胖程度學童 PACER 運動過程中自主神經活性的表現。