

中·日青年大學生有氧適能之比較研究

翁正哲

吳青華

中文摘要

本篇研究旨在於比較中、日青年大學生之有氧機能之運動作業能力，以固定型腳踏車運動測驗兩國健康的男、女青年大學生42名（年齡平均在18~21歲之間）的最大攝氧量(l/min)，換氣量(l/min)及心跳數(拍/min)並換算其無氧閾值(l/min)，有氧閾值(l/min)與無氧閾值，最大攝氧量的百分比。藉以探討中、日青年大學生的有氧適能。所得結果如下：

- 1.台灣女子非運動群($1.69 \pm .15$ l/min) 優於日本女子非運動群($1.38 \pm .24$ l/min)的最大攝氧量($P < 0.05$)。
- 2.在無氧閾值(AnT Anaerobics threshold)，台灣女子運動群(2.04 l/min) 優於日本女子運動群(1.48 l/min)($P < 0.05$) 有顯著性的差異。

Key words : AT VO₂max Ventilation Aerobics fitness

The study & comparison of aerobics fitness between Taiwanese & Japanese College students

Wong Cheng-Che

Wu Ching-Hwa

ABSTRACT

According to the "breath to breath" rule one can evaluate the physical fitness under anaerobics threshold (AT). One can also evaluate the strength of physical situation is good or bad from max oxygen Ventilation & max oxygen uptake index under sub-maximum exercises.

Especially, the College students under different habit, culture, custom and environment their aerobics fitness will certainly be different.

From 21 Taiwanese College students (aged 18-21) & 21 Japanese College students (aged 19-21) whom were differentiated into physical education and non-physical education totaled 8 groups. we got the result as below:

1. Max oxygen uptake: non-physical education female group ($1.69 \pm .15$ l/min) better than Japanese ($1.38 \pm .24$ l/min) ($p < 0.05$)
2. Anaerobics threshold (AT) : Taiwanese physical education female group (2.04 l/min) better than Japanese (1.48 l/min) ($p < 0.05$)

Key words: AT V02max ventilation aerobics fitness

壹、緒言

一、研究動機

體力—Physical Strength, Physical Power, Physical Fitness etc. 現今於歐美的運動醫學、體育學、復健科學、宇宙醫學等領域裡所被定義的「體適能」Physical Fitness，一詞已有廣泛之認知及被使用。（鈴木敏夫，1985）。據日本文部省的發表，其高中青年的體力，因為大學入學考試在競爭激烈化情形下，有低落之傾向。而筆者認為此跡象並非日本獨有，我中華民國台灣地區，亦有相同之情形。其背後之因素列舉不盡，但以兩國之外匯存底在伯仲之間而視，從國民所得進出口之成長與收益，以及國民教育的普及，高學位的社會之形成與教育制度（6.3.3.制）等兩國在教育層面上實有不謀而合之處。但是在社會思想結構上卻也有一些相似之處，例如，青年學生們在經濟掛帥，升學主義抬頭的今天，學校體育正課的時間被用來上考試科目等之不正常的教育現象，時有耳聞，且有異曲同工之處，實令人擔憂這些青年學子們的體能與健康。一旦考進了大學之後，因學習環境與生活型態的變遷，從多樣化的學習活動到畢業就職，甚至到終身生涯為止，於整個求學過程之間所養成的習性或思想結構亦會延續到生涯過程。

另一方面，在社會經濟成長下相對國民的生活環境除改善以外，其水準與內容的提昇亦為人人所要求所渴望，因而形成高學力社會的競爭

情形已擴延至低年齡的層次，其所受的影響實非筆墨所能形容。如以小學生觀之，課外補習已非初高中生之專利品，更有安親班、藝能技術班、益智班等不勝枚舉。如此的學習已發生了低齡化的現象，利弊見人見智，但所造成的競爭型態的早期化絕非好事此乃兩國通病。

縱觀以上幾點得知，兩國青年學生們的靜態學習多於動態學習乃起因於升學考試準備時間多於身體活動時間所致，對於體力的維持與增進身體疾病的抵抗力等，其原則乃是要充分的身體活動，反之則體力的衰弱成爲致病虛弱之主因。

二、研究目的：

人體之身體運動作業能力(Physical Working Capacity.PWC)由於運動方式、內容、強度之影響使身體會產生物理性、化學性之變化與對應，其所反應的數值在量化爲指標之後從一些特定的現象來推定其運動能力，如體溫、心拍數，攝氧量等。在人體的運動過程中，血液乳酸和攝氧量廣泛地被認爲是無氧代謝的指標而後者之依據乃明顯地表現在運動中之攝氧情況。當所攝取的 O_2 ，來得及血液中代謝過程者爲有氧機能作用，提供作用骨骼筋群及全身筋肉之所需的 O_2 ，當運動強度增加後 O_2 之供輸來不及時，使其進入無氧機能階段，造成乳酸無法氧化且堆積於筋肉之中至無法運動，稱之爲無氧閾值(AT)。而在高強度運動至(all out)爲止，人體在換氣量及 CO_2 亦會有很明顯之上昇而終末之 O_2 則明顯地下降，而且剛在上昇及下降的時點(閾值)一直到運動停止(all out)此過程「無氧機能」，在體育運動表現上亦爲筋耐力之訓練的一個客觀指標。而便利之測試方式是室內跑台的跑步運動和固定型腳踏車運動。

對身體運動作業能力之簡易的生理應對所產生的指標，從一些特定的現象來推定其運動能力具有相當意義(Wasserman 1973)。以運動測試中的換氧量看無氧閾值，觀察受測者之有氧性的運動能力。本研究則以連續性呼吸換氣法(Giezendanner 1983)來判斷無氧及有氧閾值時的運動強度，以最大下運動作業時的最大換氣量及最大攝氧量等指標，可以用來判斷體力的「優」與「劣」。尤以在不同習性，文化風俗環境下居住的青年其有氧性運動作業能力(P W C. Physical Working Capacity)是否也會有所差異。此次並以日本和台灣的大學生從呼氣量所導出的，無氧性作業閾值(AT.Anaerobic Threshold)，以最常被使用之方法(根本 勇，宮下 充正 1980) (Skinner,J.S.1980)來判定，用以比較兩國的青年學生

的有氧適能。

本研究亦探討中·日青年大學生以固定型腳踏車運動測得最大攝氧量(VO_2max)及無氧閾值(AT)，作身體運動作業能力(PWC)之比較研究。

貳、研究方法

一、受測者

本研究的實驗進行受測者部份，以日本和台灣的在學中之健康的大學生，42名參加實驗，其中分運動群（保健體育系學生）及非運動群（教育學系學生）之男女學生兩國學生各分四群加以測試，其各群之人數及身體的特徵，（年齡、身高、體重、體表面積、%Fat、體脂肪）之平均值及標準差(S、D)、如（表一）。

二、實驗方法：

受測者在實驗進行之前20分鐘，先抵實驗室並且加以說明實驗之目的、順序、內容、注意事項之後在椅上保持五分鐘的完全安靜之後，以漸增負荷式的固定型腳踏車運動一直到受測者衰竭而不能動彈為止。

運動負荷乃是從運動開始的前2分鐘進行無負荷，爾後逐漸地以每2分鐘增加0.5Kp，腳踏車之踏板轉速要求受測者將其維持60rpm。運動之間所測得項目有心跳數(HR)，換氣量(VE)及最大攝氧量(VO_2max)。心跳數是以胸部雙極誘導式的發信器及手錶式之受信器收取心跳信號，並將所表示的數字以每2分鐘一次記錄於用紙上。VE是GOD AER 流量計所測得，呼氣氣體濃度的分析是以三榮社測試空氣氣體自動分析儀來測定 O_2 及 CO_2 濃度，並將其每分鐘之數值記錄在ディアック社製カセットデータレコーダ MR-30 型記錄器做記錄，所測得的數據在日本國立福岡教育大學保健體育研究中心的電腦系統做分析處理。

三、閾值的判定：

- 1.VE的非直線性的上昇時的第一個屈曲時點判定為有氧閾值(Aerobic Threshold)。
- 2.VE的非直線性的上昇的第二個屈曲時點及呼氣終末 O_2 濃度的急上昇時點和呼氣終末 CO_2 濃度的急下降時點判定為無氧性運動作業閾值(Anaerobic Threshold)。(Kinderman 1979,Skinner和McLellan 1980)。

(根本 勇，宮下 充正，1980)。

四、測驗場所與時間

以上之實驗進行，日本方面在日本國立福岡教育大學保健體育中心運動生理實驗室測試四群（男女運動群及非運動群）於1991年秋季。台灣方面的實驗，男女運動群在國立台灣體育專科學校運動科學研究中心體適能測驗室。非運動群則藉國立彰化師範大學體育組進行測試，並於1992年春天完成。

五、資料處理

主要是以各群之平均值與標準差作比較，各群以實驗群和對照群各以t-檢定(student's test) 判定有無明顯差異，統計值之危險率5%以下($P < 0.05$) 為有顯著差異。

叁、結果與討論

本次之實驗受測者採不特定對象取樣，在日本方面之非運動群亦在校園內任意邀請並以2、3年級教育系學生為主，而台灣方面之比較群為彰化師範大學教育系學生。其年齡分布在18歲到21歲之間，在測試之結果如（表二）。在身高、體重（圖一）、體表面積%Fat，體脂肪量。在各群的結果而言女子群均顯著地大於男子群而其中又以女子運動兩群為最且台灣大於日本($P < 0.05$)（圖二）。其餘均無顯著之差異。

在運動表現方面，最大心跳數（圖三），非運動群比運動群高。最大攝氧量而言，在運動群的兩國體育專攻的學生而言，因上術科課程內容，專長訓練的時間及晨操等有所不同，因此在運動表現上的最大攝氧量之項目，在群別上之比較，男子並無顯著之差異而女生非運動群台灣優於日本($P < 0.05$)如（圖四）。無氧閾值(AT)以群之比較男子並無顯著之差異，但台灣女子運動群優於日本的運動群($P < 0.05$)（圖四、表三）

本研究之實驗器材與測試儀器均採相同機組進行，且克服困難將精密儀器經空運來台，使實驗在同一條件之下進行，惟本研究採比較研究法，著重於群之傾向比較，以詮釋兩國之有氧機能體力之優劣比較，藉此了解兩國之大學生體能狀況，盼能供日後吾輩在大專體育課程上編列設計課程內容時亦有參考依據。並歸類以下幾點：

- 1.在有氧性機能之最具代表性的最大攝氧量之測試之中，換氣量、氧攝取率和心跳數呼吸數之資料乃為重要的因子參數（松井 秀治1981）而本研究中的女子非運動群的 $VO_2\max$ $1.69 \pm 1.5(l/min)$ 比日本的女子非運動群的 $1.38 \pm 0.24(l/min)$ 亦有顯著性差異($P < 0.05$)。受測者均為師範教育大學的一般科系（教育系）之學生，平常在身體活動之時間上，由此數值即可推測其身體的活動量有偏低之傾向，而且兩群女子受測者均有畢業後的教師甄試；在平常的課餘時間上圖書館準備功課者居多，其次是夜間兼差任家教課業輔導及安親班工作者也不在少數，而且在日間的學習課程內容裡，靜態的學習多於動態的學習。
- 2.在影響身體的運動作業能力(PWC) 的諸因子如年齡、性別、身體生理機能；營養攝取等，最易於被考慮。但是在持久性耐力的最好的生理指標是最大攝氧量，且被使用的最為廣泛。但是據Wasserman (1973)研究報告指出，有氧機能閾值與無氧機能的利用比最大攝氧量更為有效。另外以同樣實驗儀器和條件在海外進行實驗，以求證比較諸項機能者的實驗報告較少，本研究之中的女子運動兩群最大攝氧量，台灣($1.99 \pm 0.3 l/min$)與日本($1.78 \pm 0.09 l/min$)之間有顯著之差異($P < 0.01$)。筆者在實驗期間曾觀察兩群的連續兩天之生活時間調查的結果指出，平均一天中的身體活動時間項目裡台灣女子運動群3小時又3分而日本是2小時50分；雖不是很大之差異，可是台灣的女子運動群亦有一週三~四天之晨操活動（訓練）時間其專長練習時間又較為長久且內容份量又較重；使其影響身體運動能力，有氧機能體力較優於日本。
- 3.Hughes(1982)的研究報告指出，筋中血糖量及血中FFA（血中游離脂肪酸）的利用等，會左右身體的運動作業能力(PWC)，且也會影響有氧閾值和無氧閾值，在生活調查中的營養攝取（翁正哲1992）指出日本的日平均熱量；女子運動群 $2125.31 \pm 415.78 kcal/日$ ；非運動群 $2104.93 \pm 697.61 kcal/日$ 。台灣女子運動群為 $2450.99 \pm 468.09 kcal/日$ ；非運動 $2533.89 \pm 383.16 kcal/日$ ，很明顯地台灣群多於日本群兩者皆同為 $400 kcal/日$ 。在飲食習慣或食品的營養價值的不同，加以烹調方式之不同亦會有上列之結果。在有氧機能所表現的體力，女子四群皆有比較上之差異其背後的影響因素，如食物

烹調方式、食品營養內容等而其中兩國女子在飲食習慣亦有統計上的差異；但是否有直接影響尚待繼續考查研究之必要。

4. 本研究中的心跳數(HR)的成績表現，各群之間亦無顯著之差異，但運動群與非運動群亦可發現前者皆低於後者，典型的運動員心臟機能非運動員機能在心跳數即可獲證。本文獻亦不例外。

肆、結論

在21名台灣青年大學生與21名日本青年大學生之中以運動群及非運動群，共8群參加本次之實驗。並以上述之方法進行測試得以了解中、日兩國青年大學生之有氧機能之國際比較歸類以下幾點：

1. 在身體特徵上兩國的18~20歲之青年大學生並無顯著之差異，但體脂肪百分比台灣青年大學生群比日本群較高值，而兩國的女子受測群比男子受測群高值，此與典型的報告例相同。但在其體脂肪的分佈比例之追蹤研究乃為重要之課題。
2. 在運動作業成績表現上，兩國之男子在統計上雖無顯著之差異，而女子方面則台灣有優於日本之傾向。此乃牽涉到日常生活之中或課餘、興趣從事休閒活動、加入運動社團等之諸因素，再綜合其因素，有做後續研究之需要。
3. 兩國青年大學生受測者之運動作業中的心跳數(HR)的結果在統計上做比較雖無顯著之差異，但女子群比男子群多，非運動群比運動群多，此與典型的報告例相同。

陸、建議：

1. 運動能力與體脂肪、體型等因素有很直接之關係，本文獻只有橫之研究比較，而探討其因果關係尚還需有縱的研究，以究明其差異性的存在因子或解決之道。如體脂肪之體內分佈、生活習性等。
2. 盼以拋磚引玉之心，來期待國內各專家先進，能除了重視國際競技舞台之獎牌數字之外，亦讓我們也一起來關懷國家下一代的有氧適能之改進的方法，實施與研究，促以增進國民的基本體能。

致謝

本研究之實驗進行，感謝母校提供運動科學研究中心體能測驗室為實驗場所，及吳青華副教授在實驗進行前，進行中所提供一切的援助與連絡工作，且惠賜寶貴的時間加入討論及建言。以及日本國立福岡教育大學保健體育研究所提供的海外研究實驗經費。

表一 台灣、日本兩國的青年大學生男、女運動群及非運動群8群之身體的特徵（平均及標準偏差）

	日 本				台 灣			
	男 子		女 子		男 子		女 子	
	運動群 n=7	非運動群 n=4	運動群 n=5	非運動群 n=5	運動群 n=6	非運動群 n=5	運動群 n=5	非運動群 n=5
年齡平均 (歲)	19.07	20.87	19.46	19.38	21.58	17.7	20.2	18.78
SD	.68	1.65	.62	.58	2.73	0.39	1.72	1.
身高平均 (cm)	171.5	171.5	159.3	157.1	167.8	172.	161.4	157.1
SD	4.74	5.53	6.36	3.7	4.7	3.9	5.08	6.08
體重平均 (kg)	64.6	63.55	55.34	52.46	66.91	60.3	60.8	46.3
SD	5.49	3.84	4.37	4.7	3.68	7.54	8.58	5.53
體表面 平 均 (m ²)	1.7	1.49	1.69	1.49	1.71	1.66	1.6	1.39
SD	.08	.07	.07	.07	.05	.08	.13	.08
%Fat平均	14.58	15.84	25.33	20.3	16.86	15.7	29.96	21.91
SD	1.53	2.39	4.53	2.15	3.38	3.2	6.8	8.67
體脂肪 平 均 (kg)	9.44	10.13	14.06	10.7	11.38	8.7	16.34	10.42
SD	1.44	2.07	2.96	1.79	2.99	2.77	4.93	5.26

表二 測定結果，兩國男、女運動群及非運動群8群之踩腳踏車運動表現

	日 本				台 灣			
	男 子		女 子		男 子		女 子	
	運動群 n=7	非運動群 n=4	運動群 n=5	非運動群 n=5	運動群 n=6	非運動群 n=5	運動群 n=5	非運動群 n=5
$V_{E_{max}}$ 平均 (l/min)	94.79	76.25	72.94	72.72	84.05	80.07	74.6	73.11
SD	11.6	29.3	10.81	9.91	18.02	33.36	14.02	12.72
VO_{2max} 平均 (l/min)	2.7	1.88	1.78	1.38	3.33	1.99	2.72	1.69
SD	.72	.71	.09	.24	.93	.3	.49	.15
An T 平均 (l/min)	2.14	1.66	1.48	1.1	2.65	1.79	2.04	1.32
SD	.25	.37	.02	.21	.53	.16	.35	.28
Aer T 平均 (l/min)	.7	.71	.45	.44	.95	.62	.68	.37
SD	.19	.3	.1	.12	.35	.25	.25	.13
HR 平均 (拍/分)	185.57	188.5	175.2	187.2	189.66	195.2	185.	195.8
SD	6.45	11.95	7.88	3.7	3.07	11.51	7.31	5.06
%Ant平均 /VO ₂ Max (l/min)	79.26	88.29	83.15	79.71	79.57	89.94	75.0	78.1

表三 兩國男、女8群受測者之最大攝氧量與無氧閾值之t-檢定與比較，對角線上方是男子群，下方是女子群。

*表<.05 **表<.01

t-TEST結果 1.VO₂MAX

(NS=無差異性 * =P<.05 ** =P<.01)

	日本運動群	日本非運動	台灣運動群	台灣非運動
日本運		1.82 NS	1.35 NS	2.35 *
日本非	3.32 *		2.78 *	0.26 NS
台灣運	4.16 *	5.39 **		3.34 *
台灣非	2.42 *	2.42 *	4.41 **	

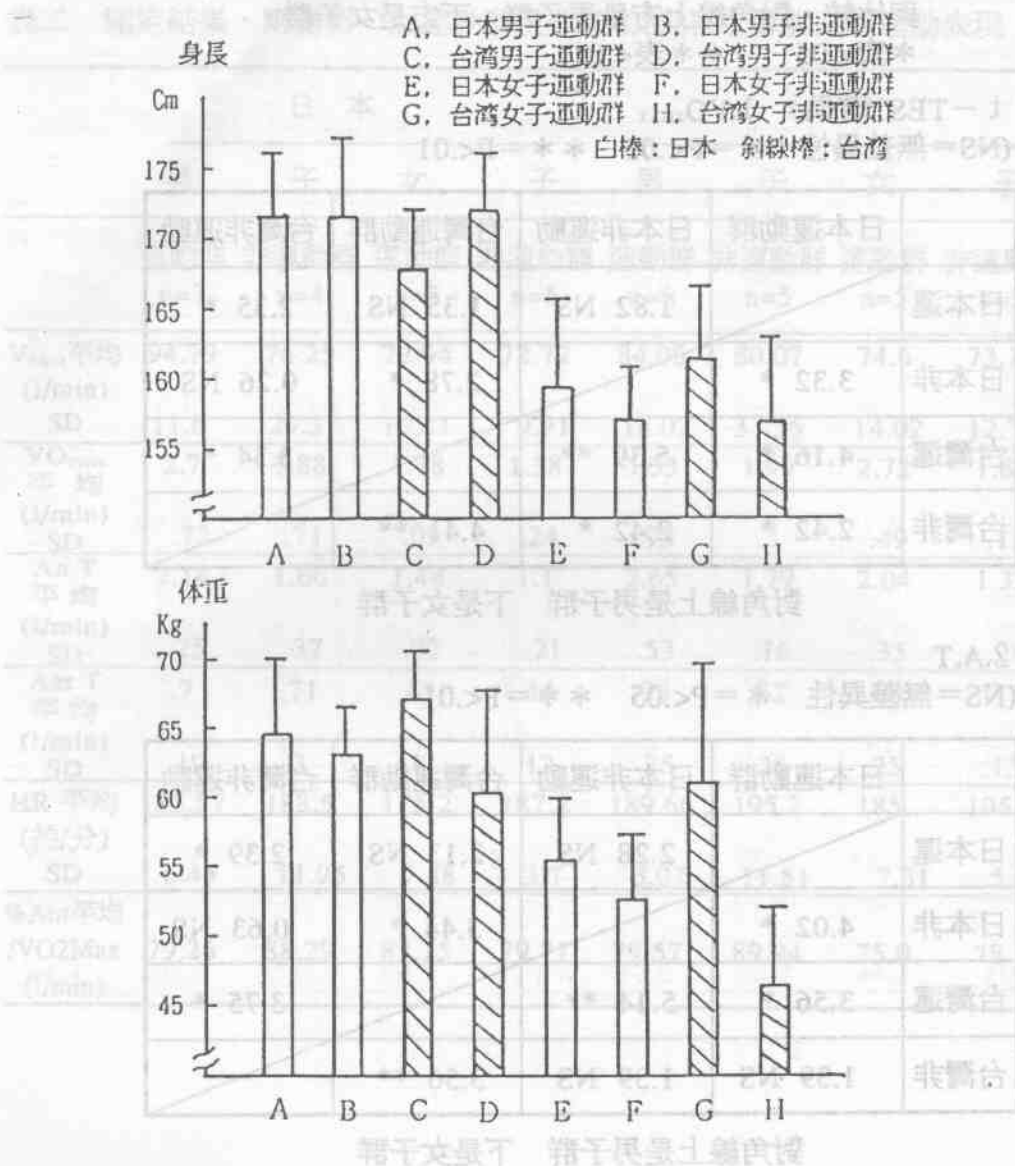
對角線上是男子群 下是女子群

2.A_nT

(NS=無差異性 * =P<.05 ** =P<.01)

	日本運動群	日本非運動	台灣運動群	台灣非運動
日本運		2.28 NS	2.13 NS	2.39 *
日本非	4.02 *		3.44 *	0.63 NS
台灣運	3.56 *	5.14 **		3.75 *
台灣非	1.39 NS	1.39 NS	3.56 **	

對角線上是男子群 下是女子群



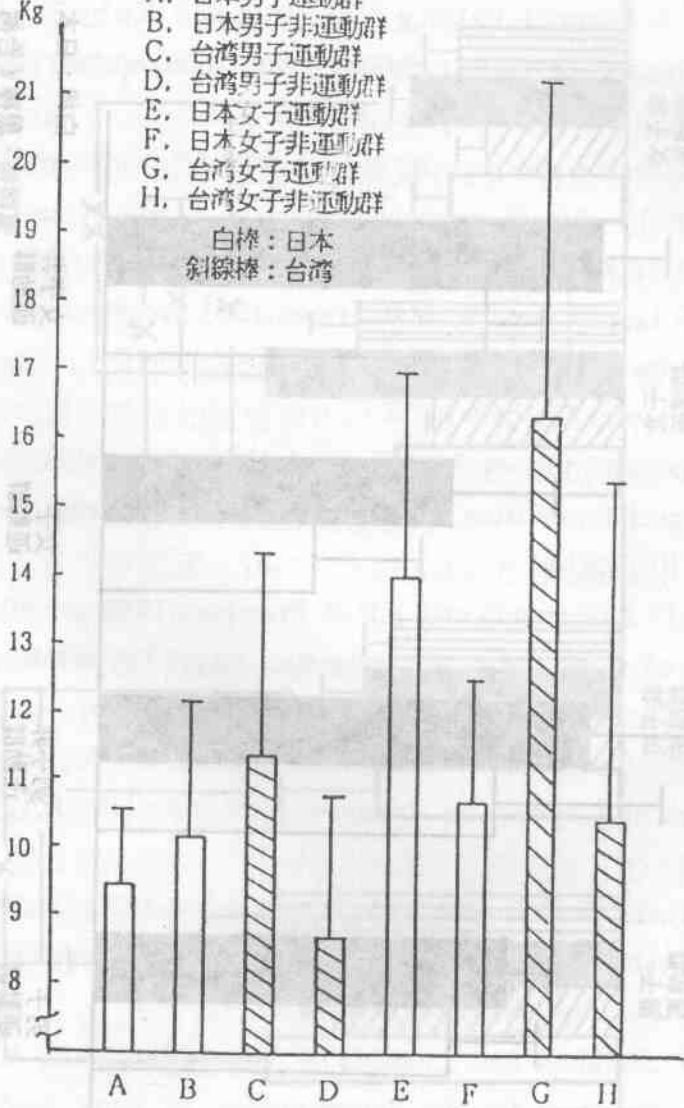
圖一 兩國男、女8群受測者的身高、體重示意圖(白棒表日本、斜線棒表台灣)。

体脂肪量

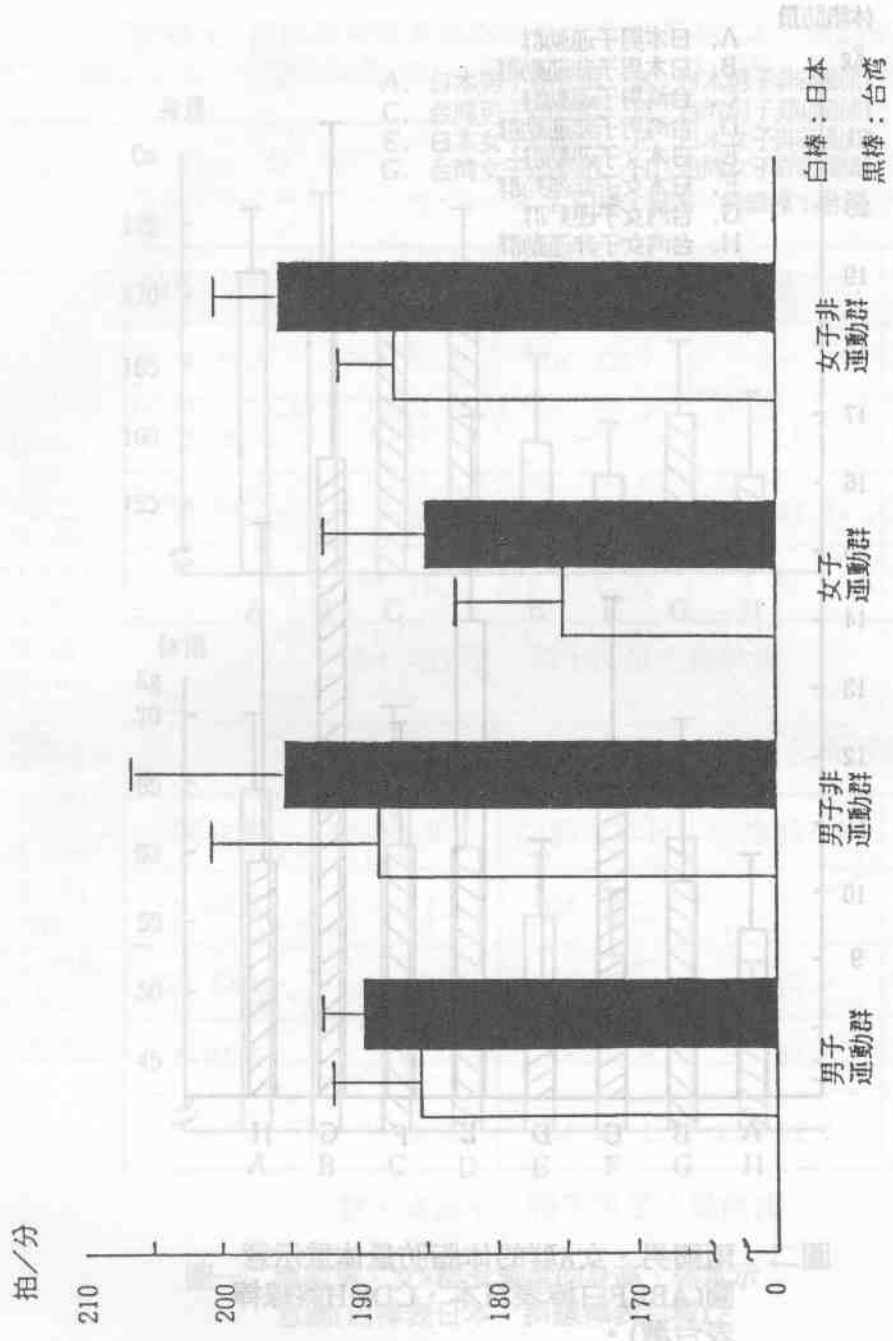
Kg

- A. 日本男子運動群
- B. 日本男子非運動群
- C. 台灣男子運動群
- D. 台灣男子非運動群
- E. 日本女子運動群
- F. 日本女子非運動群
- G. 台灣女子運動群
- H. 台灣女子非運動群

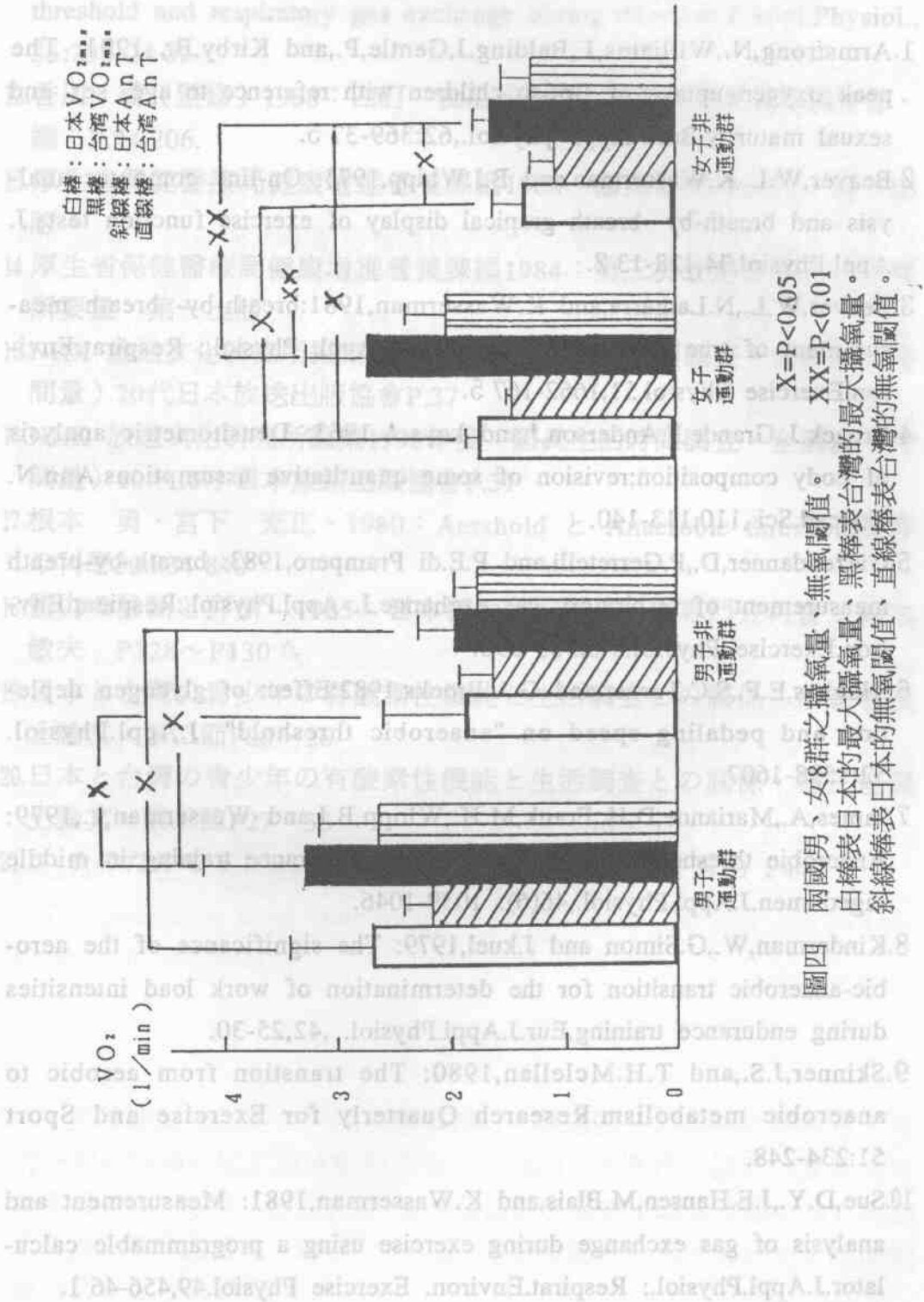
白棒：日本
斜線棒：台灣



圖二 兩國男、女8群的体脂肪量体重示意图(ABEF白棒表日本、CDGH斜線棒表台灣)。



圖三 兩國男、女8群的每分鐘心跳數(白棒表日本、黑棒表台灣)



圖四 兩國男、女8群之攝氧量、無氧閾值。
 X = P < 0.05
 XX = P < 0.01
 白棒表日本的最大攝氧量、黑棒表台灣的最大攝氧量。
 斜線棒表日本的無氧閾值、直線棒表台灣的無氧閾值。

參考文獻

1. Armstrong, N., Williams, J., Balding, J., Gentle, P., and Kirby, B., 1991: The peak oxygen uptake of British children with reference to age, sex and sexual maturity. *Bur. J. Appl. Physiol.*, 62:369-375.
2. Beaver, W. L., K. Wasserman, and B. J. Whipp, 1973: On-line computer analysis and breath-by-breath graphical display of exercise function tests. *J. Appl. Physiol.* 34, 128-132.
3. Beaver, W. L., N. Lamarra, and K. Wasserman, 1981: breath-by-breath measurement of true alveolar gas exchange. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 51, 1662-1675.
4. Brozek, J., Grande, F., Anderson, J. and Keys, A. 1963: Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 110, 113-140.
5. Giezendanner, D., P. Gerretelli, and P. E. di Prampero, 1983: breath-by-breath measurement of respiratory gas exchange. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 55, 583-590.
6. Hughes, E. F., S. C. Turner, and G. A. Brooks, 1982: Effect of glycogen depletion and pedaling speed on "anaerobic threshold". *J. Appl. Physiol.* 52:1598-1607.
7. James, A., Marianne, D. H., Frank, M. H., Whipp, B. J. and Wasserman, K., 1979: Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. *J. Appl. Physiol.*, 46(6): 1039-1046.
8. Kinderman, W., G. Simon and J. Kuel, 1979: The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur. J. Appl. Physiol.* , 42, 25-30.
9. Skinner, J. S., and T. H. McLellan, 1980: The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 51:234-248.
10. Sue, D. Y., J. E. Hansen, M. Blais, and K. Wasserman, 1981: Measurement and analysis of gas exchange during exercise using a programmable calculator. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 49, 456-461.

11. Wasserman, K., B.J. Whipp, S. Nkoyal and W.L. Beaver, 1973: Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise, J. Appl. Physiol., 35:236-243.
12. 香川 綾 (監修) 1988: 四訂 食品成分表 科學技術廳資源調查會・編: P.24-206.
13. 厚生省保健醫療局健康增進營養課編1988: 國民營養的現狀, 第一出版。
14. 厚生省保健醫療局健康增進營養課編1984: 第三次改定日本人的營養所要量, 第一出版。
15. NHK 放送文化研究所編集1990年度: 國民生活時間調查・全國編(時間量) 20代日本放送出版協會P.37
16. NHK 放送文化研究所編集1990年度: 國民生活時間調查・全國編(時間量) 10~15才日本放送出版協會P.31
17. 根本 勇、宮下 充正、1980: Aerobic と Anaerobic threshold 體育の科學30:834-840
18. 體力の診斷と評價 1985: 日本體育學會測定評價專門分科會, 鈴木敏夫・P128~P130
19. 日本と台灣の青少年の有酸素性機能と生活調査との關係, 翁正哲碩士論文, 第二節P20~26
20. 日本と台灣の青少年の有酸素性機能と生活調査との關係, 翁正哲碩士論文, 第三節P27~36
21. コーチのためのトレーニングの科學 大修館書店 松井秀治 P449

The precaution is to exercise the muscles around the neck and to have a 'checkup' periodically.

章、前言

足球運動在世界上可說是最流行的一種運動，尤其其歐美各國，特別是南美洲國家把足球運動視為精神生活的一大部份，餘者在我國尚尚未造成如此的狂熱，但在世界180多個國家裡卻把足球當作國家體育運動重要推廣項目的國家，據統計有90個，也就是說有90%的國家把足球運動視為國家主要的運動。