韓國營養學會誌 33(6) : 668~674, 2000

허혈성 심장 질환자를 위한 운동프로그램의 효과

노 호 성§ · 최 성 근*

경희대학교부설 한국체육과학연구소, 경인여자대학 사회체육과*

Effects of Exercise Program for Ischemic Heart Disease Patients

Nho, Ho-sung§ · Choi, Sung-keun*

Korean Research Institute of Physical Education, University of Kyunghee, Seoul 130-701, Korea
Department of leisure and sport study, Kyung In Women's College, Incheon 407-740, Korea*

ABSTRACT

This study was to examine effects of the eight month exercise program at lactate threshold level intensity on 11 women patients of ischemic heart disease. The %body fat and systolic blood pressure were decreased and the aerobic capacities of oxygen consumption as well as oxygen consumption at lactate threshold were improved through the exercise program arranged by this study. The lipid variables concerned with coronary heart disease were changed a little except that triglyceride was significantly decreased during the exercise program. The effects obtained from exercise program during four months lasted to the end of the exercise program. In case we control the exercise intensity according to increase of oxygen consumption at lactate threshold, the exercise program conducted by this study will be effective to the treatment for ischemic heart disease patients. (*Korean J Nutrition* 33(6) · 668~674, 2000)

KEY WORDS: ischemic heart disease, lactate threshold, exercise program.

서 론

최근, 역학적 조사연구[1-6]에 의하면 신체활동 수준을 높게 유지하는 것이 수명연장에 기여한다고는 할 수 없지만, 신체활동의 부족은 동맥경화성 질환을 유발하기 쉽고 결과적으로 단명에 관여한다고 하였다. 오늘날 심장 질환자를 위한 운동프로그램이 운동능력을 향상시키는 것으로 알려져 의학적 치료와 재활에 중요한 역할을 담당하고 있으며,[7-9] 특히 관상동맥 심장 질환(coronary heart disease: CHD) 및 허혈성 심장 질환(ischemic heart disease: IHD) 위험인자의 예방과 개선에 효과가 있는 것으로 제시되고 있다.[10-12] Ohnish 등[13]은 관상동맥 조형검사에서 분명한 동맥경화 소견이 보여진 환자에 대해 1년간의 운동이 관상동맥의 협착도에 미치는 효과를 검토하여, 항고지혈증제(lipid-lowering drugs)를 투여하지 않아도 운동집단의 82%에서 협착의 개선이 나타났다는 흥미 있는 연구를 발표했다. 또한, Haskell[14]은 심장 질환자에게 운동프로그램을 실시할 경우 운동강도가 높아짐에 따라 심근의 작업과 산소요구량이 증가함으로써 환자의 치료에는 효율적이지만 위험성도 배제할 수 없다고 제시하면서 적절한 운동처방과 감시형 운동프로그램이 심장질환자를 위해 우선되어야 한다고 하였다. 이와 같이 선진국에서는 오래 전부터 운동이 CHD(IHD) 환자의 위험인자를 개선시키는데 효과적이라는 인식과 함께 심장 재활프로그램에서 실시하는 감시형 운동프로그램의 임상적 안전성도 높이 평가되고 있다.[15][16] 그러나 아직까지 일반진료에서 개개인의 질환과 체력수준에 적합한 운동조건의 설정은 경험에 의존하는 경향이 높았다고 할 수 있다.

운동처방시 기본적인 요소는 운동의 강도, 빈도, 시간으로써 이중에서 적당한 운동강도의 설정은 가장 중요한 조건이다.[17] 특히 심장 질환은 비교적 고령자에게서 많이 발생되므로 운동프로그램을 실시할 때 심혈관계 사고의 발생을 방지하기 위해서는 저강도의 운동이 요구된다. 따라서 지금까지 운동강도의 설정에는 많은 기준이 이용되었지만 최근 중고령자 뿐만 아니라 심혈관 질환자에 대해서는 젖산역치(lactate threshold: LT)수준에서의 운동프로그램이 널리 이용되고 있다.[18-21] 운동강도가 LT수준을 넘게 되면 대사성 산증의 출현에 따라 보다 많은 환기의 항진으로 호흡기에 부담이 되고, 심장 기능면에서 1회 심박출량 및 심장 기능의 저하 등이 생긴다고 한다.[22][23] 이와 같이 LT의 개념이 주

채택일 : 2000년 8월 21일
§To whom correspondence should be addressed.

© 2000 The Korean Nutrition Society

목된 것은 운동부족의 중고령자 및 심혈관 환자를 대상으로 운동요법을 실시할 때 운동중 혈압상승이 크지 않고, 심혈관계의 부담이 적었다는 연구결과에 근거하며, LT 수준의 운동은 질환자 또는 운동선수라도 Borg 지수[24] 13에 해당되므로 운동강도의 적용이 간편하고 타당한 방법이기 때문이다.[25] 따라서 운동의 기본이 질환 유무에 관계없이 안전하고 효율적인 운동프로그램의 제공이라는 점을 고려할 때, 본 연구의 대상과 같은 IHD환자에게 고강도로 장시간 운동을 지속시킨다면 여러 가지 위험이 유발될 수 있어 환자 개개인에게 적합한 정량적인 운동강도를 처방하는 것이 안전성과 운동효과 측면에서 중요할 것이다.

이에 본 연구에서는 LT수준으로 설정된 운동강도로 8개월간 실시한 감시형 운동프로그램이 IHD 환자의 치료에 미치는 효과를 검토하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상

본 연구 대상자는 여자 피검자로 이들의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

본 연구에서 말하는 IHD 환자란[관상순환 이상을 원인으로 관상동맥 혈류량과 심근산소 수요의 불균형에 의한 심근장해를 일으키는 질환, WHO]으로 정의했다.[26] 구체적으로는 순환기 전문병원에서 통원 치료중 심근경색(myocardial infarction; MI)의 환자, 관상동맥 조형검사에서 주요 관상동맥의 75%이상 협착증상을 보여준 환자, 병력 및 심전도에서 관연 축성 협심증(angina pectoris; AP)으로 판정된 자, 운동부하테스트중 심전도에서 유의한 허혈성 ST-T 변화가 나타난 자였다 대상자 대부분이 NYHA(New York Heart Association) 및 CCS(Canadian Cardiovascular Society)의 분류에 따르면 I도에서 II에 해당되었다. 8개월

Table 1. Physical characteristics of subjects

Variables (N = 11)	Mean ± SD
Age (yr)	52.6 ± 8.9
Height (cm)	152.4 ± 7.9
Body weight (kg)	56.5 ± 7.1
Body mass index	24.3 ± 2.6
Body fat (%)	31.4 ± 6.4
Fat free mass (Kg)	38.8 ± 6.4
Resting SBP (mmHg)	146.0 ± 7.6
Resting DBP (mmHg)	85.8 ± 8.3
Resting HR (beats/min)	77.0 ± 12.8

Data were presented as mean value ± standard deviation. SBP: systolic blood pressure; DBP diastolic blood pressure; HR: heart rate

동안 병원내 통제 운동프로그램에 참가한 11명중 5명은 안정협심증(stable AP)이었고, 관동맥 우회수술을 받은 자가 1명 포함되어 있었지만 모두 수술후 협심통을 경험하지 않는 사람이었다. 운동성 협심증으로 의심이 되는 사람에 대해서는 투약하여 증상을 통제하였다. 본 연구의 대상자는 운동부하테스트시 대부분이 협심증 증상을 보이는 것이 확인되었으나 운동프로그램 처방에 따른 운동수행시에는 그와 같은 증상은 극히 적었다.

본 연구는 1999년3월부터 1999년7월까지 대상자에 대해 연구의 목적 및 조사 내용을 충분히 인지한 후 연구에 자발적으로 참가하였고, 운동부하테스트는 사전에 순환기 전문의사에 의해 심전도, 혈압, 호흡기능 등의 진단 후 실시하였다.

2. 운동부하테스트 및 각 검사 항목의 측정

운동부하테스트는 자전거 에르고미터를 이용하여 분당 60rpm의 회전수로 0watt에서 2분간 준비운동을 실시하고, 매분 15watt씩 부하를 증가시키는 다단계 점증부하법으로 하였다 운동 부하테스트시 심박수(heart rate: HR), 수축기혈압(systolic blood pressure: SBP), 이완기혈압(diastolic blood pressure DBP) 및 주관적 운동강도(*rating of perceived exertion*: RPE) 등의 변화를 관찰하여 피검사의 생리적, 심리적 상태를 계속적으로 주시하였으며, 임상적으로 이상이 없는 것을 확인하였다. 각 부하에 대한 호흡순환계의 반응은 대사측정장치(Fukuda Sangyo, S-6000)에 의해 분석하였다. 또한 LT의 측정을 위해 각 부하 종료 후 매 1분마다 전완정맥에서 1ml씩 채혈하여 젖산분석기(YSI, Model 2300L)로 분석하였다. 젖산성 역치(lactate threshold, LT)의 결정은 Fig. 1에 제시된 바와 같이 운동중 젖산농도가 안정수준, 또는 준비운동의 수준에서 비 직선적으로 급격히 상승하는 시점으로 정의하였고, 그 변곡점을 Beaver 등[27]의 log-log transformation법에

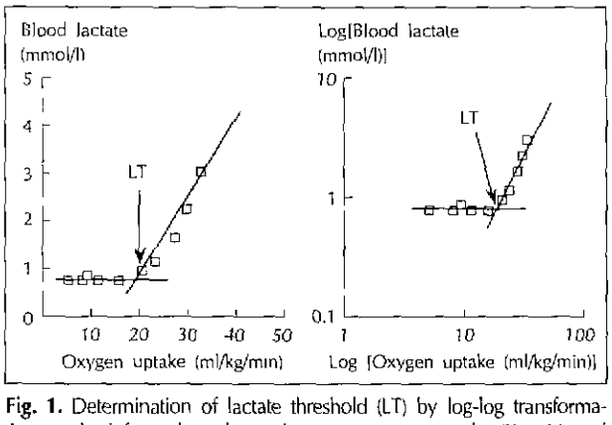

Fig. 1. Determination of lactate threshold (LT) by log-log transformation method from the relation between oxygen uptake (X axis) and blood lactate (Y axis). *Data from one of the subjects used in this study.*

의해 LT에 상당하는 산소섭취량(VO_{2LT}), 심박수(HR_{LT}), 수축기 혈압(SBP_{LT}), 이완기 혈압(DBP_{LT})을 구하였다. 그리고 최고산소섭취량(peak oxygen uptake: VO_{2peak})은 운동중 VO_2의 최대값 또는 levelling-off에 해당하는 VO_2로 하였다. 최대산소섭취량(maximal oxygen uptake: VO_{2max})을 판정할수 있는 대상자가 있었지만, 본 연구에서는 VO_{2peak}로 하였다. 왜냐하면, 운동부하테스트중에 호흡교환비가 1.05이상, 심박수가 예측 심박수의 90%이상에 해당했을 경우, 그 외 환자가 운동중지를 요구했을 경우, 심전도에서 ST저하가 2mm이상 저하 또는 상승했을 경우, 심한 부정맥, 혈압의 급격한 저하 등 안전을 우선하는 의미 때문이었다. 이상과 같은 모든 측정은 운동 실시 전(pre)과 4개월 후(mid), 그리고 8개월 후(post)에 동일요일, 동일시간에 실시하였고, 모든 실험은 오전중에 끝나도록 하였다.

체지방측정은 생체전기임피던스법(Bioimpedance method)[28]으로 측정하였고, 안정시 혈압은 수은혈압계를 이용하여 청진법으로 SBP와 DBP를 측정하였다. 혈압측정에 대해서는 소변 후 15분의 안정상태에서 5분 간격으로 3회 실시하여 낮은 측정치 2회 값의 평균을 구하였다. 측정시간은 오전 9시~10시였다. 운동시 혈압은 운동부하용 혈압 측정장치(Collin STBP-780)를 이용하였다.

체력 항목은 근력을 반영하는 항목인 악력(grip strength), 민첩성 항목인 옆으로 반복뛰기(side to side stepping), 유연성 종목인 체전굴(trunk flexion)과 체후굴(trunk extension), 평형성 항목인 외발서기(leg balance) 그리고 순발력 항목인 수직뛰기(vertical jump)를 측정하였다.

혈액분석을 위한 채혈은 9~12시간의 공복상태에서 대상자가 안정을 취하고 있을 때 주전정맥에서 혈액을 채취한 후 원심분리하여 triglyceride(TG)는 효소법으로 분석하였고 total cholesterol(TC), high density lipoprotein cholesterol(HDLC) 및 low density lipoprotein cholesterol(LDLC)은 Friedewald 등[29]의 방법으로 분석하였다.

3. 운동프로그램 세부사항 및 식사지도

Table 2에 제시된 바와 같이 모든 환자에게 약 90~120분간의 유산소성운동을 주로 한 프로그램을 실시하도록 하였다 운동시 LT수준의 강도로 실시한 것은 장시간의 운동을 지속시켜 지방의 높은 연소율을 유지하고, 근 세포내 현저한 대사성 산성증을 일으키지 않기 때문이다. 운동중에는 심전도의 ST-T level의 변화나 중증의 부정맥 유무, 혈압의 변화, 그리고 주관적 운동강도 등의 평가를 병행하면서 5명에 대하여 적어도 1명의 전문지도자를 배치하여 안전성과 정확성이 높은 운동처방이 되도록 노력하였다. 1회 운동시

Table 2. In-hospital supervised exercise program for IHD patients

Content	Duration	Frequency
1) warm-up: calisthenics, stretching	10 – 20 min	2d/wk
2) Leg cycling[1,2] within work rates from 30 watts below lactate threshold (LT) to 30watts above LT (on the average, at the work rate corresponding to LT), or ground walking/jogging[1] approximately at the level of LT	20 – 40 min	2d/wk
3) Aerobic dancing with low impact[2], or recreational activities	20 – 40 min	2d/wk
4) Flexibility exercise or device free muscle exercise	10 – 20 min	2d/wk
5) Cool-down calisthenics, stretching	5 – 10 min	2d/wk

1 Perceived exertion (11~14 in Borg's 15~grade scale ranging from 6 to 20), work rate, breathing pattern and/or blood pressure were periodically monitored as a sensitive training indicators in all IHD patients

2. Continuous heart rate or electrocardiographic monitoring was also carried out during conditioning on IHD patients judged to be at increased cardiac risks

의 소비 kcal는 개인차가 있었지만, 약 190~230 kcal이었다.

한편, 식사는 한식, 중식, 양식을 보통식으로 하여 1일의 평균섭취열량을 20~25kcal/kg(1식사당 약300~600kcal), 단백질 1.0~1.5g/kg, 당질 열량비 50~60%를 목표로 하였고, 또한 생선, 닭고기, 녹색야채, 수분 등을 많이 섭취하여 단백질, 비타민, 미네랄, 철분 등이 부족하지 않도록 지도하였다. 주요 영양소의 섭취량에 관해 단백질은 체단백의 붕괴가 없도록 하고, 당질은 뇌, 신경계, 적혈구 등에 대한 에너지원이 되는 것과 케토시스에 주의하였고, 지질은 필요한 최소량으로 충분하다는 것을 고려하면서 지도하였다. 영양소 섭취량은 주말 하루를 포함한 3일간의 섭취한 식품 및 분량을 조사자가 직접 관찰 기록하여 그램으로 환산하였다. 이를 다시 한국 영양학회에서 개발한 computer aided nutritional analysis program(CAN program)을 이용하여 총 영양소섭취량, 각 영양소섭취량, 3대 열량영양소의 구성비율을 산출하였다(Table 3)

실제의 식사기록에 의하면 개인차는 있었지만 평균 1,966 kcal/day로 산출되었고, 식사내용을 준수하도록 하여 식사에 의한 영향을 최대한 통제하였다.

4. 자료처리

모든 항목의 운동전, 4개월 후, 8개월 후에 대한 평균치의 차이검증은 일원배치의 분산분석(one-way repeated measures ANOVA design)을 적용하였다. 분산분석의 결과, 유의차가 있는 항목은 post hoc multiple comparison (Scheffe F-test)를 실시하였으며, 각 검사항목은 평균치

Table 3. Mean daily nutrient intakes of the subjects

Items	mean ± SD
Energy (kcal)	1986.3 ± 853.2
Protein (g)	90.7 ± 121.7
Lipid (g)	71.7 ± 41.3
CHO (g)	248.1 ± 112.4
Ca (mg)	554.5 ± 239.8
Fe (mg)	13.24 ± 5.6
Na (mg)	6801.0 ± 2066.8
Vitamin A (IU)	1326.8 ± 212.7
Niacin (mg)	28.2 ± 9.1
Vitamin C (mg)	219.2 ± 50.7

CHO : Protein : Lipid ratio = 53.4 19.5 : 15.4

Table 4. Changes in anthropometric and physical fitness variables during 8-month exercise program

	Pre	4 mo(mid)	8 mo(post)
Anthropometric variables			
Body weight (kg)	56.5 ± 7.1	54.8 ± 6.3	54.8 ± 7.8
BMI	24.3 ± 2.6	23.6 ± 1.9	23.6 ± 2.4
%Body fat (%)	31.4 ± 7.0	28.3 ± 4.9*	28.4 ± 5.1*
Abdominal girth (cm)	86.4 ± 7.6	84.8 ± 7.9	84.7 ± 6.6
Fat free mass (kg)	38.8 ± 6.4	38.7 ± 5.8	39.2 ± 5.9
Physical fitness variables			
Grip strength (kg)	30.1 ± 7.0	29.4 ± 8.0	31.4 ± 7.5
Trunk flexion (cm)	12.1 ± 4.2	16.4 ± 3.2*	17.5 ± 4.1*
Trunk extension (cm)	36.6 ± 11.0	39.7 ± 10.0	40.0 ± 7.9
Vertical jump (cm)	26.8 ± 10.0	29.9 ± 7.7	30.4 ± 9.2
Side stepping (20 step)	27.4 ± 6.6	33.2 ± 6.9	33.6 ± 7.0
Leg balance (sec)	15.7 ± 14.1	19.3 ± 13.3	30.1 ± 18.1*#

Data were presented as mean value ± standard deviation
BMI: body mass index, *: significantly different from pre value;
significantly different from 4-month value

± 표준편차로 표시했다. 검사항목 사이의 상관은 Pearson의 적률상관계수로부터 검토했고, 통계적 유의수준 $\alpha = 0.05$로 설정하였다.

결과 및 고찰

IHD 환자에게 유산소운동을 실시했을 경우, VO_{2max}와 VO_{2LT}의 유의한 증가,[30] 허혈스코어의 유의한 저하,[31] 혈청지질의 유의한 개선,[32,33] 신체조성의 유의한 개선은 여러 선행연구에서 보고되어 있다. 본 연구는 8개월 동안 11명의 IHD 환자를 대상으로 LT수준의 운동강도에 따른 병원내 감시형 운동프로그램의 효과를 목적으로 하여, IHD 환자의 신체조성, 체력, 혈청지질, 안정시와 운동시의 호흡순환계 기능 등에 미치는 효과를 검토하였다.

Table 5. Changes in resting circulatory, pulmonary, and blood lipids during 8-month exercise program

	pre	*4 mo(mid)*	*8 mo(post)*
Resting circulatory and pulmonary variables			
SBP (mmHg)	146.0 ± 7.6	135.8 ± 7.3*	133.8 ± 8.8*
DBP (mmHg)	87.8 ± 8.3	82.6 ± 8.6	79.3 ± 8.6
HR (beats/min)	77.0 ± 12.0	71.3 ± 7.7	71.1 ± 7.5
FEV1.0 (l)	2.21 ± 0.3	2.28 ± 0.3	2.33 ± 0.3
Blood lipids and hematocrit			
TC (mg/dl)	218.3 ± 33.7	213.9 ± 22.0	212.3 ± 26.4
HDLC (mg/dl)	47.3 ± 11.7	46.1 ± 8.8	48.2 ± 9.6
LDLC (mg/dl)	139.0 ± 34.4	139.7 ± 28.7	143.3 ± 28.8
TG (mg/dl)	138.2 ± 76.5	106.7 ± 65.7*	104.9 ± 61.5*
HDLC/TC	0.23 ± 0.08	0.21 ± 0.05	0.22 ± 0.07
AI	3.28 ± 1.9	3.21 ± 1.2	3.10 ± 1.1
Hematocrit	39.7 ± 3.0	39.6 ± 1.0	39.0 ± 3.1

Data were presented as mean value ± standard deviation.
* significantly different from pre value SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure, HR: heart rate, FEV1.0: forced expiratory volume for one second; TC: total cholesterol, HDLC high-density cholesterol, LDLC low-density cholesterol, TG triglyceride; AI atherogenic index

Table 6. Changes in lactate threshold and maximal cardiorespiratory response during 8-month exercise program

	pre	4 mo(mid)	8 mo(post)
lactate threshold			
VO_{2LT} (ml/kg/min)	12.0 ± 2.1	16.2 ± 3.4*	17.1 ± 3.3*
HR_{LT} (beats/min)	111.6 ± 18.3	110.9 ± 17.0	113.7 ± 18.5
SBP_{LT} (mmHg)	185.8 ± 17.5	179.8 ± 20.7	179.2 ± 11.4
DBP_{LT} (mmHg)	100.2 ± 13.4	93.6 ± 11.9	90.0 ± 9.9
maximum value			
VO_{2peak} (ml/kg/min)	17.7 ± 4.2	21.9 ± 5.8*	23.2 ± 5.4*
HR_{peak} (beats/min)	138.6 ± 30.1	139.4 ± 31.9	142.8 ± 26.0
SBP_{peak} (mmHg)	215.9 ± 31.3	214.3 ± 23.1	201.0 ± 20.2
DBP_{peak} (mmHg)	104.2 ± 11.7	99.2 ± 10.4	96.3 ± 9.7

Data were presented as mean value ± standard deviation
*: significantly different from pre value
VO_{2LT}: *oxygen uptake corresponding to lactate threshold*, HR_{LT}: heart rate corresponding to lactate threshold, SBP_{LT} systolic blood pressure corresponding to lactate threshold, DBP_{LT}: diastolic blood pressure corresponding to lactate threshold, VO_{2peak} peak oxygen uptake; HR_{peak}: peak heart rate, SBP_{peak}: peak systolic blood pressure; DBP_{peak}: *peak diastolic blood pressure*

1. 신체조성 및 체력

인체 내에서 과다한 체지방은 IHD의 위험인자이며 체지방 감소를 가져오는 운동이 IHD 환자에게 효과적인 것으로 제시되고 있다.[34] 생체전기 임피던스법으로 측정한 %body fat는 Table 4에 제시된 바와 같이 운동전 약 31.4%에서 4개월 후 약 28.3%로 유의하게 감소되었고, 8개월 후(28.4%)까지 유지되어 신체조성의 개선이 보여졌다. 이러한 결과는 Tanaka 등[35]이 심혈관 질환자 20명을 대상으로 38주간

LT 수준에서 운동요법을 실시한 결과 %body fat가 유의하게 감소되었다는 결과와 동일한 양상을 보였다. 따라서 본 연구에서 채택한 LT수준의 운동강도가 체내 지방을 에너지원으로 동원하는데 적절한 운동강도임을 시사하는 결과로 생각되며, LT수준의 운동강도로 4개월간 운동을 실시하면 체지방을 유의하게 감소시킬 수 있음을 시사해준다.

체력이란 인간의 활동이나 생존의 기초가 되는 신체적 능력을 총칭함으로 체력요인은 매우 중요하다. Haennel 등[36]은 관동맥 우회수술을 받은 환자를 대상으로 근력 트레이닝을 실시한 결과 무릎과 어깨의 근력이 증가되었다는 것을 제시하고 있어 IHD 환자를 위한 근력 트레이닝의 유효성이 입증되고 있다. 본 연구에서도 8개월간 운동프로그램에 포함된 근력운동으로 순발력 항목인 수직뛰기가 26.8 ± 10.0cm에서 30.4 ± 9.2cm로 증가(13.4%)되었다 또한 준비운동과 정리운동에서 실시한 유연체조로 유연성 항목인 외발서기가 15.7 ± 14.1초에서 30.1 ± 18.1초로 향상(44.6%, $p < 0.05$)되었고, 체중감소를 통해 민첩성인 옆으로 반복 뛰기가 27.4 ± 6.6회에서 33.6 ± 7.0회로 증가(22.6%)되어 체력요소들이 전반적으로 향상된 것으로 나타났다. 따라서 체력수준이 높은 사람은 낮은 사람에 비해 심혈관계 질환 위험인자에 관계없이 수명이 연장된다는 보고[37]를 반영할 때 운동부족 상태에 있는 IHD환자에게 적절한 지도하에 운동을 실시한다면 건강유지에 기여할 것이다.

2. 안정시 호흡순환계 기능 및 혈청지질의 변화

강압을 위한 수단으로서 운동의 유효성은 아직 견해의 일치를 보이고 있지 않지만, 유산소운동은 모든 연령에 관계없이 혈압을 저하시키며,[38][39] DBP보다는 SBP에서 그리고 정상적인 혈압을 가진 사람보다는 고혈압인 사람에게서 효과가 더 높은 것으로 보고되고 있다.[40] 이것은 주로 노르에피네프린의 저하에 따른 교감신경의 억제, 순환 혈액량의 감소, 심박수의 저하 등이 강압기전으로 예측되고 있다.[41][42] IHD 환자를 대상으로 12개월간 주당 4~5회 비교적 높은 강도의 운동을 실시한 결과 최대하 부하강도에서의 SBP이 유의하게 감소하여 운동의 유효성이 증명되고 있다.[43]

본 연구에서도 운동프로그램 실시 전에 경계역 고혈압을 나타낸 환자가 4명 포함되어 있었지만, Table 5에 제시된 바와 같이 SBP와 DBP가 각각 운동전 146.0 ± 7.6mmHg 및 87.8 ± 8.3mmHg에서 4개월 후 135.8 ± 7.3mmHg ($p < 0.05$) 및 82.6 ± 8.6mmHg으로 감소되었고, 감소효과는 8개월 후까지 지속되었다. 따라서 운동시작 후 4개월에 강압효과는 나타나지만 운동기간을 연장시켜도 혈압은 저하시키기 어렵다고 사료된다.

운동과 혈청지질에 관한 연구에서 유산소운동은 HDLC를 높이고 LDLC 및 TG를 낮추는 것으로 보고되고 있다.[43-45] Hartung 등[46]은 3개월간의 유산소운동에 의해 체중과 TC의 변화가 나타나지 않았음에도 불구하고, 남성 CHD환자의 HDLC가 평균 6.2mg/dl($p < 0.05$) 증가 했다고 하였다. 그러나, 본 연구에서는 운동실시 전에서 8개월 후에 걸쳐 TG가 유의한 저하를 나타냈고, 통계적으로 유의하지 않았지만 TC(2.8%), HDLC(2.0%)가 개선되었다. Brownell 등[48]의 보고와 같이 HDLC에 운동이 미치는 영향성은 남녀 차이와 함께 HDLC의 상승을 나타내기 위해서는 보다 장기간에 걸친 계속적인 운동(운동량의 증가)이 필요할 것이다. 또한, HDLC는 운동에 의해 증가된다고 제시되고 있으나 HDLC의 변화에 대해서는 체중조절 기간, 섭취열량의 제한정도, 운동 및 알코올섭취 여부 등에 따라 영향을 받는다는 연구[49]도 제시되고 있어 추후 이에 대한 상세한 연구가 요청된다.

3. 운동시 호흡순환계 기능의 변화

전신지구력의 지표로 이용되고 있는 VO_{2Peak}는 Table 5에 제시된 바와 같이 운동전에서 8개월 간에 걸쳐 유의한 증가(약 5.5 ml/kg/min)를 나타내었다. 이러한 결과는 본 연구와 같은 환자를 대상으로 유산소운동을 실시한 Hartung과 Rangel[50]의 연구결과와 일치했다. 골격근에서 유산소성 대사능력을 반영한다고 생각되는 VO_{2LT}는 12.0 ± 2.1ml/kg/min에서 17.1 ± 3.3ml/kg/min으로 약 43% 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 심장의 작업효율이나 관동맥 순환의 개선보다는 훈련에 의한 골격근 내 미토콘드리아 양이나 모세혈관 밀도의 증가와 같은 산소이용계의 적응과 젖산의 산화적 제거능력이 항진되기 때문인 것으로 제시되었다.[51] 그러나 최근 들어 심근의 혈류와 좌심실 기능의 향상에 의해 유산소성능력이 향상된다는 보고[52]도 제시되고 있어 추후 연구되어야 할 과제로 생각된다. 이와 같이 VO_{2max}와 VO_{2LT}가 증가했다는 것은 그 증가분에 따른 운동량의 상한이 높아지는 것을 시사하고, 이것은 특히 유산소 능력이 낮은 IHD 환자가 생활의 질(quality of life)을 향상시키는데 기여할 것이다. 본 연구에서는 HR_{LT}와 HR_{peak}는 변화하지 않았기 때문에 유산소성 운동능력의 증가에는 골격근 조직에서 동정맥산소차나 심박출량의 향상이 관여한 것으로 사료된다.

결 론

본 연구는 11명의 여성 IHD 환자를 대상으로 LT 수준의 운동강도로 8개월간 실시한 운동프로그램의 효과를 알아보

기 위한 것이었다. 본 연구를 통해 %body fat와 SBP가 감소되었고, VO_{2max}와 VO_{2LT}의 유산소능력이 개선되었다. 심혈관 위험인자와 관련이 있는 지질 성분들은 TG의 유의한 감소를 제외하고는 큰 변화가 없었다. 따라서 운동프로그램 4개월에 얻어진 효과는 운동프로그램이 종료될 때까지 지속되었기 때문에 대상자의 적응상태에 따라 운동강도를 LT에 상당하는 산소섭취량의 증가량에 일치되게 조정한다면 IHD 환자를 위한 치료에 더욱 효과적일 것이다.

Literature cited

1) Ekelund LD, Haskell WL, Whaley FS, Criqui MH, Sheps DS. Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men. the Lipid Research Clnics Mortality Follow-up Study. *N Engl J Med* 319 1379-1384, 1988
2) Kannel WB, Belanger AJ, D'Agostino RB, Israel I. Physical activity and physical demand on the job and risk of cardiovascular disease and death The Framingham Study. *Am Heart J* 112. 820-825, 1986
3) Leon AS, Connett J, Jacobs DR, Rauramа R. Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death. *JAMA* 258· 2388-2395, 1987
4) Paffenbarger RS Jr, Hyde RT. Exercise in the prevention of coronary heart disease. *Prev Med* 13 3-22, 1984
5) Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *JAMA* 25· 538-545, 1993
6) Paffenbarger RS, Kampert JB, Lee I-M, Hyde RT, Leung RW, Wing AL. Changes in physical activity and other lifeway patterns influencing longevity. *Med Sci Sports Exerc 26*· 857-865, 1994
7) Squires RW, Gau GT, Miller TD, Allison TG, Lavie CJ. Cardiovascular rehabilitation. *Mayo Clin Proc* 65. 731-755, 1990
8) Lavie CJ, Milani RV, Littman AB, Benefits of cardiac rehabilitation and exercise training in secondary coronary prevention in the elderly. *J Am Coll Cardiol* 22. 678-683, 1993
9) Ades PA, Huang D, Weaver SO, Cardiac rehabilitation participation predicts lower rehospitalization costs. *Am Heart J* 123 916-921, 1992
10) Oldrige NB, Guyatt GH, Fischer ME, Rimm AA. Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. *JAMA 260*: 945-950, 1988
11) Young DR, Steinhardt MA. The importance of physical fitness versus physical activity for coronary artery disease risk factors a cross-sectional analysis. *Res Q Exerc Sport* 4. 377-384, 1993
12) Hagberg JM. Physiologic adaptation to prolonged high-intensity exercise training in patients with coronary artery disease. *Med Sci Sports Exerc* 23· 661-667, 1991
13) Ohnish D, Brown S, Scherwitz LW, Billings JH, Armstrong WT, Ports TA, McLanahan SM, Kirkeeide RL, Brand RJ, Gould KL Can lifestyle changes reverse coronary heart disease? *Lancet* 336· 129-133, 1990
14) Haskell WL, The efficacy safety of exercise programs in cardiac rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc* 26 815-823, 1994
15) Van Camp SP, Peterson RA. Cardiovascular complications of cardiac rehabilitation programs. *JAMA* 256. 1160-1163, 1986
16) American Heart Association. Exercise standards A statement for health professional from the american heart association. *Dallas* American Heart Association, 1991
17) American College of Sports Medicine, Guidelines for Exercise Testing and Prescription. *Philadelphia* Lea & Febiger. 93-110, 1991
18) Kiyonaga A, Arakawa K, Tanaka H, Shindo M. Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise. *Hypertension* 7: 125-131, 1985.
19) Tanaka H, Shindo M. The benefits of the low intensity training. *Ann Physiol Anthropol* 11. 365-368, 1992
20) Nho H, Tanaka K, Takeda M, Nakanishi T, Unno H, Hiyama T. Health benefits of exercise conditioning in patients with essential hypertension. *Med Sci Sports Exerc* 27· S217, 1995
21) Nho H, Tanaka K, kim HS, Watanabe Y, Hiyama T. exercise training in female patients with a family history of hypertension. *Eur J Appl Physiol* 78 1-6, 1998
22) Hagberg JM Physiological implications of the lactate threshold. *Int J Sports Med* 5· 106-109, 1984
23) Tanaka K, Yoshimura T, Sumida S, Mitsuzono R, Tanaka S, Konishi Y, Watanabe H, Yamada T, Maeda K. Transient responses in cardiac function below, at, and above anaerobic threshold *Eur J Appl Physiol* 55: 356-361, 1986
24) Borg GAV. Perceived exertion a note on "history" and methods. *Med Sci Sports Exerc* 5 90-93, 1973
25) Demello JJ, Cureton KJ, Boineau RE, Singh MM. Ratings of perceived exertion at the lactate threshold in trained and untrained men and women. *Med Sci Sports Exerc* 19. 354-362, 1995
26) Report of the Joint International Society and Federation on Cardiology/World Health Organization Task Force on Standardization of Clinical Nomenclature Nomenclature and criteria for diagnosis of ischemic heart disease. *Circulation* 59· 607, 1979
27) Beaver WL, Wasserman K, Whipp B Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *J Appl Physiol* 59 1936-1940, 1985
28) Nakadomo F, Tanaka K, Hazama T, Maeda K. Validation of body composition assessed by bioelectrical impedance analysis *Japan J Appl Physiol* 20 321-330, 1990
29) Friedewald WT, Levy RL, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18 499-502, 1972
30) Ehsani AA, Martin WH III, Heath GW, Coyle EF. Cardiac effects of prolonged and intense exercise training in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* 5: 246-254, 1982
31) Froelicher V, Jensen D, Genter F, Sullivan M, Mckirnan MD, Witztum K, Scharf J, Strong ML, Ashburn W. A randomized trial of exercise training in patients with coronary heart disease. *JAMA* 252 1291-1297, 1984
32) Hartung GH, Squires WG, Goto AM Jr. Effect of exercise training on plasma high-density lipoprotein cholesterol in coronary disease patients. *Am Heart J* 101. 181-184, 1981
33) Ballantyne FC, Clark RS, Simpson HS, Ballantyne D. The effect of moderate physical exercise on the plasma lipoprotein subfractions of male survivors of myocardial infarction. *Circulation* 65· 913-918, 1982
34) Hauner H, Stangl K, Schmatz C, Burger K, Blomer H, Pfeiffer EF. Body fat distribution in men with angiographically confirmed coronary artery disease. *Atherosclerosis* 85 203-210, 1990
35) Tanaka K, Hiyama T, Watanabe Y, Asano K, Takeda M, Hayakawa Y, Nakadomo F. Assessment of exercise-induced alterations body composition of patients with coronary heart disease *Eur J Appl Physiol* 66. 321-327, 1993
36) Haennel RG, Quinney HA, Kappagoda CT. Effects of hydraulic circuit training following coronary artery bypass surgery. *Med Sci Sports Exerc* 23. 158-165, 1991
37) Lee CD, Blair SN, Jackon AS. Cardiorespiratory fitness, body composition, and al-cause and cardiovascular disease mortality in men. *AM J Clin Nutr* 69· 373-380, 1999
38) Arroll B, Beaglehole R. Does physical activity lower blood pressure a critical review of the clinical trials. *J Clin Epidemiol* 45·439-447, 1992
39) Kelley G, McClellan P. Antihypertensive effects of aerobic exercise

Am J Hypertens 7 115-119, 1994
40) Fagard RH, Prescription and results of physical activity. *J Cardiovasc Pharmacol* 25 Suppl. 1: S20-S27, 1995
41) Cooksey JD, Reilly P, Brown S, Bomze H, Cryer PE Exercise training and plasma catecholamines in patients with ischemic heart disease. *Am J Cardiol* 42: 372-376, 1978
42) Kiyonaga A, Arakawa K, Tanaka H, Shindo M. Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise. *Hypertension* 7: 125-131, 1985
43) Ehsani AA, Martin WH, Heath GW, Coyle EF. Cardiac effects of prolonged and intense exercise training in patients with coronary artery disease *Am J Cardiol* 34 764-769, 1974
44) Tran ZV, Weltman A, Glass GV, Mood DP. The effects of exercise blood lipids and lipoprotein. A meta-analysis of study. *Med Sci Sports Exerc* 15: 393-402, 1983
45) Dufaux B, Order U, Muller R, Hollman W. Delayed effects of prolonged exercise on serum lipoprotein. *Metabolism* 35: 105-109, 1986
46) Wood D, Stefanick WL, Dreon DM. Changes in plasma lipids and lipoproteins in overweight men during weight loss through dieting as compared with exercise. *N Engl J Med* 319 1173-1179, 1988
47) Hartung GH, Squires WG, Goto AM, Jr. Effect of exercise training on plasma high-density lipoprotein cholesterol in coronary disease patients *Am Heart J* 101: 181-184, 1981
48) Brownell KD, Bachorik PS, Ayerle RS Changes in plasma lipid and lipoprotein levels in men and women after a program of moderate exercise *Circulation* 65: 477-484, 1982
49) Dattilo MA, Kris-Etherton PM. Effects of weight reduction on blood lipids and lipoprotein: A meta analysis. *AM J Clin Nutr* 56 320-328, 1992
50) Hartung GH, Rangel R. Exercise training in post-myocardial infarction patients comparison of results with high risk coronary and post-bypass patients. *Arch Phys Med Rehab* 62 147-150, 1981
51) Rousseau MF, Brasseur LA, Detry JR. Hemodynamic determinants of maximal oxygen uptake in patients with healed myocardial infarction influence of physical training *Circulation* 48: 943-949, 1973
52) Hagberg JM. Physiologic adaptations to prolonged high-intensity exercise training in patients with coronary artery disease. *Med Sci Sports Exerc* 23 661-667, 1991