

## Association between Metabolic Syndrome and Physical Fitness in Postmenopausal Women

Min-Ju Ku<sup>1</sup>, Kyung-A Shin<sup>2</sup>, Kwang-Jun Ko<sup>3</sup> and Jae-Keun Oh<sup>4,†</sup>

<sup>1</sup>Department of Exercise Prescription, National Fitness Center, Seoul 138-050, Korea

<sup>2</sup>Department of Laboratory Medicine Bundang Jesaeng Hospital, Sunghnam-si, Gyeonggi-do 463-774, Korea

<sup>3</sup>Department of Health Management, Hana Healthcare, Seoul 134-060, Korea

<sup>4</sup>Department of Health and Exercise Science, Korea National Sport University, Seoul 138-763, Korea

The research is performed in order to know the relationship between the metabolic syndrome and the physical fitness targeted for menopausal women (over 45 years). All subjects were divided into 4 groups; group without risk factors of metabolic syndrome (MS-0: n=74), group having one risk factor of metabolic syndrome (MS-1: n=68), group having two risk factors of metabolic syndrome (MS-2: n=44), and group having more than three risk factors of metabolic syndrome (MS  $\geq$  3: n=30). All groups' height, weight, body mass index and percent of body fat were measured. High density lipoprotein cholesterol (HDL), triglyceride, glucose and blood pressure (BP) levels were measured. Their cardiorespiratory (VO<sub>2</sub>max) endurance, muscular strength, muscle endurance, and flexibility were measured. HDL, triglyceride, glucose and BP levels in MS-1, MS-2, and MS  $\geq$  3 group were significantly greater than those of MS-0 group. The endurance (VO<sub>2</sub>max) in MS  $\geq$  3 group was higher than that of MS-0 group. Multiple regression with the risk factors of metabolic syndrome and the physical fitness showed a statistical significance in only VO<sub>2</sub>max. We found that the risk factors of the metabolic syndrome adversely affect postmenopausal women's VO<sub>2</sub>max and that a decreased VO<sub>2</sub>max may have prognostic value for the prediction of metabolic syndrome.

**Key Words:** Postmenopausal woman, Metabolic syndrome, Physical fitness, Cardiorespiratory endurance

### 서 론

대사증후군은 복부비만, 고지혈증, 고혈압 발생의 원인이 되어 신체대사에 장애를 초래하며, 죽상경화증으로 인한 관상동맥질환, 뇌혈관 및 말초혈관 질환과 같은 심혈관 질환의 발병위험률을 증가시킨다 (Malik et al., 2004). 이와 같은 대사증후군은 인슐린 저항성이 주된 원인으로 내당능 장애, 고혈압, 고지혈증, 동맥경화증과 같은 만성 질환을 하나의 질환으로 군집화 시킨 것이다 (Björntorp, 1990; Kissebah and Krakower, 1994; Després, 1998; Folsom et al., 2000). 2004년 통계에 의하면 미국의 경우 전체 인구

의 약 22%, 60세 이상에서는 약 40%가 대사증후군으로 보고되고 있으며, 20년간 추적 조사한 결과 전체인구의 약 23.7%에서 대사증후군 유병률을 보이고 있다 (Gupta et al., 2004). 우리나라 역시 심혈관 질환과 관련된 대사증후군의 유병률은 지속적인 증가 추세를 보이고 있다 (Lee et al., 2004).

나이에 따른 대사증후군의 유병률은 30대 이후에 연령 증가와 함께 점진적으로 증가하는 경향을 나타내다가 50대 이후에는 급격한 증가를 보인다. 특히 여성은 남성보다 2배 이상 높은 유병률을 나타내고 있으며, 폐경기 이후의 증가는 더욱 뚜렷하다 (Park et al., 2003). 또한 폐경기 여성은 대사증후군 위험요인을 가진 경우 뇌졸중 및 심혈관 질환의 발병위험이 3배 이상 높으며, 질환의 조기발견을 위해 대사증후군 위험요인에 대한 관리가 강조되고 있다 (Isomaa et al., 2001; 보건복지부, 2005).

지질대사를 포함한 비만 관련 대사증후군 역시 폐경기 이후 급격히 증가하는데, 이는 폐경에 의한 에스트로겐

\*Received: 6 January, 2012 / Revised: 30 March, 2012  
Accepted: 30 March, 2012

†Corresponding author: Jae-Keun Oh, Department of Health and Exercise Science, Korea National Sport University, Seoul 137-763, Korea.  
Tel: 010-3719-5419, e-mail: sportsomd@knsu.ac.kr

©The Korean Society for Biomedical Laboratory Sciences. All rights reserved.

감소와 내분비 기능 저하, 노화에 따른 에너지 소비량의 감소로 인해 체내 지방 축적과 더불어 복부 지방이 증가하는 지방분포에 변화가 생기기 때문이다 (Ford et al., 2002; Calle et al., 2003; Jo, 2003; Bray, 2004). 이와 같은 지질대사 변화와 복부의 지방 축적은 인슐린 저항성 및 심혈관 질환 위험요인의 증가와 밀접한 연관성을 보이는 것으로 알려져 있다 (Lindheim et al., 1994; Carr, 2003).

폐경으로 인한 이와 같은 변화는 신체활동량의 감소에 따른 심폐지구력의 저하와 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고된다 (Shin and Kang, 2005). 그러나 이러한 대사증후군 위험요인은 운동을 통해 감소하는 것으로 알려져 있는데 (Katzmarzyk et al., 2003), 신체리듬 운동이 폐경기 여성의 신체구성과 대사증후군 위험요인에 긍정적인 영향을 미친다 (Kang and Kim, 2009; Kim and Park, 2009). 또한 Jo (2003)는 폐경 이후 여성에서 운동 프로그램이 건강 관련 체력 및 신체구성을 향상시킨다고 보고하였으며, 규칙적인 유산소 운동은 중년 여성의 신체구성 및 심폐체력에 효과적인 것으로 알려져 있다 (Thompson et al., 1997; Kokkinos et al., 2001).

역학조사를 통해서도 비활동적이고 낮은 심폐체력을 가진 경우에 대사증후군 유병률이 더 높은 것으로 확인되어 신체활동의 중요성이 부각되고 있으며 (Coakley et al., 1998), 여성의 건강과 삶의 질 향상을 위해 폐경 이후의 질병예방과 건강관리가 중요하게 인식되고 있다 (Koo and Park, 2010).

그러나 아직까지 대사증후군에 대한 병리생리학적 기전은 명확하지 않으며, 체력요인과 대사증후군 간의 관련성에 관한 연구는 대부분 일반 성인과 청소년을 대상으로 한 연구들로써 폐경기 이후 여성에 대한 연구가 필요하다 (Liese et al., 1998; Sinaiko et al., 2001; Katzmarzyk et al., 2003). 또한 이러한 연구들은 대사증후군의 유·무에 의한 차이를 규명한 것으로, 대사증후군으로 진단되기 전 단계인 대사증후군 위험요인을 1~2개 가진 군에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 폐경기 여성을 대상으로 대사증후군 위험요인의 정도에 따라 네 집단으로 분류하여 심폐지구력, 근력, 근지구력, 유연성의 체력요인 간에 차이를 검증하고, 대사증후군 위험요인이 체력요인에 미치는 영향을 분석하여 폐경 이후 여성의 대사증후군 예방과 감소를 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 연구 대상자 및 방법

### 연구 대상자

이 연구는 서울 소재 N 검진센터에 내원하여 건강 검진과 체력 검사를 시행한 45세 이상 폐경 여성을 대상으로 하였다. 설문을 통해 폐경 유·무를 조사하였으며, 마지막 생리가 끝난 후 적어도 1년 이상 경과 하거나, 혈중 난포자극 호르몬 (follicle stimulating hormone: FSH)이 40 U/L 이상인 대상자를 선정하였다.

대상자들은 연구 목적과 내용에 대하여 충분히 이해하고 검사에 동의한 총 216명으로, 대사증후군 위험요인의 정도에 따라 위험 요인이 없는 정상군 (MS-0), 위험요인을 1개 가진 군 (MS-1), 위험요인을 2개 가진 군 (MS-2), 3개 이상의 위험요인을 가진 대사증후군 진단군 (MS-3)으로 분류하였다 (Table 1). 또한 이 연구는 서울 소재 N 검진센터 임상시험 윤리위원회 (IRB)의 승인을 받아 진행되었다.

### 대사증후군 진단

대사증후군 진단 기준은 NCEP-ATP III (National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III, 2001)에서 제시한 허리둘레 (여성: >80 cm), 중성지방 ( $\geq 150$  mg/dL), HDL 콜레스테롤 (여성: <50 mg/dL), 수축기와 이완기 혈압 ( $\geq 130/85$  mmHg), 공복 혈당 ( $\geq 110$  mg/dL)의 5가지 항목 중 3개 이상 해당되면 대사증후군으로 정의하였다. 본 연구에서는 복부비만 기준을 세계보건기구 (WHO, 2000)에서 정의한 체질량지수 (body mass index: BMI)  $25\text{kg}/\text{m}^2$  이상으로 대체하였다.

사전 설문지를 통해 유전적인 병력이 있는 사람과 현재의 질병으로 인해 수술이나 약물을 복용하는 사람은 대상에서 제외하였으며, 과거력에 당뇨병, 고혈압이 있는 경우 대사증후군 진단 기준 항목에 해당하는 것으로 하였다.

### 대사증후군 위험요인의 측정

다주파수 임피던스기기 (X-scan plusII, Jawon, Korea)를 사용하여 공복상태에서 신장, 체중, 체지방률 (% body fat)을 측정하였으며, 체중 (kg) / 신장 ( $\text{m}^2$ )으로 신체질량지수를 구하였다. 안정 시 혈압을 측정하기 위해 전자 혈압계 (FT-500R plus, Jawon, Korea)를 사용하였으며, 10분간 안정상태에서 수축기와 이완기 혈압을 2회 측정하여 평

균값을 적용하였다. 혈액 분석은 12시간 공복상태에서 주 전정맥 (antecubital vein)에서 채혈을 하였으며, HDL 콜레스테롤 (high density lipoprotein cholesterol), 중성지방 (triglyceride), 공복 혈당 (glucose)을 분석하기 위해 gel 과 혈액응고 촉진제가 들어있는 진공상태의 SST 채혈관 (serum separate tube, Becton Dickinson Vacutainer System, Franklin Lakes, NJ)에 주입 후 3,400 rpm에서 10분간 원심 분리 후 혈청을 분리하여 SELECTRA-XL (Netherlands) 생화학 분석기로 상기 변수들을 측정하였다.

### 체력 측정

**심폐지구력.** 자전거 에르고미터 (Aerobike 75II, Combi, Korea) 장비를 사용하여 피험자의 뒷발에 심박수 감지센서를 부착하고 성별, 연령, 체중을 입력하였다. 피험자는 5분간 안정을 취한 후 안정 시 맥박을 측정하고 분당 회전수는 50 rpm을 시작으로 하였다. 또한 추정 최고 맥박수의 75%에 있어 산소섭취량과 운동강도를 최대산소섭취량으로 구하였다. 추정 최고 심박수에 대한 공식은  $Maximum\ heart\ rate = [205 - (0.75 \times \text{연령})]$ 으로 하였다.

**상체 근지구력:** 상체 근지구력은 팔굽혀펴기를 측정하였다. NTCS 1001 (Nuritec, Korea) 장비를 사용하여 피험자가 평면보다 15cm 높이 설정된 바 (bar)를 잡고 무릎을 바닥에 놓게 한 상태에서 신호음이 울리면 가슴이 10 cm 정도 내려가게 팔을 굽혔다가 펴는 동작을 1회로 측정하였다. 제한시간은 없고 최대한 많이 시행한 횟수를 측정하였다.

**복근 근지구력:** 복근 근지구력은 윗몸일으키기를 측정하였다. NTCS 1001 (Nuritec, Korea)을 사용하여 피험자는 누워서 무릎을 구부린 상태에서 발을 고정시키고 양손은 가슴에 X자로 하였다. 신호음이 울리면 누운 자세에서 윗몸을 일으켜 팔꿈치가 무릎에 닿으면 1회 실시한 것으로 하였으며, 1분 동안 반복 횟수를 측정하였다.

**근력:** 근력 측정은 악력 검사로 하였으며, NTCS 1001 (Nuritec, Korea) 장비를 사용하여 손가락 두 번째 관절이 직각이 되도록 조절하여 그림을 잡은 다음 팔을 45도 정도 내린 상태에서 몸에 닿지 않게 하였다. 피험자는 신호음과 함께 최대한 힘껏 잡아당기면 3초 정도 지속적으로 높은 수치를 측정하였다.

**유연성:** 유연성 검사는 윗몸 앞으로 굽히기를 측정하였다. NTCS 1001 (Nuritec, Korea) 장비를 사용하여 피험자는 무릎과 양손을 펴서 측정자 위에 손을 대고, 신호음이 울리면 상체를 최대한 굽히면서 손끝이 최대한 아래로 내려간 상태로 2초간 정지한 거리를 측정하였다.

### 자료분석 및 통계처리

이 연구에서 얻어진 자료는 SPSS/PC Window 18.0 통계프로그램을 이용하여 기술 통계치 (Mean  $\pm$  SD)를 산출하였으며, 대사증후군 위험요인의 정도에 따라 네 집단으로 분류하여 집단 간 체력요인의 차이를 검증하기 위해 일원변량분석 (One-way ANOVA)을 적용하였다. 집단 간 차이가 있는 경우 사후검증은 Bonferroni를 실시하였다. 또한 체력요인이 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 알아보기 위하여 다중선형회귀분석 (multiple linear regression)을 실시하였으며, 통계적 유의 수준은  $P < 0.05$ 로 설정하였다.

## 결 과

### 대사증후군 위험요인 정도에 따른 신체적 특성

대사증후군 위험요인 정도에 따른 신체적 특성은 Table 1에 제시한 바와 같이 연령, 신장은 집단 간 차이가 없는 것으로 나타났다. 신체적 특성 중 체중과 체질량지수는 대사증후군 위험요인의 증가와 함께 점진적으로 증가하는 것으로 나타났으며 (각각  $P < 0.001$ ), 특히 MS-2군과 MS $\geq$ 3군은 MS-0군과 MS-1군에 비해 증가를 보였다. 체지방률은 MS-1군에서도 정상군보다 유의하게 높았다. 수축기와 이완기 혈압, 중성지방 또한 위험요인의 증가와 함께 점차적으로 증가하는 경향을 보였으며 (각각  $P < 0.001$ ), MS-1군에서도 MS-0군에 비해 유의한 증가를 보였다. 공복 혈당은 위험요인 증가와 함께 증가하는 경향을 보였으며 ( $P < 0.001$ ), MS-2군과 MS $\geq$ 3군이 MS-0군보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 그러나 HDL 콜레스테롤은 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 ( $P < 0.001$ ), 위험요인의 증가와 함께 감소하는 경향을 보였다. MS-0군에 비해 MS-1군이 유의하게 낮은 것으로 나타났으며 MS $\geq$ 3군은 MS-0군, MS-1군, MS-2군에 비해 낮게 나타났다.

### 대사증후군 위험요인 정도에 따른 체력요인

대사증후군 위험요인 정도에 따른 체력요인의 차이는

**Table 1.** Characteristics and metabolic profile according to number of metabolic syndrome abnormalities

Variable	No. of metabolic syndrome abnormalities				P	Post Hoc (Bonferroni)
	MS-0	MS-1	MS-2	MS≥3		
Subjects, n (%)	74 (34.3%)	68 (31.5%)	44 (20.4%)	30 (13.9%)		
Age (years)	54.5 ± 4.8	54.6 ± 4.2	54.7 ± 5.5	55.1 ± 5.5	0.946	NS
Height (cm)	156.9 ± 4.8	156.3 ± 5.1	155.3 ± 4.2	156.2 ± 5.5	0.399	NS
Weight (kg)	55.5 ± 5.6	57.6 ± 7.3	61.4 ± 7.7	64.4 ± 7.6	<0.001***	a<c***d***, b<c*d***
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.5 ± 1.8	23.6 ± 2.7	25.4 ± 3.0	26.4 ± 2.8	<0.001***	a<c***d***, b<c***d***
% body fat (%)	30.2 ± 2.8	31.2 ± 3.9	32.8 ± 3.8	33.9 ± 3.2	<0.001***	a<b***c***, b<c*d***
Systolic BP (mmHg)	111.9 ± 9.7	119.9 ± 14.8	128.1 ± 12.2	133.9 ± 10.8	<0.001***	a<b***c***d***, b<c*d***
Diastolic BP (mmHg)	67.7 ± 6.7	71.8 ± 9.9	76.0 ± 8.4	81.7 ± 8.1	<0.001***	a<b*c***, a<d***, b<d***, c<d*
HDL-C (mg/dL)	63.1 ± 8.6	57.3 ± 12.3	58.3 ± 11.6	49.9 ± 11.6	<0.001***	a*>b, a***b*c**>d
Triglyceride (mg/dL)	73.3 ± 29.3	100.1 ± 44.7	137.2 ± 59.9	162.8 ± 66.0	<0.001***	a<b*c***d***, b<c***d***
Glucose (mg/dL)	82.5 ± 8.8	84.8 ± 11.0	90.6 ± 15.7	91.5 ± 12.8	<0.001***	a<c**d**

MS, metabolic syndrome; n, number of tested subjects; BMI, body mass index; BP, blood pressure; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; NS, no significant; a, MS-0; b, MS-1; c, MS-2; d, MS≥3; \*,  $P<0.05$ ; \*\*,  $P<0.01$ ; \*\*\*,  $P<0.001$ . (mean ± standard deviation).

**Table 2.** The comparison of physical fitness according to number of metabolic syndrome abnormalities

Variable	No. of metabolic syndrome abnormalities				P	Post Hoc (Bonferroni)
	MS-0	MS-1	MS-2	MS≥3		
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	25.6 ± 4.7	24.8 ± 5.4	23.9 ± 3.6	22.8 ± 3.8	0.024	a*>d
Push-up (rep)	12.3 ± 8.7	10.9 ± 7.8	11.9 ± 9.0	12.9 ± 10.2	0.702	NS
Sit-up (rep/min)	10.5 ± 8.8	9.2 ± 9.1	8.9 ± 9.2	9.6 ± 9.5	0.769	NS
Grip power (kgf)	22.5 ± 5.3	22.9 ± 3.9	24.4 ± 5.7	24.3 ± 4.0	0.120	NS
Sit reach (cm)	10.5 ± 8.8	12.2 ± 7.3	10.6 ± 8.0	11.9 ± 5.8	0.325	NS

a, MS-0; b, MS-1; c, MS-2; d, MS≥3; \*,  $P<0.05$ . (mean ± standard deviation).

**Table 3.** Multiple linear regression with physical fitness and metabolic syndrome risk factors

Variable	B	SE	95% CI for OR	t-value	P
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	-.047	.016	-.079 to -.015	-2.857	0.005*
Push-up (rep)	.009	.010	-.011 to .028	0.870	0.385
Sit-up (rep/min)	.001	.009	-.018 to .020	0.095	0.925
Grip power (kgf)	-.001	.009	-.029 to .008	-1.138	0.256
Sit reach (cm)	-.013	.010	-.038 to .008	-1.224	0.222

$R^2=0.060$ ,  $F=2.670$

CI, confidence interval; OR, odds ratio;  $R^2$ , coefficient of determination; \*,  $P<0.05$ .

Table 2와 같다. 체력요인 중 심폐지구력 (VO<sub>2</sub>max)은 MS-0군에 비해 MS≥3군이 통계적으로 유의하게 낮게 나타났다 ( $P<0.05$ ). 그러나 상체와 복근 지구력, 근력, 유연성은 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

#### 체력요인이 대사증후군 위험요인에 미치는 영향

체력요인이 대사증후군 위험요인에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 체력요인 중 심폐지구력 (VO<sub>2</sub>max)이 높을수록 대사증후군 위험요인이 낮은 것으로 나타났으나 ( $R^2=0.060$ ,  $P=0.005$ ), 상체와 복근 지구력, 근력, 유연성

은 대사증후군 위험요인에 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

## 고 찰

이 연구는 폐경기 여성을 대상으로 대사증후군 위험요인이 없는 정상군과 위험요인을 1개 가진 군, 위험요인을 2개 가진 군, 3개 이상의 위험요인을 가진 대사증후군 진단군의 네 집단으로 분류하여 집단 간 신체구성 및 체력요소의 차이를 비교하고, 체력요인이 대사증후군에 미치는 영향을 분석하기 위해 실시하였다.

폐경기 여성은 에스트로젠 분비의 감소를 보완하기 위해 근육은 감소하고 체지방이 증가하는 형태로 체중 증가를 보이는데, 이는 인슐린 저항성과 함께 제 2형 당뇨병, 고혈압, 이상지질혈증, 고인슐린혈증, 동맥경화를 포함한 대사증후군 발병률을 높인다 (Rexrode et al., 1998; Huang et al., 1999; Carr, 2003; Monzillo et al., 2003). Solymoss 등 (2003)은 대사증후군 위험요인과 심혈관 질환의 유병률은 서로 밀접한 관련을 보이지만 체중 감량을 통해 긍정적인 효과가 있는 것으로 보고하였다. 또한 Mun 등 (2003)은 대사증후군과 비만인을 대상으로 체중 감소를 통해 인슐린 저항성을 낮추며, 이상지질혈증과 같은 대사증후군 위험요인이 감소하는 효과가 있다고 하였다 (Park, 2008). 다른 연구들에서도 체중 감소를 통해 대사증후군 위험요인 및 대사증후군 유병률의 감소를 보고하고 있으며 (Park et al., 2004), 체지방이 높은 사람일지라도 운동을 하는 집단이 체지방이 높으면서 운동을 하지 않는 집단에 비해 대사증후군에 긍정적인 것으로 나타났다 (Lee et al., 2005; Stewart et al., 2005).

이 연구에서는 폐경기 여성을 대상으로 대사증후군 위험요인의 수가 증가할수록 점진적으로 체지방량 및 수축기와 이완기 혈압은 높아지며, HDL 콜레스테롤은 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 폐경에 따라 수축기와 이완기 혈압의 증가를 나타내며, 체지방량지수가 증가할수록 대사증후군 위험 정도가 증가한다는 연구와 일치하는 결과이다 (Shin and Kang, 2005). 대사증후군 위험요인의 수가 증가할수록 비례해서 심혈관 질환으로 사망할 상대위험도가 더욱 증가하는 것으로 알려져 있으며 (Reynolds and He, 2005), Apple (2003)의 보고에 따르면 대사증후군 위험요인 중 고혈압은 연령 증가 뿐 아니라 인슐린 저항성에 의해서도 증가하는 것으로 보고하였다. 그러나 Laaksonen 등 (2002)은 중등도의 신체활동으로도 체중 감

소에 의한 대사증후군의 현저한 감소를 보고하고 있어 폐경기 여성에게도 규칙적인 신체활동의 중요성이 강조되어진다.

건강 관련 체력은 일상생활을 활기차게 수행할 수 있는 능력을 말하며, 심폐지구력, 근력, 근지구력, 유연성, 신체구성의 5가지로 구성된 기초체력으로써 체력저하와 운동부족은 관상동맥질환, 심장병, 비만 등의 증가와 관련이 있다 (ACSM, 2005). 유산소와 근육운동을 포함한 모든 신체활동은 심혈관 질환의 위험을 줄이며, 심폐체력의 저하는 심혈관 질환 위험인자의 증가와 관련이 있다 (Tanasescu et al., 2002; Carnethon et al., 2003). 이러한 심폐기능은 연령이 증가함에 따라 좌심실 비대를 나타내고 이로 인해 심박출량이 감소하여 심폐체력 또한 감소하는 것으로 알려져 있다 (Shephard et al., 1991; Cho and Kim, 2008). 성인기에 최대산소섭취량은 연령 증가와 함께 연간 평균 1%씩 감소하며, 연령이 10세 증가할 때마다 약 5 ml/kg/min씩 감소하는 것으로 나타났다 (Jackson et al., 1996). 또한 Brown 등 (1982)은 40대 이상 성인 여성에서 신체활동 부족으로 인한 체중의 증가와 체력저하 현상이 뚜렷하게 나타나며, 여성에 있어서 낮은 심폐체력은 관상동맥, 심혈관 및 대사성 질환의 위험요인을 더 많이 내재하고 있다고 보고하였다 (Wessel et al., 2004).

이 연구에서 대사증후군 위험 정도에 따라 심폐지구력인 최대산소섭취량은 대사증후군 진단군에 비해 정상군에서 높게 나타났으며, 대사증후군 위험요인이 1개 또는 2개인 대사증후군으로 진행하기 전단계군에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 최대산소섭취량이 높을수록 대사증후군 위험요인이 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 모집단 코호트 추적연구에서 심폐체력이 비만과 관련이 있으며, 낮은 심폐체력은 심혈관 위험요인의 증가와 관련이 있다는 연구결과를 반영하는 결과이며 (Carnethon et al., 2003), Kang 등 (2005)의 최대산소섭취량과 대사증후군에 관한 연구에서 최대산소섭취량은 대사증후군 위험요인의 수가 아닌 대사증후군 유·무에 의해서만 차이를 보였다는 결과와 일치한다. 결과적으로 폐경기 여성에 있어서 최대산소섭취량은 대사증후군의 상태를 반영하며, 대사증후군 진단군을 결정하는 예측인자로 생각된다.

이러한 비만, 지질대사이상과 같은 대사증후군은 비약물적 요법인 유산소 훈련을 통해 개선 가능하며, 운동능력을 나타내는 MET (metabolic equivalents: 대사당량)가 1 MET 높아지면 생존율이 12% 증가한다는 보고는 체력

의 향상을 통해 대사증후군 위험요인이 조절 가능할 것으로 사료된다 (Myers et al., 2002). 이 연구의 제한점으로 는 대사증후군 진단 기준 중 복부비만을 체질량지수로 대체한 점이기는 하나, 체질량지수는 내장지방의 예측 치로서 대체 가능한 지표로 알려져 있다 (Janssen et al., 2002).

결론적으로 폐경기 여성에 있어서 체력요인 중 심폐지 구력 (VO<sub>2</sub>max)이 높을수록 대사증후군 위험요인은 낮은 것으로 나타났으나, 본 연구가 후향적 연구라는 점에서 원인과 결과를 규명하기에는 제한점이 있다. 따라서 폐경 기 여성에서 심폐지구력의 증가가 대사증후군 위험요인 감소에 긍정적인 영향을 미치는지와 관련된 전향적 연 구가 필요할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- American College of Sports Medicine. ACSM's Guide lines for Exercise Testing and Prescription (7th ed). 2005.
- Appel LJ. Lifestyle modification as a means to prevent and treat high blood pressure. *J Am Soc Nephrol*. 2003. 14: S99-S102.
- Björntorp P. "Portal" adipose tissue as a generator of risk factors for cardiovascular disease and diabetes. *Arteriosclerosis*. 1990. 10: 493-496.
- Bray GA. Medical consequences of obesity. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004. 89: 2583-2589.
- Brown RM Jr, Haigler C, Cooper K. Experimental induction of altered nonmicrofibrillar cellulose. *Science*. 1982. 218: 1141-1142.
- Calle EE, Rodriguez C, Walker-Thurmond K, Thun MJ. Overweight, obesity, and mortality from cancer in prospectively studied cohort of U.S. adults. *N Engl J Med*. 2003. 348: 1625-1638.
- Carnethon MR, Gidding SS, Nehme R, Sidney S, Jacobs DR Jr, Liu K. Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA*. 2003. 290: 3092-3100.
- Carr MC. The emergence of the metabolic syndrome with menopause. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003. 88: 2404-2411.
- Cho SY, Kim YI. Association of low exercise capacity and increased cardiovascular risk factors in metabolic syndrome. *Korean Society of Sport and Leisure Studies*. 2008. 34: 1337-1345.
- Coakley EH, Kawachi I, Manson JE, Speizer FE, Willett WC, Colditz GA. Lower levels of physical functioning are associated with higher body weight among middle-aged and older women. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998. 22: 958-965.
- Després JP. The insulin resistance-dyslipidemic syndrome of visceral obesity: effect on patients' risk. *Obes Res*. 1998. 6: 8S-17S.
- Expert panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*. 2001. 285: 2486-2497.
- Folsom AR, Kushi LH, Anderson KE, Mink PJ, Olson JE, Hong CP, Sellers TA, Lazovich D, Prineas RJ. Association of general and abdominal obesity with multiple health outcomes in older women: the Iowa Women's Health Study. *Arch Intern Med*. 2000. 160: 2117-2128.
- Ford ES, Giles WH, Dietz WH. Prevalence of the metabolic syndrome among U.S. adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*. 2002. 287: 356-359.
- Gupta R, Deedwania PC, Gupta A, Rastogi S, Panwar RB, Kothari K. Prevalence of the metabolic syndrome in an Indian urban population. *Int J Cardiol*. 2004. 97: 257-261.
- Huang Z, Willett WC, Colditz GA, Hunter DJ, Manson JE, Rosner B, Speizer FE, Hankinson SE. Waist circumference, Waist:hip ratio, and risk of breast cancer in the Nurses' Health Study. *Am J Epidemiol*. 1999. 150: 1316-1324.
- Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsén B, Lahti K, Nissén M, Taskinen MR, Groop L. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 2001. 24: 683-689.
- Jackson AS, Wier LT, Ayers GW, Beard EF, Stuteville JE, Blair SN. Changes in aerobic power of women, ages 20~64 yr. *Med Sci Sports Exerc*. 1996. 28: 884-891.
- Janssen I, Heymsfield SB, Allison DB, Kotler DP, Ross R. Body mass index and waist circumference independently contribute to the prediction of nonabdominal, abdominal subcutaneous, and visceral fat. *Am J Clin Nutr*. 2002. 75: 683-688.
- Jo SB. Changes of physical fitness and bone density following to swimming and resistance training in postmenopausal women. *Korean Society of Sport and Leisure Studies*. 2003. 19: 1435-1444.
- Kang MR, Sung JD, Yoo BC, Choi YH, Jae SY, Chung JH, Min YK, Lee MS, Kim KW, Lee MK. Maximal oxygen uptake

- (VO<sub>2</sub>max) and metabolic syndrome. Korean Diabetes Association. 2005. 29: 65-71.
- Kang SJ, Kim BR. Effects of aerobic exercise intensity on insulin resistance, rennin-angiotensin 2 and C-reactive protein in patients with metabolic syndrome. Korean Society of Exercise Physiology. 2009. 18: 443-454.
- Katzmarzyk PT, Leon AS, Wilmore JH, Skinner JS, Rao DC, Rankinen T, Bouchard C. Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the HERITAGE Family STUDY. Med Sci Sports Exerc. 2003. 35: 1703-1709.
- Kim NJ, Park JY. The effects of long terms senior body rhythm exercise program of body composition and metabolic syndrome risk factors in post-menopausal obese elderly women. Korean Society of Growth and Development. 2009. 17: 127-131.
- Kissebah AH, Krakower GR. Regional adiposity and morbidity. Physiol Rev. 1994. 74: 761-811.
- Kokkinos PF, Narayan P, Papademetriou V. Exercise as hypertension therapy. Cardiol Clin. 2001. 19: 507-516.
- Koo JO, Park SY. Analysis of BMI, menopause, blood pressure and dietary habits affecting bone mineral density of 30~60 years women. Korean Society of Community Nutrition. 2010. 15: 403-414.
- Korea ministry of Health & Welfare. National Health and Nutrition Survey. 2005. 38-43.
- Laaksonen DE, Lakka HM, Niskanen LK, Kaplan GA, Salonen JT, Lakka TA. Metabolic syndrome and development of diabetes mellitus: application and validation of recently suggested definitions of the metabolic syndrome in a prospective cohort study. Am J Epidemiol. 2002. 156: 1070-1077.
- Lee JY, Kim DY, Park SH, Han TK, Lee SH, Kim DH, Ann ES, Kang HS. Correlation of abdominal obesity, cardiopulmonary fitness, and metabolic syndrome in pre- and post-menopausal women. Korean Society of Exercise Physiology. 2005. 14: 535-544.
- Lee WY, Park JS, Noh SY, Rhee EJ, Kim SW, Zimmet PZ. Prevalence of the metabolic syndrome among 40,698 Korean metropolitan subjects. Diabetes Res Clin Pract. 2004. 65: 143-149.
- Liese AD, Mayer-Davis EJ, Haffner SM. Development of the multiple metabolic syndrome: an epidemiologic perspective. Epidemiol Rev. 1998. 20: 157-172.
- Lindheim SR, Buchanan TA, Duffy DM, Vijod MA, Kojima T, Stanczyk FZ, Lobo RA.. Comparison of estimates of insulin sensitivity in pre and postmenopausal women using the insulin tolerance test and the frequently sampled intravenous glucose tolerance test. J Soc Gynecol Investig. 1994. 1: 150-154.
- Malik S, Wong ND, Franklin SS, Kamath TV, L'Italien GJ, Pio JR, Williams GR. Impact of the metabolic syndrome on mortality from coronary heart disease, cardiovascular disease, and all causes in United States adults. Circulation 2004. 110: 1245-1250.
- Monzillo LU, Hamdy O, Horton ES, Ledbury S, Mullooly C, Jarema C, Porter S, Ovalle K, Moussa A, Mantzoros CS. Effect of lifestyle modification on adipokine levels in obese subjects with insulin resistance. Obes Res. 2003. 11: 1048-1054.
- Mun MG, Jo YM, Im S, Park GS, Lee HG. Metabolic syndrome. Korean Endocrine Society. 2003. 18: 105-119.
- Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. N Eng J Med. 2002. 346: 793-801.
- Park HS, Sim SJ, Park JY. Effect of weight reduction on metabolic syndrome in Korean obese patients. J Korean Med Sci. 2004. 19: 202-208.
- Park HS, O SU, Kang JH, Park YU, Choe JM, Kim YS, Choe UH, Yu HJ, Kim YS. Prevalence and associated factors with metabolic syndrome in South Korea-from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-. Korean Society for the Study of Obesity. 2003. 12: 1-14.
- Park WK. Comparison of health-related physical fitness, inflammatory markers and anti-oxidative capacity after swimming and resistance exercise program between pre-menopausal and post-menopausal women. Korean Society of Growth and Development. 2008. 16: 117-124.
- Rexrode KM, Carey VJ, Hennekens CH, Walters EE, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, Manson JE. Abdominal adiposity and coronary heart disease in women. JAMA. 1998. 280: 1843-1848.
- Reynolds K, He J. Epidemiology of the metabolic syndrome. Am J Med Sci. 2005. 330: 273-279.
- Shephard RJ, Montelpare W, Plyley M, McCracken D, Goode RC. Handgrip dynamometry, Cybex measurements and lean mass as markers of the aging of muscle function. Br J Sports Med. 1991. 25: 204-208.
- Shin SA, Kang HS. Comparison of obesity indices, cardio-respiratory fitness, and metabolic syndrome markers between pre- and post-menopausal women. Korean Society of Exercise Physiology. 2005. 14: 193-202.

- Sinaiko AR, Jacobs DR Jr, Steinberger J, Morgan A, Luepker R, Rocchini AP, Prineas RJ. Insulin resistance syndrome in childhood: associations of the euglycemic insulin clamp and fasting insulin with fatness and other risk factors. *J Pediatr*. 2001. 139: 700-707.
- Solymoss BC, Bourassa MG, Lespérance J, Levesque S, Marcil M, Varga S, Campeau L. Incidence and clinical characteristics of the metabolic syndrome in patients with coronary artery disease. *Coron Artery Dis*. 2003. 14: 207-212.
- Stewart KJ, Bacher AC, Turner K, Lim JG, Hees PS, Shapiro EP, Tayback M, Ouyang P. Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *Am J Prev Med*. 2005. 28: 9-18.
- Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA*. 2002. 288: 1994-2000.
- Thompson PD, Yurgalevitch SM, Flynn MM, Zmuda JM, Spannaus-Martin D, Saritelli A, Bausserman L, Herbert PN. Effect of prolonged exercise training without weight loss on high-density lipoprotein metabolism in overweight men. *Metabolism* 1997. 46: 217-223.
- Wessel TR, Arant CB, Olson MB, Johnson BD, Reis SE, Sharaf BL, Shaw LJ, Handberg E, Sopko G, Kelsey SF, Pepine CJ, Merz NB. Relationship of physical fitness vs body mass index with coronary artery disease and disease and cardiovascular events in women. *JAMA*. 2004. 292: 1179-1187.
- World Health Organization. West Pacific Region. The Asia-pacific Perspective: redefining obesity and its treatment. International Obesity Task Force. 2000. 2: 15-21.
-