



# 대사증후군과 스포츠의학

양 윤 준\* | 인제대학교 의과대학 일산백병원 가정의학과

## The metabolic syndrome and sports medicine

Yun Jun Yang, MD\*

Department of Family Medicine, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Goyang, Korea

\*Corresponding author: Yun Jun Yang, E-mail: jyang@paik.ac.kr

Received May 26, 2011 · Accepted June 10, 2011

The metabolic syndrome may lead to cardiovascular disease. A greater number of physical activities and better fitness decrease the prevalence and incidence of metabolic syndrome. Exercise increases insulin sensitivity and longer activities make the effect greater. Studies have shown that physical activity is also helpful in treating the metabolic syndrome. Moderate aerobic physical activity for more than 30 minutes almost every day (at least 5 or more days a week) is recommended to prevent and treat the metabolic syndrome. Moderate aerobic physical activity for more than 150 minutes total per week with intermittent resting days may be effective in managing the metabolic syndrome. Intermittent activity for periods of at least 10 minutes has been shown to be as effective as continuous activity. Examples of moderate activities are walking, brisk walking, table tennis, vacuuming, and playing drums. For a more accurate exercise prescription, a target heart rate can be used, calculated by the formula: 'target heart rate = intensity x (maximal heart rate - resting heart rate) + resting heart rate'. The intensity for moderate physical activities is 40% to 50%. Maximal heart rate is assumed to be '220-age'. Resistance exercise two or three times a week per muscle group is also recommended. Reducing sedentary life habits such as watching TV, playing video games, and working on a computer is recommended, too. The more physical activities in everyday life, the better the results for the metabolic syndrome. However, the exact amount of physical activity for the metabolic syndrome should be determined by further studies in Korea. Physical activity is an essential tool in the prevention and treatment of the metabolic syndrome.

**Keywords:** Metabolic syndrome; Physical activity; Insulin resistance; Physical fitness; Exercise

### 서 론

대사증후군은 혈중 지질 이상(고밀도 지단백 콜레스테롤이 낮고 중성지방이 높음), 혈당 상승, 고혈압, 복부 비만을 특징으로 하며, 인슐린 저항성이 원인이라고 여겨지고 있는 증후군이다. 세계 성인 인구의 20-25%가 대사증후군

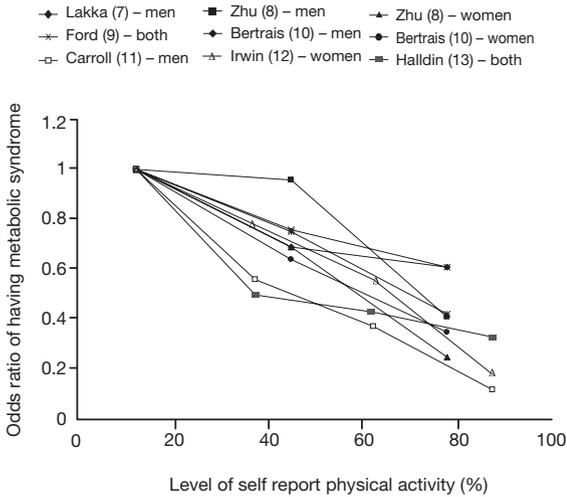
을 앓고 있는 것으로 추정되고 있는데, 대사증후군을 오래 앓게 되면 심혈관계 합병증 발생 확률이 높아지기 때문에, 관심을 기울이고 있는 것이다. 대사증후군이 있으면 없는 사람에 비해 사망률이 2배, 심장 발작이나 뇌졸중 발생 가능성이 3배, 제2형 당뇨병 위험이 5배 증가한다. 심혈관계 위험 인자를 여러 개 가지고 있는 대사증후군은 각 위험 인자에 의한

위험의 합보다 더 많은 위험성을 내포하게 된다. 대사증후군의 원인이 분명히 밝혀지지는 않았지만 인슐린 저항성과 복부 비만이 중요 역할을 하는 것으로 여겨지고 있다. 유전, 신체 활동 저하, 고령, 호르몬 변화와 염전 상태 등도 병인에 역할을 할 것으로 추정되고 있다. 간, 골격근, 지방 조직에서 인슐린 저항성이 생기면 포도당이 흡수되지 않아서 고혈당 상태가 되며, 좀 더 많은 인슐린이 필요하게 된다. 초기에는 이에 대응하여 인슐린을 많이 만들어내기 때문에 인슐린 수치가 높다가, 췌장 베타 세포의 인슐린 생산 능력이 고갈되게 되면 고혈당 상태가 된다. 복부 비만은 인슐린 저항성과 대사증후군에 관련이 있다. 비만하면 고혈압, 높은 콜레스테롤, 낮은 고밀도 지단백 콜레스테롤을 가져올 뿐만 아니라 비만 자체가 높은 심혈관 질환의 원인이 된다. 즉 높은 체질량 지수가 제2형 당뇨병, 관상동맥질환, 암 등의 위험을 증가시켜서 심각하게 건강을 해롭게 만든다. 대사증후군은 세계보건기구, European Group for the Study of Insulin Resistance, the National Cholesterol Education Program-Third Adult Treatment Panel (ATP III), 세계당뇨병연맹 (International Diabetes Federation, IDF) 등에서 정의를 내렸다. 그 중 2005년에 IDF와 American Heart Association (AHA)/National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI)에서 각각 제시한 대사증후군의 진단기준이 현재 가장 널리 사용되고 있으며, IDF 진단기준이 복부비만을 대사증후군 진단의 필수 인자로 받아들인다는 점을 제외하면, 두 진단기준 간의 차이점은 없다. IDF의 대사증후군 진단기준은 복부 비만이 있는 상태에서 다음 대사 이상 중 두 가지 이상을 만족하는 것이다[1]. 1) 중성지방 150 mg/dL 이상 또는 치료제 복용; 2) 고밀도 지단백 콜레스테롤(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C) <40 mg/dL (남성), <50 mg/dL (여성) 또는 치료제 복용; 3) 수축기 혈압 130 mmHg 이상 또는 이완기 혈압 85 mmHg 이상 또는 고혈압 치료제 복용; 4) 공복 혈당 100 mg/dL 이상 또는 제2형 당뇨병 진단 등이다. AHA/NHLBI ATP III 2005에서 제시한 진단기준은 다음 중 세 가지 이상을 만족하는 것이다[2]. 1) 허리둘레 ≥90 cm (남성), 85 cm (여성) (대한비만학회 권고안); 2) 중성지방 150 mg/dL 이상 또는 치료제 복용;

3) HDL-C <40 mg/dL (남성), <50 mg/dL (여성) 또는 치료제 복용; 4) 수축기 혈압 ≥130 mmHg 또는 이완기 혈압 ≥85 mmHg 또는 고혈압 치료제 복용; 5) 공복 혈당 ≥100 mg/dL 또는 당뇨병 치료제 복용 등이다.

## 대사증후군이 얼마나 흔한가?

미국 국민건강영양조사에 의하면 2006년에 연령보정 대사증후군 유병률이 34.2%이었다. 우리나라 국민건강영양 조사를 분석한 논문에 따르면 한국인의 대사증후군 유병률은 1998년 24.9%, 2001년 29.2%, 2005년 30.4%, 2007년 31.3% 등으로 매년 평균 약 0.6%씩 증가하였다. 즉 미국의 대사증후군 유병률보다는 작지만 증가 추세이다. 2007년 성별 유병률은 남자 29.0%, 여자 32.9%로 여성이 더 높았다. 대사증후군 요소 중 '낮은 HDL-C 혈중수치' 유병률은 1998년 36.4%에서 2007년 50.2%로 10년간 13.8% 늘었다. 당뇨병 유병률은 23.9%에서 26.3%로 2.4% 증가했다. 같은 기간 복부비만 환자는 32.5%에서 41.3%로 8.7% 늘고 고중성지방혈증 유병률도 28.3%에서 33.2%로 4.9% 높아졌다. 반면 고혈압 유병률은 41.0%에서 34.5%로 10년간 6.5% 감소했다[3]. 우리나라 노인의 대사증후군 유병률도 국민건강영양조사 자료로 분석되었는데, 국내 노인의 2002년 대사증후군의 유병률은 ATP III의 진단기준에 의하면 60-69세 남자가 22.9%, 여성은 40.4%였으며 70세 이상에서는 남성이 7.9%, 여성은 37.1%였다. 2007년의 65세 이상 노인 대사증후군 유병률은 수정된 ATP III의 진단 기준에 의해 41.7% (남), 63.2% (여)이었다. 진단과 나이 구분이 다르기 때문에 직접 비교는 불가하지만 5년 사이에 노인 대사증후군이 증가한 것으로 추정된다[4]. 우리나라 소아청소년의 대사증후군 유병률은 2005년 국민건강영양조사 자료를 토대로 분석된 논문이 있는데, IDF 소아청소년 대사증후군 진단기준을 적용하여 구하였다. IDF 소아청소년 대사증후군 진단기준은 성인의 IDF 대사증후군 진단기준처럼 복부비만이 진단에 필수적이다. 16세 이상의 기준은 성인과 동일하며, 10-15세 소아청소년은 복부비만(성별, 연령별 허리둘레 90백분위수[성인의 절단 값이 더 낮다면, 성인의 절단 값] 이



**Figure 1.** Summary of cross-sectional physical activity and metabolic syndrome studies using categories of physical activity that could be used to examine dose-response [6].

상)과 다음 대사 이상(중성지방 $\geq 150$  mg/dL, HDL-C $< 40$  mg/dL, 수축기 혈압 $\geq 130$  mmHg 또는 이완기 혈압 $\geq 85$  mmHg, 공복 혈당 $\geq 100$  mg/dL 또는 제2형 당뇨병 진단) 중 두 가지 이상을 만족하면 대사증후군으로 진단하였다. 2005년 국민건강영양조사 검진조사에 참여한 10-19세 한국 소아청소년의 대사증후군 유병률은 2.0 $\pm$ 0.5%(남자, 3.1 $\pm$ 0.8%; 여자, 0.8 $\pm$ 0.4%)로 조사되었다[5].

### 신체활동과 대사증후군

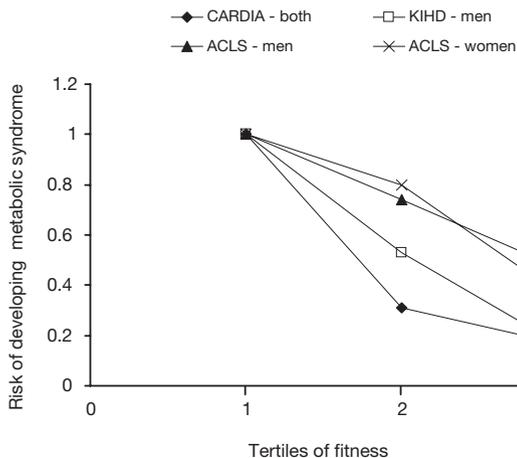
대사증후군은 인슐린 저항성으로 인한 질병이고, 인슐린 저항증은 대부분 과체중과 비만에 의해서 발생한다. 따라서 대사증후군에서 체중조절은 필수적이다. 체중감량을 위해서는 운동과 식사조절이 반드시 필요하다. 식사요법만 시행하면 지방과 함께 체지방(lean body mass)도 같이 소실되어 기초대사율이 떨어지므로 조금만 먹어도 살이 찌는 요요 현상이 발생하기 쉽기 때문이다. 음식 섭취 감량에 따르는 기초대사량 감소는 열량 섭취를 줄인 24-48시간 후에 시작되며 2주만에 20%까지도 감소된다. 기초대사량 감소 정도는 원래 체중과다에 상관없이 20-30%에 달한다. 기초대사량이 전체 열량 소모의 60-70%에 해당하므로 기초대사량

20-30% 감소는 체중감량을 더디게 만든다. 체지방에서는 대사가 활발히 일어나므로 체지방이 많으면 기초대사량이 높게 유지된다. 또한 휴식할 때 지방 산화를 증가시켜서 나이에 따르는 지방 증가를 방지한다. 또 운동은 식사 감량에 의한 지방산화도를 억제시킨다. 식사를 적게 하면 신체는 가급적 지방을 많이 섭취하여 축적하는 방향으로 적응한다. 즉 지방 식사에 대한 입맛이 당기게 하며 혹시 남아도는 에너지가 있으면 지방으로 전환하여 축적하려는 경향을 보인다. 따라서 식사를 적게 먹다가 간혹 많이 섭취하게 되면 지방이 많아진다. 운동은 이러한 지방 산화도를 억제하여 체중 조절에 좋은 영향을 미친다. 따라서 식사 조절과 함께 운동을 같이 해야 한다.

### 1. 대사증후군과 신체활동의 관련성

신체활동과 대사증후군의 관련성에 대한 연구에서 신체적으로 활동적인 군이 비활동적인 군에 비해 대사증후군 발병률과 유병률이 낮았다. 대부분의 단면연구에서 대사증후군 유병률과 설문 측정 신체활동량 사이에 반비례가 발견되었다(Figure 1) [6].

신체활동량이 대사증후군 발병에 미치는 영향에 대한 잘 짜여진 전향적 코호트 연구는 3개가 발견되었다. 대사증후군이 없는 612명의 중년 남성을 대상으로 4년간 추적 관찰한 코호트 연구에서 107명이 대사증후군에 걸렸는데, 주 3시간의 중간 강도 또는 격렬한 여가 신체활동을 하는 군은 비활동군에 비해 대사증후군이 반만 생겼다. 격렬한 활동은, 특히 체력이 약한 사람에서, 대사증후군 발생에 있어서 좀 더 강한 반비례 관계를 보였다[14]. 874명의 백인 중년 남녀를 대상으로 시행한 전향적 코호트 연구에서도 신체활동량이 많은 군에서 대사증후군에 덜 걸렸는데 특히 체력이 좋지 않았던 군에서 그 효과가 좋았다[15]. 한 전향적 코호트 연구에서는 중년 백인 남녀 605명을 대상으로 5.6년간 추적 조사하였는데, 체력에 상관 없이 신체활동량이 대사증후군 여부를 결정하였다. 즉 체력 향상이 없더라도 신체활동량이 많으면 대사증후군이 예방된다는 뜻이다[16]. 그런데, 일반적으로 신체활동량이 증가하면 체력이 좋아진다. 하지만 반드시 그런 것은 아니다. 체력이 유전에 의해 선천



**Figure 2.** Summary of longitudinal fitness and metabolic syndrome studies that used categories of fitness to examine dose-response relations. CARDIA, coronary artery risk development in young adults; KIHD, kuopio ischemic heart disease risk factor study; ACLS, aerobic center longitudinal study [6].

적으로 좋거나 나쁜 사람이 있기 때문이다. 따라서 체력과 대사증후군의 상관관계를 살펴 볼 필요가 있는데, 모든 전향적 연구에서 측정된 체력과 대사증후군 발생 위험은 강력하게 반비례하였다(Figure 2) [6]. 따라서 자가 설문 보고와 측정된 심폐 지구력 모두 대사증후군 예방과 관련 있었다고 할 수 있으며, 체력 향상 여부에 상관 없이 신체활동이 많으면 대사증후군이 예방된다. 신체활동과 대사증후군의 관련성은 남녀 모두에서 증명되었다. 연구들은 남자 또는 여자만 대상으로 하거나, 남녀 모두 포함해서 진행되었는데, 신체활동과 대사증후군의 관련성은 남녀에서 유사하게 나타났다. 즉 남녀 모두 많은 신체활동 및 높은 체력이 낮은 대사증후군과 관련되었다. 청소년에 대한 자료는 제한적이지만, 그 결과는 성인과 유사하다. 즉 신체활동량이 많을수록 체력이 좋을수록 대사증후군에 덜 걸린다. 인종별 차이를 규명한 연구는 없으며 대부분의 연구는 백인을 대상으로 이루어졌는데, 다른 인종에 대한 연구가 많지는 않지만 결과는 백인 대상과 유사하여 인종간 차이는 크지 않을 것이라 추정된다. 대사증후군 유병률과 TV 시청이나 컴퓨터 사용으로 보내는 시간과는 직접적인 관련이 있다. 한 연구에 의하면 하루 4시간 이상 TV 시청이나 컴퓨터 사용으로 보내는 사람들

은 1시간 이내 사람들에 비해 대사증후군 위험이 2배 높았다[17]. 대사증후군의 병인인 인슐린 감수성과 운동의 관련성에 대한 연구도 있었다. Houmard 등[18]은 154명의 남녀를 6개월간의 운동군과 대조군으로 나누었고, 운동군은 중강도/저운동량군(최고 산소섭취량의 40-55% 강도로 주 12 마일 걷기, 운동 시간은 170분/주), 고강도/저운동량군(최고 산소섭취량의 65-80% 강도로 주 12 마일 조깅, 운동 시간은 115분/주), 고강도/고운동량군(최고 산소섭취량의 65-80% 강도로 주 20 마일 조깅, 운동 시간은 170분/주)으로 나뉘었다. 인슐린 감수성은 운동군에서 좋아졌는데, 주당 170분 운동군이 주당 115분 운동군보다 더 많이 향상되었다. 즉 고강도로 짧게 운동하는 것보다는 중강도든 고강도든 길게 운동하는 것이 바람직하다.

## 2. 대사증후군 치료로서 신체활동의 역할

대사증후군의 구성요소에 대한 운동효과에 대해서는 많은 연구들이 있다. 176명의 남성과 217명의 여성을 대상으로 5.6년간 추적 조사한 연구에 의하면 지방량이나 체력향상에 관계 없이 신체활동량이 대사 위험을 감소시켰다[19]. 우리나라 연구에서도 유사한 결과였는데, 32명의 초등학생에게 신체활동과 행동수정을 병합하여 시행한 군 즉 50분간 힙합댄스와 실내운동을 일주일에 2회 8주간 시행한 군은 행동수정만 시행한 군에 비해 허리둘레, 혈당, HDL-C에서 긍정적인 변화가 있었다[20]. 대사증후군에 해당하는 75세 이상 여성 20명(운동 10명, 대조 10명)을 대상으로, 유산소운동, 저항운동, 요가 등으로 구성된 복합트레이닝(유산소+저항운동)을 1회 60분씩, 주 4회, 12주간 실시하였더니 허리둘레, 중성지방, 혈당, 수축기 혈압, 이완기 혈압이 유의하게 감소되었고, HDL-C이 유의하게 증가되었다[21]. 65세 이상 여성 45명을 간헐적 걷기, 지속적 걷기, 대조군으로 나누어, 간헐적 걷기군은 매회 10분의 걷기를 4시간 간격으로 하루 3회 실시하고 지속적 걷기군은 1일 1회 30분의 지속적인 걷기를 실시하였다. 걷기운동 두 군은 주 3회의 빈도로 12주간 걷기를 시행하였다. 그 결과 이완기 혈압을 제외한 수축기 혈압, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 혈당에서 걷기를 실시한 두 집단 모두 긍정적인 개선효과가 나타났다

[22]. 이 논문은 10분씩 나누어 시행한 단속적 운동도 효과가 있음을 보여주었다. 대사증후군 자체가 치료되는지에 대한 연구는 많지 않다. HERITAGE 연구 자료를 이용하여 Katzmarzyk 등[23]은 대사증후군이 있는 105명의 대상자에게서 20주간의 유산소 운동이 중성지방 콜레스테롤, 혈압, 공복 혈당과 허리둘레를 좋아지게 하여, 대사증후군 유병률이 30.5% 감소하였다고 발표하였다. 하지만 이 연구에서는 대조군이 없었다는 단점이 있다. STRRIDE 연구 자료를 이용하여, Johnson 등[24]은 130명의 운동군(다양한 강도의 걷기나 조깅)에서는 허리둘레, 중성지방 콜레스테롤, 혈압이 좋아졌지만 41명의 대조군에서는 변화가 없었다고 보고하였다. 대사증후군 유병률도 41%에서 27%로 감소하였다. 대조군에서는 39%에서 46%로 오히려 증가하였다. 이 두 연구에 의해 대사증후군의 치료에 운동이 효과적일 것임을 시사하고 있지만, 좀 더 많은 연구가 필요하다. 특히 효과를 충분히 볼 수 있을 정도로 전향적으로 디자인된 임상연구가 더 요구된다.

### 3. 근력운동의 효과

근력운동 또는 근력 정도가 대사증후군 예방이나 치료에 관련이 있는지에 대한 연구는 매우 드물다. Aerobic Center Longitudinal Database의 단면연구나 종적 연구(longitudinal report)에 의하면 더 큰 근력은 적은 대사증후군과 연관되어 있다. 20-80세 3,233명 남성을 대상으로 6.7±5.2년간 추적 조사한 결과 480명이 대사증후군에 이환되었는데 근력이 증가할수록 적게 걸렸다. 반비례관계는 흡연, 음주, 최초 대사 위험 인자수, 가족력을 보정해도 변하지 않았지만 심폐지구력을 보정했을 때는 사라졌다[25]. 인슐린 감수성에서 골격근 역할의 중요성을 감안하면, 저항 운동의 대사증후군 예방과 치료 효과에 대한 연구가 더 필요하다.

### 4. 신체활동 방법에 대한 연구 결과

규칙적 유산소 신체활동이 대사증후군 위험을 감소시키는데, 대사증후군 예방을 위한 신체활동량에 대한 연구 결과를 정리하면 중간 강도 활동이나 고강도 활동을 일주일에 120-180분 시행하면 효과적이다. Johnson 등[24]은 171명

의 남녀를 대조군과 3개의 8개월간 운동군 즉 중간 강도/저운동량 군(주당 19 km 걷기에 해당), 고강도/저운동량군(주당 19 km 조깅에 해당), 고강도/고운동량군(주당 32km 조깅에 해당)으로 나누어 운동 시행 결과 첫째와 셋째 운동군의 효과가 둘째 운동군보다 좋았다. 따라서 중간 강도 운동을 매일 30분 동안 시행해도 대사증후군을 좋아지게 한다는 점을 시사하였다. 같은 연구에서 성별 차이를 분석하였는데 남녀간 차이가 거의 없었다. 일반적으로 10분씩 나누어 시행하는 단속적 운동도 지속적 운동만큼 효과가 있는데, 대사증후군에서도 단속적 운동의 효과가 있다[22].

## 대사증후군 관리를 위한 신체활동 방법

성인에서 대사증후군의 예방 및 치료를 위해 시행할 신체활동 방법에 대한 지침 제안은 다음과 같다.

가급적 많이 움직이며, 평소보다 숨이 조금 더 차는 정도의 중간 강도 신체 활동을 하루에 30분 이상씩 일주일에 5일 이상 실천한다. 또는 일주일에 150분을 시행하되 가급적 여러 날에 나누어서 시행하고 신체활동은 10분씩 나누어 시행해도 된다. 근력 운동은 신체 부위별로 일주일에 2-3회 실시하면 적절하며 TV나 비디오 시청, 게임, 컴퓨터 작업 등과 같은, 움직이지 않고 보내는 여가 시간을 하루 2시간 이내로 줄이는 것이 좋다.

즉 유산소운동과 근력운동이 권장되며 평소 신체활동량을 늘리는 것이 좋다. 유산소운동은 중간 강도 운동만 제안했는데, 중간 강도 운동이 효과가 있으며 부작용은 덜 발생시키기 때문이다. 고강도 즉 격렬한 운동은 길게 시행하면 효과는 있지만, 부상이나 숨어 있던 심장병 발작 등 부작용이 많이 발생할 수 있다는 단점이 있다.

중간 강도 유산소운동이란 3-5.9 metabolic equivalent (MET)에 해당하는 운동을 말하는데, 1 MET는 성인이 쉬고 있을 때 사용하는 산소량 즉 3.5 mL/kg/min을 뜻한다. 건강한 성인의 경우 속보 (3-4 mph 즉 4.8-6.4 km/hr), 자전거 타기(여가 활동 또는 교통수단으로 탈 때, 즉 10 mph 이하 속도일 때), 탁구, 골프 등이 중간강도 활동에 해당된다 (Table 1).

**Table 1.** Intensity of physical activities [26]

Physical activity	METs	Physical activity	METs
Walking, 2.8-3.2 mph	3.5	Tennis, general	7.3
Brisk walking, 4 mph	5.0	Soccer, general	7.0
Table tennis, general	4.0	Aerobic, general	7.3
Golf, general	4.8	Rope jumping, moderate, 100-120 skips/min, general	11.8
Track and field (shot, discus, hammer throw)	4.0	Track and field (high jump, long jump, triple jump)	6.0
Vacuuming	3.3	Jogging, general	7.0
Elder care, disabled adult, only active periods	4.0	Rock or mountain climbing	8.0
Cycling<16 km/hr	4.0	Cycling, general	7.5
Playing drums	3.8	Cycling, stationary	7.0
Badminton, general	5.5	Stair climbing, slow/fast pace	4/8.8

METs: metabolic equivalents.

전문 운동처방을 위한 정확한 운동강도는 최대여유산소 소비량 또는 최대여유심박수를 기준으로 운동강도를 결정한다. 중간 강도는 대략 40-50%에 해당된다. 최대여유산소 소비량은 최대산소섭취량에서 안정산소섭취량을 뺀 값이고, 최대여유심박수는 최대심박수에서 안정심박수를 뺀 값이다. 따라서 목표 운동강도 계산식은 다음과 같다.

$$\text{목표산소소비량} = \text{운동강도}(\%) \times (\text{최대산소소비량} - \text{안정산소소비량}) + \text{안정산소소비량};$$

$$\text{목표심박수} = \text{운동강도}(\%) \times (\text{최대심박수} - \text{안정심박수}) + \text{안정심박수}.$$

최대산소소비량과 최대심박수는 직접 측정해야 정확히 알 수 있다. 하지만 직접 측정하려면 가스분석기 등 장비가 있어야 한다. 일선 의료현장에서는 추정식을 이용한 최대심박수를 적용하는 것이 현실적이다. 사람들의 최대심박수는 대부분 '220-나이'에 해당된다. 따라서 추정 최대심박수는 '220-나이'가 된다. 하지만 이는 12-15 bpm의 오차가 있음을 주의해야 한다. 예를 들어 안정 상태 심박수가 분당 70회인 운동 경력이 없는 60세 남자의 목표심박수를 구해보기로 한다. 우선 추정 최대심박수는 220-60 즉 160이 된다. 권유 운동강도는 40-50%이므로 목표심박수는 다음과 같다.

$$\text{최저 목표심박수} = 40\% \times (160 - 70) + 70 = 106;$$

$$\text{최대 목표심박수} = 50\% \times (160 - 70) + 70 = 115.$$

따라서 분당 심박수가 106-115로 유지될 정도로 운동하면 된다.

운동 도중 심박수는 본 운동 5분 후 걷거나 잠시 쉬면서

경동맥이나 요골동맥으로 10초간 맥박수를 측정한 후 6을 곱하는 방법으로 측정한다. 단 베타차단제, 임신 등 운동에 따른 심박수 변화에 영향을 주는 상황에서는 심박수를 운동 강도의 지표로 사용할 수 없다.

얼마나 힘든지를 주관적으로 20점 단위로 표시한 것을 주관적 운동강도(ratings of perceived exertion, RPE)라고 한다. 즉 '편안하다'를 0점, '더 이상 못 하겠다'를 최고점으로 하여 '보통이다', '조금 힘들다', '힘들다' 등의 표현을 중간 점수로 표시하는 방법이다. RPE는 심리학자인 Borg가 개발한 척도로서 20점 단위인 경우에는 각 점수에 10을 곱하면 대략적인 심박수를 나타낸다. 일반적으로 고강도는 힘들다(15점)에 해당하고, 중간 강도는 약간 힘들다(13점)에 해당된다. 따라서 약한 힘들 정도로 운동하면 적절한 강도가 된다.

이와 같이 중간강도 신체활동이 무엇인지 알 수 있는 현실적 방법은 3가지이다. 즉, 운동 종류 및 방법에 따라, 계산된 산소섭취량이나 심박수에 따라 또는 주관적 운동강도에 따라 중간 강도의 운동을 지정하고, 지침 제안처럼 운동처방을 하면 되겠다.

## 결론

많은 신체활동량이나 좋은 체력은 대사증후군 유병률과 발병률을 낮춘다. 대사증후군의 저하는 심뇌혈관 합병증을 예방할 것으로 기대된다. 대사증후군에 걸린 사람도 신체활동을 많이 하면 대사증후군이 좋아진다는 점도 입증되었

다. 대사증후군의 예방과 치료를 위한 운동은 중간 강도로 1일 30분 이상 거의 매일 즉 주 5회 이상 시행하는 유산소운동이 권장되는데, 일주일에 150분 이상을 나누어 시행해도 되겠다. 근력운동도 대사증후군에 좋은 효과를 보일 것으로 기대되므로 같이 시행하는 것이 좋겠다. 일상생활에서 비활동 시간을 줄이고, 가급적 많이 움직이는 것도 권장된다.

**핵심용어:** 대사증후군; 신체활동; 인슐린 저항성; 체력; 운동

## REFERENCES

- Alberti KG, Zimmet P, Shaw J; IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome: a new worldwide definition. *Lancet* 2005;366:1059-1062.
- Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, Gordon DJ, Krauss RM, Savage PJ, Smith SC Jr, Spertus JA, Costa F; American Heart Association; National Heart, Lung, and Blood Institute. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 2005;112:2735-2752.
- Lim S, Shin H, Song JH, Kwak SH, Kang SM, Won Yoon J, Choi SH, Cho SI, Park KS, Lee HK, Jang HC, Koh KK. Increasing prevalence of metabolic syndrome in Korea: the Korean national health and nutrition examination survey for 1998-2007. *Diabetes Care* 2011;34:1323-1328.
- Lim J, Kim S, Ke S, Cho B. The prevalence of obesity, abdominal obesity and metabolic syndrome among elderly in general population. *Korean J Fam Med* 2011;32:128-134.
- Cho YG, Song HJ, Kang JH. Prevalence of the metabolic syndrome in Korean children and adolescents according to the International Diabetes Federation Definition in Children and Adolescents. *Korean J Fam Med* 2009;30:261-268.
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008 [Internet]. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services [cited 2011 May 17]. Available from: <http://www.health.gov/PAguidelines/Report/pdf/CommitteeReport.pdf>.
- Lakka TA, Laaksonen DE, Lakka HM, Mannikko N, Niskanen LK, Rauramaa R, Salonen JT. Sedentary lifestyle, poor cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1279-1286.
- Zhu S, St-Onge MP, Heshka S, Heymsfield SB. Lifestyle behaviors associated with lower risk of having the metabolic syndrome. *Metabolism* 2004;53:1503-1511.
- Ford ES, Giles WH, Dietz WH. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA* 2002;287:356-359.
- Bertrais S, Beyeme-Ondoua JP, Czernichow S, Galan P, Hercberg S, Oppert JM. Sedentary behaviors, physical activity, and metabolic syndrome in middle-aged French subjects. *Obes Res* 2005;13:936-944.
- Carroll S, Cooke CB, Butterly RJ. Metabolic clustering, physical activity and fitness in nonsmoking, middle-aged men. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:2079-2086.
- Irwin ML, Ainsworth BE, Mayer-Davis EJ, Addy CL, Pate RR, Durstine JL. Physical activity and the metabolic syndrome in a tri-ethnic sample of women. *Obes Res*. 2002;10:1030-1037.
- Halldin M, Rosell M, de Faire U, Hellénus ML. The metabolic syndrome: prevalence and association to leisure-time and work-related physical activity in 60-year-old men and women. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2007;17:349-357.
- Laaksonen DE, Lakka HM, Salonen JT, Niskanen LK, Rauramaa R, Lakka TA. Low levels of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness predict development of the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2002;25:1612-1618.
- Franks PW, Ekelund U, Brage S, Wong MY, Wareham NJ. Does the association of habitual physical activity with the metabolic syndrome differ by level of cardiorespiratory fitness? *Diabetes Care* 2004;27:1187-1193.
- Ekelund U, Brage S, Franks PW, Hennings S, Emms S, Wareham NJ. Physical activity energy expenditure predicts progression toward the metabolic syndrome independently of aerobic fitness in middle-aged healthy Caucasians: the Medical Research Council Ely Study. *Diabetes Care* 2005;28:1195-1200.
- Ford ES, Kohl HW 3rd, Mokdad AH, Ajani UA. Sedentary behavior, physical activity, and the metabolic syndrome among U.S. adults. *Obes Res* 2005;13:608-614.
- Houmard JA, Tanner CJ, Slentz CA, Duscha BD, McCartney JS, Kraus WE. Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *J Appl Physiol* 2004;96:101-106.
- Ekelund U, Franks PW, Sharp S, Brage S, Wareham NJ. Increase in physical activity energy expenditure is associated with reduced metabolic risk independent of change in fatness and fitness. *Diabetes Care* 2007;30:2101-2106.
- Tak YR, An JY, Kim YA, Woo HY. The effects of a Physical Activity-Behavior Modification Combined Intervention (PABM-intervention) on metabolic risk factors in overweight and obese elementary school children. *J Korean Acad Nurs* 2007;37:902-913.
- Park SK, Kim EH, Kwon YC. The effects of combined training on self-reliance fitness and risk factors of metabolic syndrome in the older women. *J Phys Growth Motor Dev* 2006;14:37-48.
- Kim SH. Effects of intermittent walking for health related

- physical fitness and metabolic syndrome risk factors in elderly women. *J Korea Gerontol Soc* 2009;29:1397-1411.
23. 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.
  24. Johnson JL, Slentz CA, Houmard JA, Samsa GP, Duscha BD, Aiken LB, McCartney JS, Tanner CJ, Kraus WE. Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise). *Am J Cardiol* 2007;100:1759-1766.
  25. Jurca R, Lamonte MJ, Barlow CE, Kampert JB, Church TS, Blair SN. Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37:1849-1855.
  26. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett Jr DR, Tudor-Locke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS. The Compendium of physical activities tracking guide [Internet]. Phoenix (AZ): Healthy Lifestyles Research Center, Arizona State University [cited 2011 May 23]. Available from: <https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities>.

### Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 대사증후군에 대한 소개와 예방 및 치료에 있어서 스포츠의학의 역할과 방법에 대하여 기술하고 있다. 대사증후군은 전 세계적으로 발병률이 증가하고 있으며, 우리나라에서도 생활이 서구화되면서 최근 발병률이 증가하고 있다. 대사증후군이 심혈관계 합병증 발생 확률을 증가시킨다는 측면에서, 대사증후군의 예방 및 관리는 매우 중요하게 여겨진다. 본 논문에서 자세히 언급한 운동 및 신체활동량 증가를 통한 대사증후군의 예방 및 관리는 실제 의료 현장에서 적용할 수 있다고 생각된다. 다만 운동이 대사증후군 치료에 미치는 장기적인 효과 등에 대해서는 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

[정리:편집위원회]