

## 트레이닝 형태의 차이가 운동 특이성(exercise specificity)과 전사효과(transability)에 미치는 영향

김영일 · 광이섭<sup>1\*</sup>

연세대학교 체육교육과, <sup>1</sup>동의대학교 체육학과

Received May 22, 2009 / Accepted July 16, 2009

**Effects of Different Exercise Training Mode on Exercise Specificity and Transability.** Young-Il Kim and Yi-Sub Kwak<sup>1\*</sup>. *Department of Physical Education, Yonsei University, Seoul, 120-749 Korea, <sup>1</sup>Department of Physical Education, Dong-Eui University, Busan, 614-714 Korea* - The purpose of the present study was to examine effects of different exercise training modes (Aerobic Training, Resistance Training) on exercise specificity and transability. The tested subjects, composed of 10 healthy males without known family history or medical illnesses, were divided into two groups: Aerobic Training Group (ATG; n=5) and Resistance Training Group (RTG; n=5). An aerobic training program, based on maximum oxygen consumption rates taken during standard testing, was conducted in 60 minute sessions 3 times a week, and the Heart Rate Reserve (HRR) at 70% of maximum oxygen consumption rate was measured the using Polar. In the weight training program, based on repetition maximum rate (1-RM) taken during standard testing, the weight at 70% of such rates was measured during 60 minute sessions of 7 categories of exercise (Bench press, Leg press, Squat, Shoulder press, Arm curl, Lat pull down, Triceps pull down), conducted 3 times a week. The data collected from this research were calculated to obtain average and differences compared to standards using an SPSS 11.0 statistics package. In conclusion, increase in  $VO_{2max}$  and production of  $NO_x$  ( $NO_2^-/NO_3^-$ ), reduction of %fat, MAP were shown effective in aerobic training and in different exercise tests, and aerobic testing within the aerobic training group (ATG) was shown to be more effective. In contrast, resistance training was shown to be more effective for the reduction of CK and LDH, and even in different tests, the resistance test within the resistance training group (RTG) showed to be more effective. Exercise specificity also significantly increased in both groups (ATG, RTG). but there was no significant difference in transability in both groups (ATG, RTG).

**Key words** : Aerobic trainig group (ATG), resistance trainig group (RTG), nitric oxide (NO), specificity, transability

### 서 론

운동 특성에 따라 근육과 심혈관계 발달이 틀러지는 특성 (specific effect)은 이전 여러 연구를 통해 확립되었고 트레이닝은 특정 근육의 수행력을 강화시킨다고 알려져 있다[1]. 일반적인 젊은사람에서 운동능력이 증가한 것은 실제적으로 중추신경계와 말초신경의 적응에서 비롯된다[6,21].

트레이닝 효과의 전사능력(transferability 또는 cross-effect)은 충추신경 적응반응의 증거로 널리 이용되며[1,14, 19,23], 특정 근육의 트레이닝이, 트레이닝이 되지 않은 다른 근육에 긍정적인 영향을 미치는 것을 전사효과(transfer effect or cross-effect)라 정의한다. 하지만 전사효과는 현재까지 논쟁되고 있는 부분이며[1,23], Tordi 등(2001)은 규칙적인 암에르고미터 트레이닝은 고관절 재활 환자에서 유산소성 운동능력의 유의한 증가를 가져왔다고 보고하였다[23].

산화질소(nitric oxide)는 주성분 효소인 L-arginine에 의해

생성되며 내피세포에서 합성되는 eNOS는 내피세포를 통해 산화질소를 확산시켜 혈관벽과 혈관 항상성을 유지하는데 중요한 역할을 한다[7,16]. 또한 혈관내피세포의 이완 기능을 하는 산화질소는 심혈관계 손상에 중요한 역할을 하며, 혈압의 상승을 억제시킬 수 있는 물질로서 혈관 확장뿐만 아니라 운동수행능력의 증가를 가져온다[3,24]. 또한 CK와 LDH는 근손상의 정도를 나타내며, 운동으로 인해 유발된 근육 통증과 산화적 손상에 연관이 있다는 사실은 여러 연구를 통하여 보고되었고[9], 근육활동에 필요한 에너지 대사를 조절하는 중요한 인자로 장시간의 신체 활동 시 근 손상의 정도와 신체의 단련정도를 잘 반영하는 지표로 이용된다[5].

본 연구와 이전의 선행연구와 차이라 할 수 있는 점은 이전 연구[11,18]에서는 전사효과를 특정 부위(상·하체)와 트레이닝 근육형태(대근육·소근육)에 국한하였지만 본 연구의 실험설계는 이와 더불어 에너지 시스템 자체가 다른 두 가지 트레이닝 그룹(유산소, 저항성 운동)으로 나누고 각각의 그룹에 동일한 트레이닝을 적용하여 운동 특이성과 전사효과를 규명할 수 있도록 하였으며 분석 물질(산화질소와 CK, LDH)에도 운동 특이성이 어떤 영향을 미칠 것이라 가정하였다.

#### \*Corresponding author

Tel : +82-51-890-1546, Fax : +82-51-890-2157

E-mail : ysk2003@deu.ac.kr

따라서 본 연구의 목적은 이 전의 선행연구들의 트레이닝에 따른 적응성 메커니즘(adaptation mechanism) 즉, 트레이닝으로 인한 운동능력(최대산소소비량 및 근력) 향상이 중추와 말초신경이 적응된 증거라 보고, 트레이닝 된 부위가 아닌 부위에서도 운동능력이 어느 정도 증가할 것이라는 전사효과(transferability)에 기초하여 첫째, 각각의 트레이닝에 따른 운동 특이성(exercise specific)을 규명하고 둘째, 다른 두 가지 트레이닝(유산소 트레이닝 · 저항성 트레이닝) 형태에서 각각 다른 테스트(유산소 트레이닝 그룹에선 저항성 테스트를 실시하고 저항성 트레이닝 그룹에서는 유산소 테스트를 실시)를 시행 하였을 때, 전사효과가 나타나는 지 셋째, 트레이닝 형태에 따라 산화질소(nitric oxide) 농도와 근 손상물질(CK, LDH)에도 운동 특이성이 적용되는지 규명하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 연구 대상

본 연구는 Y대학에 재학 중인 체육전공의 건강한 남자 10명을 대상으로 하였다. 피험자 선정은 모두 자발적 참여 의사를 밝히는 학생들로 무선표집 하였으며, 성인병 및 심장기능 이상 등과 같은 질병을 최근이나 이전에 경험했거나 가족력이 있는 경우는 대상에서 제외 하였다. 각 그룹은 트레이닝 형태에 따라 유산소 트레이닝 그룹(aerobic training group, ATG; 5명)과 저항성 트레이닝 그룹(resistance training group, RTG; 5명)으로 나누고 8주간 트레이닝을 실시하였다. 이들의 신체적 특성은 Table 1에 나타난 바와 같다.

### 연구 방법

본 연구의 실험절차는 피험자 10명을 선정하고 기본검사를 통해 피험자들의 신체적 특성 및 최대산소섭취량( $VO_{2max}$ )과 최대근력(%1-RM)을 2주에 걸쳐 측정하였다. 기본검사를 토대로 2주후 각 그룹에 따른 트레이닝(유산소 트레이닝 · 저항성 트레이닝)을 실시하였다. 8주 트레이닝을 마치고 본 검사는 특정 부위의 적응을 피하기 위해 트레이닝 시와 반대되는 테스트 순서로 실시하였다. 테스트 시에는 3번의 채혈을 통해 산화질소(nitric oxide) 농도와 평균 동맥압, 근 손상관련 변인(CK, LDH)을 측정하였다(Table 2).

### 체지방 측정

체지방 측정은 체지방측정계(model 310, biodynamics, USA)를 통하여 피험자가 누운 상태에서 우측 손등과 손목, 우측 발등과 발목에 전극 4개를 부착하고 손등과 발등에 고주파(500 KHZ) 정전류(1 mA)를 계속해서 흘려주고 손목과 발목 간의 임피던스를 측정하여 체지방률을 구하는 방법으로 시행하였다.

### 8주 유산소 및 저항성 트레이닝 전, 후 기본 검사

최대산소섭취량( $\dot{V}O_{2max}$ )은 MedGraphics社 (USA)의 CPX system (cardio pulmonary exercise test system)을 이용하여, breath by breath 방식으로 측정하였으며,  $VO_{2max}$  측정 시에는 Bruce protocol을 채택하여 Quinton社 (USA)의 Q65트레드밀에서 측정하고, 운동이 지속되는 동안 5분마다 Borg의 20 RPE scale을 이용하여 피험자들의 운동자각도를 측정하였다. 최대근력은 프리웨이트 기구와 머신을 이용하여 7가지 항목(bench press, lat pull down, arm curl, shoulder press, leg press, triceps extension, squat)을 한 번에 최대로 들 수 있는 중량(one repetition maximum, 1-RM)으로 측정하였다.

### 트레이닝 형태(ATG, RTG)에 따른 테스트(AT, RT test)

테스트는 각 그룹에 따라 트레이닝 형태와 동일하게 구성하였다. 이는 심폐기능과 근손상 변인들에 8주간의 트레이닝 방법에 따른 특이성이 최대한 반영되기 위함이다. 즉 테스트 형태는 유산소 트레이닝 그룹(ATG)은 유산소 테스트를 실시하고 저항성 트레이닝 그룹(RTG)은 저항성 테스트를 실시하였다. 유산소 테스트(AT)는 기본검사서 측정된 최대산소섭취량을 바탕으로 Bruce protocol로 운동을 시작하여 프로그램에 미리 설정된 단계별로 운동강도가 증가되도록 하다가 기본검사를 통해 미리 산정해 놓은 각 피험자들의  $VO_{2max}$ 의 70%의 운동강도 수준에 도달하게 하였고, 이를 유지시키기 위하여 처음에는 경사도를 줄이면서 산소섭취량의 항정상태를 유지시키도록 하였으며, 이후 경사도를 6%로 고정하고 속도를 조절하여 1시간 동안 실시하였다. 저항성 테스트는(RT)은 기본검사서 측정된 최대로 1번 반복할 수 있는 무게(1-RM)의 70% 강도에서 각 종목(bench press, lat pull down, should press, arm curl, triceps pull down, leg press, squat) 당 3 set,

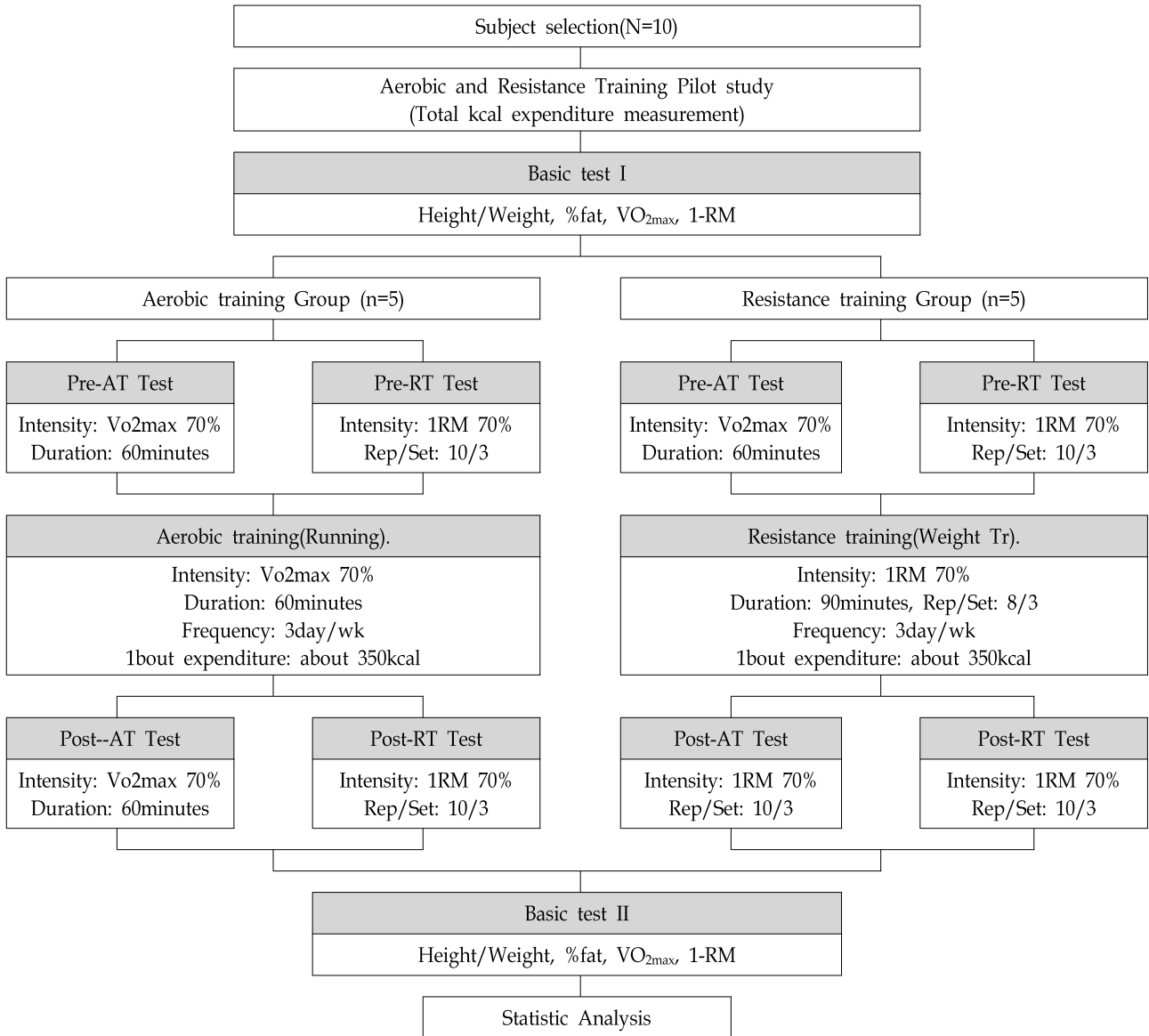
Table 1. Physical characteristic of subjects and mean arterial pressure (MAP)

(Means±S.D.)

Groups	Time	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Body fat (%)	MAP (mmHg)	$VO_{2max}$ (ml/kg/min)
ATG (n=5)	Pre	21.0±0.54	173.5±5.85	68.0±3.66	15.4±3.16	90.6±3.04	52.9±5.22
	Post	21.0±0.54	173.5±5.85	67.57±3.42	14.8±3.31*	88.7±2.21*	54.4±4.03*
RTG (n=5)	Pre	22.0±1.41	178.5±4.30	77.3±6.00	15.9±2.18	84.0±6.07	51.3±5.20
	Post	22.0±1.41	178.5±4.30	76.7±2.38	16.0±2.28	84.6±3.59	51.6±4.10

\*: p<0.05 significant difference with Pre.

Table 2. Plan of experiment



ATG: Aerobic training group, RTG: Resistance training group.  
 AT: Aerobic test (treadmill running test), RT: Resistance test (weight training test).

8회 반복하고 휴식시간은 운동종목과 세트 당 1분 30초로 실시하였다.

12주 유산소 트레이닝 방법

유산소 트레이닝(AT)는 8주간 주 3회 실시하였다. 운동강도는 기본검사에서 측정된 최대산소섭취량을 바탕으로 Bruce protocol로 운동을 시작하여 VO<sub>2</sub>max의 70%에 해당하는 HRR을 구하여 Pola를 이용하여 그 목표심박수가 유지될 수 있도록 경사도와 속도를 조정하여 총 60분 동안 실시하였다(Table 3).

저항성 트레이닝(RT)는 8주간 주 3회 실시하였다. 운동강도는 기본검사에서 측정된 최대로 1번 반복할 수 있는 무게

(1-RM)의 70% 강도에서 각 종목(bench press, lat pull down, should press, arm curl, triceps pull down, leg press, squat) 당 5set, 10회 반복하고 휴식시간은 운동종목과 세트당 1분 30초로 하여 총 90분 동안 실시였다(Table 3).

단 운동강도 70%가 트레이닝 형태(AT, RT)에 따라 차이가 있을 것을 가만하여 Pilot 테스트[Portable Meta max (獨)를 이용]를 통해 각 운동강도와 시간에 따른 작업량(칼로리 소비량, 약 350kcal)을 산출하여 강도를 통일하였다(Table 2).

채혈시점 및 혈액분석

혈액의 채취는 트레이닝(AT·RT) 전·후 트레이닝과 동일

Table 3. Aerobic · Resistance training program

Exercise mode	Exercise component	Exercise order	Exercise time	Exercise intensity
Aerobic training	Warm-up	Stretching	10 min	70% VO <sub>2max</sub>
	Main exercise	Walk & Running	40 min	
	Cool-down	Stretching	10 min	
Resistance training	Main exercise	Warm-up	10 min	70% 1-RM
		Bench press	70 min	
		Leg press		
		Leg extension		
		Leg curl		
	Squat			
Arm curl	Shoulder press			
Shoulder press				
Cool-down	Stretching	10 min		

한 테스트 시에 생리적 변인에 따라 안정 시, 운동종료 시, 회복 30분에 실시하였다. CK와 LDH 경우 회복 1시간과 회복 24시간을 추가해 5번 실시하였다. 혈액은 종류별로 각 시기마다 5, 10 ml vacum tube(진공채혈관)와 22 gage needle을 이용하여 전완정맥(antecubital vein)에서 채혈하였다.

산화질소(Nitric Oxide, NO)의 분석은 상용화된 Kit (Nitrate/Nitrite Colorimetric Assay Kit Cayman chemical)을 사용하여 Griess Reagent [(1% sulfanilic acid+5% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)+(0.1% naphthyl ethylene diamine dihydrochloride + Distilled water)]를 이용한 방법으로 측정했다. Nitrate reductase를 이용하여 Nitrate을 Nitrite로 환원시킨 후 540 nm의 흡광도에서 측정했다. NO 농도 다음의 식에 의해 구해졌다. NO<sub>x</sub> = Nitrite (NO<sub>2</sub>) + Nitrate (NO<sub>3</sub>) 즉, 본 연구의 NO 농도는 NO<sub>2</sub>와 NO<sub>3</sub>를 합한 값(NO<sub>x</sub>)으로 나타냈다.

Creatin Kinase (CK)는 채취한 혈액을 원심분리기를 이용하여 2,500-3,000 rpm에서 15-20분간 원심 분리를 시킨 후, Kodak 社의 건식 생화학 분석기(EKTACHEM DT60 II, Kodak (USA))를 사용하여 측정하였다.

혈중 Lactate dehydrogenase (LDH)는 직경 1cm cuvet에 Tris buffer(57.5mmol/L) 2.710 ml, NADH 용액 0.1 ml, 추출액 0.1 ml를 넣고 30°C에서 10~20분 혼합하였다. 이에 가운뎃 pyruvate 0.2 ml를 첨가하여 석은 다음 spectrophotometer를 이용하여 340 nm 흡광도로 측정하였다.

#### 안정시 혈압 및 평균 동맥압(MAP) 측정

안정 시와 혈압측정은 신뢰성을 높이기 위하여 경험이 많은 측정자 한 사람이 수은 혈압계(sphygmomanometer)를 이용하여 청진법으로 시행하였으며, 평균 동맥압은 안정 시 수축기혈압에서 이완기혈압을 뺀 후, 이를 3으로 나눈다. 그 후 이완기 혈압을 더해 구하였다[20].

$$MAP = P_{diastolic} + 1/3(P_{systolic} - P_{diastolic})$$

#### 자료처리 방법

본 실험의 결과는 SPSS 통계 package(ver 12.0)을 이용하여 각각의 실험에 따른 요인들의 변화를 알아보기 위해 기술통계량(평균과 표준편차)을 산출하고 두 가지 테스트 형태(AT, RT)와 트레이닝 전과후, 채혈시점에 따른 생리적 변인들의 유의한 차이를 알아보기 위해 삼원반복변량분석(Three-way ANOVA by repeated measure)를 이용하여 분석하였다. 또한 ANOVA 결과 시 유의한 차이가 나타난 변인에 대해서는 Tukey의 방법에 의한 사후검증을 실시하였으며, 채혈시점에 따른 테스트 형태 차이는 t-test를 통해 통계적 유의수준 0.05로 검증하였다.

#### 결 과

##### 대상자의 신체적 특성과 평균동맥압(MAP)

대상자의 체중은 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 68.0±3.66에서 67.57±3.42 kg로 저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서 77.3±6.00에서 76.7±2.38 kg로 감소함을 나타냈지만 통계적으로 유의한 차이는 나타내지 못했다. 체지방률(%body fat)은 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 15.4±3.16%에서 14.8±3.31%로 통계적으로 유의한(P<0.05) 차이를 나타냈으며 저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서 15.9±2.18%에서 16.0±2.28%으로 약간 증가함을 나타냈지만 통계적으로 유의한 차이는 나타내지 못했다. 평균동맥압(MAP)은 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 90.6±3.04에서 88.7±2.21 mmHg로 통계적으로 유의한(P<0.05) 감소를 나타냈으며 저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타내지 못했다.

##### 최대산소섭취량과 최대 근력(1-RM)의 변화

최대산소섭취량은 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 52.9±5.22에서 54.4±4.03 ml/kg/min로 통계적으로 유의한(P<0.05) 증가를 나타냈으며 저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서 51.3±5.20에서 52.6±4.10 ml/kg/min으로 약간 증가함을 나타냈지만 통계적으로 유의한 차이는 나타내지 못했다.

근력(1-RM) 중 shoulder press와 leg press, squart, triceps pull down은 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 증가함을 나타냈으나 통계적으로 유의한 차이는 나타내지 못했다. 또한 저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서는 8주 저항성 트레이닝 전에 비해 후, 7가지 종목 모두 통계적으로 유의하게(P<0.05) 증가함을 나타냈다.

##### 혈관이완 물질(NO)과 근 손상 물질

혈중 산화질소(nitric oxide)농도는 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서는 테스트 형태(F=46.859)에서 주효과가 나타나지 않았고 트레이닝 전·후(F=2.0520, P<0.05), 채혈시점(F=14.867, P<0.05)에서 각각 주효과가 나타났다. 또한 테스트 형태와 트

레이닝 전·후, 체혈시점 간에 교호작용이 있는 것으로 나타났다(F=26.920, P<0.05). 사후분석 결과 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 유산소와 저항성 테스트 시 모두 트레이닝 전·후, 안정시와 회복 30분에 비해 운동직후가 가장 유의하게(P<0.05) 높음을 나타냈다. 체혈시점에 따라 트레이닝 전·후 간에는 운동종료 시와 회복기 30분에 유의한 차이(P<0.05)가 있는 것으로 나타났다(Table 6).

저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서는 테스트 형태(F=1.108)와 트레이닝 전·후(F=3.116)에서는 주효과가 나타나지 않았고 체혈시점(F=7.130, P<0.05)에서는 각각 주효과가 나타났다. 그러나 테스트 형태와 트레이닝 전·후와 체혈시점 간에 교호작용이 없는 것으로 나타났다(F=1.066). 사후분석 결과 트레이닝 전·후에서 안정시에 비해 운동직후, 회복 30분에 유의한 차이를 나타냈고 저항성 운동형태(RET)에서는 안정시에 비해 운동직후에 유의한(P<0.05) 차이를 나타냈다(Table 6).

혈중 CK 농도는 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 운동형태(F=2.148)와 트레이닝 전·후(F=2.427)에서는 주효과가 나타나지 않았고 체혈시점(F=2.148)에서 주효과가 나타났다. 그러나 운동형태와 트레이닝 전·후, 체혈시점 간에 교호작용이 없는 것으로 나타났다(F=0.791). 사후분석 결과 트레이닝 전·후에서 안정 시에 비해 운동직후가 유의하게(P<0.05) 높음을 나타냈다(Table 6).

저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서 운동형태(F=7.094, P<0.05)와 트레이닝 전·후(F=0.226, p<0.05), 체혈시점(F=15.776, P<0.05)에서 각각 주효과가 나타났다. 그러나 트레이닝 전·후와 체혈시점 간에 교호작용이 없는 것으로 나타났다(F=0.982). 사후분석 결과 트레이닝 전·후에서 안정 시에 비해 운동종료, 회복 30분에 유의한(P<0.05) 차이를 나타냈다. 체혈시점에 따른 트레이닝 전·후 간에는 운동직후 유의한(P<0.05) 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 6).

혈중 LDH 농도는 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 운동형태(F=0.976)와 트레이닝 전·후(F=1.748)에서는 주효과가 나

타나지 않았고 체혈시점(F=36.156)에서는 주효과가 나타났다. 그러나 운동 형태와 트레이닝 전·후, 체혈시점 간에 교호작용이 없는 것으로 나타났다(F=1.483). 사후분석 결과 트레이닝 전·후에서 안정 시에 비해 운동직후가 유의하게(P<0.05) 높음을 나타냈다(Table 6).

저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서 운동형태(F=15.010, P<0.05)와 체혈시점(F=90.376)에서 주효과가 나타났다. 그러나 트레이닝 전·후(F=1.505)에서는 주효과가 나타나지 않았다. 또한 운동형태와 트레이닝 전·후, 체혈시점 간에 교호작용이 있는 것으로 나타났다(F=0.000, P<0.05). 사후분석 결과 트레이닝 전·후에서 안정 시와 회복 60분, 회복24시간에 비해 운동직후, 회복 30분에 유의하게(P<0.05) 높음을 나타냈다(Table 6).

고 찰

운동의 특이성

운동의 형태에 따른 특이적(specific effect) 효과는 이전의 많은 선행 연구[2,11,18]들로 인해 확립되었으나 이와 더불어 전사효과(transability or cross-effect)를 규명한 연구는 많이 부족한 상태이다. 전사효과는 주로 재활이나 노인을 대상으로 운동의 효과와 그에 따른 전이효과를 규명하기 위해 연구되었다.

Pogliaghi 등(2006)의 연구[18]에서는 노인(65세 이상 75세 미만)을 대상으로 두 그룹(ARM과 Cycle 트레이닝)으로 나누고 12주 동안 그룹 형태와 동일한 운동프로그램을 실시하고 서로 다른 테스트를 실시하여 특이성을 관찰한 결과 작업량(W)과 산소섭취량(VO<sub>2</sub>ml/kg/min)은 각각의 트레이닝과 유사한 테스트를 실시하였을 때, 최고로 높게 나타나 트레이닝에 따른 특이성(specific)을 명확히 나타냈다. 또한 LeMura 등 2000의 연구[11]에서도 유산소그룹(ATG)과 저항성그룹(RTG), 복합그룹(XTG)으로 나누고 그에 따른 신체적 특성 및 심폐능력, 혈중지질을 비교하여 유산소그룹(ATG)에서는 중

Table 4. Transability of resistance test (RT) in Aerobic training group (ATG)

Groups	Time	Bench Press (lb)	Lat-pull down (lb)	Shoulder Press (lb)	Arm curl (lb)	Leg Press (lb)	Squat (lb)	Triceps pull down (lb)
ATG (n=5)	Pre	129.8±18.0	136.0±13.4	100.0±23.4	85.0±14.1	206.1±18.7	170.0±63.8	62.0±13.0
	Post	129.8±18.0	136.0±13.4	106.0±18.1	85.0±14.1	215.4±16.6	221.7±29.7	70.0±7.0

lb: pound

Table 5. Specificity of resistance test (RT) in Resistance training group (RTG)

Groups	Time	Bench Press (lb)	Lat-pull down (lb)	Shoulder Press (lb)	Arm curl (lb)	Leg Press (lb)	Squat (lb)	Triceps pull down (lb)
RTG (n=5)	Pre	162.8±32.4	156.0±11.4	117.0±14.8	111.0±16.7	222.0±15.4	218.0±73.5	76.0±8.9
	Post	184.8±33.3*	174.0±8.9 <sup>†</sup>	138.0±16.4*	132.0±14.8*	246.2±9.2 <sup>†</sup>	279.4±39.3*	94.0±11.4*

lb: pound, \*: p<0.05 significant difference with Pre.

Table 6. Change of Nitric Oxide and CK, LDH according to test mode and time, blood sampling time

Variables	Test mode	time	Rest	after Exercise	Recovery (30 min)	Recovery (60 min)	Recovery (24 hr)	F	P
NO (μmol/l)	ATG	Pre	30.32±3.82 <sup>a</sup>	49.41±3.19 <sup>b</sup>	38.80±4.00 <sup>c</sup>	-	-	A: 14.867	0.000
		Post	38.02±5.00 <sup>a</sup>	57.50±3.84 <sup>b,*</sup>	45.29±5.11 <sup>a,*</sup>	-	-	B: 46.859	0.190
	RTG	Pre	29.05±6.71 <sup>a</sup>	44.30±4.50 <sup>b</sup>	23.17±5.14 <sup>a</sup>	-	-	C: 2.0520	0.005
		Post	34.54±3.78 <sup>a</sup>	48.74±4.59 <sup>b</sup>	32.22±3.90 <sup>a,*</sup>	-	-	D: 26.920	0.001
	ATG	Pre	30.20±4.20 <sup>a</sup>	41.10±4.84 <sup>b</sup>	33.29±4.11 <sup>a</sup>	-	-	A: 7.130	0.002
		Post	34.02±5.00 <sup>a</sup>	50.40±5.34 <sup>b</sup>	42.29±8.11 <sup>a</sup>	-	-	B: 1.108	0.323
RTG	Pre	28.65±4.57 <sup>a</sup>	39.07±4.10 <sup>b</sup>	33.71±3.14 <sup>a,b</sup>	-	-	C: 3.116	0.116	
	Post	32.64±4.58 <sup>a</sup>	42.64±7.39 <sup>b</sup>	34.62±6.30 <sup>a,b</sup>	-	-	D: 0.113	0.893	
CK (mmol/l)	ATG	Pre	180.2±25.1	225.8±18.22	224.4±20.25	213.6±19.7	205.8±33.7	A: 9.738	0.000
		Post	176.0±15.0 <sup>a</sup>	219.0±21.9 <sup>b</sup>	201.0±22.1 <sup>a</sup>	197.2±22.3 <sup>a</sup>	183.2±21.5 <sup>a</sup>	B: 2.148	0.160
	RTG	Pre	185.6±58.4	244.4±67.2	234.6±57.3	225.2±53.7	216.0±40.6	C: 2.427	0.137
		Post	179.2±22.8	228.2±57.4	216.4±46.8	211.8±49.9	190.4±42.5	D: 0.791	0.535
	ATG	Pre	187.0±31.4	215.6±35.4	207.6±30.2	205.0±37.6	204.0±23.6	A: 15.776	0.000
		Post	178.4±38.1	209.6±47.2	198.0±51.8	188.0±46.9	175.8±71.1	B: 7.094	0.016
RTG	Pre	190.4±30.8 <sup>a</sup>	255.2±25.5 <sup>b</sup>	251.2±29.2 <sup>b</sup>	234.2±33.8 <sup>a</sup>	227.2±23.0 <sup>a</sup>	C: 5.902	0.026	
	Post	183.4±34.0	230.6±27.5 <sup>*</sup>	231.0±27.1	221.0±32.0	221.4±21.5	D: 0.982	0.423	
LDH (mmol/l)	ATG	Pre	285.6±38.9 <sup>a</sup>	352.4±38.3 <sup>b</sup>	334.6±37.6 <sup>a</sup>	228.6±36.1 <sup>a</sup>	306.0±44.9 <sup>a</sup>	A: 36.156	0.000
		Post	275.0±35.8 <sup>a</sup>	341.8±35.3 <sup>b</sup>	312.4±44.0 <sup>a</sup>	318.4±39.8 <sup>a</sup>	295.4±38.2 <sup>a</sup>	B: 0.976	0.366
	RTG	Pre	292.8±60.9 <sup>a</sup>	336.2±33.6 <sup>b</sup>	369.4±47.4 <sup>b</sup>	353.0±50.5 <sup>b</sup>	297.4±30.4 <sup>a</sup>	C: 1.748	0.203
		Post	272.6±36.5	356.6±39.4	342.8±30.2	339.6±38.7	284.4±39.5	D: 1.483	0.216
	ATG	Pre	300.8±29.7	356.2±18.8	343.0±26.1	343.2±27.7	320.0±18.9	A: 90.376	0.000
		Post	288.2±36.6 <sup>a</sup>	345.6±19.0 <sup>b</sup>	337.2±26.9 <sup>a</sup>	294.8±37.1 <sup>a</sup>	281.6±38.0 <sup>a</sup>	B: 15.010	0.001
RTG	Pre	314.2±22.8 <sup>a</sup>	379.6±17.1 <sup>b</sup>	373.2±20.3 <sup>b</sup>	343.2±30.1 <sup>b</sup>	315.02±43.8 <sup>a</sup>	C: 1.505	0.236	
	Post	272.6±24.1 <sup>a</sup>	340.4±26.5 <sup>b</sup>	352.2±27.4 <sup>b</sup>	320.6±45.3 <sup>a</sup>	292.2±38.6 <sup>a</sup>	D: 7.282	0.000	

ATG: Aerobic training group, RTG: Resistance training group, AT: Aerobic test, RT: Resistance test, A: sampling time, B: test mode, C: time(pre-post), D: sampling time × test mode × time interaction  
<sup>a, b, c</sup>: Different superscripts has the significance within sampling time at p<0.05, \* : p<0.05 significant difference with Pre

성지방(TG)의 유의한 감소와 고밀도지단백(HDL-C)의 유의한 증가를 나타냈으며 최대산소섭취량(VO<sub>2</sub>max)의 25% 증가를 나타냈다. 이와 같이 트레이닝 특성에 따라 혈중지질 감소와 심폐능력을 증진시키는데 유용한 운동은 유산소 트레이닝이며 근력 및 근지구력에 유의한 영향을 미치는 운동은 저항성 트레이닝이다.

고령자 뿐만 아니라 젊은 사람에서 대근육을 이용한 운동 트레이닝은 운동의 특이적 능력을 증가시키며[8,10,15,17] Pogliaghi 등 (2006)의 연구[18]에서는 대근육 운동(싸이클 운동)을 통해 peakVO<sub>2</sub>와 peakW가 20% 증가함을 나타냈다. 또한 젊은 사람에서는 암 트레이닝으로 인해 16~19% 증가를 나타냈다[1,22].

본 연구에서도 이전의 선행연구의 결과와 동일하게 나타났다. 즉 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 체지방률(% fat)과 평균동맥압(MAP)의 감소와 최대산소섭취량(VO<sub>2</sub>max) 증가를 나타냈고(Fig. 1), 저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서 근력 요인들(1-RM, CK, LDH)이 트레이닝 형태와 동일한 테스트 형태에서 더 큰 증가와 감소함을 나타내 이전의 연구들과 같이 운동

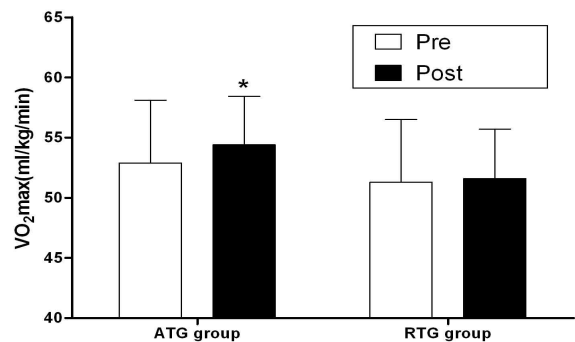


Fig. 1. Exercise Specificity in Aerobic training group(VO<sub>2</sub>max) and Transability in Resistance training group.

특이성의 효과를 명확히 나타냈다(Table 5). 하지만 최대산소 소비량의 증가율이 이전의 연구(16~20%)보다 낮은 것은 이 트레이닝 기간이 선행연구에서는 12주에서 20주 정도였지만 본 연구의 기간은 8주로 낮은 증가율이 나타난 이유라 사료된다.

운동 특이성을 파악하기 위해 운동직후 산화질소(nitric ox-

ide) 농도를 측정된 결과 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 저항성 테스트(RT)시 보다 유산소 테스트(AT) 시 더 많은 증가(9 vs 16% 증가)를 나타냈고 저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서 유산소 테스트(9.7%)가 저항성 테스트 시(9.2%) 보다 높았다. 이 결과로 알 수 있는 것은 산화질소(nitric oxide)는 유산소 트레이닝 형태와 유산소적 운동상황 즉, 트레이닝 형태보다는 유산소 운동 시에 가장 큰 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 이는 이전의 선행연구에서 유산소 운동이 저항성 운동 보다 많은 산화질소를 생성한다는 보고[4]와도 일치하는 결과이다. 또한 CK의 경우는 트레이닝 형태에 관계없이 유산소 테스트(AT) 시 보다 저항성 테스트(RT) 시 더 높은 활성을 보였고 감소율 또한 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 저항성 테스트(RT)시 6.6% 감소에 비해 저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서 저항성 테스트(RT)시가 9.6%로 더 큰 감소율을 나타냈다. LDH의 경우도 감소율만 틀린 뿐 CK와 동일한 감소형태를 나타냈다. 이러한 결과는 테스트형태의 차이로 러닝테스트시에는 지근(type I)의 동원이 더 크며, 저항성 테스트 시에서는 근섬유 동원에 있어 Type I 보다 Type II 섬유 동원의 비율이 상대적으로 높기 때문에 피로유발과 근육 자체의 손상이 더 크게 나타난다[13, 25]는 선행연구와 일치하는 결과를 나타냈으며 감소율이 저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서 저항성 테스트(RT) 시 가장 큰 감소율을 나타낸 것으로 보아 저항성 트레이닝에서 근 손상 물질 감소에도 특이성의 효과가 반영된 것으로 사료된다.

#### 운동의 전사효과

Pogliaghi 등(2006)의 연구[18]에서는 암 트레이닝(arm creaking)으로 하지의 에르고미터 테스트에서 최고산소섭취량(peak VO<sub>2</sub>) 및 작업량(W)의 유의한 전사효과를 나타냈으며, 이는 트레이닝 이전보다 10% 증가를 나타냈다. 이러한 전사효과는 이전의 선행연구에서 확립되었다[12,19,23]. 이는 심장질환과 건강한 젊은 성인을 대상으로 한 연구에서 나타났으며, 트레이닝에서 이전에 비해 약 10% 증가를 나타냈다. 대조적으로 Bhambhani 등(1991)은 젊은 성인과 중년에서 이러한 전사효과가 나타나지 않았다고 보고[1]하였으며. 이러한 결과는 암 트레이닝의 강도가 심혈관계 시스템의 적응을 야기하여 전사효과를 내기에는 너무 높지 않았기 때문이라고 보고했다.

본 연구에서는 유산소트레이닝 그룹(ATG)에서 저항성 근력(1-RM) 테스트 시 shoulder press와 leg press, squat, triceps pull down의 무게(lb)가 증가함을 나타냈으나 이는 통계적으로는 유의한 차이를 나타내지 못했다. 비록 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 통계적으로 유의한 차이는 나타내지 못한 이유는 대상자가 너무 적어서 통계적으로 차이가 나지 않은 것으로 생각되며 추후 더 많은 피험자를 대상으로 한다면 명확한 전사효과를 규명할 수 있을 것으로 사료된다(Table 4). 저항성 트레이닝 그룹(RTG)에서도 저항성 트레이닝 8주 후,

유산소(트레드밀) 테스트 시 최대산소섭취량이 트레이닝 이전과 차이를 나타내지 못했다(Fig. 1).

결론적으로 본 연구에서는 이전의 연구[18]처럼 통계적으로 유의한 전사효과를 나타내지도 못했고 특이성 측면에서도 이전의 연구들 처럼 큰 증가율(muscle mass size, 운동수행력 12~32%, LBM증가)을 나타내지 못했다. 이러한 가장 큰 이유는 대상자들이 심혈관계 적응을 일으키기에 즉, 중추신경계의 적응을 이끌어내기에 8주라는 기간은 유산소 트레이닝 그룹(ATG)에서 너무 짧았기 때문이라 사료된다. 따라서 본 연구에서는 두 그룹의 운동형태에 따라 적응성 변화 즉, 운동 특이성(유산소 트레이닝 그룹에서 최고산소소비량 증가와 근력 트레이닝 그룹에서 1-RM 증가)이 적용되어 나타냈고 산화질소(nitric oxide)와 근손상 물질(CK, LDH)도 트레이닝 형태와 동일한 운동시에 증가율과 감소율이 커진다는 결과를 나타냈다. 그러나 두 그룹에서의 전사효과는 나타내지 못했다.

#### 요 약

본 연구에서는 8주의 유산소 및 저항성 트레이닝 그룹으로 나누고 그에 따른 트레이닝이 서로 다른 테스트를 하였을 때, 운동 특이성 효과(specific effect)와 전사효과(transferability)에 영향을 미치는 지를 연구하였다. 결론적으로 8주간의 유산소 및 저항성 트레이닝은 동일한 테스트를 통하여 운동의 특이성은 나타냈으나 서로 다른 테스트를 해 봄으로써 전사효과의 향상은 나타내지 못했다. 전사효과를 나타내지 못한 가장 큰 이유는 8주라는 기간이 중추신경과 근육의 적응하기에는 다소 짧은 기간이라 사료되며 추후의 연구에서는 트레이닝 기간 등을 고려한 좀 더 세분화된 연구가 필요하다고 생각된다.

#### References

- Bhambhani, Y. N., P. Eriksson, and P. S. Gomes. 1991. Transfer effects of endurance training with the arms and legs. *Medicine and science in sports and exercise* **23**, 1035-1041.
- Caputo, F. and B. S. Denadai. 2004. Effects of aerobic endurance training status and specificity on oxygen uptake kinetics during maximal exercise. *European journal of applied physiology* **93**, 87-95.
- Ceremuzynski, L., T. Chamic, and K. Herbaczynska-Cedro. 1997. Effect of supplemental oral L-arginine on exercise capacity in patients with stable angina pectoris. *The American journal of cardiology* **80**, 331-333.
- Chang, H. J., J. H. chung, B. J. Choi, T. Y. Choi, S. Y. Choi, M. H. Yoon, S. G. Hwang, J. H. Shin, S. J. Tahk, and B. I. William. 2003. *Yonsei Medical Journal* **44**, 1014-1020.
- Clarkson, P. M. and M. J. Hubal. 2002. Exercise-induced muscle damage in humans. *American journal of physical medicine & rehabilitation* **81**, S52-69.
- Frontera, W. R., C. N. Meredith, K. P. O'Reilly, and W. J.

- Evans. 1990. Strength training and determinants of  $VO_2$ max in older men. *Journal of applied physiology* **68**, 329-333.
7. Gross, P. L. and W. C. Aird. 2000. The endothelium and thrombosis. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis* **26**, 463-478.
  8. Hagberg, J. M., J. E. Graves, M. Limacher, D. R. Woods, S. H. Leggett, C. Cononie, J. J. Gruber, and M. L. Pollock. 1989. Cardiovascular responses of 70- to 79-yr-old men and women to exercise training. *Journal of applied physiology* **66**, 2589-2594.
  9. Kanter, M. M., G. R. Lesmes, L. A. Kaminsky, J. La Ham-Saeger, and N. D. Nequin. 1998. Serum creatine kinase and lactate dehydrogenase changes following an eighty kilometer race. Relationship to lipid peroxidation. *European journal of applied physiology and occupational physiology* **57**, 60-63.
  10. Kohrt, W. M., M. T. Malley, A. R. Coggan, R. J. Spina, T. Ogawa, A. A. Ehsani, R. E. Bourey, W. H. Martin 3rd, and J. O. Holloszy. 1991. Effects of gender, age, and fitness level on response of  $VO_2$ max to training in 60-71 yr olds. *Journal of applied physiology* **71**, 2004-2011.
  11. LeMura, L. M., S. P. von Duvillard, J. Andreacci, J. M. Klebez, S. A. Chelland, and J. Russo. 2000. Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women. *European journal of applied physiology* **82**, 451-458.
  12. Lewis, S., P. Thompson, N. H. Areskog, P. Vodak, M. Marconyak, R. DeBusk, S. Mellen, and W. Haskell. 1980. Transfer effects of endurance training to exercise with untrained limbs. *European journal of applied physiology and occupational physiology* **44**, 25-34.
  13. Linnamo, V., R. Bottas, and P. V. Komi. 2000. Force and EMG power spectrum during and after eccentric and concentric fatigue. *Journal of electromyography and kinesiology* **10**, 293-300.
  14. Loftin, M., R. A. Boileau, B. H. Massey, and T. G. Lohman. 1988. Effect of arm training on central and peripheral circulatory function. *Medicine and science in sports and exercise* **20**, 136-141.
  15. Makrides, L., G. J. Heigenhauser, and N. L. Jones. 1990. High-intensity endurance training in 20- to 30- and 60- to 70-yr-old healthy men. *Journal of applied physiology* **69**, 1792-1798.
  16. Moncada, S. and A. Higgs. 1993. The L-arginine nitric oxide pathway. *New England Journal of Medicine* **332**, 2002-2012.
  17. Perni, R. B and A. D. Kwong. 2002. Inhibitors of hepatitis C virus NS3.4A protease: an overdue line of therapy. *Progress in medicinal chemistry* **39**, 215-255.
  18. Pogliaghi, S., P. Terziotti, A. Cevese, F. Balestreri, and F. Schena. 2006. Adaptations to endurance training in the healthy elderly: arm cranking versus leg cycling. *European journal of applied physiology* **97**, 723-731.
  19. Rösler, K., H. Hoppeler, K. E. Conley, H. Claassen, P. Gehr, and H. Howald. 1985. Transfer effects in endurance exercise. Adaptations in trained and untrained muscles. *European journal of applied physiology and occupational physiology* **54**, 355-362.
  20. Salazar-Vazquez, B. Y., M. Intaglietta, M. Rodríguez-Morán, and F. Guerrero-Romero. 2006. Blood pressure and hematocrit in diabetes and the role of endothelial responses in the variability of blood viscosity. *Diabetes Care* **29**, 1523-1528.
  21. Stratton, J. R., W. C. Levy, M. D. Cerqueira, R. S. Schwartz, and I. B. Abrass. 1994. Cardiovascular responses to exercise. Effects of aging and exercise training in healthy men. *Circulation* **8**, 1648-1655.
  22. Thompson, P. D., E. Cullinane, B. Lazarus, and R. A. Carleton. 1981. Effect of exercise training on the untrained limb exercise performance of men with angina pectoris. *The American journal of cardiology* **48**, 844-850.
  23. Tordi, N., A. Belli, F. Mougin, J. D. Rouillon, and M. Gimenez. 2001. Specific and transfer effects induced by arm or leg training. *International journal of sports medicine* **22**, 517-524.
  24. Tousoulis, D., C. Antoniades, and C. Stefanadis. 2005. Nitric oxide in coronary artery disease: effects of antioxidants. *European journal of clinical pharmacology* **11**, 1-7.
  25. Westing, S., J. Seger, and A. Thorstensson. 1990. Effects of electrical stimulation on eccentric and concentric torque-velocity relationships during knee extension in man. *Acta physiologica Scandinavica* **140**, 17-22.