

台北市國民小學少棒隊員與非運動員 呼吸、心率、血壓之測量分析研究

韓 德 行

本研究以台北市 207 名國民小學男生為對象，年齡平均為十一歲六個月至十二歲六個月間。分為兩組；一為少棒隊員組，選自北市所有六隊中之三隊隊員，共 31 人，一為非運動員組，共計 176 人，除選自少棒隊員之同校學生外，並分別自西門、公館、興隆、松山與大安等國小之同年級學生，這些選擇考慮其為舊社區、商業區、近年來發展快速之舊社區，以及原為台北縣劃歸北市者。所有兩組學童均測量身高、體重，心電圖記錄正常者，再計數心率及量血壓，並以肺量計測量潮氣容積，吸氣儲備容積與呼氣儲備容積、FEV_{1.0}及其他各項測量，分別統計分析，結果顯示來自三校的少棒隊員間，測量之各項大都沒有顯著的差異（ $p > 0.05$ ），而少棒隊員與非運動員間則少棒隊員之心率低於非運動員組，且其心臟容積也較大，即正常低心率的心臟具有良好的機械效率。呼吸測量的各項中；潮氣容積及每分鐘攝氣量兩組無明顯的差異，呼吸頻率少棒組較低，其他吸、呼氣儲備容積、肺活量和 FEV_{1.0}等多項，則少棒組都優於非運動員組。較大通氣量與肺活量的少棒組，可在運動中因劇烈程度的遞增更能配合的增加通氣量以供身體所需故運動訓練除使技術進步外，可增加肌肉的收縮力及耐力，更可促進循環、呼吸等器官的機能。

壹、緒 論

一研究的動機：

先 總統蔣公在民生主義育樂兩篇補述中，倡導全民運動。於是我復興基地，人人景從力行，參加育樂活動，蔚成風氣。健身性的促進健康，娛樂性的自娛娛人，競賽性的更可在活動中獲得成就感。

此外加上學校體育活動。學校體育除正課外，有的學校著重體操，有的學校發展手球、足球、游泳等等。其中為人樂道者，應推民國五十八年的中華金龍少棒隊，首先奪得遠東地區代表權，繼在世界少棒大賽中，屢勝他隊而膺冠軍。也是我國家代表隊，在國際比賽中難得的錦標，於是鼓舞起全民活動高潮。從此之後，我國之少棒、青少棒、青棒也在其後數年，在世界大賽中，相繼獲得優勝。也因為如此，棒球活動更為我們所關注。

任何運動項目的競賽，優勝者多具有熟練的技術，技術可由設計完善的訓練中獲得，但技術的發揮，則必須以肌力與耐力為基礎，換言之，生理機能良好的選手，在訓練和比賽時，易於收到預期的效果，我們的各級棒球選手，在國際賽中獲得優勝，可以肯

定其技術熟練，但亦應具備良好的生理技能。昔者僅見有優勝紀錄，甚少有生理機能測量之資料，此缺失引發本研究之設計與實行。

二、研究的目的：

活動可說是生物生活的基本要求，因之高等動物大都有為活動而設計的器官。人體的骨骼肌以及其服務的器官，就成為人類整個身體的重要部分。

骨骼肌的功能主要形成各種型式的肢體活動，當然也包括國際間不同的運動項目。骨骼肌比其他任何組織更能因活動的程度而改變其代謝率，以應工作的需求。事實上工作中的骨骼肌，較其靜止狀況可以增加氧化過程五十倍以上（Asusser, 1939），這種代謝率的改變，也必定造成嚴重的問題，因為當燃料、氧氣的消耗量增加五十倍時，二氧化碳和熱的產生，以及代謝廢物的運輸清除，也必同等的增加。為了維持細胞，組織的理化平衡，並使個體繼續工作，以及工作中所需要的內在恒定的持續，就要依賴給予肌肉服務的器官，或者說要有高效能的循環，呼吸器官的配合。

本研究在於測量已經有相當訓練的國小棒球選手以及與其同年級之一般國小學童的循環，呼吸等器官功能，統計分析兩者間功能之差異，判斷訓練之效果，供推展體育活動之參考。

貳、研究的對象與方法

一、研究的對象：

本研究之對象，以台北市國小少棒選手以及與其年齡相當之學童為主。台北市國小之少棒隊大都在四年級下或五年級上學期選拔組訓，至六年級時參加各種公開比賽，此種有計劃組訓的少棒隊，台北市計有北投國小、士林國小、龍山國小、太平國小以及西園和東園國小等數隊，東園西園兩國小因社區關係，有時合為春秋少棒隊，其他國小偶或組隊，但效果不彰。在此僅有之數隊中選樣，且須隊員樂於參加，而所屬學校的行政配合亦為主要因素。最後選定士林、春秋等少棒隊。對照組除選該兩隊同校同年級學童外，亦抽樣選取北市其他國小學童，大都為六年級，選擇方式為隨機取樣。若選定班級為男生班時，則以其班級之學號選單數或偶數，倘班級為男女生混合編班時則以全部男生為對象。計士林國小 22 人，西園國小 23 人，公館國小 27 人、大安國小 26 人，興隆國小 29 人，西門國小 25 人，松山國小 24 人，計非棒球選手 176 人，棒球選手非選手間年齡相當。測量時登記每人出生年月，統計結果所有學童年齡絕大多數為 11 歲 6 個月至 12 歲 6 個月，僅有少數例外，計 13 歲者 1 人，11 歲 5 個月者 2 人，12 歲 7 個月者 7 人。然而 12 歲 7 個月和 12 歲 6 個月，以及 11 歲 5 個月和 11 歲 4 個月之間的差異實際上少於 1 個月，也可能僅有十幾天的差別，所以 207 人中真正只有 13 足歲的一個人而已。

二、研究的方法：

本研究之測量分二部分，身高、體重、心電圖及血壓等在被測量學生所屬學校之保健室，肺量則在師大衛教學系生理實驗室測量。前者在測量開始時，先由導師或護士按學生之學號次序排隊，並給予最少二十分鐘之休息，在此期間，說明所用儀器，測量

方法及項目，主要在緩和學生被測量時之緊張情緒。開始時先量身高、體重同時記錄出生年月，繼之做心電圖，然後量血壓。肺量測量時被測學生先到實驗室。給予二十分鐘以上之休息並解釋肺量計 (spirometer) 之功能，測量方法則按照測量的程序予以示範，然後按學號次序每人測量一次，全體測量完畢，再做第二次，繼做第三次。所以如此者，旨在每人均可看到他人測量情況，所獲記錄可互相比較，倘有不當亦有改進機會，亦可避免連續測量引起呼吸變化及不適的感覺，如此每人做三次，倘若沒有理想記錄或自認不滿意時，尚可重做，至獲得良好記錄為止，雖然費時，但可獲得良好效果。

所用儀器：

- (1) 身高、體重計。
- (2) 血壓計 (標準水銀血壓計，N300 型)。
- (3) 心電圖記錄器 (日本光電 mc-12 型)。
- (4) 肺量計 (Warren E. Collins 9L Spirometer)。
- (5) 氣壓、溫度計。

三、實際測量：各項測量方式如下：

(一) 肺量的測量

本研究肺量測量用 Warren E. Collins 9L Spirometer 測量：被試者在測量前已有相當之休息，取坐位，在鼻上加上鼻夾，然後以口銜於已連於儀器上之橡皮嘴 (mouthpiece)，注意是否漏氣。先用慢速度 (32 mm/min) 轉動記錄鼓記錄呼吸，至少 1 分鐘以上，待被檢查者習慣於這一狀況，當潮氣容積記錄穩定時，然後開動中速度，被檢查者在安靜吸氣之末繼續吸氣至最大吸氣為止，隨即呼氣，至不能再呼為止，自最大吸氣位置到最大呼氣位置間記錄之容積改變即為肺活量，如圖 (圖一)。

在此記錄中可獲得潮氣容積 (tidal volume)，吸氣儲備容積 (inspiratory reserve volume)，呼氣儲備容積 (expiratory reserve volume)，吸氣最大量 (inspiratory capacity) 與肺活量 (vital capacity) 以及呼吸頻率 (frequency of respiration) 與攝氧量 ($\dot{V}O_2$) (2)，亦可以計算每分鐘通氣量 ($\dot{V} = TV \times f$)。

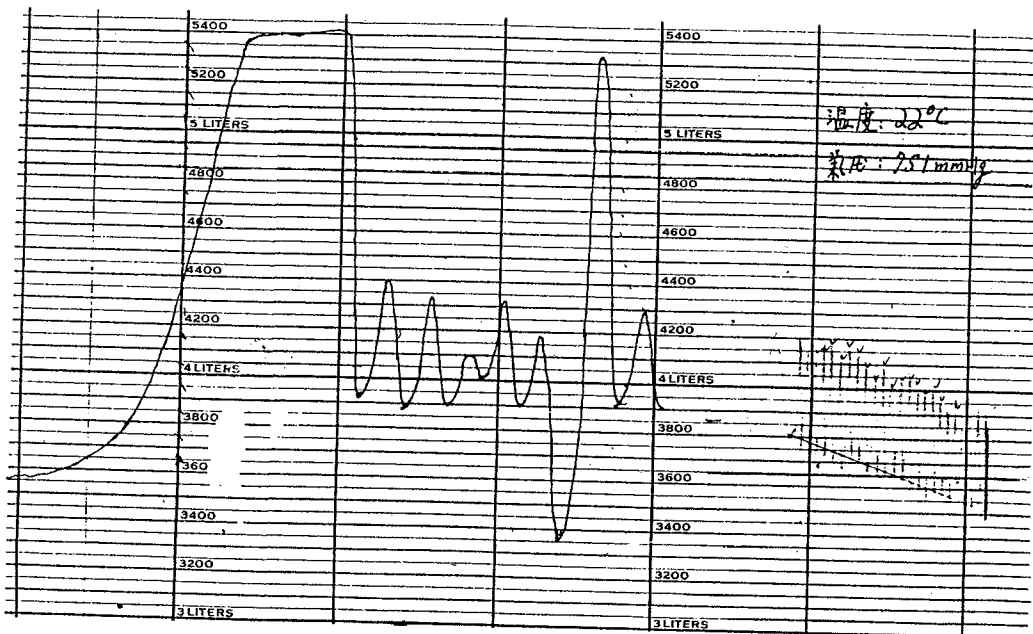
分時肺活量：肺的最大通氣量決定於二個因素，一為容積，即用最大力量所能呼出的氣量，亦即肺活量或稱最大一次呼氣量 (maximal stroke volume)，另一則為速度因素，即能將此一氣量呼出氣道時所遭遇之阻力及呼吸時肺臟及胸壁形態改變時的阻力。肺活量測量無時間限制時，對於呼吸道阻塞所產生之阻塞性通氣不足並無意義，所以肺功能測量時常用分時肺活量 (timed vital capacity)，或稱為 0.5 秒、1.0 秒、3.0 秒時用力呼氣量 (0.5 second, 1.0 second and 3.0 second forced expiratory volumes 簡稱 FEV_{0.5}, FEV_{1.0} and FEV_{3.0})，FEV_{1.0} 為肺量測量所經常採用，為方便敘述本文採用 FEV_{1.0} 之符號。最大呼氣速率 (maximal expiratory flow rate 簡稱 MEFR) 等以測定呼吸道有無阻塞及阻塞之程度，本研究則測量 FEV_{1.0}。方法為在上述肺活量測定後，移去鼻夾及橡皮口銜，休息約 2 分鐘，然後再夾鼻夾，連口銜，至獲安靜時呼吸肺量圖後，被檢查者先作一深呼吸，至最大吸氣位置，此時以

速度 32mm/sec 之記錄鼓，記錄快速用力呼氣至不能再呼出時之呼氣記錄。

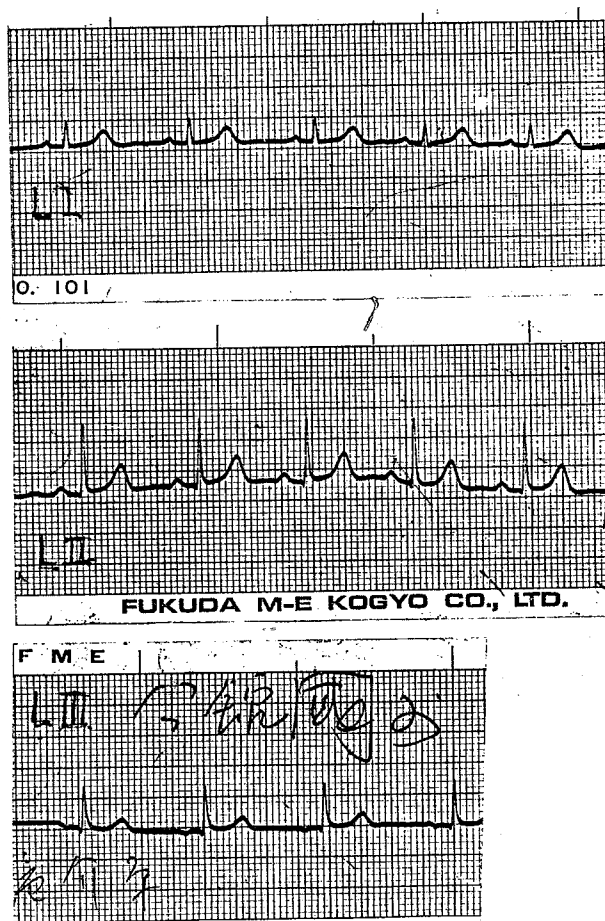
上述所有氣體容積之測定，皆為室溫及當時之大氣壓且為水蒸氣所飽和者 (ambient temperature and pressure, saturated with water vapor)，故記錄當時之室溫及氣壓，以備校正為標準狀況時 (standard temperature, pressure and dry 簡稱 STPD. 本研究各值均已經校正者。

(二)心電圖：本研究用手提式心電圖記錄器，記錄方法，可分為雙極導 (bipolar leads) 或稱標準導 (standard leads) 及單極導 (unipolar leads) 本文採用前者，共有三導即第一導將導電電極接觸在左手與右手，(Lead I = LA - RA)，第二導將導電電極接觸在左腿與右手 (Lead II = LL - RA)，第三導將導電電極接觸在左腿與左手 (Lead III = LL - LA)。檢查記錄是否正確，標準敏度是否恰為 10mm，有否顫動，基線平整或有干擾，心律是否正常，心率 (cardiac rate) 計數 P - P 或 R - R 間距及 P 波，QRS 波，P - R 間距，S - T 段，Q - T 段等，並和血壓對照。(圖二)

圖一 呼吸測量記錄圖



圖二 心 電 圖



(二) 血壓的測量：血壓測量用聽診法，被檢查者取坐姿（比較方便，且為大家所熟悉）。全身放鬆，肘關節輕度彎曲，置放桌上，前臂與心臟約同高，血壓計置於同一平面上，其高度應使檢查時水銀柱的零點與被檢查者的心臟同一水準，水銀柱面約與檢查者之目平齊。驅出氣袋內存留之氣體，然後將布帶整齊平坦纏於上臂，勿令過緊，其下緣約距肘窩數 cm 。氣袋須置於上臂內側肱動脈所在部位，倘打氣入袋後，氣袋突出或移位，則所讀得之血壓數字多不準確。檢查時須注意被檢查者之衣袖是否過緊及是否有其他可妨碍上臂血流之障碍物。一切妥當，置聽診器之胸端於氣袋遠側預先觸得搏動之肱動脈上，聽診器之胸端緊貼於皮膚，壓力適度，以不使肱動脈變形為宜。右手打氣入袋，每次使水銀柱上升約 $10mmHg$ ，至腕部撓動脈搏動消失後，再打氣使水銀柱上升 $30mmHg$ ，然後以每秒降壓 $2-3mmHg$ 之放氣速率，當氣袋下肱動脈之血流重現時，聽得與心跳韻律相同之撞擊聲，當聽得此聲音之同時，檢壓計內之水銀柱高度，即為心縮壓（systolic pressure），氣袋內壓力繼續下降，達到心舒期血壓（diastolic pressure）時，則聲音性質發生改變，聲音改變後，壓力再下降 $5-10mmHg$ ，聲音完全停止，為方便起見，聲音完全停止時，檢壓計之水銀柱高度，做為心舒期血壓。本研究所有被檢查

之學童，都依此種方式進行，且為本文著者檢查，以避免聽覺敏度不同之個人發生誤差。

(四)身高、體重的測量：身高、體重的測量，因各校之導師及護士都常測量，即按平常之方式實施，量身高時頭正不俯仰，但須脫鞋。量體重不僅要脫鞋，若有外套等厚重上衣，亦一併脫去，以求其準確。

叁、有關文獻的探討

有關國人循環，呼吸器官功能的測量統計，大多為醫院臨床診斷之資料，以一般正常健康成年人，或以學童為測量研究對象，並不多見，若以運動單項選手心肺功能為研究者似更少見。

國人健康成年肺功能資料，姜(6)報告(1962)中國成年人之最高呼氣速率，以及(1965)國民小學學生為研究對象之年齡與最高呼氣速率之關係(5)。而以運動訓練與未訓練兩者間循環，呼吸等功能測量分析，韓(3)(1973)以在學之大學生練習太極拳與一般年齡相近同學間之心率、血壓及肺量等項測量，太極拳組之心肺功能較優。以國小學童及少棒隊員為研究對象者，韓(4)(1978)測量該年度世界少棒冠軍隊隊員——中華屏光少棒隊——及屏東三地國小學童，兩組年齡相近，但身高、體重及最高呼氣速率(peak flow rate)等，則棒球選手優於普通學童。

國外文獻運動訓練與未訓練者間之資料則較多，其研究對象亦不限於男性，以女性為研究對象者亦有之；Martin(21)1981以八名女性運動員及八名非運動員為對象，研究兩者間運動持久力的差異，其年齡，體形(bodysize)與肺活量(vital capacity)等相近，短期的耐力測量，自願最大通氣量(maximal voluntary ventilation簡稱MVV)也相近似，但長期持久耐力測量，運動員組之MVV及每分鐘攝氧量($\dot{V}O_2$)等，都明顯的優於非運動員組，且80%的運動員組可持續11分鐘之久，而非運動員組僅支持3分鐘，Martin結論為持久耐力可因訓練而增加。Pool(22)1980以加拿大32名游泳選手為對象，選手組之分時肺活量(timed vital capacity)之FVC(forced vital capacity簡稱FVC)及FEV1.0(1.0 second forced expiratory volume)等都較優，其結論為設計精確的訓練可以延緩疲勞的發生。Spence(20)以美國國家女子排球代表隊隊員15名(1980)，其中有6名為泛美代表隊員，對照組為健康的非運動員，結果顯示選手組安靜時之心率較慢，非選手組之 $\dot{V}O_2$ 則較高，其他身高、體重等選手組也較優。

同樣以女性為對象，研究運動訓練對心肺功能的效應，Zelidis(29)1978以10位曲棍球選手及同年齡非運動員所做之研究，以踏車測量器(bicycle ergometer)測試運動量並測量每分鐘攝氧量，同時以迴聲心電圖(echocardiogram)記錄左心室舒末期容積(left ventricular internal dimension at end diastole簡稱LVIDD)最大攝氧指數(LVIDD/BSA, body surface area簡稱BSA)等，則運動選手之心臟功能比非選手為優。

De, A.K. (13)1980以大學校際賽籃球隊員與健康印第安人(Indian)研究比較 兩

者年齡相近，但籃球選手之身高、體重為優，而肺功能之 FVC，FEV1.0，MVV，MEFR (maximal expiratory flow rate 最大呼氣速率，簡稱 MEFR) 等亦較優，故其結論為選手之肺功能較優，易於發揮身體的機械效能，即身體工作效率可因訓練而增加。

運動科學家以不同的運動項目，測量判斷選手的優秀與否，Clement (9) (1979) 以立定跳高，12 秒鐘跑步，並測量代謝率 (metabolic rate) 與最大攝氧量之比，判斷選手之成績優劣，倘攝氧量相當，身體機械效率高則可視為優秀選手。

運動員與非運動員的心肺功能，在竭力運動時亦有不同的反應。Yama ji (28) 以徑賽選手和靜坐辦公人員，以運動踏車測定運動量，並逐漸增加運動量，直至個人之最大負荷為止，並測量肺通氣量 (pulmonary ventilation) 攝氧量 ($\dot{V}O_2$) 呼吸頻率，潮氣容積 (tidal volume)，心輸出量 (cardiac output)，心臟每跳輸出量 (stroke volume)，動靜脈血氧濃度差 (arteriole-venous O_2 difference) 等等，以判斷心肺功能，結果徑賽選手亦較優。

竭力運動時測量肺功能，測試體能訓練 (physical training) 對肺功能的影響，並評估生理的調適 (physical fitness)。Lollgen (19) 以肺活量 (vital capacity)，用力最大呼氣量 (MFEV) 等，評價有計劃的體能訓練，具有相當意義。如 Cherchi (7) 研究年青運動員 (young athletes) 最大攝氧量及次大攝氧量，最大攝氧量即最大運動員負荷量時身體所能攝的氧氣，可視為竭力運動之同義。Saunders (24) 亦以青年運動選手之呼吸做有關的研究，其重點則為運動之通氣量與 CO_2 為要旨。不同的運動項目對肺調適的影響，Dempsey (12) 曾以不同項目的運動員為對象及 Cuninghame (10,11) 對優秀幼年曲棍球員及划船選手，自由車選手的身體特質和心肺功能反應等予以測量研究。以馬拉松選手之肺功能研究則有 Kaufmann (16) 及 Sinclair (25) 等。Stransky (27) 則以女性游泳選手的血液生化，心肺功能等於相當訓練後之改變為研究要項。也有些研究不僅以運動員為對象，同時亦以非運動員做比照的研究；Davidenko (14) 研究經過訓練與未訓練人員間身體的變化情形。不同的運動項目有其訓練方式與重點，Fox (15) 即以訓練方法對人體的作用為重點做研究，而 Pattersons (22) 以間歇訓練法測量冰上曲棍球員的心肺血管的變化作為研究。經過各家不同重點研究觀察運動員的特性並與非運動員對比兩者之差異，判斷身體工作效率，並肯定運動訓練之觀念 (Cession (8))。

肆、結果與討論

本研究主要以台北市國小少棒隊員與非運動員之年齡相近者，而且生活方式、社會背景、學校教育等各方面大都似之，唯少棒隊員除一般之學校課業活動外，並接受棒球技術、體能之訓練，這些訓練的方法與步驟都經事先籌劃設計，逐步實行以達預期之成效，此種成效除比賽優勝名次能顯示外，並可從其身體測量中予以肯定。所有兩組測量之資料用變異分析比較其差異。

一國小少棒隊員與非運動員間測量資料之結果討論如下：

(一)身高、體重：少棒隊員其身高平均為 150.29 cm，非運動員平均 144.81 cm (表一)。
 體重方面少棒隊員平均 42.01kg，非運動員平均 36.77kg (表二)。

經過訓練之少棒隊員身高、體重都較非運動員為優，且有顯著的差異 ($P < 0.05$)。
 以之與台北市其他學生比較；十一歲男生身高 141.67 cm，體重 34.59kg，十二歲身高 147.77 cm，體重 38.97kg (1)。非運動員身高、體重較十一歲為優而不及十二歲者，蓋其年齡為已滿十一歲而尚未達十二歲，此種情形尚合理，而少棒隊員不僅優於十一歲組且較十二歲為優。與 Spence (26)所測美國國家排球代表隊員，De (13)所測大學校際賽優勝籃球隊隊員之身高、體重與非運動員比較之結果相同，雖然分別為棒球、排球、籃球

表一 少棒隊員與非運動員身高對照表

	人數	平均數 (標準差)	標準誤	95 % 的區域
非 棒 球 隊	176	144.81 (7.69)	(0.58)	129.62 - 160.00
棒 球 隊	31	150.29 (7.07)	(1.27)	135.86 - 164.71
總 計	207	145.63 (7.83)	(0.54)	130.17 - 161.08

變異分析

變異來源	自由度	離均差平方和	均方	F 值
組 間	1	790.89	790.89	13.66
組 內	205	11867.19	57.88	
總 計	206	12658.09	61.44	

Student's $t = 3.7$, Significant ($P < .05$). (有顯著差異)

但同為球類運動，其結果相符合，所以肯定運動訓練對身高、體重的影響中外相同。不但如此，Khosla (1968)發現在羅馬和東京世運會中，田賽不同擲部的項目中之優勝者的確比他們的競爭者高而且重，同樣地，跳和跑的優勝者，也是較高的。棒球競賽需要跑、跳、投、擲，少年棒球選手較一般同年齡者具較優的體重與身高應是合理的。

(二)呼吸：國小少棒隊員與非運動員間呼吸測量項目計有呼吸頻率、潮氣容積、吸氣儲備容積、呼氣儲備容積、吸氣量、肺活量、1秒時用力呼氣量及每分鐘耗氧量等，其結果分別討論如下：

1.呼吸頻率：少棒隊員之呼吸頻率平均每分鐘15次，非運動員平均每分鐘為17次(表三)，兩組間有顯著之差異。

2.潮氣容積：少棒隊員組之潮氣容積平均為 401.45 cc，非少棒隊員平均 408.32 cc (表四)兩組間無甚差異。

表二 少棒隊員與非運動員體重對照表

	人數	平均數 (標準差)	標準誤	95%的區域
非棒球隊	176	36.77(7.17)	(0.54)	22.61-50.94
棒球隊	31	42.01(7.26)	(1.30)	27.18-56.84
總計	207	37.56(7.41)	(0.51)	22.94-52.18

變異分析

變異來源	自由度	離均差平方和	均方	F值
組間	1	723.24	723.24	13.98
組內	205	10602.46	51.71	
總計	206	11325.70	54.97	

Student's $t = 3.74$, Significant ($P < .05$) (有顯著差異)

潮氣容積兩組間沒有顯著之差異，與韓(3)所報告太極拳訓練與未訓練組之潮氣容積無差異相符。但從肺泡通氣量與總通氣量，無效氣和呼吸頻率之關係觀之，則呼吸頻率低者頗具生理意義；倘總通氣量 ($\dot{V} = VT \times f$) 一定時，肺泡通氣量與呼吸頻率則有關係，因為呼吸頻率增高，而每次無效氣容積不改變，可因呼吸頻率增加而無效通氣量增高，結果使肺泡通氣量減少，所以只以呼吸頻率不能判斷其通氣量之詳細情況，試以例解釋之，設甲乙兩人，其總通氣量皆為 6000 cc/min ，且其無效氣容積都為 150 cc ，但甲每分鐘呼吸 30 次，而乙每分鐘呼吸 10 次，則甲之肺泡通氣量為 $(\frac{6000}{30} - 150) \times 30 = 1500 \text{ cc}$ ，而乙之肺泡通氣量為 $(\frac{6000}{10} - 150) \times 10 = 4500 \text{ cc}$ ，兩者之通氣量雖然相同，但有效肺泡通氣量則相差甚遠。所以呼吸頻率較低之少棒隊員能持久比賽，肺泡通氣量較大為重要因素之一。

3. 吸氣儲備容積與呼氣儲備容積：少棒隊員之吸氣儲備容積平均為 949.09 cc ，非少棒隊員平均為 792.30 cc (表五)。少棒隊員之呼氣儲備容積平均為 691.00 cc ，非少棒隊員平均為 602.17 cc (表六) 兩者間都有顯著之差異，與韓(3)及 Pool (2) 游泳選手與非選手所測之結果相符。

表三 少棒隊員與非少棒隊員呼吸頻率對照表

	人數	平均數 (標準差)	標準誤	95%的區域
非棒球隊	176	17.27(2.31)	(0.17)	12.71-21.83
棒球隊	31	15.06(1.74)	(0.31)	11.49-18.63
總計	207	16.94(2.36)	(0.16)	12.27-21.61

變異分析

變異來源	自由度	離均差平方和	均方	F值
組間	1	128.52	128.52	25.66
組內	205	1026.78	5.00	
總計	206	1155.30	5.60	

Student's $t = 5.07$,Significant ($P < .05$) .(有顯著差異)

表四 少棒隊員與非少棒隊員潮氣容積對照表

	人數	平均數 (標準差)	標準誤	95%的區域
非棒球隊	176	408.32(73.11)	(5.51)	264.01-552.64
棒球隊	31	401.45(41.96)	(7.53)	315.83-487.06
總計	207	407.29(69.31)	(4.81)	270.64-543.95

變異分析

變異來源	自由度	離均差平方和	均方	F值
組間	1	1246.86	1246.86	0.25
組內	205	988402.56	4821.47	
總計	206	989649.42	4804.12	

Student's $t = .51$,Nonsignificant ($P > .05$) .(沒有顯著的差異)

表五 少棒隊員與非少棒隊員吸氣儲備容積對照表

	人 數	平均數 (標準差)	標準誤	95%的區域
非少棒隊	176	792.30(151.64)	(11.43)	493.00-1091.59
棒球隊	31	949.09(176.03)	(31.61)	589.98-1308.20
總計	207	815.78(164.90)	(11.46)	490.65-1140.91

變異分析

變異來源	自由度	離均差平方和	均方	F值
組間	1	207952.11	207952.11	20.69
組內	205	2059983.53	10048.70	
總計	206	2267935.65	11009.39	

Student's $t = 4.55$,Significant ($P < .05$).(有顯著差異)

表六 少棒隊員與非少棒隊員呼氣儲備容積對照表

	人 數	平均數 (標準差)	標準誤	95%的區域
非棒球隊	176	602.17(97.29)	(7.33)	410.13-794.21
棒球隊	31	691.00(115.93)	(20.82)	454.49-927.50
總計	207	615.47(104.92)	(7.29)	408.60-822.35

變異分析

變異來源	自由度	離均差平方和	均方	F值
組間	1	207952.11	207952.11	20.69
組內	205	2059983.53	10048.70	
總計	206	2267935.65	11009.39	

Student's $t = 4.55$,Significant ($P < .05$).(有顯著差異)

兩者間之潮氣容積雖然沒有顯著的差異（表四），但是因為少棒隊員之吸氣儲備容積和呼氣儲備容積，都顯著的大於非少棒隊員，於是當身體處於需要大量通氣以供所需時，潮氣容積則因有較大的吸、呼氣儲備容積而大增，通氣量亦隨之增加，與Martin「人體之持久耐力可因訓練而增加」相符合。由於吸氣儲備容積，少棒隊員大於非少棒隊員，兩組之潮氣容積雖無顯著差異，少棒隊員之吸氣量顯著大於非少棒隊員，則為必然之現象（表七）。

4.肺活量：肺活量為人體用力吸氣後，所能呼出的氣體量，肺活量的大小不僅表示呼吸肌之作用力的太小，亦和肺的彈性有關，或者二因素的和。倘呼吸肌肉收縮力正常的人，若其肺活量小，則其肺的彈性係數必低，因之多少年來，肺活量曾被認為是呼吸功能的指標，其原因在此。本研究結果少棒隊員之肺活量平均為2030.16 cc，非運動員組平均為1800.17 cc（表八）。顯示兩組間有顯著的差異，或者說少棒組之肺活量較大，具有生理的意義，因為肺量大者亦有較高的最大攝氧量（圖三）。

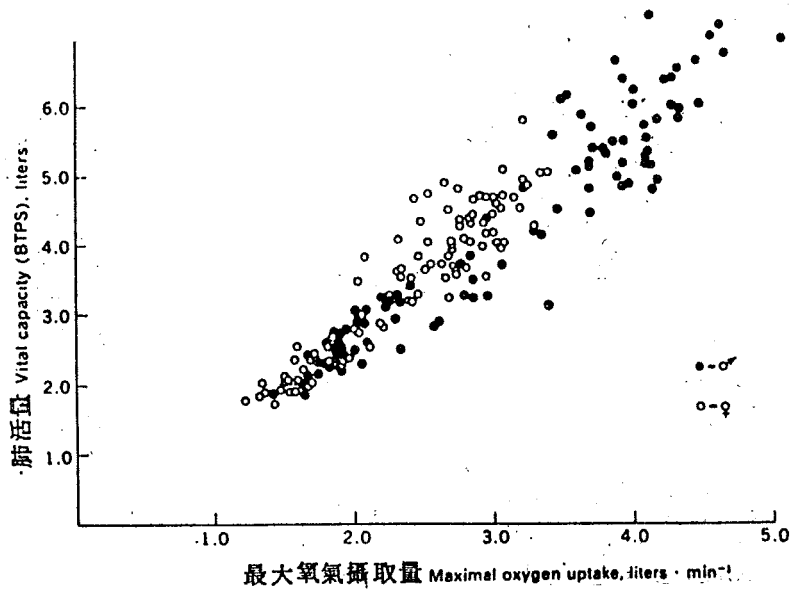
表七 少棒隊員與非少棒隊員吸氣量對照表

	人數	平均數（標準差）	標準誤	95 % 的區域
非棒球隊	176	1205.65(201.80)	(15.21)	807.33-1603.96
棒球隊	31	1352.35(201.83)	(36.25)	940.61-1764.09
總計	207	1227.62(208.04)	(14.46)	817.42-1637.82

變異分析

變異來源	自由度	離均差平方和	均方	F值
組間	1	567247.65	567247.65	13.92
組內	205	8349342.95	40728.50	
總計	206	8916590.60	43284.42	

Student's $t = 3.73$, Significant ($P < .05$). (有顯著的差異)



圖三 肺活量及最大攝氧量關係圖
(取自 P.-O. Åstrand, 1952)

表八 少棒隊員與非運動員肺活量對照表

	人數	平均數 (標準差)	標準誤	95 % 的區域
非少棒隊	176	1800.17(268.76)	(20.25)	1269.71-2330.62
棒球隊	31	2030.16(305.32)	(54.83)	1407.29-2653.02
總計	207	1834.61(285.84)	(19.86)	1271.02-2398.19

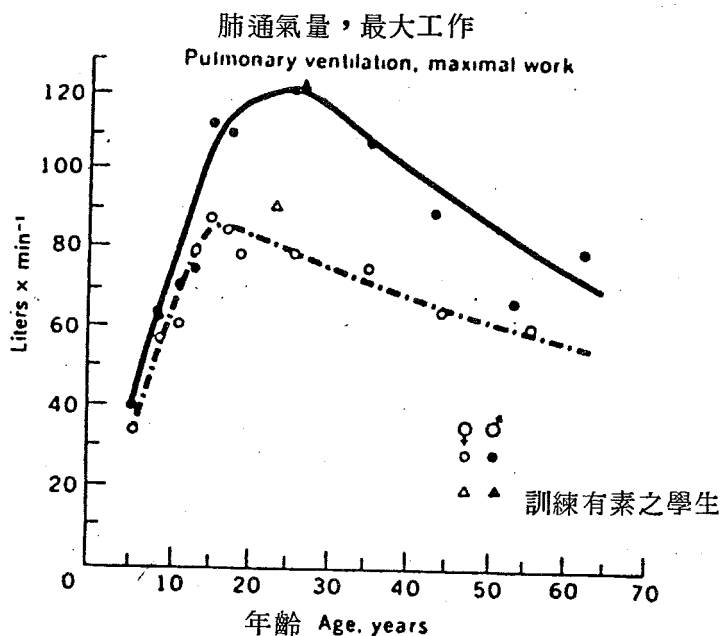
變異分析

變異來源	自由度	離均差平方和	均方	F值
組間	1	1394200.00	1394200.00	18.51
組內	205	15437353.07	75304.16	
總計	206	16831553.08	81706.56	

Student's $t = 4.3$, Significant ($P < .05$). (有顯著的差異)

5.分時肺活量：亦即用力呼氣容積（FEV），可以測量肺活量在最初1、2、3秒鐘，所呼出的氣體容積，一般大都測量第一秒鐘所呼出氣體的容積（FEV1.0），所佔肺活量的百分數（正常範圍為70%—90%）。在此範圍內百分數高者較優。少棒組FEV1.0平均為肺活量的83.22%較非選手組79.46%為優（表九），與韓(4)世界少棒冠軍隊員有較高的通氣率相符，而De, (3)，籃球選手FEV1.0亦有相同結果，三者不謀而合。

少棒隊員之FEV1.0優於非運動員，比單獨的肺活量更具生理意義，因為用力呼吸時，其最大呼氣速率，受到肌肉之化學能量轉變為機械能量的速率，以及氣流經過氣道時阻力的限制，測量上有速率的因素，更為運動生理學家所注意，因其速率較快則肺通氣量則較大，可負荷較大的工作（圖四）。

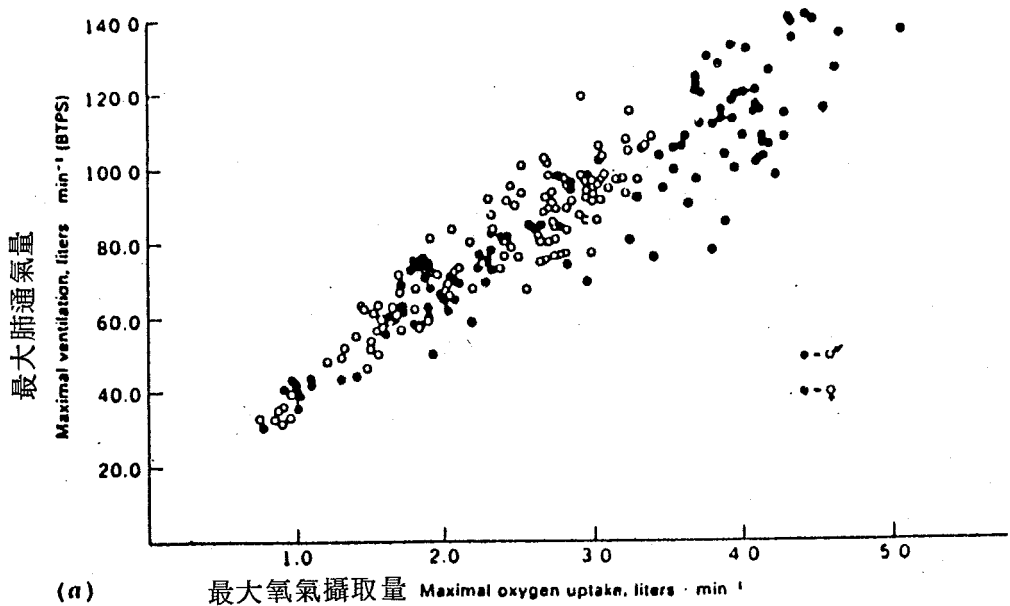


圖四 肺通氣量和最大工作關係圖

運動5分鐘後測定之肺通氣量，工作負荷為個體之最大氧氣攝取量，共350個男子和女子，及80個訓練有素之個體。跑步器或踏車測力計上運動（P. - O. Åstrand, 1952, 1960）

6. 每分鐘攝氧量 ($\dot{V}O_2$) 在測量時，都是經過相當休息，結果少棒選手組平均為 230.03 cc/分，而非運動員組為 239.58 cc/分 (表十)，兩組間沒有明顯的差異。其所以如此，是否因為少年學童在此期間，正在生長發育時期，安靜休息時的代謝率不因體育訓練而有差異，是否如此尚待進一步之探討。

靜止時雖然少棒組與非運動員組間的每分鐘攝氧量並無明顯的差異，一旦身體自靜止期，工作負擔逐漸加多，且其程度漸趨至身體之最大負荷量期間，肺通氣量和攝氧量也都因之而增加，通氣量與攝氧量兩者間有正的相關 (圖五)，若靜止時之通氣量每分鐘為 6 公升，漸次可增加至 100——150 公升，圖中一極端例子可達每分鐘 200 公升，其增加呈半線性。工作中肺通氣量的增加相對於攝氧量的增加，其值約為：靜止時每攝氧 1 公升時，肺通氣量為 20 至 25 公升，中等工作時其值亦約似之，但在最大工作負荷時，則每攝氧 1 公升時，肺通氣量增為 30—35 公升。所以就呼吸測量之潮氣容積、吸氣及呼氣儲備容積以及呼吸頻率等綜合觀之，少棒隊不僅單位時間內之通氣量大於非運動員，主要在於能相對的供應身體所需要的氧量。



圖五 最大通氣量和最大攝氧量關係圖

225 人，年齡 4—30 歲在運動踏車 (Freadmill) 所測數據取自 P. — O. Astrand, 1952。

表九 少棒隊員與非運動員 FEV_{1.0} 對照表

	人 數	平均數 (標準差)	標準誤	95 % 的 區 域
非 棒 球 隊	176	79.46(4.63)	(0.34)	70.32-88.59
棒 球 隊	31	83.22(2.87)	(0.51)	77.36-89.08
總 計	207	80.02(4.60)	(0.32)	70.94-89.10

變 異 分 析

變 異 來 源	自 由 度	離 均 差 平 方 和	均 方	F 值
組 間	1	373.73	373.73	19.15
組 內	205	3999.14	19.50	
總 計	206	4372.87	21.22	

Student's $t = 4.38$, Significant ($P < .05$). (有顯著的差異)

(三)少棒隊員與非運動員心率與血壓之結果及討論：心臟工作的效率與血管壁的彈性，可以做為評估循環器官效能的指標。高效率的心臟，每分鐘輸出量較大。而具有良好彈性的血管，血壓應該正常，不致有高血壓發生。

1. 心率：本研究所有被測量的學童，不論少棒隊員，或非運動員之心率資料，都是先作心電圖，心電圖的資料經過判讀正常時才被採用，若心電圖顯示異常時，不論操作或其他因素所造成，此等資料即不採用，然後以 P-P 間距計算心率。少棒隊員的心率平均為 74.4 次/分，非運動員組平均為 81.37 次/分（表十一），少棒隊員的心率顯著低於非運動員組（ $P < 0.05$ ），Spence (26)認為經過訓練的選手，具有較低的心率。因為若心輸出量不改變，則心率的變化與心臟的氧攝取量，幾呈線性變化，所以較高心率的心臟，則其機械效率較低，亦即低心率的心臟，從機械效率的觀點言之，是一項優點。同樣的，倘心輸出量不改變，心率較低的心臟每跳輸出量較大，亦心容積較大（圖六），身體需要時可有較大的心輸出量供應身體。

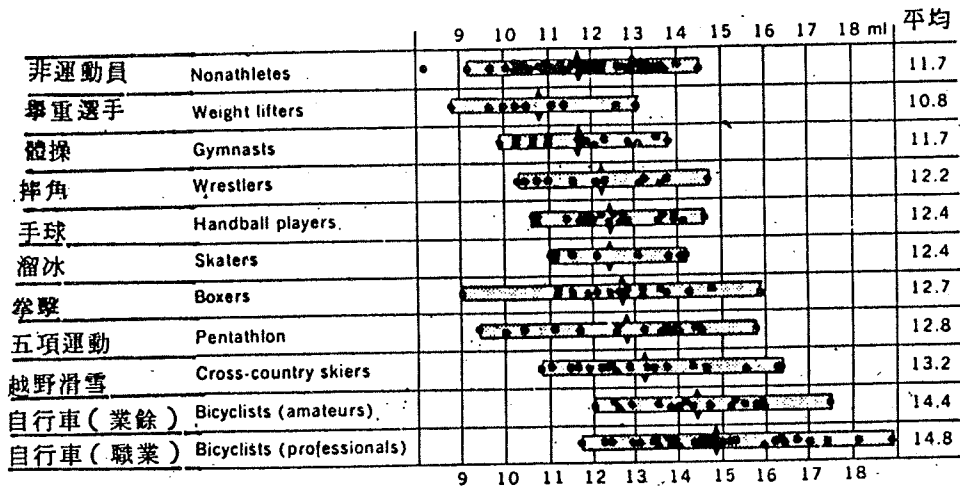
表十 少棒隊員與非運動員 $\dot{V}O_2$ 對照表

	人 數	平均數 (標準差)	標準誤	95 % 的 區域
非 棒 球 隊	174	239.58(40.07)	(3.03)	160.47-318.68
棒 球 隊	31	230.03(25.77)	(4.62)	177.44-282.61
總 計	205	238.13(38.35)	(2.67)	162.50-313.77

變 異 分 析

變 異 來 源	自 由 度	離 均 差 平 方 和	均 方	F 值
組 間	1	2398.83	2398.83	1.63
組 內	203	297779.34	1466.89	
總 計	204	300178.17	1471.46	

Student's $t = 1.28$, Nonsignificant ($P > .05$). (沒有顯著的差異)



圖六 運動員與非運動員心臟容積對照圖
心臟容積 (Heart volume), $ml \cdot kg^{-1}$

德國國家代表隊成員和一群同齡未經訓練個體之每公斤體重之心臟容積，每一點代表一個體。(取材 Roskamm, 1967)

2. 血壓：少棒隊員與非運動員之心縮壓及心舒壓分別如下：心縮壓少棒隊員平均為 99.03mmHg，非運動員組平均為 100.78mmHg（表十二）無甚差異（ $P > 0.05$ ），而心舒壓少棒隊員平均為 67.22mmHg，非運動員組平均為 61.17mmHg。（表十三），兩組間則有顯著的差異（ $P < 0.05$ ）。

表十一 少棒隊員與非運動員心率對照表

	人 數	平均數（標準差）	標準誤	95 % 的 區 域
非 棒 球 隊	176	81.37(10.01)	(0.75)	61.61-101.13
棒 球 隊	30	74.40(10.88)	(1.98)	52.16- 96.63
總 計	206	80.35(10.41)	(0.72)	59.83-100.88

變 異 分 析

變 異 來 源	自 由 度	離 均 差 平 方 和	均 方	F 值
組 間	1	1246.96	1246.96	12.12
組 內	204	20972.44	102.80	
總 計	205	22219.41	108.38	

Student's $t = 3.48$, Significant ($P < .05$). (有顯著差異)

有的學者 (Max et al,) 曾經報告心縮期和心舒期內，血管之旁壓，在運動期間和靜止時，並沒有顯著的差異，但是當運動中，並漸趨於激烈時，主動脈的血壓（包括末壓），則因耗氧量的增加，也呈直線性的增加。但僅手臂運動或手臂的運動量明顯的增加時，則血壓比腳部的運動時顯著的增加。而 Astrand 及其同伴類似之報告，且更進一步研究 (1968)；當使用錘子的木工在工作中，其血壓也較高。本研究兩組之心縮壓無明顯的差異，而心舒壓則少棒隊員明顯的高於非運動員組（ $P < 0.05$ ），是否少棒隊員之訓練，除一般正常體能訓練外，更注重於接球、投球和揮棒擊球因手臂的加重訓練而心舒壓較高。若然，則與 Astrand 的結果相符合。蓋木匠用手臂及棒球選手訓練，其工作量顯然的手臂重於身體其他的部位。

Kilbom (1971) 和 Ekblom (1969) 認為訓練前、後及處於工作期間的血壓並沒有一致的數據，對於血壓沒有改變的來說，可能因為輕度的變化，不具統計價值 而 Boyer and Kasch (1970) 與 Choquette and Ferguson (1973) 以及 Clausen (1976) 等則認為耐力訓練在健康的中年人，通常則為心縮壓，心舒壓的下降。綜上所述，不同年齡不同對象對於血壓的研究，有不同的結果，其中因素各家觀點亦未統一。

表十二 少棒隊員與非運動員心縮壓對照表

	人 數	平 均 數 (標 準 差)	標 準 誤	95 % 的 區 域
非 棒 球 隊	176	100.78(9.96)	(0.75)	81.11-120.45
棒 球 隊	31	99.03(10.74)	(1.92)	77.11-120.94
總 計	207	100.52(10.07)	(0.70)	80.64-120.39

變 異 分 析

變 異 來 源	自 由 度	離 均 差 平 方 和	均 方	F 值
組 間	1	80.88	80.88	0.79
組 內	205	20846.76	101.69	
總 計	206	20827.65	101.59	

Student's $t = .89$,Nonsignificant ($P > .05$). (沒有顯著差異)

表十三 少棒隊員與非運動員心舒壓對照表

	人 數	平 均 數 (標 準 差)	標 準 誤	95 % 的 區 域
非 棒 球 隊	176	61.17(7.62)	(0.57)	46.12-76.21
棒 球 隊	31	67.22(7.75)	(1.39)	51.40-83.05
總 計	207	62.07(7.92)	(0.55)	46.45-77.70

變 異 分 析

變 異 來 源	自 由 度	離 均 差 平 方 和	均 方	F 值
組 間	1	966.45	966.45	16.55
組 內	205	11968.30	58.38	
總 計	206	12934.76	62.79	

Student's $t = 4.07$,Significant ($P < .05$). (有顯著差異)

伍、結 論

從研究結果獲得下列結論：

一不論身高、體重少棒隊員因為受過相當的體能訓練，都比非運動員為優（ $P < 0.05$ ），而兩少棒隊員接受相同的棒球訓練，所以沒有差異（ $P > 0.05$ ）。身高的增加是因訓練中有良好的血液循環而促進骨骼的成長，重量的訓練造成骨骼厚度和骨骼密度的增加。肌力的訓練則使個別肌肉的纖維直徑或面積的增加（hypertrophy），亦或可能使肌肉的總纖維數目的增加（以往認為肌纖維數目不會因訓練而增加），以及肌細胞（fiber）所有其他組成（如粒線體、肌漿網等）也或成比例的增加；因之肌力與耐力也增加，肌肉收縮力量與其斷面成正比，耐力則與血液供應以及其細胞內組成有密切關係，耐力就是對抗疲勞的能力，所謂「勞增力增」即訓練對身體工作能力的效果。

二呼吸的各項測量，兩少棒隊員間均無顯著的差異（ $P > 0.05$ ），而少棒隊員與非運動員除潮氣容積和每分鐘攝氧量（ $\dot{V}O_2$ ）無差異外（ $P > 0.05$ ），其他各項少棒隊員都明顯的優於非運動員（ $P < 0.05$ ）。因為是經過相當的休息後，再做各項測量，年齡相近，其靜止時的攝氣量雖然相似，但少棒隊員之吸氣儲備容積、呼氣儲備容積都大於非運動員組，所以少棒隊員之吸氣量和肺活量都大於非運動員組，肺活量和最大攝氧量呈正的相關（圖三）如4公升的肺活量時，最大攝氧量約為每分鐘2.0～3.5公升之間，或肺活量為6公升時，最大攝氧量可能為3.5公升～5.5公升。所以經過體能訓練具「對抗疲勞的耐力」，最大攝氧量隨較大的肺活量而增加，顯為重要因素之一。同時呼吸肌的收縮力量、胸廓和肺臟的機械性質以及呼吸道的阻力，都與FEV1.0有密切的關係，近世肺功能的測量，都視FEV1.0的測定為呼吸器官整體能力的一種計量指標，即因較優的FEV1.0代表功率較高的呼吸器官。

經過相當訓練的個體，具有較大的肺活量及通氣量，可供應最大的攝氧量，所以能負荷較大的工作量並且較能持久（圖四）。肌力及持久的耐力可因訓練而增加。

三少棒組雖有二名心率高於正常的學童（超過100次／分）但整個少棒隊員之心率，仍然顯著的低於非運動員組（ $P < 0.05$ ），靜止時的低心率，於運動期間增至最大心率（劇烈運動時心臟所能負荷的心率）時，能增加的次數亦較多。倘心輸出量穩定時，低心率的心臟，必須以較大的每跳輸出量以維持正常的每分鐘輸出量。經過訓練的個體，心臟容積較大（圖六），所以其每跳輸出量也較大，於是較大的每跳輸出量及較低的心率，可因運動劇烈程度的增加，心輸出量得以適當的配合增多，以應身體的需要，心臟能夠在靜止和工作中，以較低的心率與較大的每跳輸出量，達到所需要一定的心輸出量，就循環器官供應能量和氧的需求而言，即心臟具有較佳的機械效率。

綜上所論，從人體呼吸，循環等測量可評估運動訓練之效果，亦可於測量選拔新選手時做為預期效果之指標。

誌 謝

本研究自計劃到實際工作，能順利進行，一直到完成，要感謝很多人。士林、西園、東園、西門、公館、興隆、吳興、大安、松山及三民等國校校長、教導、訓導主任等諸先生，在班級選樣，場所設置，特別是時間安排，費神協調，熱誠感人。工作進行中，各班級導師，護理老師的協助。研究生藍玲小姐電腦處理資料、助教劉貴雲小姐準備儀器等都幫忙不少，致衷心的謝意。

參 考 資 料

1. 教育部體育司：台閩地區各級學校學生身高、體重、胸圍測量報告書。
台北：中華民國教育部體育司編印，第十八期，9頁~10頁，民國七十一年九月。
2. 姜壽德：呼吸生理學，23頁~25頁，初版，環球書刊，民國67年2月。
3. 韓德行：太極拳訓練對人體、紅血球、血紅素、血壓、呼吸等之影響的測量研究。健康教育，第34期，43~46頁，師大衛教學會，民國63年12月。
4. 韓德行：1978世界少棒冠軍隊員最高呼氣速率之測量研究。聯合圖書公司，民國67年12月。
5. Chiang, S.T., and Han, T.S., ; Peak flow rate in relation to age and anthropometric measurements. *Acta Padiatrica Scaudinovica*, 54:493-445, Sept. 1965.
6. Chiang, S.T., ; Peak flow rate among adult Chinese. *Chinese MJ*, Free China Ed. 9:223, 1962.
7. Cherchi, A., Lai, C., Raffo, M., Meloni, L., : Maximal and Submaximal oxygen consumption in young athletes, (Summary languages : English), *Boll Sac Ital Cardiol*, 23(1), P124-137, 1978.
8. Cession-Fossion, A., Dreezen, E., Juchmes, J., : Review of various general concepts related to sports activites. *Review of medicalliege*, 35(18), P.609-614, Sept. 1980.
9. Clement, D.B., Asmundson, C., : The sports scient's role in identification of performance criteria for distance runners. *Can J Appl Sports Sci*, 4(2), P143-148, Jun. 1977.
10. Cunnigham, D.A., : Characteristics of elite minor hockey player. *Can J Appl Sports Sci*, 4(2); P123-125, Jun, 1979.

11. Cunnigham, D.A., Goode, P.B., : Cardio-respiratory responses to exercise on a rowing and bicycle ergometer. *Med Sci Sports*, 7(1), P34-43, Spring, 1975.
12. Dempsey, Y.A., Gledhill, N., : Pulmonary adaptation to exercise effect of exercise type and duration, chronic hypoxia and physical training. *Ann NY Acad Sci.*, 301, P243-261, 1979.
13. De, A.K., Bhattacharya, A.K., : Respiratory performance and grip strength test on the basketball player of inter-university competition. *Indian J physiol pharmacol.* 24(4), P305-309, Oct-Dec., 1980.
14. Davidenko, D.N., Panov, V.G., : Changes in the bodies of trained and untrained subjects working to capacity and having different degrees of motivation. (Summary language : English), *Fiziol Zh SSSR*, 65(12), P1746-1753, Dec., 1979.
15. Fox, F.L., : Methods and effect of physical training. *Peiater Ann*, 7(10), P690-703, Oct., 1978.
16. Kaufmann, D.A., Swenson, E.W., : Pulmonary function of Marathon runners. *Med Sci Sports*, 6(2), P114-117, Summer, 1974.
17. Krahenbuhl, G.S., Peterson, G.W., : Field testing of cardio-respiratory fitness in primary school children, *Med Sci Sports*, 10(3), P208-213, Fall, 1978.
18. Leger, L., Brassard, L., : Comparision among Vo_2 Max value for hockey player and runners, *Can J Appl Sports*, 4(1), P18-21, Mar., 1979.
19. Lollgen, H., : Sports and breathing, *MMW*, 119(49), P1585-1590, Dec., 1977.
20. Lombardi, S., Aurucci, A., Biochemical and cardio-respiratory evaluation of a group of athletes in various experimental conditions, *Boll Soc Ital Biol Sper.*, 52(3), P117-120, Feb., 1976.
21. Martin, B.J., Starger, J.M., : Ventilatory endurance in athletes and non-athletes, *Med Sci Sports Exerc.*, 13(1), P21-26, 1981.
22. Patterson, D.H., : Respiratory and cardio-vascular aspects of intermittent exercise with regard to ice hockey, *Can J Appl Sports Sci*, 4(1), P22-28, Mar., 1979.
23. Poole, G.W., Crenpin, B.J., : Physiological characteristics of elite synchronized swimmers. *Can J Appl Sports Sci.*, 5(3), P156-160, Sept., 1980.

- 24.Saunders, N.A., Leaders, S.R., : Ventilatory response to carbonic dioxide in young athletes. Am Rew Respir Die., 113(4), P497-502, Apr., 1976.
- 25.Sinclair, J.D., Sarelius, J.H., : The marathon man : The physiology of the long-distance runner. MZ Med J, 90(647), P383-387, Nov.,1979
- 26.Spence, D.W., Disch, J.G., : Discriptive profiles of highly skilled women volleyball players. Med Sci Sports exercise. 12(4), P299-302, 1980.
- 27.Stransky, A.W., Mickelson, R.J., : Effects of a swimming training regimen on hemotological, cardio-respiratory and body composition changes in young females. J Sports Med physical fitness. 19(4), P347-354, Dec., 1979.
- 28.Yamaji, K., Miyashita, M., : Difference in cardio-respiratory response to exhaustive exercise between athletes and nonathletes. Eue J Physiol., 38(4), P233-238, May, 1976.
- 29.Zeldis, S.M., Morganroth, J., : Cardiac hypertrophy in response to dynamic conditioning in females athletes. J Appl physial., 44(6), P849-852, Jun 1978.