

一流女子足球選手在比賽中運動強度之研究

—以國家女子足球代表隊備戰 1999 年亞洲盃為例—

呂桂花、張明賢、李明恕、詹翠萍、梁美惠

摘要

本研究的目的是在於瞭解一流女子足球選手在比賽中的運動強度。以備戰 '99 年亞洲盃女子足球錦標賽的國家代表隊中 13 位選手為對象，全程記錄比賽中的心跳率。平均心跳率為 170 次/分，上、下半場以及 FW 與 MF 之間均出現 $p < 0.05$ 的顯著差異，顯示上半場的運動強度較高，其中又以 MF 最高。170 次/分的心跳率推算約為最大攝氧量的 80%，在 80% 相對心跳率方面：上半場 FW 佔 69.7%，高於 MF 與 DF，在 90% 相對心跳率方面：FW 下半場不及 2%，MF 與 DF 各佔 48.2%，24%。心跳率 180 次/分以上，平均佔 21.7%，持續約 10 分鐘，與中國女足略同，150 次/分 ~ 180 次/分之間佔 64%，持續 29 分鐘，比中國女足高約 15%。下半場心跳率在開賽後的 15 ~ 25 分鐘逐漸下降，可能是選手疲勞現象的起始點。

關鍵字：女子足球 運動強度 心跳率

The study of working intensity of elite female soccer players during the matches

Abstract

The purpose of the study was to analyse the working intensity of elite female soccer players during matches. The subject was 13 outfield players of national women's soccer team in preparation for the 12th Asian women's championship '99.

The players' heart rates during the whole match were monitored by radio heart-rate recorder. The results indicated that the mean heart rate was 170 beat \cdot min⁻¹. This was significant difference ($p < 0.05$) between the heart rates recorded in the first and second half, also shown between the FW and MF; its mean work intensity was higher in the first half than the intensity in second half of the match, especially the MF. The heart rate 170 beats \cdot min⁻¹ estimated about 80 % of VO₂max. The 80% HRmax by FW was 69.7% more than MF and FW in the first half of the match. The 90% HRmax by FW was less than 2%, MF and DF were 48.2% and 24%, respectively. The heart rate over 180 beats \cdot min⁻¹ maintained about 21.7%(10min.) of the match time. The result is similar to Chinese women's soccer team. 150~180 beats \cdot min⁻¹ maintained about 64% (29min.) of the match time more 15% than Chinese women's soccer team. After kick-off of the second half about 15~25 minute, the heart rate began to drop. It might be the start point of players' fatigue.

Key word : female soccer working intensity heart rate

壹、緒論

足球比賽中選手的運動型態大致可以分為二種，例如踢球、搶球、盤球、衝刺等短時間的無氧運動與走路、慢跑、持續性的快跑等長時間的有氧運動，這種複合性的型態，不斷的在反覆進行。

近年來爲了增加比賽過程的激烈性，國際足球總會數度修改足球規則，例如：得意規則的設立，守門員持球後處理球的時間設限，在球場週邊增設撿球員等，影響至比賽時所使用之戰術，這些盡可能縮短停滯時間的改變，促使比賽進行的更順暢，更具有速度性。相對的也增加了選手的移動，提高了生理上的負荷量。

比賽中選手的生理負荷量可以透過氧攝取量的測試得知。Holmgren(1960)列舉出影響氧攝取量的因子爲；換氣量、肺容積、肺擴散量、心輸出量、心跳率、心臟容積、血紅素量、組織擴散量等，其中又以心跳率的測試作爲了解身體運動強度的參考指標最爲簡便，最具有信賴性，使用的也最廣泛(豬飼道夫,山地啓司,1971)。

淺見俊雄等人(1967)探討足球練習時適當的身體負荷，中村雄志等(1971)研究足球比賽中對人動作的心跳率，小山貴等(1974)檢討室內足球作爲體育課教材的可能性，自訂比賽規則，測定比賽後，一分鐘後，三分鐘後等三階段的心跳率。戶刈晴彥等(1979)測試 8 名日本代表隊選手在練習中的心跳率，以檢討練習中運動強度的合理性。石崎忠利等(1982)研究中學女子足球選手在比賽中的心跳率。西村千尋等(1991)分析少年足球比賽中主力選手與非主力選手的運動強度。越山賢一(1992)分析足球比賽中執法裁判的心跳率。劉丹等(1994)研究備戰首屆世界杯的中國國家女子足球代表隊選手在訓練中與比賽中的運動強度。

由此可見，比賽中訓練強度的研究在國外早已受到相當的重視與肯定，反觀國內，這方面的研究，僅有吳惠琴(1997)分析不同年齡階段女子足球選手在比賽中的運動強度。在足球訓練或比賽的過程中，教練必須要能瞭解選手參予比賽的強度，這個運動強度透過心跳率的表現，二者要能一致，進而從中得知每位選手在比賽中體能的發揮與應用的方式是非常重要的。

因此，本研究的目的，希望能瞭解我國一流女子足球選手在參加 1999 年第十二屆亞洲盃女子足球錦標賽時，在訓練比賽中的運動強度，作為掌握選手體能與擬定訓練處方的參考。

貳、文獻探討

人要持續長時間的運動，必須要透過呼吸運動攝取足夠的氧氣，供給肌肉產生能源。特別是在最大強度下，儘可能攝取足夠的氧氣的能力，換言之；最大攝氧量就是在短時間內完成工作的能力(豬飼道夫，山地啓司，1971)。

P.O.Astrand(1954)的研究結果指出一般人與運動選手相比，運動選手的最大攝氧量比一般人大。但是在運動比賽中要實施攝氧量的測試藉以了解身體運動的強度是非常困難的。Andersen(1961)與 P.O.Astrand(1964)的研究報告指出：攝氧量與心跳率之間約呈現直線的關係。加賀谷淳子(1974)與青木純一郎(1976)的研究指出：經過訓練心跳率雖然會減少，但是心跳率與最大攝氧量的關係在訓練的前後並不會改變。

加賀谷淳子(1976)的研究指出：心跳率會因為精神的因素與環境條件而有所改變，特別是環境溫度的影響最大。Dill(1942)設定 0~50°C 的作業環境溫度條件，實施一定的作業強度中發現環境溫度達 20°C 以上時心跳率會急速增加(引自加賀谷淳子，1976)。黑田善雄等(1973)的研究指出：在 0~20°C 的環境下實施輕負荷的作業強度時，心跳率並沒有差異。但是隨著溫度的提高，心跳率也會提高。橫澤喜久子等(1975)研究指出女子大學生在硬式網球體育課的心跳率呈現較高的比率可能是性別的差異的影響。

伊藤捻(1978)認為心理的興奮也會造成心跳率上昇。平岡秀雄等(1981)的研究也指出選手的經歷差異會影響選手在比賽中的緊張程度，過度的緊張會刺激交感神經，增加心跳率。Sjostrand(1953)指出心跳率會因為情緒身體狀態，飯後的經過時間、Hb 量、溫度等因素而有所變化(引自豬飼道夫、山地啓司，1971)。星川保等(1992)的研究也指出：心跳計並非想像的簡便，第一：昂貴，第二：因為無線電波互相干擾所以無法同時測試多數的人，第三：長時間的配掛所引起皮膚發炎，以及運動流汗造成資料的不正確等問題。除此之外，被測試者的年齡也是影響心跳率的必須考慮的因

素之一。

儘管如此，經由科技的不斷發展，心跳率測試的方式也越來越容易，信賴水準也最高(進藤宗洋、田中宏曉等，1974)，因此利用心跳率於運動訓練、體育教學來了解各種運動強度的研究也非常的多。

參、研究方法

一、實施對象

以中華女子足球國家代表隊前鋒(FW)3位，中場(MF)5位，後衛 (DF)5位，共計 13 位選手為對象，平均年齡為 22 ± 1.75 歲，平均身高為 162.2 ± 5.86 公分，體重為 54 ± 5.13 公斤，競技年齡均在 10 年以上，如表 1。

表 1：被測試者的身體特徵與基本資料

項目 對象	所屬球隊	位置	年齡	身高	體重
林綺苡	景文學院	FW	22	160	53
李明恕	台灣體院	FW	21	163	55
陳雅玲	台灣體院	FW	20	158	55
張慈云	銘傳大學	MF	23	166	58
洪麗敏	景文學院	MF	26	155	51
何夢華	醒吾學院	MF	21	164	53
黃春蘭	醒吾學院	MF	21	165	52
廖櫻灣	醒吾學院	MF	23	155	48
林惠玲	醒吾學院	DF	20	158	54
陳鞠伎	景文學院	DF	25	178	68
葉玉霜	台灣體院	DF	21	163	49
曾月如	台灣體院	DF	21	165	58
陳淑瓊	景文學院	DF	22	158	48
平均			22 ± 1.75	162.2 ± 5.86	54 ± 5.13

二、實施時間與地點

自 88 年 9 月 14 日~88 年 10 月 3 日之間進行測試。比賽時間均為下午 16~18 時之間於台北市立中山足球場舉行。9 月 14 日平均溫度 30.7 度，9 月 15 日平均為 28 度，9 月 20 日平均為 26.8 度，10 月 3 日平均為 23.4 度。

三、實施方法

每場比賽前由總教練宣佈下場選手名單，並決定監測之選手，使用 Polar Accurex plus 芬蘭制心跳偵測錶，配掛於胸前，將所收集的訊號傳送至手腕上的記錄器中保存，對選手在比賽中的移動與判斷不會產生任何阻礙。全程記錄比賽上、下半場各 45 分鐘(全場 90 分鐘)，平均每 5 秒的心跳率。進行統計處理。

肆、結果

一、平均心跳率

本研究由平均每 5 秒的心跳率算出全場比賽中，所獲得的平均心跳率。如表 2 所示：全場平均心跳率 FW 的平均為 161 次/分。MF 的平均為 175 次/分，MF 選手比 FW 選手顯示出較高的心跳率，經過統計的結果出現 $P < 0.05$ 的顯著水準(參照圖 1，圖 2)。DF 平均為 168 次/分。DF 在數值上雖略高於 FW，略低於 MF，但是並未出現顯著水準。

全體上、下半場的平均心跳率之增減率而言，出現 $P < 0.05$ 的顯著差異，顯示出下半場有減少的傾向。

表 2：中華女子足球代表隊選手在比賽中之心跳率
(上下半場各 45 分鐘，單位：beats/min)

位置	被測試者	比賽中的平均心跳率			增減率 %
		上半場	下半場	全場平均±SD	
FW	林綺苙	168	164	166±10.5	-2.4
	李明恕	163	155	159±10.8	-4.9
	陳雅玲	167	147	157±12.9	-12.0
	平均	166	155	161±11.4	-7

MF	張慈云	184	180	182±13.1	-2.2
	洪麗敏	179	179	179±11.7	0
	何夢華	169	170	169±9.2	0.59
	黃春蘭	177	180	179±9.6	3.8
	廖櫻灣	169	164	167±9.4	-3.0
	平均	176	175	175±10.6	-1 *
DF	林惠玲	163	159	161±12.4	-2.5
	陳鞠伎	159	158	158±9.1	-0.6
	葉玉霜	183	177	180±13.5	-3.3
	曾月如	168	168	168±13.3	0
	陳淑瓊	175	176	175±9.8	0.6
	平均	170	168	168±11.6	-2
平均±SD		171±7.6	168±10.2	170±8.9	*

1. 平均以小數點以下第一位四捨五入。SD 以小數點以下第二位四捨五入。
2. 全體平均上、下半場之間出現 $p < 0.05$ 的顯著差異 (* : $p < 0.05$, $t = -2.22$)
3. FW 與 MF 之間也出現 $p < 0.05$ 的顯著差異。

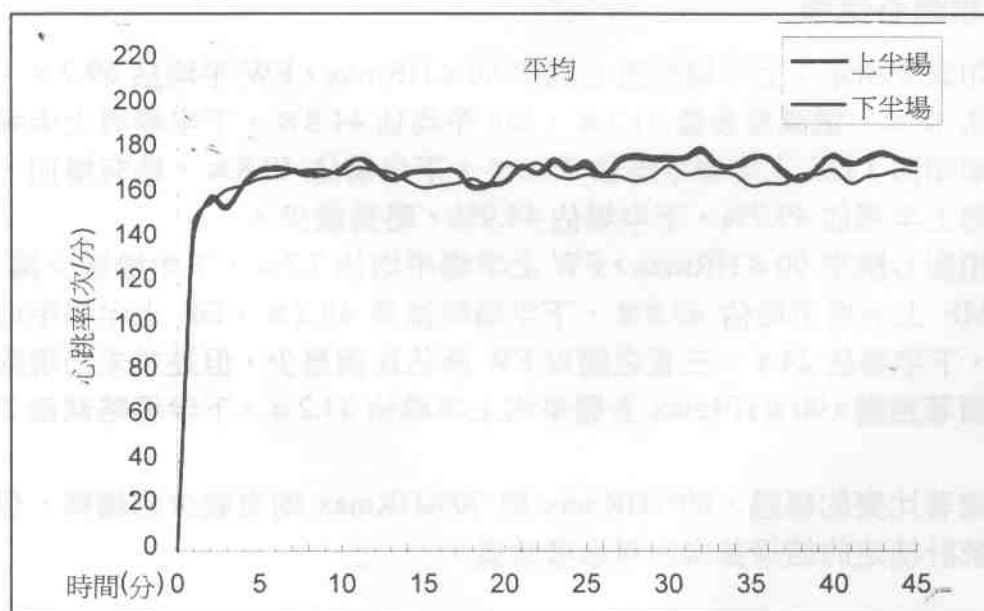


圖 1：比賽中全體平均跳率變化曲線

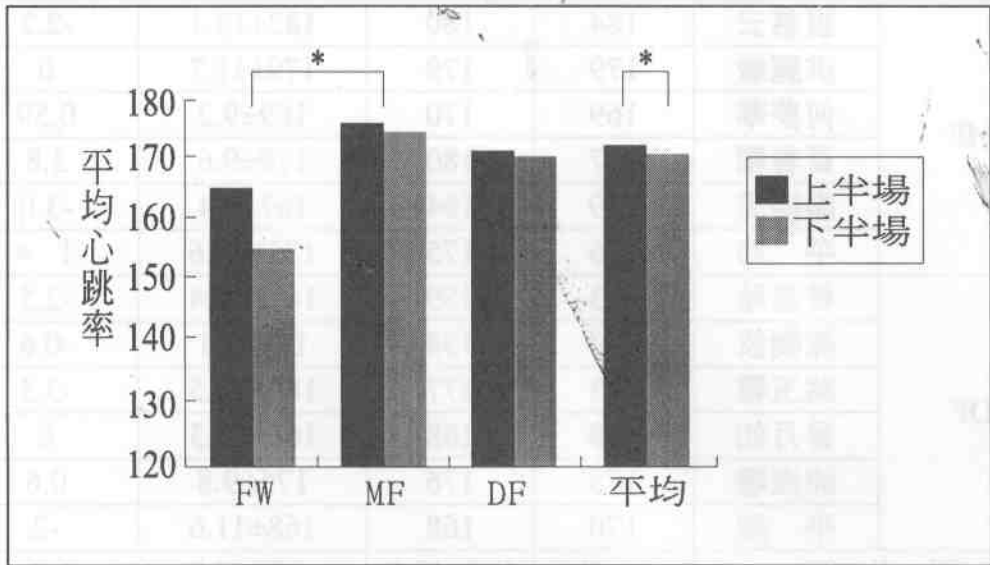


圖 2：各司職位置間選手平均心跳率

* 全體上、下半場平均，FW 與 MF 之間均出現 $p < 0.05$ 的顯著差異。

二、相對心跳率

如表 3 所示：上半場相對心跳率 $80\% HR_{max}$ ，FW 平均佔 69.7% ，下半場佔 38% ，遞減最多達 31.7% ，MF 平均佔 44.8% ，下半場與上半場所佔比率相同，DF 上半場平均佔 42.6% ，下半場佔 49.8% ，略有增加，全體平均上半場佔 49.7% ，下半場佔 44.9% ，略為減少。

相對心跳率 $90\% HR_{max}$ ，FW 上半場平均佔 7.7% ，下半場減少為 1.7% ，MF 上半場平均佔 49.8% ，下半場略減為 48.2% ，DF 上半場平均佔 32% ，下半場佔 24% ，三者之間以 FW 所佔比例最少，但是並未出現統計上的顯著差異。 $90\% HR_{max}$ 全體平均上半場佔 33.2% ，下半場略減為 28.2% 。

隨著比賽的經過， $80\% HR_{max}$ 與 $90\% HR_{max}$ 均有減少的趨勢，但是經過統計檢定的結果並未出現顯著差異。

表 3：比賽中相對心跳率（百分比）

Subject	最高心跳	上半場 HR MAX		下半場 HR MAX	
		80%	90%	80%	90%
林綺苡	198	61	20	66	5
李明恕	199	70	1	39	0
陳雅玲	200	78	2	9	0
FW 平均		69.7	7.7	38	1.7
張慈云	197	18	80	27	72
洪麗敏	194	19	76	24	71
何夢華	199	61	16	61	21
黃春蘭	199	53	59	40	73
廖櫻灣	197	73	18	72	4
MF 平均		44.8	49.8	44.8	48.2
林惠玲	200	53	8	50	1
陳鞠伎	195	60	2	61	1
葉玉霜	199	20	70	38	49
曾月如	199	40	31	63	17
陳淑瓊	198	40	49	37	52
DF 平均		42.6	32	49.8	24
全體平均		49.7	32.2	44.9	28.2

相對心跳率：在比賽中實際測得平均心跳率 ÷ 最高心跳率 × 100 算出

三、心跳率分佈頻度與持續時間

上半場 FW180 次以上佔 4.8%約持續 2 分鐘，150~180 次佔 85.9%持續 38 分鐘、150 次以上總心跳佔 90.7%持續 40 分鐘。MF180 次以上佔 40.2%持續 18 分鐘、150~180 次佔 55.6%持續 25 分鐘、150 次以上總心跳率佔 95.8%持續 43 分鐘。DF180 次以上佔 28.3%持續 12 分鐘、150~180 次佔 58.1%持續 30 分鐘，150 次以上總心跳率佔 86.4%持續 38 分鐘。上半場平均 180 次以上佔 24.4%、150~180 次佔 66.5%，150 次以上總心跳率佔 91%。

下半場 FW180 次以上佔 0.7%持續不到 1 分鐘、150~180 次佔 61.7%持續 30 分鐘，150 次以上總心跳率佔 62.4%持續 30 分鐘。MF180 次以上佔 35.4%持續 17 分鐘、150~180 次佔 58.5%持續 26 分鐘、150 次以上總心跳率佔 93.9%持續 43 分鐘。DF180 次以上佔 21%持續 10 分鐘、150~180

次佔 64.4% 持續 29 分鐘、150 次以上總心跳率佔 80.7% 持續 37 分鐘。下半場平均 180 次以上佔 19%、150~180 次佔 61.5%，150 次以上總心跳率佔 80.7%。

全體平均 180 次以上佔 21.7%、150~180 次佔 64%，150 次以上總心跳率佔 85.9%。FW 在下半場 150 次以上總心跳率減少了 28.3%，移轉到 120~150 次區間增加了 22.4%，MF 減少了 1.9%，DF 反而增加了 1%，平均減少 10.3%。(參閱表 4)

表 4：各司職位置在比賽中心跳率的分佈頻度百分比與持續時間分佈

(上半場)	180 次以上	150~180 次	150 次以上總心跳率%	增減率%
FW	4.8 (2"10)	85.9 (38"40)	90.7 (40"50)	-28.3
MF	40.2 (18"8)	55.6 (25"2)	95.8 (43"10)	-1.9
DF	28.3 (12"46)	58.1 (26"9)	86.4 (38"55)	+1
平均	24.4 (11"1)	66.5 (29"57)	91 (40"58)	-10.3
(下半場)				
FW	0.7 ("18)	61.7 (30"11)	62.4 (30"29)	
MF	35.4 (16"50)	58.5 (26"20)	93.9 (43"10)	
DF	21 (9"28)	64.4 (29"1)	85.4 (38"29)	
平均	19 (8"52)	61.5 (28"30)	80.7 (37"22)	
全體平均	21.7 (9"56)	64 (29"13)	85.9 (39"10)	

※上、下半場 150 以上總心跳率%之增減率

伍、討 論

一、訓練與比賽中心跳率

淺見俊雄等(1967)調查大學生在練習中的心跳率的報告顯示：以 15~17 秒的速度運球 100m 時心跳率高達 190 次/分左右，原地快節奏的內側傳球與跳躍頭頂，心跳率達 160 次/分左右就不會再上昇，如果是以跑動的型態實施則達 180 次/分，1 對 1、3 對 1、4 對 2 的戰術練習持續 1~2 分時，心跳率則達 180 次/分。Reilly 等(1976)將足球的練習內容分成八種項目，求出每一種項目的平均心跳率，熱身操是 119.8 次/分，體操是 111.9 次/分，

跑步是 144.2 次/分，反覆訓練是 124.7 次/分，技術訓練是 127.5 次/分，盤球是 137 次/分，比賽是 157 次/分，恢復是 101.8 次/分。戶刈晴彥等(1979)調查日本代表隊候補選手在練習中的心跳率為 123~165 次/分，並表示在練習的過程中，如果不特別強調提升選手耐力要素時，心跳率就不可能提高。而練習中的平均心跳率要比比賽中的心跳率低。人數多的普通練習在 140 次/分左右。

中村雄志等(1971)指出比賽中平均心跳率達 155 次/分，岩村英吉(1976)調查高中足球選手在比賽中平均心跳率為 157 次/分，松本光弘(1977)調查大學足球選手比賽的平均心跳率為 164 次/分。根據 Smodlaka(1978)調查 44 人在比賽中的心跳率，平均達 170 次/分(淺見俊雄, 1981)。石崎忠利(1982)研究國中女子選手在 40 分鐘 8 對 8 的小型比賽中的心跳率高達 177 次/分。大串哲朗(1989)調查 3 位大學主力選手的平均心跳率在 157 次/分左右。石崎忠利(1991)調查國中女子主力選手在 50 分鐘 11 人制比賽中的心跳率達 168 次/分。吳惠琴(1997)針對國內三級女子足球選手實施的結果報告：甲組(高中以上)約 161 次/分、國中 174 次/分、國小 178 次/分，(如表 5)。

表 5：足球比賽中平均心跳率的研究

研究者	平均心跳率	比賽時間(分)	對 象
Seliger (1968)	165	15	8 對 8 半場比賽
中村雄志 (1969)	155	70	3 場比賽的平均
岩村真吉 (1976)	157	80	高中足球選手
松本光弘 (1977)	167	90	大學足球選手
久保田 (1977)	171	15	5 對 5 半場比賽
Smodlaka (1978)	170	90	44 人的比賽平均
石崎忠利 (1982)	177	40	8 對 8 國中女子足球主力選手
大串哲朗 (1989)	157	90	3 位大學足球主力選手
石崎忠利 (1991)	168	50	國中女子足球主力選手
越山賢一 (1992)	152	90	6 位 1 級足球裁判員
吳惠琴 (1997)	161	80	6 位女子甲組足球選手
	174	80	9 位國中女子足球選手
	178	60	10 位國小女子足球選手
呂桂花 (2000)	170	90	13 位國家女子足球代表對主力選手

如表 2 與圖 1 所示，本研究的調查結果；上半場約 171 次/分，下半場減少為 168 次/分，出現 $P < 0.05$ 的顯著差異。其中又以 FW 遞減率最高達 -7%，MF 遞減最小。DF，MF 與 FW 之間，出現 $P < 0.05$ 的顯著水準。根據戶刈晴彥等(1979)的研究報告指出：一流選手在比賽中的移動距離約 10000~12000m 左右，比較起十年前的調查結果有增加的傾向，大部分的研究結果也指出選手在上半場的移動距離優於下半場，而 MF 因為扮演連結 FW 與 DF 的角色，因此 MF 的移動距離又優於其他位置的選手(山中邦夫等，1986)(宮村茂紀，1991)(宮村茂紀，1992)。換言之，MF 在比賽中，不僅移動的量多，移動的強度也較高。

二、從心跳率推算運動強度

人要能長時間的持續運動，必須對於運動時所需要的肌肉，不斷的提供氧氣，才能產生足夠的能源。因此，儘可能攝取氧的能力，換言之，最大攝氧量就是在有限的時間內完成很多的工作，或是在短時間內完成工作的能力。Andersen(1961)與 P.O.Astrand(1954)的研究報告指出攝氧量與心跳率之間呈現正比的關係。換言之，如果能測得運動中的心跳率就能換算出相當於最大攝氧量的多少百分比。反之，最大攝氧量的百分之多少的運動正好相當於多少的心跳率。

P.O.Astrand(1964)與砂本秀義(1971)研究心跳率 110 次/分時，相當於最大攝氧量的 40~45%。B.E.Kbloma(1968)研究心跳率 120 次/分時，相當於最大攝氧量的 50%。D.L.Costill(1970)分析一流馬拉松選手 2 小時跑的心跳率約 130~160 次/分，相當於最大攝氧量的 60~70%。Ryhming(1953)研究心跳率男子 128 次，女子 138 次/分約相當於 50% VO_{2max} 。男子 154，女子 164 次/分是相當於 70% VO_{2max} 。

松本弘光等(1976)的報告指出：大學足球比賽中心跳率 166.7~181.7 次/分相當於 79.8~87.5% VO_{2max} 。西村千尋等(1991)分析指出少年足球選手在比賽中的運動強度上半場 68.7% VO_{2max} ，下半場減為 66.3% VO_{2max} ，而主力選手又比非主力選手維持較高的% VO_{2max} 水準，在乳酸值方面也較非主力選手為高，顯示主力選手在比賽中維持較高的運動強度，無氧性的代謝動員的較多。松本弘光等(1977)分析指出 10 位大學主力足球選手在

上半場平均心跳率為 165.1 次/分相當於 76.5% VO₂max，下半場 162.6 次/分相當於 74.5% VO₂max。加納樹里(1991)分析 3 位大學女子足球選手在練習比賽中的心跳率與氧的關係指出平均心跳率 174.7 次/分相當於 82% VO₂max。

大串哲朗等(1989)強調足球比賽中的平均運動強度約為 80% VO₂max，無氧性的能源供給所佔的比例較高。有伏一男等(1980)指出日本體育科學中心將改善全身耐力性的運動強度下限定為最大攝氧量的 70%。這相當於心跳率 160 次/分的負荷強度。由於本研究並未同時測得每位選手的最大攝氧量，無法利用心跳率與攝氧量的關係，推論比賽中的攝氧量，但是如果由上述的研究報告來推算：本研究的心跳率大約相當於最大攝氧量的 80% 左右。換言之，國家代表隊的選手在比賽中的心跳率必須達到 170 次/分或更高的運動強度，並且能夠具備持續 90 分鐘以上的能力，否則就無法發揮個人的技術或是整體戰術的實現。而平時的訓練強度也必須要儘可能達到接近比賽強度的水準。

三、相對心跳率與運動強度

年齡是影響心跳率變化的因素之一。爲了要消去因爲年齡而產生生理運動負荷的差異，McArdle 等(1971)在女子籃球比賽中的運動強度之研究中開始採用相對心跳率%HR max。(山地啓司，1981)

石崎忠利等(1982)利用跑步機實施漸增負荷法求出個人最高心跳率，再換算出%HR max 的報告指出；最高心跳率—相對心跳率%HR max 的關係而言，FW 5 名選手的平均爲 88.1%HR max，MF 5 名選手平均爲 92.6%HR max，FW、MF 10 名選手的平均爲 90.4%HR max，MF 的%HR max 高於 FW。若採用 220—年齡爲最高心跳率時，%HR max 應該會略爲減低，因爲最高心跳率並不容易出現。

吳惠琴(1997)採用最高心跳率(220—年齡)算出女子甲組選手%HR max 爲 79.7%，國中選手爲 84.8%，國小選手爲 85.5%。吳惠琴將這種結果歸納爲女子甲組選手(一)球員年齡較高，(二)技術與戰術的水準較高，(三)體能不足等三因素，解釋國小選手在比賽中的相對心跳率高於國中、女子甲組。

越山賢一(1992)也採用相同的方式算出%HR max 的研究報告指出:平均心跳率為 81%HRmax, 執法裁判在上半場 80%HR max 出現率達 60.6%, 下半場遞減為 50.1%, 上半場 90%HR max 出現率達 4.4%, 下半場遞減為 2.2%。移動距離方面卻未出現減少的傾向, 越山賢一認為裁判在上半場的移動比較敏捷, 進入下半場後移動的速度減低, 但是仍舊保持在移動的狀態。這種減低的原因是因為疲勞的因素, 或是比賽過程所造成的結果, 並不清楚。

本研究 13 位選手的年齡分佈在 20~26 歲之間, 平均 22 歲, 上半場平均心跳率為 171 次/分為 86%HR max, 下半場 168 次/分為 85%HR max, 全場平均為 86%HR max。各位置間在 80%HR max 的出現率上半場以 FW 為最高, 佔 69.7%, 下半場減少近 1/2, 而 MF 與 DF 在下半場則有相同或高於上半場的趨勢, 在 90%HR max 的出現率方面, FW 在下半場幾乎沒有出現, 反觀 MF 佔 48.2% 略高於 80%HR max 的 44.8%, 和上半場出現相同的傾向, DF 在下半場 80%HR max 出現略增的傾向。

本研究的結果比吳惠琴、越山賢一的研究報告值要高與石崎忠利等報告大約相同, 這表示足球比賽中的運動強度會因比賽的內容, 選手的技術水準, 選手的司職位置而有所差異; 而裁判的運動強度並不會高於選手。

四、心跳率分佈頻度與持續時間

劉丹等(1994)為協助教練及選手備戰第一屆世界盃與第八屆亞洲盃, 利用心跳計監測不同訓練階段的練習與比賽強度。為了與中國女子足球代表隊參加第一屆世界盃女子足球錦標賽前各階段訓練強度做比較, 心跳率分佈頻度分為 180 次以上、150~180 次、150 次以上的總心跳率等三個不同區間的分佈頻度的百分比。如表 6 所示: 中國女足隊在第一階段的比賽中心跳率, 180 次/分以上佔 17.6%, 第二階段佔 14.6%, 進入第三階段參加世界盃比賽前已經提高到 20.9%, 比本研究的結果略低, 在 150~180 次/分之間中國女足隊第一階段佔 38.8%, 第二階段佔 43.4%, 第三階段提高到 51.3%, 比本研究的 64%, 減少了近 15%。150 次以上的心跳率中國女足隊佔 65.8%、74%、72.1%, 隨著世界盃賽的接近, 比賽中的心跳率也漸漸提高, 與本研究的 85.9%相比, 仍低了約 10%。

劉丹等在這研究報告中也指出：幾名優秀的選手，如劉愛玲與周華等在比賽中 180 次/分以上的心跳率能持續近 40 分鐘。石井喜八等(1990)研究指出：優秀的手球選手處於無氧性狀態下參予 play 的時間非常多。田島幸三(1993)的報告指出：在義大利所屬名門球團之下的選手在平常訓練比賽中超過 180 次/分的心跳率出現的非常頻繁，在一般的訓練中心跳率更高達 180~190 次/分左右，而日本的選手在訓練時的心跳率，則集中在 130~150 次/分左右，很難能夠適應實際的比賽。淺見俊雄(1969)報告指出：決定足球勝負的因素之一，就是在比賽中要比對手有更多參予 play 的次數，相對的必須要有更多的移動量。大串哲朗等(1989)指出足球比賽中無氧性的運動優劣左右了比賽勝負的關鍵。換言之，訓練時的運動強度如果不能接近或超越比賽的強度，那麼必然難以承受高強度的比賽，技術就無法發揮，正確的戰術判斷就難以實行。

中國女足隊利用心跳率的監測掌握比賽的運動強度反映到平常的訓練中，從中國女足隊在首屆世界盃獲得的肯定中得到證實。從本研究監測的結果和中國女足隊相互比較而言：備戰第十二屆亞洲杯的中華女足隊在比賽的運動強度方面明顯的超過了參加首屆世界盃時的中國女足隊。換言之，中華女足隊在訓練期的比賽中所監測的運動強度在整個亞洲盃賽的過程中發揮了一定的效果。

表 6：中國女足隊備戰首屆世界盃各階段比賽心跳率與本研究之比較（百分比）

日 期	180 次以上	150~180 次	150 次以上總心跳率
第一階段	17.6	48.2	65.8
第二階段	14.6	59.4	74.3
第三階段	20.9	51.3	72.1
中華台北	21.7	64	85.9

※作者製表

五、心跳率在戰術分析上的可能性

在參加本屆亞洲盃賽，中華女子足球代表隊總教練賽前擬定了四四二的陣式(如圖 3)，因此，備戰期間的所有訓練比賽均採用此一陣式。

當我方持球準備攻擊時，採取由兩個邊 MF1、MF4、DF1、DF4 開始發動，MF1、MF4 扮演前鋒的角色，DF1、DF4 支援 MF1、MF4 成爲中場，或是迂迴突擊成前鋒，後中場 MF3 則要支援 MF1、MF2、MF4、FW2 的攻擊。

在防守時 MF3 必須保護 MF2 以避免中路被滲透，並將對方的攻擊逼向兩邊以及協助 DF2、DF3 的防守，DF1 與 DF4 則必須保護 MF1、MF4 形成 2 個防守者看守 1 個攻擊者，主動瓦解對方的攻擊，在回防時也要保護 DF2、DF3，形成有層次的聯合防守戰術。

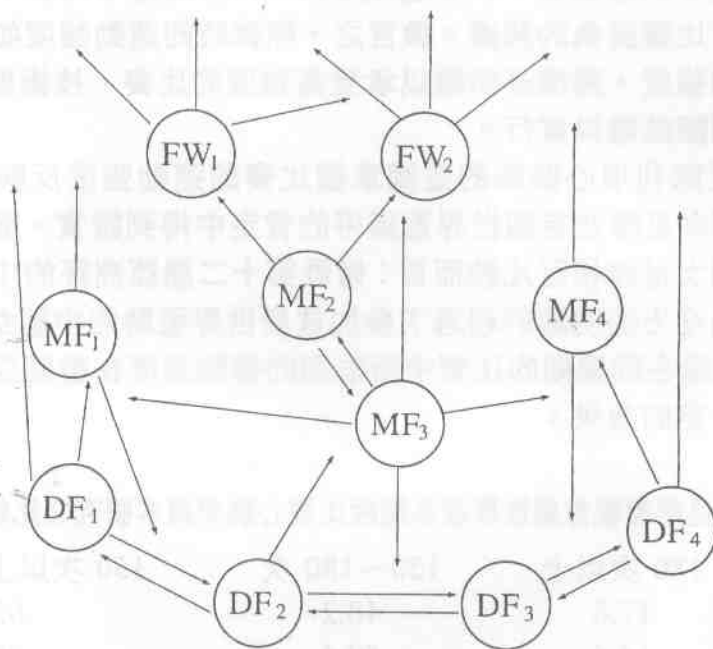


圖 3：足球比賽中四四二攻擊防守戰術陣式

因而，司職這五個位置的選手如 MF1 黃春蘭，MF4 洪麗敏，MF3 張慈云，DF4 陳淑瓊，DF1 葉玉霜等的平均心跳率也較其他位置的選手要高，這種運動強度所持續的時間也較長。中村雄志等(1971)的研究指出：比賽中 80%以上的心跳率增加的原因是沒有伴隨著技術的衝刺所造成。

在三個前鋒中以林綺苡選手的心跳率最高，隨著比賽時間的經過遞減

率最小，80%以上相對心跳率所佔比率也最高。而另外一位陳雅玲選手在上、下半場心跳率遞減達-12%，是全隊之首，尤其下半場80%以上相對心跳率非常的少。在下半場的15~25分之間林綺苡、李明恕、張慈云、廖櫻鸞、葉玉霜等五位選手，心跳率如圖1一樣出現二分化的傾向，心跳率開始遞減，這是否意味著選手疲勞現象的起始點，是非常有趣，未來研究的課題。

針對這些變化的結果：教練團可以利用這些分析已方戰力的情報資料作為擬定比賽先發陣容的參考，在訓練方面除了針對全體選手施以相同的訓練量外，配合戰術上的需要對於特殊位置或心肺耐力較差的選手也可以再施以個別訓練。

未來若能配合移動型態，移動頻度，攻守位置……等等比賽的戰況進行分析，將可獲得更有效的比賽情報。

陸、結 論

本研究所獲得的結果如下：

- (一) 全場平均心跳率為170次/分，上半場171次/分，下半場168次/分，出現 $p < 0.05$ 的顯著差異，各位置間以FW的遞減率達7%最高，MF最小，二者之間出現 $p < 0.05$ 的顯著差異。
- (二) 全場平均170次/分的心跳率推算運動強度約為最大攝氧量的80%。
- (三) 平均心跳率為86%HRmax。各位置間在80%HRmax的出現率，上半場已FW佔69.7%最高，下半場減少為38%，90%HRmax方面，FW下半場不及2%，MF與DF則各佔48.2%，24%。
- (四) 心跳率180次/分以上平均佔21.7%，持續約10分鐘，與中國女足相同，150次/分~180次/分之間佔64%持續約29分鐘，比中國女足高約15%。
- (五) 全體平均上、下半場的心跳率變化曲線在下半場開始後的15~25分鐘之間出現二分化的傾向，心跳率開始遞減，可能是選手疲勞現象的起始點。

柒、建議

本研究的檢討結果對於女子足球比賽中運動強度的相關研究，有下列幾項建議：

- (一) 本研究由心跳率來檢討比賽中的運動強度，未來可以再配合足球的特性，例如：左右移動，後退跑，回防，快速反擊……等等，配合比賽戰況的各式各樣間歇性移動，進而了解比賽中所要求的體力要素。
- (二) 雖然心跳率是評價運動強度最簡便的指標，可以利用心跳率比較過去研究的結果進而推算最大攝氧量，但是部分研究曾指出：當溫度超過 20 度時，心跳率也會隨著升高，因此，有無可能過大評價攝氧量是必須要注意的問題。
- (三) 本次集訓利用簡便的運動科學儀器導入平時的比賽中，以便隨時監控運動強度，反映到平時的訓練中，進行合理的監控，值得國內教練參考。

謝辭

本研究的完成特別要感謝中華體總運科組組長沈子斐先生與所有工作人員，在中華女足代表隊備戰'99 年亞洲盃女子足球錦標賽期間，非常熱心的協助選手生理、生化方面的檢測，並不時就檢測的結果提供建議，讓教練團能完全瞭解選手的身體狀況，隨時調整每日訓練的量。除此之外，對總教練醒悟中學張明賢老師慷慨應允公開選手資料，以及所有選手毫無怨言的全力以赴，在此，也一併致上萬分謝意。

參考文獻

中文部分

- 吳惠琴(1997)：女子足球比賽中心跳率及移動步數之比較研究。國立體育學院碩士論文。
- 劉丹、何加才、商瑞華、楊秀武(1994)：爲國家女子足球隊備戰首屆世界盃進行訓練控制的研究。中國體育科學學會學報(體育科學)，第14卷第2期，39-43頁。

外文部分

- Astrand, P.O., T.E.Cuddy, B.Saltin and J.Stenberg: Cardiac output during submaximal and maximal work. J. Appl. Physiol. 19(2) : 268~274, 1964.
- Eklblom, B. and H. Hermansen (1968): Cardiac output in athletes. J. A. Physiol. 25(5) 、619~625.
- McArdle, W. D., J. R. Magel, and L. C. Kyvallos (1971) : Aerobic capacity, heart rate and estimated energy cost during women's competitive basketball. Res. Quart. 42, 178~186.
- Ryming, I : A modified harvard step test for the evaluation of physical fitness. Arbeitsphysiol. 15 : 235~250, 1953.
- 青木純一郎(1975)：心拍数—運動強度の指標としての意義と限界、新体育 46、660~665。
- 有沢一男、山田欣也、山地啓司(1980)：心拍数からみたサッカーの運動強度—基本練習中及び模擬試合中—、富山大學教養部紀要第12号、1~9。
- 浅見俊雄、戸刈晴彦、菊地武道(1967)：サッカーの練習時における心拍数の変動について、体育学研究 Vol. 12(5), 129。
- 浅見俊雄 等(1981)：スポーツの科学的研究レビューシリーズ1~サッカー~、新体育社。
- 浅見俊雄(1969)：サッカーの勝負を決する要因、体育の科学 19(6)、351~353。

- 伊藤稔、伊藤一生、北村榮美予 等(1978)：女子学生の体育実技授業中の心拍数の変動と運動強度の推定について、体育科学、第 6 卷、65~76。
- 石井喜八、西山哲成(1990)：ボールゲームの分析法、J. J. SPORTS SCIENCE、Vol(9)5：266~271。
- 石崎忠利、鈴木教益、川又信昭 他(1991)：コートサイズの違いからみた中学女子サッカー選手の運動強度と各種技術使用頻度について 第 11 回サッカー医・科学研究会報告書、31~38。
- 石崎忠利、中里一彦、竹之木進 等(1982)：女子サッカーの運動強度について、体育の科学、32(5)、505~509。
- 猪飼道夫、山地啓司(1971)：心拍数からみた運動強度、体育の科学 21(9)、589~593。
- 岩村英吉(1976)：サッカーのトレーニング計画に関する研究(第 4 報)、日本体育学会第 27 回大会号、455。
- 星川保、豊島進太郎、森 悟、森奈緒美、池上康男(1992)：アクトグラムの体育授業研究への応用：授業時身体活動経過の記録法の開発、体育学研究 37、15~27。
- 平岡秀雄、伊藤宏幸、坂井純子 等(1981)：ハンドボール競技における走の検討、日本体育協会スポーツ科学研究報告集、日本体育協会スポーツ科学委員会、291~302。
- 加賀谷淳子(1976)：心拍数と作業強度、体育の科学 26、203~208。
- 加賀谷淳子(1974)：成人女子の持久性トレーニングの強度に関する研究(2) 一最大酸素摂取量の 90%負荷トレーニングの効果、体育科学 2、225~232。
- 黒田善雄、鈴木洋兒、塚越克己 等(1973)：環境温・湿度が持久性運動に及ぼす影響、日本体育協会スポーツ科学研究報告、日本体育協会スポーツ科学委員会、1~46。
- 小山 貴、藤原光治、三宅章介(1974)：正課としての室内女子サッカーについて、日本体育学会第 25 回大会号、344。
- 加納樹里(1991)：体力的側面からみた女子サッカーの特性、第 11 回サツ

- カー医 学科研究会報告書, 39~46。
- 越山賢一(1992): ゲーム中の移動距離と心拍数からみたレフリーの動きに関する研究、第12回サッカー医・学科研究会報告書, 39~43。
- 宮村茂紀(1991): 女子サッカーにおける技術・戦術に関する要因分析(1) —大会種別による選手の走行距離とボールの移動距離—、神戸女子大学教育学科研究会教育諸学研究論文集、第5巻、107~121。
- 宮村茂紀(1992): 女子 Soccer における技術・戦術に関する要因分析的研究(2) —大學女子 Soccer Tournament における選手の移動距離と Ball の移動距離—、神戸女子大学紀要 25(1)文学部篇、201~214。
- 松本光弘、小宮喜久 久保田洋一(1976): サッカーのトレーニング計画に関する研究(第1報)ゲーム時の運動強度の測定、日本体育学会第27回大会号、473。
- 松本光弘、小宮喜久、久保田洋一、岩村英吉(1977): サッカーのトレーニング計画に関する研究(第2報)ゲームの分析と運動強度、日本体育学会第28回大会号、532。
- 中村雄志、伊藤孝夫(1971): 蹴球競技の対人動作における心拍変化について、体育学研究 Vol. 15(5)、103。
- 西村千尋、浅野勝己、水野康 等(1991): 少年サッカー選手のゲーム時の運動強度に関する研究、日本体育学会第42回大会、342。
- 大串哲朗、大橋二郎、鈴木滋、木幡日出男(1989): サッカーゲーム中の運動強度に関する研究 I ~酸摂取量からみた運動強度の測定~、日本体育協会スポーツ科学研究報告集 Vol.1、日本体育協会スポーツ科学委員会、55~61。
- 田嶋幸三(1993): サッカー選手の素質について、体育の科学 Vol. 43, No. 11、892~895。
- 砂本秀義: 6人制バレーボールにおける運動量、体育学研究、15(5): 102、1971。
- 戸刈晴彦 等(1979): サッカーにおける練習中の運動強度に関する研究、日本体育協会スポーツ医・科学調査研究事業報告書、日本体育協会スポーツ科学委員会、285~295。

山中邦夫、芳賀脩光、近藤正雄、他(1986)：サッカー競技における移動中の運動内容—大學サッカー試合の場合、筑波大学体育科学系紀要 9、133~137。

横澤喜久子、鳥越成代、鈴木洋兒、白鳥金丸(1975)：心拍数変動からみた女子大生の身体活動第 1 報—正課体育時の硬式テニスについて—、日本体育学会第 26 回大会号、274。

山地啓司(1981)：心拍数の科學、大修館。