

## 장기간의 태권도 수련이 유산소성 능력 및 심근산소소비량, 심전도 ST slope, QRS간격에 미치는 영향

강형숙, 신창호<sup>1</sup>, 정락희<sup>2</sup>

동아대학교 스포츠과학대학 생활체육학과

<sup>1</sup>광주대학교 예체능대학 스포츠레저학부

<sup>2</sup>한국체육대학교 태권도학과

**간추림** : 이 연구는 장기간의 태권도 수련이 최대산소섭취능력 (maximal O<sub>2</sub> uptake, VO<sub>2</sub>max)과 무산소성역치 (anaerobic threshold, AT), 심근산소소비량 (myocardial oxygen uptake, MVO<sub>2</sub>), 심전도상 V<sub>5</sub> ST분절 및 QRS간격에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하는 데 있다. 이를 위해 태권도를 5년 이상 규칙적으로 수련해 온 대학교 여자 태권도선수(11명)와 체육학과 여자 비선수(10명)를 대상으로 운동부하 검사(balke protocol)를 실시하여 이들 두 집단 간 최대산소섭취량과 무산소성역치수준, 심전도를 통한 ST분절과 QRS간격을 동시에 분석하였다. 측정된 자료는 평균과 표준편차로 나타냈으며 또한 대응표본 *t*-test로 유의성 검사를 하였다. 그 결과 최대산소섭취량은 태권도선수집단이 대조집단에 비해 높게 나타났으며 ( $p < 0.01$ ), 무산소성역치수준도 태권도선수집단이 유의하게 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 안정시 및 최대운동시 심근산소소비량은 두 집단 간 통계적인 차이가 없었다. 심전도 ST분절의 경우는 두 집단 간 차이가 발견되지 않았으나, 안정시 QRS간격은 태권도선수집단에서 유의하게 길게 나타났다 ( $p < 0.01$ ). 결론적으로, 규칙적인 태권도 수련은 유산소성 능력을 강화시켜주고 안정시 심박수의 감소를 가져오는 것으로 사료된다.

(2008년 11월 13일 접수, 2009년 1월 22일 게재승인)

**찾아보기 낱말** : 태권도 수련, 최대산소섭취량, 심근산소소비량, QRS간격

### 서론

태권도는 인격을 연마하는 무도 스포츠이다. 태권도의 태는 발로 뛰고 차고 밟는다는 뜻이고 권은 주먹으로 찌르며 혹은 부순다는 뜻이며 도는 옛 성현들이 만들어온 올바른 길 즉, 정신수양을 의미한다 (Ryu 2002). 우리 민족의 고유무술이자 올림픽 정식종목인 태권도는 2008년 베이징 올림픽에서의 선전을 계기로 다시 한번 민족적 자긍심을 높여주는

효자종목임을 인식시켰다. 하지만 점차적으로 국제화가 이루어지면서 외국 선수들도 우리 선수들과 대등한 기술 습득이 이루어지고 있으며 아울러 상대적으로 우수한 체력을 바탕으로 급상승한 전력을 보유하게 된 것도 사실이다 (Park 등 2002). 태권도의 경기력은 어느 종목 이상으로 체력과 기술 그리고 정신력이 필요하며 그 중 체력적인 면은 한국선수들이 세계최강을 지속적으로 유지하기 위해서 앞으로 중점을 두어야 할 요인이다. 태권도선수들은 활발한 경기수행을 위해서 운동중 근육피로의 원인이 되는 젖산의 축적을 지연, 회복시킬 수 있도록 유산소 운동강도의 범위가 넓어야 하며 아울러 젖산 피로에서 이겨낼 수 있는 무산소성 역치수준이

\*이 논문은 2008학년도 동아대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

교신저자 : 신창호(광주대학교 예체능대학 스포츠레저학부)

전자우편 : chshin@gwangju.ac.kr

높아야 한다.

장기간의 지속적인 고강도 운동을 수행한 운동선수들의 경우 심장의 벽이 두꺼워지거나 혹은 심장 자체의 용적이 커지게 되는데, 이런 심장을 스포츠 심장(sports heart) 혹은 운동선수심장(athlete's heart)이라 부른다(Pelliccia 등 1991). 이러한 현상은 과거에는 극심한 운동으로 초래되는 일종의 심장병으로 생각한 적이 있었으나 근래에 와서는 트레이닝에 대한 심혈관계의 생리적인 적응현상으로 이해하고 있다. 즉, 운동을 수행하지 않은 사람에 비해 최대산소섭취량 증가를 위한 심박출량의 증가와 심실 이완기 말기용적 증가를 위한 심근의 양적 증가로 원심실벽이 두꺼워지게 되는데 이런 경우 심전도에서 이상 파형을 나타낼 수 있다. 즉 원심실비대에는 lead V<sub>5</sub>에서 QRS 시간 간격이 0.1초 이상이 된다(Na 2003).

이 연구에서는 운동경력이 5년 이상인 대학교 여자 태권도선수 11명과 체육학과 여자 비선수 10명을 대상으로 최대산소섭취능력(maximal O<sub>2</sub> uptake, VO<sub>2</sub>max)과 무산소성역치(anaerobic threshold, AT), 최대심박수(maximal heart rate, HRmax)와 최대수축기혈압(peak systolic blood pressure, PSBP)을 측정하여 심근 산소소비량(myocardial oxygen uptake, MVO<sub>2</sub>)을 분석하였다. 또한 운동선수의 심전도 상 V<sub>5</sub> ST분절 및 QRS간격의 차이를 분석하여 장기간의 태권도 수련이 유산소 능력 및 심근 산소소비량, 심전도 항목에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하는데 있다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구대상

이 연구의 대상자는 대학교 여자 태권도선수 11명과 체육학과 비선수 10명이다. 피험자의 신체적 특징은 Table 1과 같다.

### 2. 실험방법

피험자는 측정 전날 음주 및 흡연, 극심한 신체활

동을 자제하도록 하여 충분한 휴식을 취하도록 하였으며 측정 당일에도 실험실에 도착한 후 30분간 휴식을 취한 후 약 10분에 걸쳐 가벼운 걷기와 자전거 타기, 스트레칭을 실시하였다. 그 후 오전 10시경 트레드밀 운동부하 검사를 실시하여 최대산소섭취량과 심근산소소비량 및 심전도를 분석하였다. 운동부하 검사는 일반인에게 주로 적용되는 Balke protocol을 사용하였는데, Balke protocol은 먼저 트레드밀(quinton instrument)속도를 80 m/min에 고정하고 매 2분마다 2.5% grade씩 증가시키는 방법을 이용하여 all-out에 이를 때까지 실시하였다. All-out 상태를 판단하기 위하여 자각적 운동강도(Borg's RPE 6~20 scale)가 17 이상이고 RQ가 1.15 이상이거나 본인이 최대로 운동을 수행했다 생각되면 오른손을 들게 하여 최대운동 수준으로 간주하였다. 운동 중 호흡가스변인의 분석은 quinton autogas analyser를 이용하여 매 20초 간격으로 출력하여 측정하였으며, 무산소성 역치수준은 Wasserman 등(1973)의 방법을 이용하였다. 즉, V<sub>E</sub>의 급격한 증가시점, VCO<sub>2</sub>의 비직선적인 증가시점, PetCO<sub>2</sub>의 감소 반응 없이 PetO<sub>2</sub>가 증가하는 시점, 점증부하 운동 중 부하량이 증가할 때 R도 증가하는 시점 등을 참고로 결정하였다. 운동중 심박수 및 심전도는 quinton qmc ECG를 이용하여 12 lead 인 표준사지 유도법의 I, II, III lead와 증폭단극유도법의 aVR, aVL, aVF 및 흉부단극유도법의 V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>를 매 30초 마다 출력하여 측정한 후 V<sub>5</sub>를 연구의 대상으로 삼았다. 또한 매분마다 운동부하 검사장비에 장착되어 있는 자동혈압측정기를 이용하여 혈압을 측정하였다. 심근산소소비량은 간접적으로 용이하게 측정할 수 있는 심박수(HR)와 수축기 혈압(SBP)의 곱으로 산출하였다. 그리고 심전도의 V<sub>5</sub> 분절이 기저선인 PQ junction보다 1 mm 이상 하강하고 그 하강이 J point에서 80 msec 이상 지속되는 경우를 양성으로 하였으며, QRS간격은 출력된 심전도 용지를 통해 분석하였다. 검사는 비교적 낮은 강도에서 시작하였고 운동초기에 과도하게 많은 근력이나 긴장에 의한 갑작스러운 과환기 자극을 주지 않기 위해 실내온도를 22°C, 습도 60% 이하로 유지하였다. 또

**Table 1.** Physical characteristics of subjects

Groups	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	HRrest (beat/min)	MVO <sub>2</sub> rest (mmHg · bpm · 10 <sup>3</sup> )	No of subjects
Taekwondo	22.3 ± 1.2	162.8 ± 5.3	66.7 ± 5.7	66.3 ± 6.8	9.51 ± 1.0	11
Control	23.1 ± 0.9	160.4 ± 5.2	62.3 ± 6.5	72.4 ± 5.5	11.42 ± 1.3	10

Values are means ± S.D.



**Fig. 1.** Graded exercise test.

한 편안한 마음으로 피험자가 실험에 집중할 수 있도록 실험자 외에는 실험실을 통제하였다.

### 3. 자료처리

측정된 모든 자료는 평균±표준편차로 나타냈으며 운동부하 검사 전후 모든 측정변인의 통계적 유의성 검증은 SPSS/PC 통계 프로그램을 이용하여 대응 표본 *t*-test 방법으로 처리하였는데, 이때의 유의수준은  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.

## 결 과

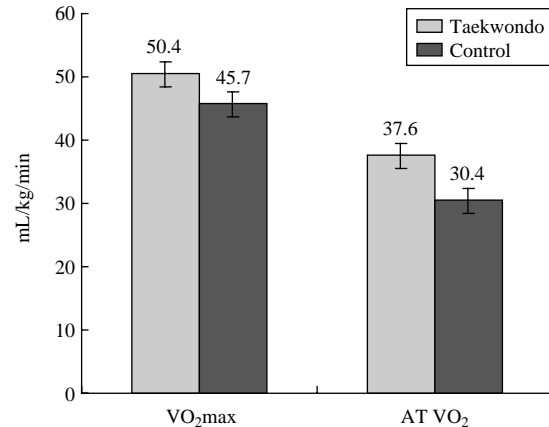
### 1. 최대산소섭취량과 무산소성역치수준의 차이

태권도집단과 대조집단간 최대산소섭취량의 차이는 Table 2와 같다. 이를 그림으로 나타내면 Fig. 2와 같다. 최대산소섭취량은 태권도집단이 대조집단보다 통계적으로 유의하게 높았으며 ( $p < 0.01$ ), 무산소성

**Table 2.** VO<sub>2</sub>max and AT VO<sub>2</sub> at maximal exercise between groups

Group	VO <sub>2</sub> max (mL/kg/min)	AT VO <sub>2</sub> (mL/kg/min)
Taekwondo	50.4 ± 2.4	37.6 ± 5.3
Control	45.7 ± 5.5	30.4 ± 3.3
F	0.01**	0.05*

Values are means ± S.D. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$



**Fig. 2.** VO<sub>2</sub>max and AT VO<sub>2</sub> at maximal exercise between groups.

역치 수준도 태권도집단이 유의하게 높았다 ( $p < 0.05$ ).

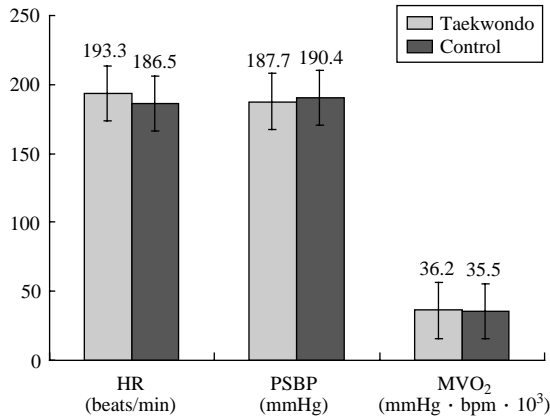
### 2. 심근산소소비량의 차이

심근산소소비량의 차이를 알아보기 위하여 트레드밀 운동부하 검사 후 측정된 최대심박수와 최대수축기혈압을 곱하여 이들 변인을 측정하였다. 태권도집단과 대조집단 간 심근산소소비량의 차이는 Table 3에 제시하였다. 이를 그림으로 나타내면 Fig.

**Table 3.** HRmax, PSBP and MVO<sub>2</sub> at maximal exercise between groups

Group	HRmax (beats/min)	PSBP (mmHg)	MVO <sub>2</sub> (mmHg · bpm · 10 <sup>3</sup> )
Taekwondo	193.3 ± 7.2	187.7 ± 10.2	36.2 ± 2.4
Control	186.5 ± 8.2	190.4 ± 12.1	35.5 ± 0.9
F	2.45	3.38	2.25

Values are means ± S.D.



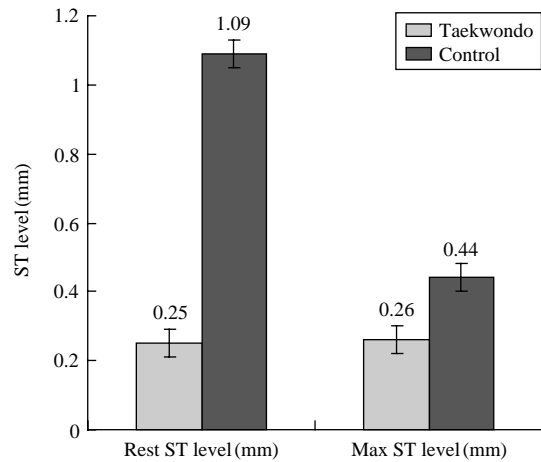
**Fig. 3.** HRmax, PSBP and MVO<sub>2</sub> at maximal exercise.

3과 같다. 최대심박수는 태권도집단에서 약간 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 최대수축기 혈압의 경우는 대조집단에서 약간 높게 나타났으나 역시 통계적인 차이는 발생하지 않았다. 심근산소소비량에서도 집단 간 유의한 차이는 발생하지 않았다.

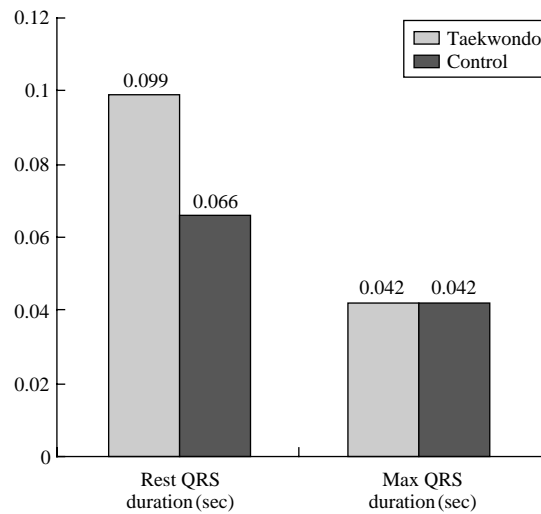
### 3. 심전도 V<sub>5</sub> ST분절과 QRS간격의 차이

심전도 V<sub>5</sub>의 ST분절은 안정시와 최대 운동 직후 나타낸 ST분절의 차이로 분석하였다. 이를 표로 나타내면 Table 4와 같으며, 그림으로 나타내면 Fig. 4와 같다. 안정시의 ST분절은 대조집단에서 높았으며, 최대운동 직후 나타낸 ST분절도 대조집단에서 높게 나타났으나 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 발생하지는 않았다.

QRS간격의 경우 안정시 QRS간격과 최대운동 직



**Fig. 4.** ST slope of taekwondo and control group in subjects lead V<sub>5</sub> rest and maximal exercise.



**Fig. 5.** QRS interval of taekwondo and control group in subjects lead V<sub>5</sub> rest and maximal exercise.

후의 간격을 분석하였다. 이를 표로 나타내면 Table 4와 같으며 그림으로는 Fig. 5와 같다. 안정시 QRS 간격은 태권도집단이 대조집단보다 유의하게 길었으나 ( $p < 0.01$ ), 최대운동 직후의 QRS간격에서는 집단 간 통계적인 차이가 없었다.

**Table 4.** ST slope and QRS interval of taekwondo and control group in subjects lead V<sub>5</sub> rest and maximal exercise

Group	Rest ST slope (mm)	Max ST slope (mm)	Rest QRS interval (sec)	Max QRS interval (sec)
Taekwondo	0.25 ± 0.02	0.26 ± 0.02	0.099 ± 0.045	0.042 ± 0.034
Control	1.09 ± 0.03	0.44 ± 0.01	0.066 ± 0.043	0.042 ± 0.029
F	0.68	2.29	0.01**	5.23

Values are means ± S.D. \*\*p < 0.01.

## 고 찰

이 연구에서는 엘리트 태권도선수집단과 동일연령대의 일반 체육학과 여학생집단을 대상으로 유산소능력을 알아보기 위하여 최대산소섭취량과 무산소성역치수준을 분석하였으며, 최대심박수와 최대수축기혈압을 측정하여 심근산소소비량을 분석하였다. 또한 V<sub>5</sub> ST분절 및 QRS간격과 관련하여 장기간의 태권도 수련이 선수들의 유산소 능력 및 심근산소소비량, 심전도의 변화에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다.

일반적으로 장기간의 고강도 운동을 수행한 선수들은 운동에 관여하는 근육이 동맥혈로부터 산소를 추출하는 능력이 증가하고(Simon 1990), 운동에 따른 심박출량의 증가도 일반인보다 많은 것으로 알려져 있다(Huston 1985, Schaible와 Scheuer 1985). 지속적인 트레이닝을 받은 운동선수들은 최대산소섭취능력이 일반인에 비해 높기 때문에 최대산소섭취능력은 훈련효과를 객관적으로 평가하는 지표로 널리 사용되고 있다(Cunningham 등 1977). 이 연구에서는 태권도집단의 경우 최대산소섭취량 및 무산소성역치수준이 대조집단에 비해 유의하게 높게 나타났는데, 이는 장기간 지속적인 트레이닝 결과로 활동근육의 산소 사용량의 증가와 심장에서 혈액박출량 강화에 의한 것으로 사료되며, 심장의 박출능력 증가는 태권도수련에 대한 심장의 적응현상으로 생각된다. 운동시의 심근산소소비량을 측정하는 방법에는 몇 가지가 있지만 이중 심박수와 수축기혈압의 값을 측정하여 심근산소소비량을 산출하는 “Double Product” 또는 “Rate Pressure Product (RPP)”

가 널리 쓰이며, 이것은 침해적인 방법으로 산출하는 심근산소소비량의 직접 측정값과 비교하여 상관관계가 높다(Jorgensen 등 1977, Gobel 등 1978). Choi 등(2001)은 심근산소소비량은 관상동맥 혈류량에 의해 결정되며, 이 관상동맥 혈류량은 심박출량의 5% 정도를 차지한다고 보고하고 있다. 그러나 이 연구에서는 최대심박수의 경우 태권도집단이 높았고, 최대수축기혈압은 대조집단에서 비교적 높게 나타났는데 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 두 집단 모두 최대 운동 후 심근산소소비량이 안정시의 심근산소소비량보다 3배 이상 증가하였는데, 이것은 운동중에는 강도에 따라 심박수와 혈압이 점차적으로 증가하므로 심근산소소비량도 증가하게 되고, 심장근육의 산소 이용율이 안정시에 비해 3~4배나 높게 나타난다는 Kim 등(2000)의 연구결과와 일치하고 있다. 심장의 산소소비량 증가는 심근의 활동력을 간접적으로 나타내는 지표이므로 운동 자극에 의한 심장의 적응현상 즉, 심실의 효율성 증대를 유추해 볼 수 있다. 하지만 장거리 운동선수에게서 흔히 볼 수 있는 증상인 원심실비대의 경우는 심장기능 및 원심실벽은 정상적이지만 원심실의 질량이 증가하여 나타나는 것으로 보고되고 있으며(Spirito 등 1983), Zonerach(1977)도 원심실비대에는 lead V<sub>5</sub>의 S파고도가 15 mm 이상이고, RV 5, 6과 SV1의 합이 35 mm 이상이면 원심실비대로 평가하지만 이 연구에서는 심전도상 원심실비대 현상은 볼 수 없었다. 이는 태권도수련 방법과 연관이 있는데, 태권도경기는 여자의 경우 2분 3회전을 수행하므로 에너지체계에서 장거리 달리기나 마라톤과 같이 극적인 심폐지구력을 요하지 않고 유·무산소성 에너지체계가 반복적으로 동원되기 때문인 것으로

판단된다. Chung (1983)에 의하면 건강한 대상자에서도 운동부하심전도에서 운동 시작 후 ST분절 하강이 뚜렷이 나타나지만 운동을 계속시켜 목표 심박수에 도달하면 오히려 소실된다고 하였고, Kim 등(1994)은 심전도상의 ST분절은 안정시에 비해 운동중에 1/2 수준으로 감소한다고 했으며, Spirito 등(1983)은 ST분절은 운동선수의 경우 트레이닝에 의해 원심실비대로 ST분절의 변화를 보이지만 비선수의 경우는 동맥경화성 관상동맥질환이 의심된다고 보고하고 있다. Lim 등(2000)는 여자 운동선수 364명을 대상으로 운동부하검사를 실시한 결과 0.1 mV 이상의 하강이 나타나지 않았다고 보고하였다. Minamatini 등(1980)의 연구에서는 0.1 mV 이상의 ST분절 하강이 있는 경우는 운동을 중단한 후에도 정상으로 돌아오지 않아 기질적인 변화가 의심된다고 하였다. 따라서 0.1 mV 이상의 ST분절 하강을 보일 때는 보다 정밀한 검사를 통해 심장의 병적 소견 유무를 진단하여야 한다. 이 연구에서는 대조집단의 경우 검사 후 약간의 ST분절 감소를 목격할 수 있었으나, Minamatini 등(1980)이 제시하고 있는 동맥경화성 질환의 기준을 넘지는 않았다. 태권도집단의 경우는 운동 중 및 운동 후에도 안정시와 비교하여 ST분절의 변화가 크지 않았다.

QRS간격은 심실의 탈분극 시간으로 정상범위는 0.06~0.1초이며, 원심실비대시에는 0.1초 이상이 되는 경우가 있고, 오른가지차단(right bundle branch block, RBBB) 중에 불안전 오른가지차단에는 QRS 간격이 0.1~0.12초, 완전 오른가지차단에서는 0.12초 이상으로 연장될 수 있지만, 가지차단에 의한 QRS간격의 연장은 심장 자체의 문제에 의해 발생하는 것이지 원심실비대로는 평가하지 않는다고 하였다(Chung, 1983). 본 연구에서는 안정시 태권도집단과 대조집단이 각각 0.099초와 0.066초를 보여 통계적으로 유의한 차이가 발생하였으나( $p < 0.01$ ) 최대운동 직후에는 두 집단 모두 유의한 차이는 없었다. 이는 안정시 심박수를 통해 유추해 볼 수 있는데 태권도집단의 경우 안정시 심박수가  $66.3 \pm 6.8$ 회를, 대조집단의 경우  $72.4 \pm 5.5$ 회를 나타내어 QRS간격이 대조집단에 비해 연장된 것으로 판단된다.

하지만 최대운동 직후에는 집단 간 차이가 없었는데, QRS간격은 운동의 강도가 증가함에 따라 빠른 심박수에 의해 심전도상 QRS간격이 작아지게 되고 두 집단 모두 같은 양상을 나타냈다.

이 연구를 수행한 후 다음과 같은 결과를 얻었다. 최대산소섭취량과 심근산소소비량은 태권도집단이 대조집단보다 높게 나타났는데 이는 운동에 의한 호흡 순환기계의 적응현상으로써 호흡근과 폐 확산능력의 발달에 의한 것으로 사료된다. 또한 운동심장으로서의 변형은 ECG상 없는 것으로 나타났는데 ST분절 역시 운동 중과 운동 후에도 안정시와 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편 비선수의 경우를 살펴보면 ST분절의 하강을 목격할 수는 있었지만 동맥경화성 질환의 위험을 나타낼 만큼 하강폭은 그다지 크지는 않은 것으로 나타났다. 반면에 QRS간격은 안정시 태권도 집단에서 대조집단에 비해 유사하게 늦게 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보였는데, 이러한 경향은 태권도 선수들이 안정시 낮은 심박수와 많은 1회 박출량에 의해 발생한 것으로 추정할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- Choi DH, Kim KH, Kim DH, Nam SN, Shin HS, Ok JS, Lee DG, Lee BH, Lee YS, Jun TW, Choi HN, Han JW : Exercise Physiology, 2nd ed., Seoul. Life Science Publishing, pp 170-171, 2001. (in Korean)
- Chung E : Interpretation of the exercise ECG test. Baltimore-London, Williams Wilkins. Exercise Electrocardiography, 2nd ed., pp 164-165, 1983.
- Cunningham DA, van Waterschoot BM, Paterson DH, Lefcoe M, Sangal SP : Reliability and reproducibility of maximal oxygen uptake measurement in children. Med Sci Sports 9: 104-108, 1977.
- Gobel FL, Nordstorm LA, Nelson RR, Jorgensen CR, Wang Y : The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectorals. Circulation 57: 549-556, 1978.
- Huston TP, Puffer JC, Rodney WM : The athletic heart syndrome. N Eng J Med 313: 24-32, 1985.

- Jorgensen CR, Gobel FL, Taylor HL, Wang Y: Myocardial blood flow and oxygen consumption during exercise. *Ann NY Acad Sci* 301: 213-223, 1977.
- Kim JD, Choi KS, Hwang SK: Changes in  $VO_2$ ,  $MVO_2$ , and ST segment of middle aged obese women with increasing load of treadmill exercise. *Korean Soc Sports Med* 12: 232-245, 1994. (in Korean)
- Kim NI, Kim YI, Choi KS, Kim CK: The changes of blood volume, myocardial oxygen uptake and ST segment at exercise stress testing in middle aged hypotension women. *Korean Soc Sports Med* 18: 14-22, 2000. (in Korean)
- Lim IJ, Kim TH, Kim C: Characteristics of resting EKG according to gender in elite athletes. *Korean Soc Sports Med* 18: 23-32, 2000. (in Korean)
- Minamatani K, Miyagawa M, Konco M, Kitamyra K: The Electrocardiogram of professional cyclists. *Sports Cardiology Bologna Aulo Gaggi*, pp 315-315, 1980.
- Na JC: The effect of bicycle ergometer exercise on electrocardiogram in taekwondo athletes. *J Sport Leisure Studies* 19: 1179-1191, 2003. (in Korean)
- Park IR, Jun TW, Park KS, Ryoo BK, Choi JH: A study on the change of heart rate, blood lactate, blood pressure and  $MVO_2$  in taekwondo athletes during taekwondo competition. *Korean J Phys Edu* 41: 613-621, 2002. (in Korean)
- Pelliccia A, Maron BJ, Spataro A, Proschan MA, Spirito P: The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Eng J Med* 324: 295-301, 1991.
- Ryu HP: A history survey on the changes of the test system in Korea taekwondo. Thesis of Graduate School Wonkwang University, 2002. (in Korean)
- Schaible TF, Scheuer J: Cardiac adaptations to chronic exercise. *Prog Cardiovasc Dis* 27: 297-324, 1985.
- Simon HB, Rebenstein E, Federman DD: Exercise, health, and sports medicine, 1st ed., In *Scientific American Medicine*, New York. Scientific American Medicine Inc., pp 257-258, 1990.
- Spirito P, Maron BJ, Bonow RO, Epstein SE: Prevalence and significance of an abnormal ST segment response to exercise in a young athletic population. *Am J Cardiol* 51: 1663-1666, 1983.
- Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL: Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol* 35: 236-243, 1973.
- Zoneraich S, Rhee JJ, Zoneraich O, Jordan D: Assessment of cardiac function in marathon runners by graphic noninvasive techniques. *Ann NY Acad Sci* 301: 900-917, 1977.

Abstract

## The Effect of Taekwondo Training on Aerobic Capacity, MVO<sub>2</sub>, ST Slope and QRS Duration

Hyung-Sook Kang, Chang-Ho Shin<sup>1</sup>, Rak-Hee Chung<sup>2</sup>

*Division of Leisure and Sports, College of Sports Science, Dong-A University,*

*<sup>1</sup>Division of Sports and Leisure, College of Art & Sport, Gwang-Ju University,*

*<sup>2</sup>Department of Taekwondo, Korea National Sport University*

---

The purpose of this study was to investigate the effects of taekwondo training on VO<sub>2</sub>max, MVO<sub>2</sub> and electrocardiogram ST slope, QRS duration in college woman.

Subject were divided into two groups, one is taekwondo group (n=11) and the other is control group (n=10). They participated in graded exercise test (Balke protocol) and measured aerobic capacity and electrocardiogram. The aerobic capacity (VO<sub>2</sub>max and AT) was measured by autogas analyser. The resting and exercise rate-pressure product (RPP) could be measured with HR and systolic BP for MVO<sub>2</sub> measurement. The electrocardiogram ST slope, QRS duration was calculated using automated software program (QMC). The measured data were analyzed by using paired *t*-test.

The results of this study were as follows : There was a significant difference of VO<sub>2</sub>max and AT between taekwondo group and control group. VO<sub>2</sub>max of taekwondo group was 4~5 mL/kg/min higher than control group ( $p < 0.01$ ) and AT also taekwondo group was 3.4% higher than control group ( $p < 0.05$ ). There was no significant difference of maximal exercise MVO<sub>2</sub> between taekwondo and control group. There was no significant difference of electrocardiogram ST slope between group but rest QRS duration in taekwondo group was longer than the control group ( $p < 0.01$ ).

Conclusively, these data suggest that regular taekwondo training will strengthen on aerobic capacity and resting slow heart beats.

---

**Key words :** Taekwondo training, VO<sub>2</sub>max, MVO<sub>2</sub>, QRS duration