

한국 대학생들의 체력과 체질량지수 및 대사증후군 위험요인과의 관계: 심폐체력과 근지구력을 중심으로

The Relationship Between Fitness, BMI and Risk Factors of Metabolic Syndrome Among University Students in Korea

김동일 · 김지영 · 이미경 · 이해동⁽¹⁾ · 이지원⁽²⁾ · 전용관*

연세대학교 스포츠레저학과, 연세대학교 체육교육학과⁽¹⁾, 연세대학교 의과대학 가정의학과⁽²⁾

Dong-il Kim, Ji Young Kim, Mi Kyoung Lee, Hae-Dong Lee⁽¹⁾, Ji-Won Lee⁽²⁾, Justin Y. Jeon*

Department of Sport and Leisure Studies, Yonsei University;

Department of Physical Education, Yonsei University⁽¹⁾; and

Department of Family Medicine, Yonsei University College of Medicine⁽²⁾

요 약

ABSTRACT

연구배경: 대한민국 성인 비만 증가율은 대학생들이 속해있는 20대에서 가장 높게 나타나고 있는 실정이다. 이런 높은 비만 증가율에도 불구하고 한국 대학생을 대상으로 체질량지수, 심폐체력 그리고 근지구력이 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 알아본 연구는 매우 제한적이다. 따라서 본 연구의 목적은 한국 대학생들을 대상으로 체력, 체질량지수와 대사증후군 위험요인과의 관계를 알아보는데 있다.

방법: 총 185명(남자: 118명, 여자: 67명)의 대학생들이 본 연구에 참여하였으며, 대상자들의 신체구성과 비만도, 체력요인(팔굽혀펴기, 윗몸일으키기, 1600 m 달리기) 그리고 대사증후군 위험요인 다섯 가지(허리둘레, 공복 시 혈당, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 수축기 혈압, 이완기 혈압)를 측정하였다.

결과: 체질량지수가 높은 그룹은 낮은 그룹보다 허리둘레, 중성지방 그리고 수축기 혈압이 유의하게 높게 나타났으며, 체력이 높은 그룹은 낮은 그룹보다 체질량지수, 허리둘레, 공복 혈당, 이완기 혈압이 유의하게 낮게 나타났다. 또한 비만도와 체력이 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 분석하기 위해 연구 대상자를 비만도가 낮고 체력이 높은 그룹, 비만도가 낮고 체력도 낮은 그룹, 비만도가 높고 체력도 높은 그룹, 비만도가 높고 체력 역시 낮은 그룹으로 나누어 대사증후군 위험도를 비교해 본 결과, 비만도가 높고 체력이 낮은 그룹이 비만도가 낮고 체력이 높은 그룹보다 대사증후군 위험요인 중 1개 이상의 발생 위험지수가 3.2배 증가하는 것으로 나타났다.

Background: It is well known that obesity increases the risk of metabolic syndrome, however, the association between fitness and metabolic syndrome risk factors among Koreans still need to be elucidated. The purpose of this study was to examine the relationship of obesity and physical fitness with metabolic syndrome risk factors among university students in Korea.

Methods: A total of 185 (Male: 118, Female: 67) students participated in the cross-sectional study. We measured physical fitness(push-up, sit-up, 1 mile run), body mass index (BMI) and metabolic syndrome risk factors including waist-circumference (WC), fasting glucose, triglyceride (TG), high density lipoprotein cholesterol (HDL-C), systolic blood pressure (SBP), and diastolic blood pressure (DBP).

Results: Results showed that 1) students with higher BMI had significantly increased WC, TG, and SBP ($P < .05$), 2) students with greater physical fitness had significantly decreased BMI, WC, fasting glucose and DBP ($P < .05$), 3) When subjects were divided into four groups: lean and fit, lean and unfit, fat and fit and fat and unfit, fat and unfit subjects showed the worst profile of metabolic syndrome risk.

접수일자: 2012년 1월 25일, 심사일자: 2012년 3월 5일, 게재승인일자: 2012년 5월 16일
교신저자: 전용관, (120-749) 연세대학교 스포츠레저학과, 서울시 서대문구 신촌동 134 체육교육관 203호
Tel: 02-2123-6197, Fax: 02-2123-8648, E-mail: jjeon@yonsei.ac.kr, Mobile: 010-7274-8223

*본 연구는 연세대학교 총장 정책연구비의 지원을 받아 수행하였음.

결론: 본 연구는 한국 대학생들의 높은 비만도와 낮은 체력이 대사증후군 위험요인을 증가시킨다는 것을 증명하였다. 또한 대사증후군 위험을 예방하는 효과적인 방법 중 하나는 체중조절과 함께 체력증진이 매우 중요하다는 것을 규명하였다.

Conclusion: Our study showed that improvement of physical fitness and reduction of body fat are important factors for the prevention of metabolic syndrome in Korean university students.

중심단어: 한국 대학생, 체력, 체질량지수, 대사증후군

Key words: Korean university students, Physical fitness, BMI, Metabolic syndrome

서 론

최근 발표된 국민건강영양조사에 따르면 대한민국 성인의 비만 유병률은 1998년 26.0%에서 2009년 31.3%로 증가되었으며, 이중 20대는 15.2%에서 22.1%, 30대는 24.6%에서 29.5% 그리고 40대는 31.6%에서 34.7%로 증가한 것으로 나타났다.¹⁾ 그 중 20대의 비만 증가율이 가장 높게 나타난 것을 볼 수 있는데, 특히 20대의 대부분을 차지하는 대학생들의 불규칙한 생활습관²⁾과 운동 부족³⁾이 그 원인으로 보고되고 있다.

비만은 대사증후군의 주요 요인으로서 당뇨병과 심혈관 질환 그리고 암의 직접적인 원인으로 여겨지고 있다.⁴⁻⁷⁾ 남자 고등학생을 대상으로 실시한 Jekal et al⁸⁾의 연구에 의하면 비만도가 높은 그룹은 비만도가 낮은 그룹에 비해 인슐린 저항성과 심혈관 질환 지수가 높은 것으로 나타났다. 또한 대사증후군의 위험 요인 중 하나인 복부비만의 중요성은 청소년들에게서도 명확하게 나타나, 정상체중(체질량지수 < 23 kg/m²)이면서 허리둘레가 74.7 cm 이상인 경우에는 과체중(체질량지수 ≥ 23 kg/m²)이지만 허리둘레가 74.7 cm 이하인 경우보다 오히려 심혈관 질환 지수(Cardiovascular Disease Risk Score)는 더 높아진 것으로 보고하였다.⁸⁾

높은 비만도 뿐만 아니라, 낮은 체력 또한 대사증후군과 당뇨병 및 심혈관 질환과 깊은 관련성이 있어, 체력이 낮을수록 대사증후군과 관련된 위험요인들이 증가되는 것으로 나타났다.⁹⁻¹²⁾ Jekal et al¹⁸⁾의 연구에서는 비만도가 높더라도 체력 수준이 높은 경우, 체력수준이 낮은 경우에 비해 유의하게 인슐린 저항성과 심혈관 질환 지수가 낮게 나타났다. 또한 강현식 등¹³⁾의 연구에서도 남자대학생을 대상으로 최하위 수준의 심폐체력 집단이 최상의 수준의 심폐체력 집단에 비해 대사증후군에 노출될 위험이 3배 높게 나타났다고 보고하였으며, 이 외의 선행 연구 역시 심폐체력이 비만, 대사증후군 및 만성질환과도 밀접한 상관성이 있다고 보고하였다.¹⁴⁾

비만의 증가와 체력의 저하는 최근 들어 아동과 청소년에게 매우 두드러지게 나타나고 있는데, 청소년들의 체격은 커지는 반면 체력은 상대적으로 약해지고 있는 현상이 꾸준히 보고되고 있다.^{12,15-17)} 특히 청소년기의 비만과 체력 저하

는 성인기 만성질환의 위험을 증가시킬 수 있다는 것을 감안하였을 때¹⁰⁾, 성인기의 만성질환을 예방하기 위해서는 미리 청소년과 대학생들을 대상으로 비만을 예방하고 체력을 증가시키는 것이 매우 중요함을 알 수 있다. 비만의 개선은 심혈관 질환, 인슐린 및 당 대사의 긍정적인 효과를 가져올 수 있다고 보고하였고⁷⁾, 신체활동과 체력의 증가는 대사증후군의 발병률을 낮추고 예방할 수 있는 중요한 역할을 한다고 보고하였다.¹⁸⁾

체력과 대사증후군과의 관계를 조사한 대부분의 연구에서는 건강 체력의 하위요인 중 하나인 심폐체력을 주요한 체력 지표로 사용하였다.^{11,19-21)} 그러나 최근 심폐체력뿐 아니라 근지구력 역시 인슐린 저항성과 대사질환 위험요인에 상관성이 있는 것으로 나타났다. 안기용 등²²⁾의 남자 고등학생들을 대상으로 실시한 연구에서는 근지구력이 가장 낮은 그룹이 근지구력이 가장 높은 그룹보다 체질량 지수, 총 콜레스테롤, 중성지방, 인슐린, 인슐린 저항성 그리고 심혈관 질환 위험지수가 유의하게 높게 나타났다. 또한, 이미경 등²³⁾의 연구에서도 비만 아동이 심혈관 질환을 예방하기 위해서 비만 조절뿐만 아니라 체력의 증진, 특히 근지구력의 증가 또한 매우 중요하다고 보고하였고, Kim et al³²⁾은 청소년의 심혈관 질환 위험 예방을 위해 체중조절과 함께 체력(심폐체력, 근지구력, 유연성)증진이 중요하다고 보고하였다.

현재까지 체력과 대사질환과의 관계를 규명한 대부분의 연구들은 심폐체력과 대사질환과의 관계를 규명하였다.^{14,19,20,21,25,26)} 하지만, 체력 요인 중 근력과 대사질환과의 관계를 규명한 연구²²⁻²⁴⁾는 상대적으로 매우 부족한 실정이다. 또한, 지금까지 체력과 대사질환과의 관계는 대부분 청소년, 성인 그리고 노인으로 한정되어 실행되었으며, 성인기와 청소년기의 사이에 과도기적 연결 관계가 있는 대학생들을 대상으로 체력과 대사질환과의 관계를 규명한 연구는 매우 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 한국 대학생들을 대상으로 비만도, 심폐체력, 근지구력과 대사증후군 위험요인 간의 관계를 알아보는데 그 목적을 둔다.

연구방법

1. 연구대상

본 연구는 수도권에 소재한 Y대학교 S 캠퍼스에 재학 중인 1학년 남, 녀 대학생 185명(남자: 118명, 여자: 67명)을 대상으로 실시하였다. 또한, 신촌 세브란스 연구심의위원회의 승인(4-2011-0097)을 받았으며, 연구 참여자들은 본 연구의 목적과 연구과정에 대해 설명을 들은 후, 자발적으로 연구에 동의하여 동의서에 서명한 사람만 본 연구에 참여하게 하였다. 연구 대상자 185명의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

2. 조사도구

1) 신체계측

신체계측은 간호사와 훈련 받은 스포츠의학 연구원들에 의해 수행되었다. 연구 대상자들은 간편한 복장을 착용 후 신장계(Secca, Germany)와 체성분 분석기(Inbody IHU070R, Biospace, Korea)를 이용하여 신장과 체중을 측정하였고, 허리둘레는 장골 능선과 12번 갈비뼈 사이 중간지의 가장 얇은 둘레를 팔을 편안히 내리고 정상호기에 측정하였다. 또한 혈압은 안정을 취한 상태에서 자리에 앉아 전자 혈압계(MD2070, Meditec, Korea)를 이용하여 측정하였다.

2) 혈액분석

혈액채취는 간호사에 의해 수행되었고 채혈 대상자는 10

시간이상 공복 후 항응고제가 들어있지 않은 진공관을 이용하여 전완정맥에서 약 5 mL를 채혈하였다. 채혈 후 3000 rpm에서 15분간 원심 분리한 후 혈청은 -80℃에 보관하였다. 공복혈당, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤 등은 비색법(colorimetry)을 이용하여 ADVIA 1650 전자동영상화학분석기(Bayer, terrytown, NY, USA)를 이용하여 분석하였다.

3) 체력검사

체력검사는 스포츠의학 연구원들에 의해 실시되었으며, 심폐체력을 측정 할 수 있는 1600 m 달리기와 근지구력을 측정 할 수 있는 팔굽혀펴기와 윗몸일으키기 등 모두 3가지 종목을 실시하였다. 1600 m 달리기 기록은 초 단위까지 측정하였고, 팔굽혀펴기에서 남성의 경우는 허리, 엉덩이, 허벅지가 일직선상에서 팔꿈치가 90도 이하로 구부러질 때까지 실시하여 시간제한 없이 최대 횟수를 측정하였으며, 여성의 경우는 무릎을 지면에 닿은 상태에서 남성의 경우와 같이 허리, 엉덩이, 허벅지가 일직선상에 위치하며 팔꿈치가 90도 이하로 시간제한 없이 최대 횟수를 측정하였다. 윗몸일으키기는 1분 동안의 최대 횟수를 측정하였고 내려올 때는 양 어깨가 바닥에 닿고, 상체가 올라올 때는 양 팔꿈치가 허벅지에 닿도록 하였다. 이와 같은 심폐체력과 근지구력의 측정값들을 남, 녀 별로 표준 점수화(z-score)하여 총합으로 체력수준을 계산하였다. 연구 대상자 185명의 측정된 체력은 Table 2와 같다.

Table 1. Subject characteristics

	Male (n = 118)	Female (n = 67)	Total (n = 185)
Age (yrs)	19.11 ± 1.07 (17~22)	18.88 ± 1.07 (17~24)	19.03 ± 1.07 (17~24)
BMI (kg/m ²)	22.65 ± 3.36 (22.1~39)	20.25 ± 2.19 (16.6~28.2) [†]	21.78 ± 3.20 (16.6~39)
Waist circumference (cm)	76.34 ± 8.04 (62.5~111)	66.95 ± 4.98 (57~83.50) [†]	72.92 ± 8.39 (57~111)
Glucose (mg/dL)	68.05 ± 10.46 (48~91)	73.96 ± 9.84 (47~101) [†]	70.19 ± 10.60 (47~101)
HDL-C (mg/dL)	58.70 ± 9.77 (30.2~83.2)	65.57 ± 10.06 (44.5~84.5) [†]	61.19 ± 10.34 (30.2~84.5)
TG (mg/dL)	74.52 ± 27.66 (25~157)	61.84 ± 21.93 (31~134) [†]	69.92 ± 26.39 (25~157)
SBP (mmHg)	127.19 ± 12.86 (98~185)	115.39 ± 10.20 (91~143) [†]	122.91 ± 13.22 (91~185)
DBP (mmHg)	72.59 ± 10.79 (46~102)	66.96 ± 8.75 (48~86) [†]	70.55 ± 10.44 (46~102)

Values are mean ± SD (Range).

BMI, Body mass index; SBP, Systolic blood pressure; DBP, Diastolic blood pressure; TG, Triglyceride; HDL-C, High density lipoprotein cholesterol.

* $P < 0.05$, [†] $P < 0.01$ between genders.

Table 2. Subject's fitness level

	Male (n = 118)	Female (n = 67)	Total (n = 185)
Push-up (n)	28.43 ± 12.41	19.93 ± 11.19 [†]	25.35 ± 12.64
Sit-up (n/min)	32.03 ± 10.39	21.63 ± 10.19 [†]	28.24 ± 11.45
VO _{2max} (mL/kg/min)	48.10 ± 4.69	41.84 ± 2.89 [†]	45.86 ± 5.11

Values are mean ± SD.

* $P < 0.05$, [†] $P < 0.01$ between genders.

4) 최대산소섭취량 측정(VO_{2max})

Cureton et al²⁷⁾의 연구에서는 남성 490명과 여성 263명을 대상으로 1 mile run (1600 m 달리기)을 측정한 후, 나이, 성별 그리고 체질량지수를 이용하여 VO_{2max}를 예측할 수 있는 방정식을 개발하였는데, 본 연구에서는 VO_{2max}를 Cureton et al²⁷⁾의 연구에서 제시한 공식을 이용하여 1600 m 달리기 결과를 근거하여 산출하였고, 그 공식은 다음과 같다.

$$VO_{2max} = 0.21\{\text{나이} \times \text{성별} (\text{남자} = 1, \text{여자} = 0)\} - 0.84 (\text{BMI}) - 8.41(\text{Time}) + 0.34(\text{Time}^2) + 108.94.$$

또한 Castro-Pinero et al²⁸⁾는 34명의 남성과 32명의 여성을 대상으로 하여 1 mile run과 VO_{2max}의 기준 관련 타당성에 대한 검증을 하였고, 위 공식을 이용하여 1 mile run과 VO_{2max}사이의 각각의 상관관계(r = -0.59, r = -0.60)를 비교해 보았는데, 매우 비슷한 경향성을 보였다. 또한 여러 선행연구에서도 위 공식을 이용한 VO_{2max}를 구하는 방법은 매우 유효하고 믿을 수 있는 방법이라고 보고 되었다.^{29,30)} 본 연구 참여 대상자와 거의 동일한 연령대인 17세 한국 청소년들을 대상으로 하여 본 연구자는 위 공식을 이용하여 얻은 VO_{2max} 값과 실제 측정된 VO_{2max} 간에 높은 상관관계 (r = .77, P < .001)를 선행연구를 통해서 규명하였다.³¹⁾

5) 대사증후군 위험요인

본 연구에서는 2001년 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III)에서 제시한 기준에 근거하여 대사증후군을 정의하였으며 공복혈당(정상수치: 100 mg/dL 미만), 중성지방(정상수치: 150 mg/dL 미만), 고밀도 지단백 콜레스테롤(정상수치: 남자는 40 mg/dL 이상, 여자는 50 mg/dL 이상), 혈압(정상수치: 수축기 혈압은 130 mmHg 미만 or 이완기 혈압: 85 mmHg 미만), 허리둘레(정상수치: 남성은 90 cm 미만, 여성은 80 cm 미만)와 같이 총 5가지의 대사증후군 위험요인으로 나누었다. 또한 2000년 세계보건기구(WHO)에서는 아시아인

의 허리둘레 기준에 대한 새로운 기준을 제시하였는데, 남성은 90 cm 이상 그리고 여성은 80 cm 이상을 복부 비만으로 정의하였고, 새로운 기준을 바탕으로 한국인 남성 427명과 여성 397명을 대상으로 한 최성희 등(2004)³³⁾의 연구에서는 대사증후군을 진단하기 위한 적절한 허리둘레의 기준치를 분석하였고 그에 대한 타당도를 검증하였다.

3. 자료처리방법

통계분석은 SPSS/Window 18.0을 사용하여 모든 자료를 분석하였다. 독립표본 t-test를 이용하여 남, 여 대학생의 모든 측정항목의 평균값을 비교하고 그룹간의 차이를 분석하였다. 또한 비만도, 체력(근지구력, 심폐체력), 대사증후군 위험요인의 관계를 알아보기 위하여 체질량지수와 체력(근지구력, 심폐체력)의 수준에 따라 각각 3그룹[Tertiles: Low (33.3%), Mid (33.3%), High (33.3%)]으로 나누어 ANOVA를 사용하여 각 그룹 간의 측정항목요인의 평균값을 비교하였다. 사후검정으로는 Scheffe 방법을 사용하였고, 체질량지수와 체력 그리고 대사증후군 위험요인의 상관관계를 알아보기 위해 Partial correlation 방법을 사용하였다.

체질량지수와 체력을 각각 상, 하위 2그룹으로 나눈 뒤 총 4그룹(낮은 BMI & 높은 체력, 낮은 BMI & 낮은 체력, 높은 BMI & 높은 체력, 높은 BMI & 낮은 체력)으로 분류하고 ANOVA를 이용하여 각 그룹 간의 평균값을 비교하였다. 또한 대사증후군 위험 요인 중 1개 이상 발생될 위험지수(Relative Risk와 95% confidence interval)는 회귀분석(Logistic Regression)으로 측정하였으며 모든 분석에서의 통계적 유의수준은 P < .05로 설정하였다.

결 과

1. 체력과 체질량지수(BMI) 및 대사증후군 위험요인과의 상관관계

대상자들의 체력, 체질량지수와 대사증후군 위험요인 간

Table 3. Correlation between fitness, BMI and metabolic syndrome risk factors

	BMI	Fitness		
		Muscular endurance		Cardiorespiratory fitness
		Push-up	Sit-up	VO _{2max}
BMI (kg/m ²)	1.00	-.17*	-.12	-.71*
Waist circumference (cm)	.91*	-.21*	-.11	-.64*
Glucose (mg/dL)	.06	-.15*	-.14	-.16*
HDL-C (mg/dL)	-.16*	-.001	.03	.14*
TG (mg/dL)	.25*	-.06	-.17*	-.19*
SBP (mmHg)	.25*	-.13	-.05	-.14
DBP (mmHg)	.20*	-.20*	-.01	-.18*

Values are mean ± SD. BMI, Body mass index; HDL-C, High density lipoprotein cholesterol; TG, Triglyceride; SBP, Systolic blood pressure; DBP, Diastolic blood pressure.

* P < 0.05, † P < 0.01.

Adjusted: Sex, Age.

의 상관관계를 Table 3과 같이 알아본 결과, 체질량지수는 허리둘레, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 중성지방, 수축기 혈압, 이완기 혈압에서 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 근지구력 요인 중 팔굽혀펴기는 체질량지수, 허리둘레, 공복혈당, 이완기 혈압에서 상관관계가 있었고, 윗몸일으키기는 중성지방에서 상관관계가 있었다. 심폐체력인 최대산소섭취량에서는 체질량지수, 허리둘레, 공복혈당, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 중성지방, 이완기 혈압과 각각의 상관관계가 있는

것으로 나타났다.

2. 체력에 따른 대사증후군 위험요인과의 관계

본 연구 대상자들의 근지구력과 심폐체력을 포함한 체력 수준(Low, Mid, High)에 따른 대사증후군 위험요인의 차이는 Table 4와 같이 제시하였으며, 체력 수준이 높은 집단은 체력 수준이 낮은 집단보다 체질량지수, 허리둘레, 공복혈당, 이완기 혈압이 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

Table 4. Correlation between fitness, BMI and metabolic syndrome risk factors

	Fitness level (Muscular endurance + Cardiorespiratory fitness)		
	Low (N = 58)	Mid (N = 61)	High (N = 59)
	BMI (kg/m ²)	23.44 ± 0.36	21.04 ± 0.35*
Waist circumference (cm)	76.66 ± 0.86	71.48 ± 0.84*	70.95 ± 0.85*
Glucose (mg/dL)	73.36 ± 1.32	67.97 ± 1.29*	68.93 ± 1.31*
HDL-C (mg/dL)	59.85 ± 1.30	62.09 ± 1.26	62.30 ± 1.28
TG (mg/dL)	75.81 ± 3.40	66.39 ± 3.32*	67.45 ± 3.36
SBP (mmHg)	125.19 ± 1.56	123.12 ± 1.53	121.02 ± 1.54
DBP (mmHg)	72.39 ± 1.33	71.13 ± 1.30	68.18 ± 1.32*

Values are mean ± SD. BMI, Body mass index; HDL-C, High density lipoprotein cholesterol; TG, Triglyceride; SBP, Systolic blood pressure; DBP, Diastolic blood pressure.

*significantly difference from low fitness group, $P < 0.05$. *Adjusted: Sex, Age.

Table 5. Clinical and metabolic syndrome risk factors of participants based on their BMI

	BMI		
	Low (BMI ≤ 20.2) N = 58	Mid (20.2 < BMI ≤ 22.3) N = 61	High (22.3 < BMI) N = 59
	Waist circumference (cm)	66.53 ± 0.63	71.74 ± 0.59*
Glucose (mg/dL)	70.21 ± 1.39	69.02 ± 1.29	71.36 ± 1.37
HDL-C (mg/dL)	62.67 ± 1.33	61.39 ± 1.24	59.84 ± 1.32
TG (mg/dL)	64.00 ± 3.42	67.05 ± 3.18	78.81 ± 3.38*#
SBP (mmHg)	120.00 ± 1.58	121.60 ± 1.47	127.17 ± 1.57*#
DBP (mmHg)	68.84 ± 1.36	70.54 ± 1.27	72.26 ± 1.35
Fitness (z-score)	0.26 ± 0.09	0.14 ± 0.08	-0.36 ± 0.09*#

Values are mean ± SD; HDL-C, High density lipoprotein cholesterol; TG, Triglyceride; SBP, Systolic blood pressure; DBP, Diastolic blood pressure.

*significantly difference from low BMI group, #significantly different from mid BMI group, $P < 0.05$. *Adjusted: Sex, Age.

Table 6. Clinical and metabolic syndrome risk factors of participants based on their BMI and fitness

	Low BMI & High fitness (N = 52)	Low BMI & Low fitness (N = 39)	High BMI & High fitness (N = 38)	High BMI & Low fitness (N = 56)
Waist circumference (cm)	68.20 ± 0.76	68.19 ± 0.90	75.50 ± 0.92*#	78.86 ± 0.74*#^
Glucose (mg/dL)	67.62 ± 1.41	71.19 ± 1.67	68.78 ± 1.68	72.82 ± 1.37*
HDL-C (mg/dL)	63.70 ± 1.37	61.90 ± 1.61	60.50 ± 1.62	58.80 ± 1.33*
TG (mg/dL)	67.01 ± 3.49	62.74 ± 4.11	64.91 ± 4.14	81.02 ± 3.38*#
SBP (mmHg)	120.04 ± 1.67	122.19 ± 1.97	123.96 ± 1.98	125.36 ± 1.62*
DBP (mmHg)	69.25 ± 1.42	70.13 ± 1.67	70.44 ± 1.68	72.11 ± 1.37
Fitness (z-score)	0.59 ± 0.06	-0.40 ± 0.07*	0.58 ± 0.07#	-0.68 ± 0.06*#

Values are mean ± SD. HDL-C, High density lipoprotein cholesterol; TG, Triglyceride; SBP, Systolic blood pressure; DBP, Diastolic blood pressure.

* significantly different from Low BMI & High fitness group, #significantly different from Low BMI & Low fitness group, ^significantly different from High BMI and High fitness group, $P < 0.05$. *Adjusted: Sex, Age.

3. 체질량지수(BMI)에 따른 대사증후군 위험요인과의 관계

본 연구 대상자들의 체질량지수의 수준(Low, Mid, High)을 3등분 하여 이에 따른 대사증후군 위험요인의 차이를 Table 5와 같이 제시하였으며, 체질량지수가 높은 집단은 체질량지수가 중간 수준의 집단과 체질량지수가 낮은 수준의 집단들보다 허리둘레, 중성지방, 수축기 혈압, 체력이 유의하게 높게 나타났다.

4. 체력과 체질량지수(BMI)에 따른 대사증후군 위험요인과의 관계

본 연구 대상자들의 체력 수준에 따라 낮은 그룹과 높은 그룹으로 나누고 체질량지수 수준에 따라 낮은 그룹과 높은 그룹으로 나누었다. 총 네 그룹(체력 두 그룹 × 체질량지수 두 그룹)으로 나누어 각 그룹 간의 대사증후군 위험요인의 관계를 Table 6과 같이 제시하였다.

체질량지수가 낮고 체력이 높은 그룹이 체질량지수가 높고 체력이 낮은 집단보다 허리둘레, 공복혈당, 중성지방, 수축기 혈압, 체력에서 유의하게 낮게 나타났으며, 고밀도 지단백 콜레스테롤은 유의하게 높게 나타났다.

5. 체력과 체질량지수(BMI)에 따른 대사증후군 위험 요인 중 1개 이상 발생될 위험지수

본 연구 대상자들을 체질량지수와 체력을 각각 상, 하위 2그룹(50%)으로 나눈 뒤 총 4그룹(낮은 BMI&높은 체력, 낮은 BMI&낮은 체력, 높은 BMI&높은 체력, 높은 BMI&낮은 체력)을 대상으로 각 그룹 간에 따른 대사증후군 위험 요인 중 1개 이상의 발생 위험지수를 Fig. 1과 같이 제시하였다.

본 연구의 결과에 따르면 체질량지수가 낮고 체력이 높은 그룹(낮은 BMI&높은 체력)에 비해 체질량지수가 높고 체력이 낮은 그룹(높은 BMI&낮은 체력)은 대사증후군 위

험요인 중 1개 이상 발생 확률이 3.2배가 높은 것으로 나타났다.

고 찰

본 연구에서는 한국 대학생의 근지구력, 심폐체력 그리고 비만도가 대사증후군 위험요인과 밀접하게 관계가 있음을 확인하였다. 한국 대학생들을 대상으로 실시한 본 연구에서 체력이 낮은 대학생은 체력이 높은 대학생보다 대사증후군 위험 요인들이 유의하게 증가되는 것으로 나타났고, 비만도가 높은 대학생은 비만도가 낮은 대학생에 비해 대사증후군 위험 요인들이 유의하게 증가된 것으로 나타났다. 이와 유사한 결과는 이전 연구에서도 보고 되었는데 안기용 등²²⁾이 고등학생을 대상으로 한 국내 연구에서는 근지구력과 심폐체력의 체력수준이 둘 다 낮은 학생들은 근지구력 혹은 심폐체력 중 하나가 높은 대학생, 혹은 근지구력과 심폐체력이 둘 다 높은 학생들에 비해 인슐린, 인슐린 저항성 그리고 심혈관 질환 위험지수가 유의하게 높게 나타났다고 보고하였다. 또한 Eisenmann et al²⁶⁾의 연구에서도 청소년기에 높은 체력을 가진 청소년은 이후 성인이 된 후에도 상대적으로 낮은 비만도를 보였으며, 청소년기에 높은 허리둘레 수치를 기록한 경우에는 성인이 된 후에도 높은 혈압을 유지하는 것으로 나타났다. 즉, 선행연구와 본 연구의 결과를 종합해보았을 때 청소년기의 비만의 예방과 체력의 증진은 청소년기에 발생할 수 있는 대사성 질환을 예방할 뿐만 아니라, 이후 성인기 대사성질환의 예방을 위해서도 중요한 것을 알 수 있다.

또한 본 연구에서는 비만과 체력이 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 분석하기 위해 비만도와 체력에 따라 각각 2그룹(50 percentile)으로 나누어 총 4그룹(낮은 BMI&높은 체력, 낮은 BMI&낮은 체력, 높은 BMI&높은 체력, 높은 BMI&낮은 체력)으로 설정한 후, 각 그룹간의 대사증

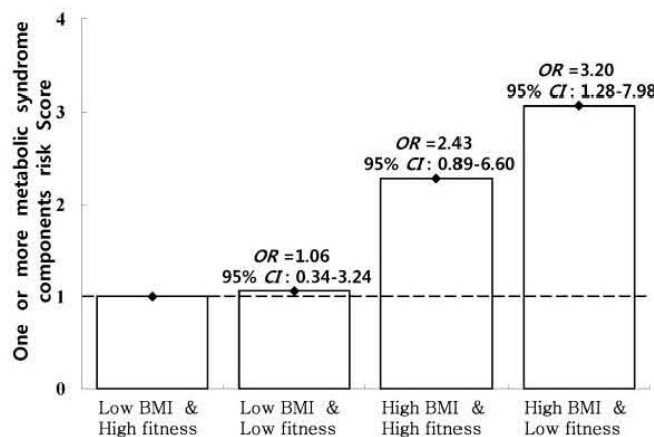


Fig. 1. Interaction of fatness and fitness on metabolic syndrome components risk score.

후군 위험요인 중 1개 이상의 발생 위험지수를 알아보았다. 그 결과 체질량지수가 높고 체력이 낮은 그룹(높은 BMI & 낮은 체력)은 체질량지수가 낮고 체력이 높은 그룹(낮은 BMI & 높은 체력)보다 발생 위험지수가 3.2배 높게 나타났다. 이러한 결과는 아동의 비만도가 높고 근지구력이 낮을수록 심혈관질환 위험지수가 높아졌다고 보고한 이미경 등⁷⁾의 연구와 고등학생들을 대상으로 비만도가 높고 심폐체력이 낮은 그룹보다 비만도가 낮고 심폐체력이 높은 그룹에서 심혈관 질환 위험지수가 유의하게 낮게 나타났다고 보고한 김은성 등²⁾의 연구 결과와 맥을 같이 하고 있다. 또한 Jekal et al⁸⁾의 연구에서는 비만하고 체력이 낮은 그룹을 대상으로 12주간 운동중재를 실시한 결과 비만도가 낮고 체력이 좋아질수록 심혈관 질환 위험지수가 낮아진다는 결과를 보고하였다. 이 외에 여러 선행 연구에서도 이미 비만도가 높고, 체력수준이 낮을수록 대사증후군 위험요인들의 수치가 높아지며, 그로 인한 심혈관계 질환, 고혈압, 고지혈증 등이 증가하는 것으로 보고되고 있다.^{11,20,21,25)} 이러한 결과들은 대학생을 대상으로 한 본 연구에서도 동일하게 나타났다.

이와 같이 체력과 비만도는 대사증후군 위험요인과 심혈관계 질환의 위험요인과의 밀접한 관계를 가지고 있으며, 이는 대사증후군 예방을 위해 비만의 예방뿐만 아니라 체력의 증진 역시 매우 중요함을 시사하고 있다. 또한, 최근 Jekal et al¹⁰⁾의 연구 결과에서도 규명되었듯이 평균 17세의 청소년들의 비만도와 체력이 40세 성인의 대사성 질환위험요인에 직접적인 영향을 미쳤다는 결과를 근거로 볼 때에, 대사성 질환이 실제로 발병하는 30~50대 이전인 청소년기와 20대에 비만을 예방하고 체력을 증진시키는 것은 40대 이후 대사성질환의 발병을 예방하는데 매우 중요하며, 체력 증진과 체중조절을 병행하는 것이 추후 발생할 대사증후군 및 심혈관계 질환을 줄일 수 있는 가장 효과적인 방법으로 사료된다.

본 연구는 몇 가지 제한 점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구는 횡단연구로서 체력과 체질량지수가 통계적으로 유의한 상관관계가 있다고 밝혀졌으나 체력과 체질량지수의 인과 관계를 본 연구에서는 규명할 수 없었다. 둘째, 대상자의 평균 나이(19.03 ± 1.07세)가 청소년기에서 성인기로 바뀌는 과도기적 성향을 가지고 있기 때문에 본 연구의 결과를 근거로 한국 대학생들의 비만도와 체력이 대사증후군 발병률에 미치는 영향을 분석 했다는 것 보다는 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 조사한 것이라 할 수 있다.

본 연구에서는 심폐체력과 함께 근력의 중요성이 점차적으로 중요하게 인식 되어지고 있는 시점에서 체력과 대사증후군의 관계를 심폐체력의 관점에서만 본 여러 선행연구들^{14,19-21,25,26)}과는 달리, 체력을 심폐체력과 근지구력을 모두 포함한 체력으로 대사증후군과의 관계를 포괄적으로 살펴보았다. 또한 심폐체력뿐만 아니라 근지구력과 대사증후군 위험요인과의

상관관계를 규명함으로써 본 연구의 의미를 부여할 수 있을 것이다.

이상의 연구 결과를 종합해보면 대학생들을 대상으로 한 본 연구의 결론은 다음과 같다. 첫째, 대학생들의 체력수준이 높을수록 대사증후군 위험요인 수치가 낮아지는 것으로 나타났다. 둘째, 대학생들의 체질량지수가 낮을수록 대사증후군 위험요인 수치가 낮아지는 것으로 나타났다. 셋째, 대학생들의 체질량지수가 낮고 체력이 높은 그룹이 대사증후군 위험요인 수치가 가장 낮았고 체질량지수가 높고 체력이 낮은 그룹이 대사증후군 위험요인 수치가 가장 높은 것으로 나타났다.

본 연구는 대학생들의 대사증후군 위험을 예방하는 효과적인 방법 중 하나가 체중조절뿐만 아니라 심폐체력과 근지구력을 포함한 체력증진 또한 매우 중요하다는 것을 규명한 연구로서 그 의의를 가진다.

참 고 문 헌

1. Ministry of Health and Welfare. Korea Health Statistics 2009: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV) (2009-1st year). Seoul: Ministry of Health Welfare; 2009.
2. Yun HS, Cho YC. A study on the Preventive Attitudes and Health Behavior of Life-style Related Diseases in Colleges Students. Journal of Korean Society for Health Education and Promotion. 2005;22:229-44.
3. Chang OJ and Chaung SK. Eating Habits and Workout Patterns of Some College Students. J Korea Community Health Nursing Academic Society 2000;14:415-30.
4. Basen-Engquist K., Chang M. Obesity and cancer risk: recent review and evidence. Curr Oncol Rep 2011;13:71-6.
5. Eid WE. Obesity and type 2 diabetes mellitus in South Dakota: focused insight into prevalence, physiology and treatment. S D Med 2011;68-73.
6. Graziani F, Cialdella P, Liuzzo G, Basile E, Brugaletta S, Pedicino D, et al. Cardiovascular risk in obesity: different activation of inflammation and immune system between obese and morbidly obese subjects. Eur J Intern Med 2011;22:418-23.
7. Hara T, Fujiwara H, Nakao H, Mimura T, Yoshikawa T, Fujimoto. Body composition is related to increase in plasma adiponectin level rather than training in young obese men. Eur J Appl Physiol 2005;94:520-6.

8. Jekal Y, Kim ES, Im JA, Park JH, Lee MK, Lee SH, et al. Interaction between fatness and Fitness on CVD risk factors in Asian Youth. *Int J Sports Med* 2009;30:733-40.
9. Brage S, Wedderkopp N, Ekelund U, Franks PW, Wareham NJ, Andersen LB, et al. Features of the metabolic syndrome are associated with objectively measured physical activity and fitness in Danish children: the European Youth Heart Study. *Diabetes Care* 2004;27:2141-8.
10. Jekal Y, Lee MK, Park SK, Lee SH, Kim JY, Kang JU, et al. Association between Obesity and Physical Fitness, and Hemoglobin A1c Level and Metabolic Syndrome in Korean Adults. *Korean Diabetes J* 2010;34:182-90.
11. Jurca R, Lamonte MJ, Church TS, Earnest CP, fitzgerald SJ, Barlow CE, et al. Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1301-7.
12. Lee MK, Jekal Y, Im JA, Kim E, Lee SH, Park JH, et al. Reduced serum vaspin concentrations in obese children following short-term intensive lifestyle modification. *Clin Chim Acta* 2010;411:381-5.
13. Kang HS, Lee SW, Lee EH. Relationship of Cardiorespiratory Fitness with Obesity and Metabolic Syndrome Markers in College Male Students. *Korean J Exerc Nutr* 2006;10:211-6.
14. Lamonte MJ, Barlow CE, Jurca R, Kampert JB, Church TS, Blair SN. Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome : A prospective study of men and women. *Circulation* 2005;112:505-12.
15. Huang TT, Ball GD, Franks PW. Metabolic syndrome in youth: current issues and challenges. *Appl physiol Nutr Metab* 2007;32:13-22.
16. Saland JM. Update on the metabolic syndrome in children. *Curr Opin Pediatr* 2007;19:183-91.
17. Sinaiko AR, Jacobs DR Jr, Steinberger J, Moran A, Luepker R, Rocchini AP, et al. Insulin resistance syndrome in childhood: Associations of the euglycemic insulin clamp and fasting insulin with fatness and other risk factors. *J Pediatr* 2001;139:700-7.
18. Torok K, Szelenyi Z, Porszasz J, Molnar D. Low physical performance in obese adolescent boys with metabolic syndrome. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25:966-70.
19. DuBose KD, Eisenmann JC, Donnelly JE. Aerobic fitness attenuates the metabolic syndrome score in normal-weight, at risk for overweight, and overweight children. *Pediatrics* 2007;120:e1262-8.
20. Ouyang P, Sung J, Kelemen MD, Hees PS, DeRegis JR, Turner KI, et al. Relationships of insulin sensitivity with fatness and fitness and in older men and women. *J Womens Health (Larchmt)* 2004;13:177-85.
21. Wessel TR, Arant CB, Olson MB, Johnson BD, Reis SE, Sharaf BL, Shaw LJ, et al. Relationship of physical fitness vs body mass index with coronary artery disease and cardiovascular events in women. *JAMA* 2004;292:1179-87.
22. An KY, Kim ES, Jekal Y, Jeon JY. Association of Muscular Endurance and Cardiopulmonary Fitness to Insulin Resistance and the Risk Factors of CVD Among Male High School Students. *J Korean Soc Living Environ Sys* 2010;17:477-86.
23. Lee MK, Jekal Y, Kim ES, Lee SH, Jeon JY. BMI, Muscular Endurance, and Cardiovascular disease Risk Factors in Overweight and Obese Children. *The Korean Journal of Physical Education*. 2009;48:535-43.
24. Jekal Y, Kim ES, Park JH, Jeon JY, Im JA. The Relationship between Fitness and Insulin Resistance and Cardiovascular Risk Factors in Korean Male Adolescents. *The Korean Journal of Physical Education* 2008;47:485-93.
25. Bertoli A, Di Daniele N, Ceccobelli M, Ficara A, Girasoli C, De Lorenzo A. Lipid profile, BMI, body fat distribution, and aerobic fitness in men with metabolic syndrome. *Acta Diabetol* 2003;40 Suppl 1:S130-3.
26. Eisenmann JC, Wickel EE, Welk GJ, Blair SN. Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: The Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J* 2005;149:46-53.
27. Cureton KJ, Sloniger MA, O'Bannon JP, Black DN, McCormack WP. A generalized equation for prediction of VO₂peak from one-mile run/walk performance. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:445-51.
28. Castro-Pinero J, Mora J, Gonzalez-Montesinos JL, Sjoström M, Ruiz JR. Criterion-related validity of the one-mile run/walk test in children aged 8-17 years. *J Sports Sci* 2009;27:405-13.
29. Beets M.W. & Pitetti K.H. Criterion-referenced

- reliability and equivalency between the PACER and 1-mile run/walk for high school students. *Journal of Physical Activity & Health* 2006;3(Suppl 2):S21-33.
30. Drinkard B, McDuffie J, McCann S, Uwaifo GI, Nicholson J, Yanovski JA. Relationships between walk/run performance and cardiorespiratory fitness in adolescents who are overweight. *Phys Ther* 2001;81: 1889-96.
31. Kim ES, Jekal Y, Jeon JY. Effect of Change in Level of Obesity and Cardio-respiratory Fitness on the Risk Factors of Chronic Disease among Male High School Students. *The Korean Journal of Physical Education* 2009;48:525-33.
32. Kim ES, Park JH, Lee MK, Lee DH, Kang ES, Lee HC, et al. Associations between Fatness, Fitness, IGF and IMT among Obese Korean Male Adolescents. *Diabetes Metab J* 2011;35:610-8.
33. Choi SH, Kim DJ, Lee KE, Kim YM, Song YD, Kim HD, et al. Cut-off Value of Waist Circumference for Metabolic Syndrome Patients in Korea Adult Population. *Korean J Obes* 2004;13:53-60