

韓國人 青年男女의 最大酸素攝取量에 關한 研究

第 II 篇 男女運動選手의 最大酸素攝取量에 關하여

<指導 梨花女子大學校 醫科大學 尹 海 炳 教授>
延世大學校 醫科大學 洪 錫 基 教授

梨花女子大學校 醫科大學 內科學教室 및
延世大學校 醫科大學 生理學教室

李 起 鏞

I. 諸 論

運動時에는 活動하고 있는 筋肉에서 뿐만 아니라 生體全般에 걸친 各種 生理的 變化, 即 活動筋肉이 消費하는 에너지源의 供給, 代謝物質의 酸化에 必要한 酸素의 供給 및 筋肉內에서 生成되는 代謝產物의 放出 등을 爲한 呼吸, 循環 및 體溫調節 機能에 廣範圍의 變化가 오게 된다. 이와 같은 生理的 變化의 程度는 運動負荷量에 比例할 것이나 一定量의 運動을 長期間 繼續하면 訓練效果에 依하여 견딜 수 있는 最大運動量의 增加와 더불어 이때 隨伴되는 生理的 變化의 樣相도 달라진다.^{4,13,14,16,28,29}

이와 같이 訓練이 잘된 運動選手에서 볼 수 있는 各種 生理的 變化에 關하여는 많은 學者에 依하여 研究되어 왔으며, 또 이와 같은 知識을 運動選手 選拔에 利用하기도 한다. 即 運動選手의 選拔에 있어서는 體格이나 筋力 等도 重要한 指針이 되나 이 以外에도 所定の 運動負荷時의 生理的 變化樣相을 土臺로 한 綜合的인 運動能力 乃至 運動適性을 評價함이 매우 重要하다. 運動適性は 從來에는 Harvard step test¹²⁾ 및 Schneider test³⁰⁾等, 主로 心脈管系機能의 反應을 土臺로 評價하였으나 心脈管系機能의 變化만으로 綜合的인 運動適性を 評價할 수는 없으며 可能하면 呼吸機能도 同時에 評價할 必要가 있다. 이와 같은 觀點에서 近來에 考案된 것이 最大酸素攝取量의 測定이다.^{2,3,8,9,10,20,25,32)}

最大酸素攝取量測定은 運動選手의 運動適性評價에 있어서 뿐만 아니라 國民의 體力評價에 있어서도 매우 重要한 意義를 가지고 있다. 그럼에도 不拘하고 韓國人의 最大酸素攝取量에 關한 研究는 매우 稀少하며, 運動選手들의 體力評價에 必要한 基礎資料가 없는 實情이다. 따라서 著者는 本研究 第 1 篇에서 提示한 方法에 依據 正常 韓國人 男女 및 各種目別 運動選手들의 最大 酸素攝取量을 測定하여 이에 報告하는 바이다.

II. 對象者 및 實驗方法

A. 對象者: 對象者 103 名의 體格, 年齡 및 運動種目은 第 1 表에 記載한 바와 같다. 即 男女對照群으로는 20 乃至 25 歲前後의 醫科大學生 및 看護科學生들을 擇하였으며, 運動選手들은 男女 共히 적어도 5 年 以上の 選手經歷을 가진者들로서 該當種目에서 現在 一級選手로 活躍하고 있는 大學 및 一般팀所屬 選手들을 擇하였다. 特히 長距離 陸上選手들은 우리나라 代表級選手들이었다.

男女 對照群의 人員數는 各各 23 및 24 名이었으며, 男子選手는 籠球 10 名, 送球 8 名, 重量舉 7 名, 長距離 陸上 6 名으로, 그리고 女子選手는 籠球 16 名, 排球 9 名으로 構成되었다.

年齡은 19 歲에서 25 歲로서 全 對象者에서 비슷하였으며, 身長과 體重은 女子對照群에서 各各 158 cm와 52 kg 로서 가장 적었고, 男子籠球選手群이 各各 182 cm 와 71 kg 로서 가장 컸다. Allen의 皮膚두께法¹⁾에 依據 算出한 脂肪量은 男子長距離陸上에서 0.21 mm로서 가장 낮았고 女子對照群에서는 4.1 mm로서 가장 컸다.

B. 實驗方法: 最大酸素攝取量의 測定은 本研究 第 1 篇에서 記述한 方法을 利用하였으며(第 1 圖) 同一 被檢者에 對하여 2 回씩 測定하고 그 中에서 큰 數値을 取하였다.

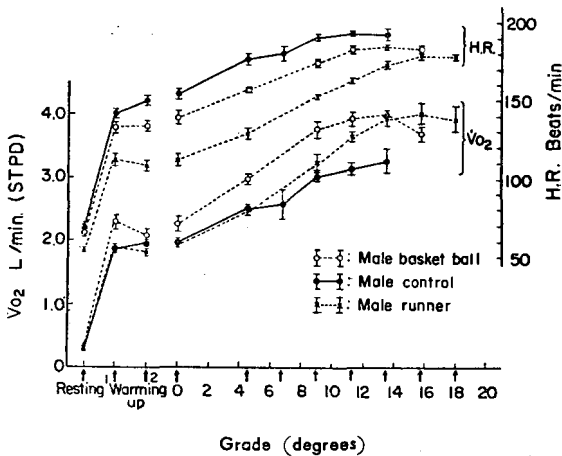
安靜時 및 運動時에 分時換氣量, 酸素消費量 및 分時 心搏數等을 測定하였으며 同時에 酸素脈도 算出하였다. 한便 運動能을 比較하기 위하여 運動量도 算出하였다.

III. 實驗成績

A. 安靜時 및 warming-up 時의 心肺機能: 30 分間 實驗室內에서 安靜시킨 後의 心肺機能은 第 2 表에 記載한 바와 같다. 即 分時換氣量은 9.1 乃至 13.0 l/min 이

第1表 被檢者의 年齡 및 身體의 特性 (平均值±標準誤差)

	男 子					女 子		
	對 照 群	籠 球	送 球	重 量 舉	長 距 離 陸 上	對 照 群	籠 球	排 球
年齡(yrs)	25±1.15	21±0.48	22±0.91	23±0.89	20±1.03	20±0.24	19±0.16	20±0.08
身長(cm)	168±1.02	182±1.47	172±1.73	171±1.86	170±1.59	158±0.88	165±0.98	164±1.07
體重(kg)	59±1.04	71±1.65	63±2.70	70±2.34	60±0.73	52±1.50	60±1.45	60±1.33
脂肪量(mm)	1.07±0.05	0.66±0.03	0.93±0.09	1.3±0.04	0.21±0.01	4.1±0.01	3.08±0.18	2.6±0.08
人 數	23	10	8	7	6	24	16	9



第1圖 運動量增加時의 酸素消費量 및 分時心搏數

었는데, 男子의 境遇 籠球, 重量舉 및 長距離陸上選手群은 對照群에 比하여 意義있게 컸으나, 女子群에서는 3群間에 意義있는 差가 없었다. 이와 같은 傾向은 酸素消費量에서도 볼 수 있었다. 그러나 單位體重當 酸素消費量에는 各群間에 큰 差異가 없는 것으로 보아 上述한 各群間의 差異는 體格의 差異에 依한 것임을 알 수 있다.

安靜時의 心搏數를 보면 長距離陸上選手群이 每分 54로서 가장 낮았고, 다음이 女子와 男子籠球選手群이었으며, 女子對照群이 가장 높아 每分 77이었다. 酸素脈을 보면 女子對照群이 2.8로서 가장 적었고 男子陸上選手가 6.2로서 가장 많았다.

Treadmill의 傾斜度 9度下에서 時速 4.3 km 10分間 warming-up시킬 동안 初期(W₁; 1分 45秒부터 1分間) 및 末期(W₂; 男子被檢者 및 女子運動選手인 境遇에는 8分 30秒에서 9分 30秒間, 女子對照群에서는 7分에서 8分間)에 測定한 心肺機能을 보면(第2表) 分時換氣量은 全群에서 安靜時의 約 500% 以上으로 增加하였는데 特히 男子籠球와 重量舉選手들이 約 53 l/min로서 가장 많았다. 酸素消費量도 이들 兩群에서 가장 많

았으며 女子對照群이 1.56 l/min로서 가장 적었다. 또한 分時心搏數는 陸上選手들이 每分 111로서 가장 낮았음에 反하여 女子對照群은 161로서 가장 높았다. 따라서 酸素脈을 보면 女子對照群이 9.85로서 가장 낮았고 男子籠球와 陸上選手群이 各各 17.9와 17.1로서 가장 높았다.

B. 輕 및 中等度運動負荷時의 心肺機能 : Treadmill의 傾斜度 0, 4.5 및 6.75度下에서 時速 8.73 km로 3分間 疾走할 때에 測定한 成績은 第3表에 記載한 바와 같다.

即 傾斜가 없는 treadmill에서 疾走할 때의 心肺機能은 大體로 warming-up 末期의 測定成績과 매우 比等하였다.

그러나 傾斜度가 4.5度로 增加함에 따라 分時換氣量은 大部分의 境遇 60 l/min 以上으로 上昇하였으나 陸上選手群에서는 54 l/min로서 가장 낮았다. 分時心搏數도 大部分의 對象者에서 160 或은 그 以上으로 上昇하였음에 反하여 陸上選手에서는 酸素消費量이 2.49 l/min에 達하였으며, 酸素脈은 女子對照群에서 가장 낮아 10內外였으며 男子籠球와 陸上選手에서 19 以上으로서 가장 높았다.

6.75度의 傾斜度下에서는 男子對照群과 女子對象者에게만 運動을 負荷시켰는데, 이때 女子對照群의 分時心搏數는 이미 190까지 上昇하였고 酸素攝取量은 2.16 l/min로서 거의 最大値에 達하였다. 그 反面 男子對照群의 分時心搏數 및 酸素消費量은 各各 178 및 2.59 l/min로서 女子運動選手에 比하여 心搏數는 若干 많았고 酸素消費量은 多少 낮은 傾向을 보였다. 酸素脈은 女子對照群이 11.3으로서 最下値이었고, 女子排球選手는 16.2로 最高値였다.

C. 重運動負荷時의 心肺機能 : 傾斜度가 9度以上인 treadmill上에서 疾走할 때의 測定成績은 第4表에 記載한 바와 같다. 傾斜度가 9度인 때 全 男子被檢者들과 女子 運動選手들은 2分間以上을 走破하였으나 女子對

第 2 表

安靜時 및 準備運動時의 心肺機能

			分時換氣量 (l/min)	酸素消費量 (l/min)	體重當 酸素消費量 (ml/min/kg)	心 搏 數 (/min)	酸 素 脈
安 靜 時	男	對 照 群	9.1±0.26	0.28±0.002	4.76±0.14	69.7±1.57	4.40±0.12
		籠 球	13.0±0.79	0.38±0.003	5.43±0.26	65.8±2.04	5.83±0.24
		送 球	11.4±1.39	0.31±0.022	4.94±0.32	69.3±1.73	4.42±0.33
	子	重 量 舉	13.1±1.38	0.38±0.027	5.43±0.38	73.0±3.20	5.26±0.38
		長距離陸上	11.4±0.84	0.34±0.049	5.62±0.22	54.0±1.61	6.20±0.15
女 子	對 照 群	7.5±0.48	0.22±0.010	4.21±0.18	77.0±1.06	2.84±4.15	
	籠 球	8.8±0.44	0.27±0.001	4.54±0.17	65.0±1.47	4.21±0.18	
	排 球	9.1±0.50	0.27±0.015	4.44±0.27	69.1±2.97	3.67±0.38	
warming-up時(W ₁)	男	對 照 群	46.9±1.83	1.87±0.057	31.6±0.70	140±3.12	13.3±0.34
		籠 球	53.6±3.70	2.35±0.120	33.1±1.52	131±4.32	17.6±0.72
		送 球	51.9±3.30	2.11±0.110	33.6±0.86	133±3.36	16.1±0.77
	子	重 量 舉	53.0±2.72	2.27±0.093	32.6±0.09	140±3.36	16.1±0.69
		長距離陸上	43.0±1.67	1.88±0.075	29.5±2.68	111±4.19	17.1±1.09
女 子	對 照 群	42.9±1.76	1.56±0.067	30.4±0.94	161±2.23	9.8±0.34	
	籠 球	48.1±1.80	1.90±0.059	31.6±0.78	141±2.32	13.4±0.43	
	排 球	44.5±2.49	1.71±0.100	29.6±1.29	139±4.57	13.0±0.48	
warming-up時(W ₂)	男	對 照 群	48.1±1.68	1.95±0.06	32.9±0.58	149±3.18	13.6±0.30
		籠 球	47.3±3.81	2.09±0.12	29.7±2.01	132±3.60	15.7±0.78
		送 球	44.6±2.03	1.91±0.13	30.4±1.06	133±3.82	14.4±1.00
	子	重 量 舉	53.0±2.56	2.29±0.13	32.8±1.42	150±4.30	15.3±0.77
		長距離陸上	41.4±0.82	1.82±0.06	30.2±1.08	107±3.52	17.1±0.93
女 子	對 照 群	45.2±1.97	1.65±0.067	31.7±0.94	166±2.82	9.9±0.39	
	籠 球	44.8±1.46	1.80±0.073	31.9±2.12	142±2.40	12.7±0.40	
	排 球	43.8±0.55	1.78±0.041	29.7±0.47	140±3.21	12.7±0.13	

照群에서는 途中에 氣盡하여 기권하는 被檢者도 있었으며 따라서 心肺機能測定을 30秒 乃至 45秒만에 끝인 境遇도 있었다.

分時換氣量은 安靜時의 10倍以上으로 增加하였으며 酸素消費量은 男子對照群 및 女子運動選手에서는 約 3l/min 로, 그리고 男子選手에서는 約 3.8l/min 까지도 增加하였다. 分時心搏數는 男子陸上選手에서 가장 낮아 150程度이었으나, 他被檢者에는 180 乃至 190에 達하였다. 酸素脈은 中等度運動負荷時보다 全群에서 增加되었는데 다만 女子對照群에서 6.75度傾斜時와 同一하였다.

이와 같은 事實로 보아 女子對照群 被檢者는 傾斜度가 9度인 때에 運動量이 最大値에 到達하였음을 알 수 있으며 따라서 이때에 酸素消費量 2.16l/min 및 41 ml/min/kg 가 最大酸素攝取量에 該當한다고 하겠다. 그 證據로서 傾斜度を 11.25度로 增加시켰을 境遇에도 酸素

消費量은 더 增加하지 않았다.

한편 女子運動選手와 男子對照群은 13.5度 傾斜까지 走破하였으나 11.25度の 傾斜에서도 完走하지 못한 少數의 落伍者가 있었다.

傾斜도가 11.25度일 때의 分時換氣量은 重量舉選手에서 가장 높아 111 l/min 이었음에 反하여 男子陸上選手에서는 84 l/min 에 不過하였다. 分時心搏數는 陸上選手에서 가장 낮아 162에 不過하였으며 이는 他群被檢者가 輕運動에 從事할 때의 心搏數에 該當한다. 他群의 心搏數는 女子籠球選手가 176 으로서 比較的 낮은 便이었으며 男子對照群에서는 192 까지 上昇하였다. 酸素消費量은 男子對照群, 男子送球選手 및 女子選手에서는 거의 最高値인 31/min 에 達하였다. 그러나 나머지 男子選手群에서는 酸素消費量은 3.7l/min 以上이었다. 따라서 酸素脈은 陸上選手가 22.7로서 가장 높았고 女子對照群은 11.1로서 가장 낮았을 뿐만 아니라 9度傾

第3表 輕運動 및 中等度運動時의 心肺機能

		分時換氣量 (l/min)	酸素消費量 (l/min)	體重當 酸素消費量 (ml/min/kg)	心搏數 (/min)	酸素脈		
0 度 傾 斜 時	男 子	對 照 群	49.0±1.57	1.99±0.058	33.8±0.85	153±3.14	13.1±0.028	
		籠 球	54.2±2.26	2.36±0.100	32.2±1.11	138±4.12	17.2±0.79	
		送 球	46.5±1.82	1.94±0.250	31.4±1.67	139±3.06	14.5±0.87	
		重 量 舉	55.6±3.10	2.42±0.090	34.8±1.14	150±3.27	15.8±0.77	
		長距離陸上	45.8±1.78	1.95±0.073	31.8±0.52	111±3.38	17.6±0.61	
	女 子	對 照 群	47.9±1.78	1.68±0.060	32.3±0.95	174±2.46	9.66±0.35	
		籠 球	48.5±1.43	1.93±0.065	31.7±0.44	145±2.42	12.8±0.50	
		排 球	43.3±2.92	1.78±0.110	30.0±1.45	137±4.47	13.0±0.76	
				63.7±2.06	2.51±0.065	42.6±0.91	174±3.64	14.6±0.37
				67.6±3.34	2.99±0.071	41.1±1.74	155±1.10	19.4±0.39
4.5 度 傾 斜 時	男 子	對 照 群	63.7±2.06	2.51±0.065	42.6±0.91	174±3.64	14.6±0.37	
		籠 球	67.6±3.34	2.99±0.071	41.1±1.74	155±1.10	19.4±0.39	
		送 球	59.8±2.32	2.52±0.110	40.8±0.84	159±1.86	16.0±0.69	
		重 量 舉	69.7±4.14	2.97±0.130	42.4±1.22	168±4.06	17.7±0.58	
		長距離陸上	54.2±2.25	2.49±0.068	41.5±1.25	128±3.09	19.7±0.76	
	女 子	對 照 群	62.2±3.41	2.05±0.059	39.4±0.78	187±1.53	10.9±0.39	
		籠 球	62.2±1.85	2.41±0.055	39.5±0.81	164±2.37	14.7±0.37	
		排 球	59.6±2.96	2.40±0.077	40.1±1.36	160±4.71	14.9±0.71	
				69.2±3.60	2.59±0.090	46.5±1.05	178±4.15	14.9±0.59
				—	—	—	—	—
6.75 度 傾 斜 時	男 子	對 照 群	69.2±3.60	2.59±0.090	46.5±1.05	178±4.15	14.9±0.59	
		籠 球	—	—	—	—	—	
		送 球	—	—	—	—	—	
		重 量 舉	—	—	—	—	—	
		長距離陸上	—	—	—	—	—	
	女 子	對 照 群	68.2±2.15	2.16±0.078	41.6±1.01	190±1.35	11.3±0.44	
		籠 球	72.4±2.66	2.61±0.012	4.50±0.96	175±2.86	14.2±0.79	
		排 球	70.0±3.30	2.76±0.014	46.4±2.06	171±3.76	16.2±0.57	
				68.2±2.15	2.16±0.078	41.6±1.01	190±1.35	11.3±0.44
				72.4±2.66	2.61±0.012	4.50±0.96	175±2.86	14.2±0.79

斜時보다도 오히려 減少하였다.

傾斜도를 13.5도로 增加시켰을 境遇에는 男子運動選手中에서도 籠球, 送球 및 陸上選手에서만 測定이 可能하였으며 重量舉選手와 男子對照群 및 女子運動選手에서는 極히 少數에서만 測定이 可能하였고 女子對照群에서는 全被檢者가 30秒以上 疾走하지 못하였다. 傾斜 11.25度에서 疾走할 때에 比하여 分時換氣量은 男子對照群과 重量舉選手에서는 오히려 減少되었으며 送球選手에서는 若干 增加되었으나 後者の 酸素消費量 및 單位體重當酸素消費量은 도리어 減少하였다. 男子籠球選手와 陸上選手 및 女子選手群에서는 酸素消費量과 心搏數가 繼續增加하기는 하였으나 그 程度는 極히 輕微하였다. 酸素脈도 男子籠球와 陸上選手 및 女子籠球選手에서는 若干增加는 하였으나 各各 22, 23 및 17程度로 固定되는 傾向이 있었으며 他群에서는 오히려 減少하였다.

15.75度傾斜時에는 陸上選手 全部와 一部の 男子籠

球 및 送球選手만이 測定可能하였으며, 女子群 全部와 男子對照群 및 重量舉選手는 全部 離脫하였다. 뿐만 아니라 男子籠球와 送球選手에서도 分時換氣量, 酸素消費量 및 心搏數等은 傾斜도가 13.5度인 때에 比하여 全般的으로 減少하였다. 그러나 陸上選手는 15.75度에서도 繼續 增加하여 分時換氣量은 104.9l/min로 酸素消費量은 4l/min로, 體重當酸素消費量은 67.6 ml/min/kg로, 또 心搏數는 179까지 上昇하였다. 또 이들의 酸素脈은 23.3으로서 他群 最高보다도 높았다. 陸上選手들은 18度の 傾斜에서도 完走하였으나 全般的인 心肺機能은 15.75度傾斜時보다도 不良하였다.

D. 最大酸素攝取量 및 酸素負債量 : 以上の 成績을 土臺로 하여 얻은 各群에서의 最大酸素攝取量 및 最大運動量을 負荷한 後 15分間에 걸쳐 測定한 酸素負債量 成績을 綜合하여 第5表에 記載하였다. 各群 被檢者 全員이 完走할 수 있는 最大傾斜도는 女子對照群이 9度로서 가장 낮았고 男子對照群과 重量舉選手 및 女子運動

選手에서 11.25 度, 男子籠球와 送球選手에서 13.5 度이
었으며, 長距離陸上選手는 15.75 度이었다. 따라서 各群
의 最大運動量은 1,008 에서 2,044 kg-m/min 사이에 있
었다. 上述한 바와 같이 陸上選手는 가장 큰 傾斜를 走
破하였으나 最大運動量은 體重이 큰 男子籠球選手와
比等하여 約 2,000 kg-m/min 이었다. 또 男子送球選手
와 重量學選手들은 走破한 傾斜는 달랐지만 兩群間
의 體重差로 因하여 亦是 最大運動量에는 大差가 없었

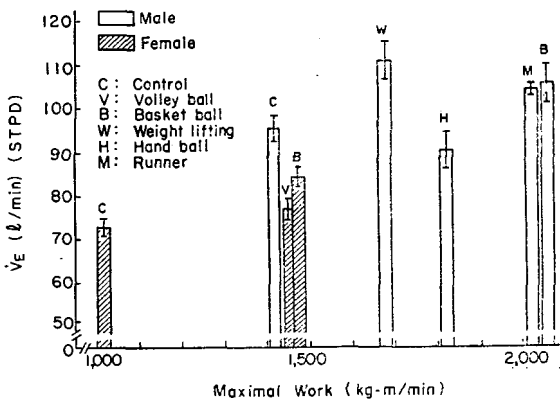
으며 男子對照群과 女子選手群도 亦是 同一하여 1,400
kgm/min 內外였다. 이에 反하여 女子對照群의 最
大運動量은 낮아 1,008 kg-m/min 에 不過하였다. 이
와 같은 最大運動量負荷時의 分時換氣量과 酸素攝取量
을 各群間에 比較하여 보면(第 2 圖 및 第 3 圖), 大體로
最大運動量이 클 수록 最大分時換氣量과 最大酸素攝取
량이 높았는데 男子送球選手는 큰 運動能力을 가지고
있음에도 不拘하고 最大分時換氣量과 最大酸素攝取量

第 4 表 重運動時의 心肺機能

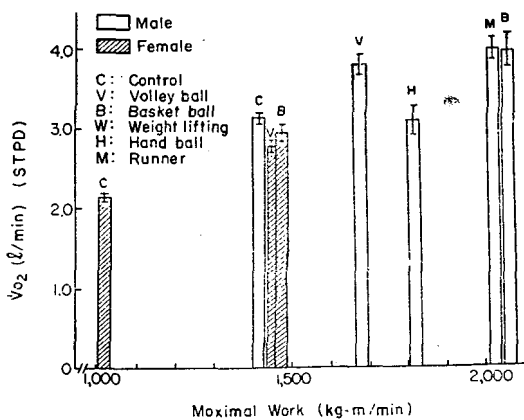
		分時換氣量 (l/min)	酸素消費量 (l/min)	體 重 當 酸素消費量 (ml/min/kg)	心 搏 數 (/min)	酸 素 脈	人員比率 (測定數/ 總數)	
9 度 傾 斜 時	男 子	對 照 群	85.5±2.64	3.03±0.08	52.0±1.04	190±1.84	15.9±0.36	23/23
		籠 球	91.0±4.67	3.77±0.15	53.3±1.66	173±2.61	21.8±0.84	10/10
		送 球	79.8±2.60	3.12±0.09	49.0±1.52	180±1.07	17.4±0.67	8/8
		重 量 學	94.1±3.86	3.66±0.12	52.2±0.56	188±2.19	20.3±1.14	7/7
	長距離陸上	72.9±3.08	3.23±0.14	53.7±2.36	152±1.05	21.3±1.00	6/6	
	女 子	對 照 群	72.5±2.10	2.16±0.06	41.2±1.00	191±1.20	11.3±0.34	24/24
籠 球	80.6±2.28	2.92±0.08	48.4±1.15	178±2.68	16.5±2.68	16/16		
排 球	75.0±3.5	2.85±0.10	47.5±1.53	178±0.47	16.0±0.47	9/9		
11.25 度 傾 斜 時	男 子	對 照 群	95.2±3.38	3.15±0.09	54.2±1.49	162±1.46	16.4±0.53	21/23
		籠 球	97.6±4.15	3.94±0.13	55.9±2.22	183±2.44	22.6±0.54	10/10
		送 球	88.5±3.62	3.16±0.12	50.8±1.96	183±1.65	17.3±0.67	8/8
		重 量 學	111.0±10.0	3.82±0.17	55.1±1.42	190±2.10	20.1±0.80	7/7
	長距離陸上	83.6±3.62	3.67±0.08	61.0±1.21	162±1.73	22.7±0.58	6/6	
	女 子	對 照 群	71.3±3.66	2.11±0.09	41.8±1.07	191±2.97	11.1±0.50	7/24
籠 球	84.4±2.44	2.97±0.07	49.5±1.06	176±2.18	16.7±0.42	16/16		
排 球	76.5±3.11	2.83±0.15	47.6±1.82	183±4.0	15.5±0.82	8/9		
13.5 度 傾 斜 時	男 子	對 照 群	92.0±4.70	3.29±0.20	58.0±2.10	192±3.23	17.1±0.90	6/23
		籠 球	106.0±4.25	4.02±0.21	56.0±2.82	184±1.10	22.1±0.99	10/10
		送 球	90.6±5.96	3.11±0.28	49.7±3.19	188±3.92	17.2±1.30	7/8
		重 量 學	99.7±3.07	3.69±0.22	51.2±1.26	192±2.66	19.6±1.35	4/7
	長距離陸上	92.4±3.94	3.96±0.10	65.6±1.08	172±2.86	23.1±0.48	6/6	
	女 子	對 照 群	—	—	—	—	—	0/24
籠 球	88.5±2.94	3.01±0.08	50.6±1.11	180±1.77	16.8±0.47	14/16		
排 球	83.4±4.15	3.01±0.07	51.6±1.26	186±4.88	13.7±1.45	4/9		
15.75 度 및 18 度 傾 斜 時	男 子	對 照 群	—	—	—	—	—	0/23
		籠 球	93.9±6.68	3.71±0.22	51.1±4.16	182±2.52	20.6±1.12	6/10
		送 球	94.7±1.05	2.75±0.35	45.7±3.46	188±1.59	15.8±4.58	4/8
		重 量 學	—	—	—	—	—	0/7
	15.75° 18° 長距離陸上	104.9±1.11	4.03±0.17	67.6±2.44	179±2.16	23.3±0.94	1/6	
	103.0±1.54	3.92±0.22	65.0±3.26	178±1.97	22.1±1.09	6/6		
女 子	對 照 群	—	—	—	—	—	0/24	
籠 球	—	—	—	—	—	—	0/25	
排 球	—	—	—	—	—	—	0/25	

第 5 表 最大運動量 및 酸素攝取와 負債量

	男 子					女 子		
	對 照 群	籠 球	送 球	重 量 舉	長 距 離 陸 上	對 照 群	籠 球	排 球
最大傾斜(度)	11.25°	13.5°	13.5°	11.25°	15.75°	9°	11.25°	11.25°
最大運動負荷量 (kg·m/min)	14.09 ±13.40	2044 ±46.0	1805 ±75.30	1686 ±59.50	2028 ±24.5	1008 ±3.04	1477 ±34.30	1445 ±32.0
最大分時換氣量 (l/min)	95.2 ±3.38	106 ±4.25	90.6 ±5.96	111.0 ±10.0	104.9 ±1.11	72.5 ±2.10	84.4 ±2.44	76.5 ±3.11
最大酸素攝取量 (l/min)	3.15 ±0.09	4.02 ±0.21	3.11 ±0.28	3.82 ±0.17	4.03 ±0.17	2.16 ±0.063	2.97 ±0.07	2.83 ±0.15
體重當最大酸素攝取量 (ml/min/kg)	54.2 ±1.49	56.0 ±2.82	49.7 ±3.19	55.1 ±1.42	67.6 ±2.44	41.3 ±1.00	49.5 ±1.06	47.6 ±1.82
最大心搏數 (/min)	192 ±1.46	184 ±1.10	188 ±3.92	190 ±2.16	179 ±2.16	191 ±1.20	176 ±2.18	183 ±4.0
最大酸素負債量 (l/15min)	5.56 ±0.37	6.30±0.38				3.84 ±0.40	4.68±0.20	



第 2 圖 最大運動量과 最大分時換氣量과의 關係



第 3 圖 最大運動量과 最大酸素攝取量과의 關係

은 男子對照群 및 女子運動選手들과 大差가 없었다. 한 便 男子重量舉選手에서는 最大運動量은 他男子選手群보다 적었으나 分時換氣量과 最大酸素攝取量은 男子籠球選手群과 比等하였다. 單位體重當 酸素攝取量은 男子陸上選手群을 除外한 男子對照群과 籠球, 送球 및 重量舉選手들 間에 別差異가 없었다. 大體로 單位體重當 最大酸素攝取量은 女子對照群에서 가장 낮아 41 ml/min/kg 에 不過하였으며, 다음이 男子對照群과 陸上選手를 除外한 男子運動選手群으로서 約 45 乃至 55 ml/min/kg 에 達하였다.

心搏數의 最大値는 男女對照群에서 各各 192 및 191 이었음에 比하여 大部分의 運動選手에서는 이보다 낮아 176 乃至 188 이었는데 다만 男子重量舉選手에서는 190 으로서 對照群과 同一하였다. 大體로 酸素脈은 運動量이 增加함에 따라 增加하였는데 最大運動量 以上の 運動 負荷時에는 오히려 減少하였다. 心搏數와 酸素消費量과의 相關性을 보면(第 4 圖) 各群間에 顯著한 差異가 있음을 알 수 있으며, 酸素脈은 女子對照群에서 가장 낮았고 陸上選手에서 가장 높았다.

酸素負債量은 一部 被檢者에서만 測定하였기 때문에 男子對照群과 運動選手間의 比較를 하였다. 最大酸素攝取量과 同樣으로 女子對照群이 3.84l로서 가장 적었으며 女子運動選手 및 男子對照群에서 各各 4.68l 및 5.56l 이었고, 男子運動選手에서 가장 많아 6.30l에 達하였다.

IV. 考 察

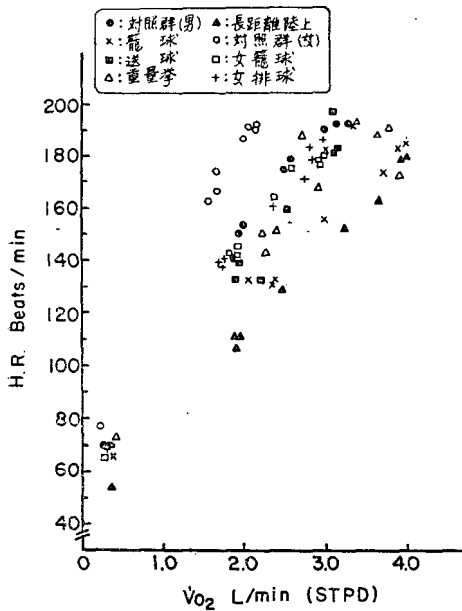
體力을 評價하는 方法에는 여러 가지가 있으나 近來 에 이르러 最大酸素攝取量의 重要性이 알려진 以來 이

第 6 表

最大酸素攝取量の 比較表

	非 運 動 選 手		運 動 選 手			
	男 子	女 子	男 子	女 子	女 子	
最大酸素攝取量 (l/min)	2.56 (3)	3.37(21)	2.3 (19)	3.5 (24)	5.88 (7)	3.3 (19)
	2.67(27)	3.85(15)	2.67(10)	3.56(18)	3.7 (27)	3.67 (7)
	2.78(21)	4.05(31, 10)	3.01 (8)	4.8 (19)		
	3.2 (19)	4.24 (8)		5.3 (8)		
體重當最大酸素攝取量 (ml/min/kg)	44 (3, 19)	51 (7)	36 (7)	63 (8)		55 (19)
	44.7(26)	55 (8)	38 (19)	67 (7, 24)		68 (7)
	48.3(32, 34)	55.4(31)	47 (8)	71 (19)		
	50.3(21)	58.6 (7)	82 (7)			
分時最大心搏數	173 (3)	195 (7)	185 (8)	176 (27)		186 (19)
	186 (10)	225 (27)	194 (10)	178 (19)		188 (7)
	189 (19)		203 (19)	179 (7)		
	190 (8, 15)			185 (8)		

() 內 數字; 參考文獻 號番目



第 4 圖 分時心搏數와 酸素消費量과의 相關關係

에 對한 研究는 活潑하여졌다. 그러나 우리나라 사람에 對한 研究는 任 및 南²¹⁾과 金等²²⁾의 報告가 있을 뿐이 므로 正常人對照群 및 運動選手들에 對한 最大酸素攝取 量을 系統의 測定比較 觀察하였다.

各群 被檢者의 最大酸素攝取量을 比較하건데 男女對 照群에서는 各各 3.15±0.09 및 2.16±0.06 l/min 르 서 男子가 女子에 比하여 約 1 l/min 나 높음을 알 수 있었다. 女子運動選手의 最大酸素攝取量은 對照群보다 是 意義있게 높았으나 男子對照群보다는 若干 낮아 2.9 l/min 內外이였으며, 男子運動選手에 있어서는 種目別

差異가 매우 커서 送球選手에 있어서는 對照群値와 同 一하였으나 他種目選手에서는 이보다 意義있게 높아 3.8 乃至 4.0 l/min 에 達하였다. 韓國人의 最大酸素攝 取量에 對하여는 아직까지 任 및 南²¹⁾의 男子(非運動選 手)에 對한 報告 및 金等²²⁾의 女學生運動選手에 對한 報告밖에 없었는데 任 및 南²¹⁾이 報告한 數値는 著者가 男子對照群에서 얻은 數値보다는 낮았으나 金等²²⁾의 數 値는 著者의 女子運動選手에서 얻은 値와 類似하였다. 한편 이와 같은 韓國人의 最大酸素攝取量을 外國人値와 比較하면(第 6 表) 對照群値는 小川等²⁴⁾이 報告한 日本 人에 對한 測定値와 매우 類似하였으며 歐美人値中 Mitchel^{5, 11, 19, 26)} 等과는 類似하고 stoni et al^{9, 10, 15, 31)} 等의 數値보다는 顯著하게 낮았다. 또 運動選手의 最大酸素 攝取量值 亦是 外國人男子에서는 5.88 l/min 까지⁷⁾ 또 女子에서는 3.97 l/min¹⁹⁾에 達한 者도 있었음으로 보아 우리나라 一級選手들의 最大酸素攝取量은 外國選手에 比하여 낮다고 하겠다.

이와 같은 最大酸素攝取量의 差異는 測定方法의 差異 로 因할 수도 있겠으나 被檢者들의 體格의 差異로 因할 可能性이 많은 고로, 單位體重當攝取量을 算出比較하였 던 바(第 5 表) 男子對照群에서는 各各 54.2±1.49 및 41.3±1.00 ml/min/kg 로서 亦是 男子가 女子에 比하여 意義있게 높음을 알 수 있었다. 男子運動選手中 送球는 49.7±3.19 ml/min/kg 로서 對照群보다도 낮았으나 籠 球 및 重量舉選手는 對照群値와 比等하였으며 陸上選手 만이 67.6±44 ml/min/kg 로서 對照群 및 他種目選手보 다 越等히 높았다. 即便 女子運動選手에서는 48 ml/min /kg 內外로서 女子對照群値보다는 意義있게 높았으나

亦是 男子對照群值보다는 낮았다. 그러나 男子對照群의 單位體重當 最大酸素攝取量值은 外國人 男女(非選手)值와 大體로 近似하였으므로 보아(第6表) 韓國人의 體力은 外國人과 大體로 比等한 것으로 생각된다. 그 反面 우리나라 運動選手들의 單位體重當 最大酸素攝取量值은 亦是 外國人選手에 比하여 相當히 낮았는데(第6表) 이는 앞으로 반드시 是正하여야 할 點이다.

最大運動에 從事할 때의 分時心搏數(第5表)는 男女對照群에서는 190 以上이었으나 重量舉選手를 除外한 他選手에서는 이보다 낮았다. 그러나 重量舉選手에서는 最大運動時의 心搏數는 對照群과 比等하였으며 이와 같은 事實은 이들이 平素에 心肺機能의 向上을 위한 訓練을 받지 않기 때문이라고 생각된다.

酸素脈을 比較하여 보면 輕運動時에는 各群間에 別差가 없었으나(第2表) 重運動負荷時에는 各群間에 相當한 差異가 있어 女子對照群에서는 가장 낮았고, 男子陸上選手에서 가장 높았다(第4表). 大體로 運動量이 增加함에 따라 酸素脈도 增加하였으나 最大運動量 以上에서는 오히려 酸素攝取量은 減少하는 反面 心搏數는 增加하기 때문에 酸素脈은 도리어 減少하였다. 따라서 이와 같은 酸素脈의 變化樣相을 土臺로 最大酸素攝取量을 測定할 수 있는 運動量의 範圍도 間接적으로 알 수 있다. 運動選手의 酸素脈이 非選手에 比하여 큰 것은 單位心搏數에 對한 酸素消費量이 높다는 것을 意味하며

이는 選手의 1回 心搏出量이 크거나 或은 筋組織에서 的 酸素抽出能이 크에 그 原因이 있을 것이다. 參考로 分時心搏數(y)와 酸素消費量(x; l/min, STPD)間的 回歸方程式을 最小自乘法에 依據求하였던 바 男子對照群에서는 $y=45.2x+93$, 籠球選手群에서는 $y=28.2x+69$, 送球選手群에서는 $y=41.8x+52$, 重量舉選手群에서는 $y=36x+61$, 陸上選手群에서는 $y=31x+51$, 女子對照群에서는 $y=57.88x+94.9$, 籠球選手群에서는 $y=34.2x+79$, 排球選手群에서는 $y=36.3x+75$ 이었다. 即 回歸線의 傾斜度는 男子陸上選手와 籠球選手群에서 가장 적었으며 女子對照群에서 가장 컸다. 이와 같은 心搏數와 酸素消費量間的 回歸線傾斜度는 매우 重要한 意義를 갖는 것이며, 이것으로써 體力을 間接적으로 評價할 수도 있다. 뿐만 아니라 Åstrand와 Rhyming⁶⁾은 이와같은 數式을 利用하여 心搏數測定만으로 最大酸素攝取量을 間接적으로 推定할 수 있다고 하였으나, 上述한 바와 같이 對象者의 體力에 따라 다르기 때문에 誤差가 클 것으로 생각된다.

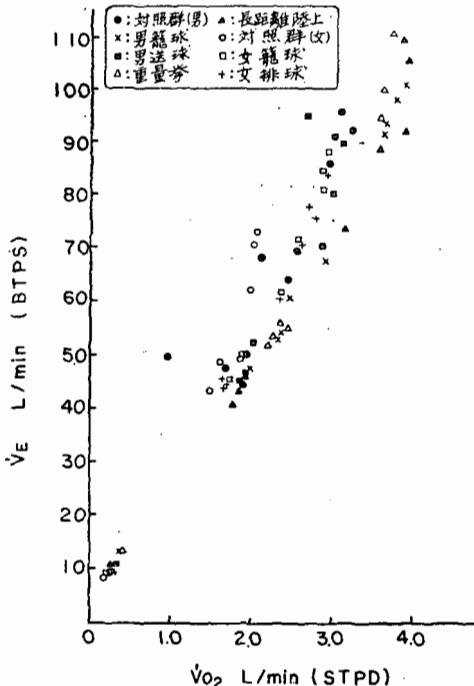
分時換氣量과 酸素消費量과의 相關性(第5圖)을 보면 兩者가 서로 比例함을 알 수 있었으나 最大運動量負荷時에는 所定の 酸素消費量에 對한 分時換氣量이 若干 增加되는 傾向이 있었는데, 이는 有氣性運動能이 絶頂에 達하였음을 意味한다¹⁹⁾. 이와 같은 事實을 觀察한 바 있으며 이때 最大酸素攝取量을 얻을 수 있다고 하였다.

最大酸素負債量도 男女運動選手群에서 各對照群보다는 많다고 하는데²³⁾ 日本運動選手¹⁵⁾들의 酸素負債量 10乃至 13l에 比하면 越等히 적었다. 이와 같은 事實은 亦是 우리나라 一級運動選手들이 아직도 體力面에서 많은 訓練이 必要함을 意味한다.

V. 結 論

男子對照群 23名, 籠球選手 10名, 送球選手 8名, 重量舉手 7名, 長距離陸上選手 6名과 女子對照群 24名, 籠球選手 16名, 排球選手 9名, 計 103名에 對하여 最大酸素攝取量 및 酸素負債量을 treadmill法에 依據測定하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

- (1) 最大運動量은 女子對照群에서 가장 낮아 1,008 kg·m/min 이었으며, 男子對照群과 女子運動選手는 比等하여 約 1,400 kg·m/min 이었다. 男子運動選手群의 最大運動量은 對照群보다 높아 男子重量舉選手에서는 1,688 kg·m/min, 送球選手에서는 1,805 kg·m/min 이었으며 特別히 籠球 및 陸上選手에서는 가장 높아 約 2,000 kg·m/min에 達하였다.
- (2) 單位體重當 最大酸素攝取量은 女子對照群이 41.3 ml/min/kg 로서 가장 적었고, 女子排球選手가 47.6 ml



第5圖 分時換氣量과 酸素消費量과의 相關關係

/min/kg, 男子送球選手와 女子籠球選手가 49 ml/min/kg, 男子對照群, 重量舉 및 籠球選手가 約 55 ml/min/kg 内外이었으며, 陸上選手가 67.6 ml/min/kg 로서 가장 많았다.

(3) 運動時 最大分時心搏數는 女子籠球選手와 陸上選手가 가장 낮아 180 未滿이었으며, 女子排球 및 男子籠球選手가 約 183, 男子送球 및 重量舉選手는 約 189 이었고 男女對照群은 190 以上으로서 가장 높았다.

(4) 最大運動 後 15 分間에 걸쳐 測定한 酸素負債量은 女子對照群이 3.84l 로서 가장 적었고, 女子運動選手群과 男子對照群은 各各 4.68 및 5.56l 이었으며, 男子運動選手群은 6.32l 로서 가장 많았다.

以上の 成績을 外國人에 對한 成績과 比較하였던 바 韓國人非運動選手의 單位體重當 最大酸素攝取量 및 酸素負債量은 外國人值와 比等하였으나 韓國人運動選手들은 外國人選手에 比하여 劣等하였다.

REFERENCES

- 1) Allen, T. H., Peng, M. T., K. P., Huang, T. F., Chang, C., and Fang, H. S.: *Prediction of total adiposity from skinfold and the curvilinear relationship between external and internal adiposity. Metabolism. 5:346, 1956.*
- 2) Anderson, K. L., and Hermansen, L.: *Aerobic work capacity in middle-aged Norwegian men. J. Appl. Physiol. 20:432, 1965.*
- 3) Anderson, K.L., and Hart, J.S.: *Aerobic working capacity of Eskimos. J. Appl. Physiol. 18:764, 1963.*
- 4) Andrew, G.M., Guzman, C.A., and Becklake, M.R.: *Effect of athletic training on exercise cardiac output. J. Appl. Physiol. 21:603, 1966.*
- 5) Asmussen, E., and Nielsen, M.: *Cardiac output during muscular work and its regulation. Physiol. Rev. 35:778, 1955.*
- 6) Åstrand, P.-O., and Rhyhming, I.: *A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. J. Appl. Physiol. 7:218, 1954.*
- 7) Åstrand, P.-O.: *Human physical fitness with special reference to sex and age. Physiol. Rev. 36:307, 1956.*
- 8) Åstrand, P.-O., and Saltin, B.: *Oxygen uptake during the first minutes of heavy muscular exercise. J. Appl. Physiol. 16:971, 1961.*
- 9) Åstrand, P.-O., and Saltin, B.: *Maximal oxygen*

- uptake and heart rate in various types of muscular work. J. Appl. Physiol. 16:977, 1961.*
- 10) Åstrand, P.-O., Cuddy, T.E., Saltin, B., and Stenberg, J.: *Cardiac output during submaximal work. J. Appl. Physiol. 19:268, 1964.*
- 11) Åstrand, P.-O., Ekblom, B., Messin, R., Saltin, B., Stenberg, J. and Wallström, B.: *Effect of training on circulation during exercise. Int. Congr. Physiol. Sci., 23rd, Tokyo, 1965.*
- 12) Brouha, L., Heath, C.W., and Graybiel, A.: *Step-test; simple method of measuring physical fitness for hard muscular work in adult man. Rev. Canad. de Biol. 2:86, 1943.*
- 13) 趙江河, 朴海根, 洪哲基, 車弘道, 李鍾瑾: 運動訓練中の 心肺機能變化過程. 스포츠科學研究報告書, 2:13, 1965.
- 14) 趙江河, 朴喆斌, 李鍾瑾: 運動訓練中の 心肺機能適應過程. 스포츠科學研究報告書, 2:25, 1965.
- 15) Dill, D.B., Robinson, S., Balke, B., and Newton, J.L.: *Work tolerance: Age and altitude. J. Appl. Physiol. 19:483, 1964.*
- 16) Dill, D.B., Myhre, L.G., Phillips, E.E., Jr., and Brown, D.K.: *Work capacity in acute exposure to altitude. J. Appl. Physiol. 21:1168, 1966.*
- 17) Elsner, R.W.: *Changes in peripheral circulation with training. AAL Technical report, 59, 1960.*
- 18) Grimby, G., Nilsson, N.J., and Saltin, B.: *Cardiac output during submaximal and maximal exercise in active middle aged athletes. J. Appl. Physiol. 21:1150, 1966.*
- 19) Hermansen, L., and Anderson, K.L.: *Aerobic work capacity in young Norwegian men and women. J. Appl. Physiol. 20:425, 1965.*
- 20) Hill, A.V.: *The maximal work and mechanical efficiency of human muscle and their most economic speed. J. Physiol. 56:19, 1922.*
- 21) 任昇宰, 南基鏞: 남자의 최대 산소섭취량과 신체구성 성분 사이의 관계. 스포츠科學研究報告書, 2:89, 1965.
- 22) 金東俊, 金龜子, 林淑子, 尹南植, 成丁順, 韓成一, 李昌煥, 李喜淳, 具然哲: 女學生運動選手의 最大酸素攝取量과 酸素負債에 關한 測定研究. 스포츠科學研究報告書, 3:23, 1966.
- 23) Krittgen, H.G.: *Oxygen debt, lactate, pyruvate, and excess lactate after muscular work. J. Appl. Physiol. 17:639, 1962.*

- 24) 小川新吉：スポーツと呼吸, In スポーツ醫學, 久松巢一郎, 猪餌道夫編, 體育の科學社(東京) p. 163, 1964.
- 25) Margaria, R., Aghemo, P., and Rovelli, E.: *Indirect determination of maximal O₂ consumption in man. J. Appl. Physiol.* 20:1070, 1965.
- 26) Mitchell, J.H., Sproule, B.J., and Chapman, C.B.: *The physiological meaning of the maximal oxygen intake test. J. Clin. Invest.* 37:538, 1958.
- 27) Newman, B.F., Smalley, B.F., and Thomson, M. L.: *Effect of exercise, body and lung size on CO diffusion in athletes and nonathletes. J. Appl. Physiol.* 17:649, 1962.
- 28) 朴喆斌, 李鍾權, 尹貞愛, 宋世勳, 洪碭基：長距離走破時の生理學的變化. 스포츠科學研究報告書, 1:8, 1964.
- 29) 朴喆斌, 洪碭基：運動選手의 心肺機能 및 運動代謝. 스포츠科學研究報告書, 1:51, 1964.
- 30) Schneider, E.C., and Karpovich, P.V.: *Physiology of muscular activity. W.B. Sounder's company, Philadelphia, 1949.*
- 31) Sloni, N. B., Gillespie, D., G. and Harold, W.H.: *Peak oxygen uptake of healthy young men as determined by a treadmill method. J. Appl. Physiol.* 10:401, 1957.
- 32) Taylor, H.L., Buskirk, E., and Henschel, A.: *Maximal oxygen intake as an objective measure of cardiorespiratory performance. J. Appl. Physiol.* 8:73, 1955.
- 33) Teraslinna, P., Ismail, A.H., and Macleod, D.F.: *Nomogram by Astrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake. J. Appl. Physiol.* 21:1, 1966.
- 34) Wyndham, C.H., Strydom, N.B., Morrison, J.F., and Peter, J.: *Differences between ethnic groups in physical working capacity. J. Appl. Physiol.* 18:361, 1963.

Abstract=

Studies on the Maximal Oxygen Intake of the Korean

Part II. The Maximal Oxygen Intake of Korean Athletes

Kee Yong Lee

*Department of Internal Medicine, Ewha Women's University College of Medicine
Seoul, Korea*

and

*Department of Physiology, Yonsei University College of Medicine
Seoul, Korea*

(Directed by Drs. **H.B. Yoon** and **S.K. Hong**)

The maximal oxygen intake (MOI) was determined in 54 males (23 nonathletes, 10 basketball players, 8 hand ball players, 7 weight lifters and 6 long distance runners) and in 49 females (24 non-athletes, 16 basketball players and 9 volley ball players) by using a treadmill method outlined in Part I of the present investigation and the following results were obtained:

(1) The maximal aerobic work capacity varied from the lowest value of 1,008 kg-m/min in female non-athletes to the highest value of approximately 2,000 kg-m/min in male basketball players and long distance runners. Values of other groups varied from 1,400 kg-m/min in male non-athletes and female athletes to 1,800 kg-m/min in male hand ball players.

(2) The MOI per unit body weight varied from the lowest value of 41.3 ml/min/kg in female non-athletes to the highest value of 67.6 ml/min/kg in male long distance runners. Values of other groups were in the order of 47 to 55 ml/min/kg.

(3) The heart rate during maximal aerobic work performance varied from the lowest value of approximately 180 per min in female basketball players and male long distance runners to the highest value of 190 or above in nonathletes of both sexes.

(4) An estimate of oxygen debt as measured during 15 minutes following the maximal work was 3.84 l in female non-athletes, 4.68 l in female athletes, 5.56 l in male non-athletes and 6.32 l in male athletes.

These results indicate that the MOI per unit body weight as well as the oxygen debt of Korean non-athletes were comparable to, while corresponding values of Korean athletes were considerably lower than, those of other countries such as Japan, the United States of America and Europe.