



대학생의 식사 속도와 대사증후군의 관계에 대한 신체활동 및 심폐체력의 역할

강민정 PhD, 강현식 PhD

성균관대학교 스포츠과학과

The Roles of Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness on the Relationship between Eating Speed and Metabolic Syndrome in College Students

Minjeong Kang PhD, Hyunsik Kang PhD

College of Sports Science, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

PURPOSE: This study investigated whether physical activity (PA) and cardiorespiratory fitness (CRF) modulate the relationship between eating speed and metabolic syndrome (MetS) in Korean university students.

METHODS: A total of 1,071 college students 751 males and 320 females participated in this study. The volume of PA (minutes per week) assessed by a self-reported questionnaire was classified as sufficient or insufficient based on the global recommendation of 150 minutes per week. Self-reported eating speed was classified as normal or fast. CRF was classified as low (lowest 25%), moderate (middle 50%), and high (highest 25%) based on the maximum volume of oxygen consumption determined during a graded treadmill running.

RESULTS: Bivariate logistic regression analysis showed that the adjusted odds ratio (OR) of fast eating for metabolic syndrome was 1.94 (95% confidence interval, CI=1.34-2.82, $p < .001$) in the total group and 1.75 (95% CI=1.18-2.59, $p = .005$) in male students only. Logistic regression showed that in the total group, fast eating was associated with an increased risk of MetS (OR=1.780, 95% CI=1.223-2.259, $p = .003$) compared to individuals with normal eating speed (OR=1) even after adjustments for age, sex, smoking, and alcohol intake. Additionally, male students with fast eating were at increased risk of MetS (OR=1.750, 95% CI=1.181-2.529, $p = .005$) compared to their counterparts with normal eating speed even after adjustments for all the covariates. Moderation analyses by Andrew F. Hayes showed that the effect of eating speed on MetS risk differed by physical activity ($\beta = -0.389$, 95% CI=-0.706-0.071, $p = .017$) and CRF levels ($\beta = -0.307$, 95% CI=-0.496-0.118, $p = .002$) even after adjustments for all the covariates.

CONCLUSIONS: The current findings of the study suggest that both regular PA and CRF can play a preventive role against MetS associated with fast eating in Korean college students.

Key words: College students, Physical activity, Cardiorespiratory fitness, Eating speed, Metabolic syndrome

서론

생활의 자동화 및 첨단화 그리고 식습관의 서구화 현상으로 인해 전 세계적으로 비만 인구가 증가하고 있는 추세이다. 우리나라의 경우

에도 성인 비만 유병률이 2009년 31.3%에서 2019년 33.8%로 증가했고 [1], 이와 같은 추세가 지속되면 2030년 기준 비만 유병률이 현재의 약 2배 이상 증가할 것으로 예측된다[2].

비만(obesity)은 섭취 열량과 소비 열량의 불균형으로 인해 체내 지

Corresponding author: Hyunsik Kang **Tel** +82-31-299-6911 **Fax** +82-31-299-6941 **E-mail** hkang@skku.edu

Keywords 대학생, 신체활동, 심폐체력, 식사속도, 대사증후군

Received 1 Nov 2022 **Revised** 30 Nov 2022 **Accepted** 30 Nov 2022

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

방이 과도하게 축적된 상태를 의미한다[3]. 비만은 일차적으로 골격근의 인슐린 기능 저하(impaired insulin function) 혹은 인슐린 저항성(insulin resistance)을 특징으로 하는 대사증후군(metabolic syndrome)을 유발하고, 이차적으로는 당뇨병(type-2 diabetes)과 심혈관계 질환(cardiovascular diseases), 근골격계 질환(skeletal muscular diseases), 암(cancers) 등과 같은 만성질환(chronic diseases) 발생 위험을 높인다[4,5].

병인학적으로 대사증후군은 복부비만(abdominal obesity), 고혈당(elevated blood glucose), 고혈압(elevated blood pressures), 고중성지방혈증(elevated triglycerides), 낮은 고밀도지단백콜레스테롤(low high-density lipoprotein cholesterol)과 같은 5가지 위험요인들이 군집현상을 의미하며[6], 이러한 군집현상은 당뇨병, 관상동맥질환 및 뇌혈관질환을 포함한 심혈관계 질환[7]과 모든 원인 사망률이 증가[8]시키는 것으로 보고되고 있다. 국내의 경우 매년 19세 이상 성인들을 대상으로 실시하는 국민건강영양조사에 의하면 성인 대사증후군 유병률은 2007년과 비교하여 최근 2018년까지 지속적으로 증가하는 추세이며[9], 소아 및 청소년기의 비만[10], 신체활동 부족[11], 심폐체력 저하[12] 등이 대사증후군과 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다.

신체활동(physical activity)은 운동, 스포츠, 가사, 일상생활, 이동을 포함하여 에너지 소모량을 안정 시 이상으로 증가시키는 모든 형태의 움직임을 의미하며[13], 신체활동 부족(physical inactivity)은 주요 질환을 예방 및 감소시키는 독립예측인자인 것으로 일관성 있게 지속적으로 보고되고 있다[14]. 반면, 30분 이상의 규칙적인 신체활동은 체질량 지수를 감소시키고, 고밀도지단백콜레스테롤을 증가시키며[15], 좌식 습관 및 제2형 당뇨병 위험을 낮추는 것으로 보고되고 있다[16]. 또한, 청소년기의 규칙적인 신체활동과 고강도 운동은 건강체력의 핵심적 요소인 심폐체력 증진에 핵심적인 역할을 하기에 이 시기 신체활동의 중요성이 지속적으로 강조되고 있다[17,18].

심폐체력(cardiorespiratory fitness)은 순환계와 호흡계의 상호작용을 통해 골격근에 산소를 공급하여 운동을 장시간에 걸쳐 지속적으로 수행할 수 있는 능력으로[19], 신체활동과 더불어 주요 만성질환의 이환과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다[20]. 높은 수준의 심폐체력은 수축기 및 이완기 혈압을 감소시켜 고혈압 및 관련 합병증의 발생 위험률을 감소시키며[21], 인슐린 감수성에 긍정적인 영향을 미쳐 인슐린 저항성을 예방하는 것으로 알려져 있다[22]. 반대로 낮은 심폐체력은 심혈관계 질환의 위험 요인인 비만, 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 저밀도지단백콜레스테롤, 공복혈당의 위험률을 증가시킨다[23]. 또한, 복부비만이 대사증후군의 주요 병태원인인 만큼 비만할수록 대사증후군 유병률이 증가하는 것으로 보고되고 있는데[24], 선행연구에 의하면 비만하더라도 높은 수준의 심폐체력이 대사증후군의 유병률을 낮추기 때문에 대사증후군 예방 차원에서 심폐체력의 중요성이 강조되고 있다[25].

최근 신체활동 부족과 낮은 심폐체력 이외에도 비만[26]과 인슐린 저항성[27], 심혈관계 질환[28]의 발병 위험률을 높이는 위험 요인으로 건강하지 않은 식습관(예, 빠른 식사 속도)에 대한 연구들이 많이 진행되고 있다. 이와 관련하여 빠른 식사 속도는 과도한 열량 섭취를 통하여 체중과[29] 당화혈색소를 증가시키고[30], 대사성 위험인자 군집현상 및 대사증후군 노출 위험을 증가시키는 것으로 보고되고 있다[31,32]. 식사 속도와 대사증후군의 연관성을 검증한 국내의 연구는 아직 미흡한 실정이지만, 불규칙적인 식사 습관 및 빠른 식사 속도가 대사성 위험인자 증가와 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다[33].

선행 연구의 결과들을 종합해볼 때, 식사 속도는 대사증후군 노출 위험을 높이지만, 신체활동과 심폐체력은 대사증후군 노출 위험을 낮추는 상반된 역할을 하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 이러한 사실에 근거하여 판단해 볼 때, 빠른 식사 속도가 대사증후군에 미치는 영향은 신체활동과 심폐체력 수준에 따라 차이가 있을 것으로 추측되지만 이 부분에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 특히, 초기 성인기의 식습관 및 신체활동 그리고 심폐체력이 중·장년기의 건강과 직접적으로 연관되어 있다는 점을 감안하여 본 연구는 우리나라 대학생을 대상으로 식사 속도와 대사증후군의 관계에 대한 신체활동 및 심폐체력이 미치는 역할을 검증하는 것을 주요 목적으로 하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 S대학생 중에서 연구 목적 및 실험 절차에 대한 설명을 듣고 자발적인 의사에 근거하여 실험에 참여한 1,891명을 최종 대상으로 하였고, 이 중 측정을 거부하거나 설문 조사가 누락된 인원 820명(신체활동 53명, 심폐체력 측정 66명, 대사증후군 658명, 식사 속도 1명, 흡연 및 음주 42명)을 제외하고 남은 1,071명(남자 751명, 여자 320명)을 최종 대상으로 하였다. 본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 Table 1에 제시한 바와 같다.

2. 측정 변인

1) 신체구성(body composition)

신장과 체중은 신장, 체중, 비만도 자동 측정기(DS-102, Jenix, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 체질량지수(body mass index, BMI)는 체중(kg)/신장(m²)공식을 이용하여 산출하였다. 체지방률, 체지방량, 체지방량 등의 전반적인 신체구성을 측정하기 위해 생체전기저항법기기(X-scan body composition analyzer, Jawon Medical Co., Seoul, Korea)를 이용하였으며, 혈압 및 안정 시 심박수는 대상자가 앉은 상태에서 최소 10분 이상의 휴식을 취하게 한 뒤 자동 혈압계(FT-500R, Jawon Medical, Korea)를 이용하여 2회 측정 후 평균값을 사용하였다. 혈액 샘플

Table 1. Descriptive statistics of study participants

| Variables | Total (n = 1,071) | Men (n = 751) | Women (n = 320) | p-value |
|------------------------------|-------------------|---------------|-----------------|---------|
| Age (yr) | 23.2±2.6 | 24.0±2.3 | 21.4±2.0 | <.001 |
| Physical activity (min/week) | 90.2±149.2 | 96.7±149.0 | 75.1±148.9 | .300 |
| CRF (mL/kg/min) | 43.3±7.7 | 46.5±6.4 | 35.9±5.2 | <.001 |
| Eating speed, n (%) | | | | <.001 |
| Normal | 703 (65.6) | 437 (58.2) | 266 (83.1) | |
| Fast | 368 (34.4) | 314 (41.8) | 54 (16.9) | |
| Body composition | | | | |
| BMI (kg/m ²) | 22.2±3.0 | 23.0±2.8 | 20.4±2.6 | <.001 |
| Body fat (%) | 21.2±5.4 | 19.7±5.2 | 24.5±4.3 | <.001 |
| Fat mass (kg) | 13.9±5.0 | 14.3±5.4 | 13.3±4.1 | .001 |
| Lean mass (kg) | 51.3±9.0 | 56.2±5.6 | 39.9±3.7 | <.001 |
| WHR | 0.83±0.05 | 0.85±0.05 | 0.80±0.05 | <.001 |
| Health behavior factors | | | | |
| Smoking, n (%) | 388 (36.2) | 362 (48.2) | 26 (8.1) | <.001 |
| Alcohol intake, n (%) | 802 (74.9) | 622 (82.8) | 180 (56.3) | <.001 |
| Metabolic risk factors | | | | |
| WC (cm) | 79.8±8.2 | 82.1±7.7 | 74.3±6.6 | <.001 |
| TG (mg/dL) | 103.4±51.2 | 111.9±55.2 | 83.3±32.1 | <.001 |
| FBG (mg/dL) | 96.9±12.8 | 98.3±12.9 | 93.5±11.6 | <.001 |
| HDLc (mg/dL) | 48.7±14.6 | 45.7±13.4 | 55.8±14.7 | <.001 |
| SBP (mmHg) | 116.4±13.7 | 120.9±12.5 | 105.9±10.3 | <.001 |
| DBP (mmHg) | 68.3±8.8 | 70.2±8.6 | 63.9±7.4 | <.001 |
| Metabolic syndrome, n (%) | 136 (12.7) | 123 (16.4) | 13 (4.1) | <.001 |

CRF, cardiorespiratory fitness; BMI, body mass index; WHR, waist to hip ratio; WC, waist circumference; TG, triglycerides; FBG, fasting blood glucose; HDLC, high density lipoprotein cholesterol; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

플은 8-10시간 금식 후 전완 정맥에서 채혈한 후 원심분리기를 이용하여 혈청과 혈장을 분리 -80°C 초저온 냉동고에 보관 후 사용하였다.

2) 신체활동(physical activity)

신체활동은 설문지를 이용하여 “지난 한 달 동안 방과 후 혹은 근무시간 이외에 규칙적으로 운동을 하셨습니까?”라는 질문에 대해 ‘예, 아니오’로 신체활동 여부를 측정하였으며, 주당 신체활동 참여 횟수와 참여 시간에 따른 총 신체활동 시간을 산출한 뒤, 세계보건기구(World Health Organization)의 지침에 따라 최소 150분의 신체활동을 기준으로 150분 이상에 해당할 경우 충족 집단(active), 해당하지 않을 경우 비충족 집단(inactive)으로 구분하였다[34].

3) 심폐체력(cardiorespiratory fitness)

심폐체력은 대상자들의 최대산소섭취량을 측정하기 위해 트레드밀(Medtrack ST 65, Quinton, WA, USA)과 호흡 가스 분석기(True-one, Quinton, WA, USA)를 이용하였으며, 점진적 운동 부하는 건강한 성인에게서 보편적으로 사용되고 있는 Bruce 프로콜을 적용하였다. 또한, 운동부하검사 시 분당최대산소섭취량 도달 여부는 (1) 연령에 근거한 최대심박수(220-나이)에 도달한 경우, (2) 호흡교환율 1.15 이상인 경

우, (3) 자각적 운동강도 17 이상인 경우, (4) 운동 강도가 증가해도 VO₂ 값이 증가하지 않고 고원 현상을 이루는 경우, (5) 대상자의 자발적 중단 의사가 있는 경우를 포함하여 2가지 이상을 충족시키는 경우 중단 하였다[35]. 분당최대산소섭취량에 근거한 심폐체력 수준은 하위 집단(lowest 25%, low), 중간 집단(middle 50%, middle), 상위 집단(highest 25%, high)로 구분하였다.

4) 식사 속도(eating speed)

식사 속도는 설문지를 이용하여 “당신의 식사 속도는 어떻습니까?”라는 질문에 대해 ‘느린 편(25분 이상), 보통(11분-24분), 빠른 편(10분 미만)’으로 구분하여 자기 보고식으로 응답하도록 진행하였고, 선행연구와 마찬가지로 느린 편과 보통을 통합하여 정상 집단 그리고 빠른 편을 빠른 집단으로 구분하였다[36].

5) 대사증후군(metabolic syndrome)

대사증후군은 미국 국립 콜레스테롤 교육 프로그램(National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III, NCEP-ATP III)의 진단 기준을 적용하였으며, 허리둘레의 경우 우리나라 대한비만학회에서 제시한 진단 기준을 적용하였다. (1) 허리둘레는 여성 85 cm 이

Table 2. Description of measured parameters according to physical activity and cardiorespiratory fitness and eating speed

| Variables | Physical activity | | p-value | Cardiorespiratory fitness | | | p for linear trend | Eating speed | | p-value |
|---------------------------|--------------------|----------------------|---------|---------------------------|----------------|--------------|--------------------|----------------|--------------|---------|
| | Sufficient (n=265) | Insufficient (n=806) | | Low (n=269) | Middle (n=537) | High (n=265) | | Normal (n=703) | Fast (n=368) | |
| Men, n (%) | 205 (77.4) | 546 (67.7) | .003 | 62 (23.0) | 425 (79.9) | 264 (98.1) | <.001 | 437 (62.2) | 314 (85.3) | <.001 |
| Age (yr) | 23.2±2.8 | 23.2±2.5 | .893 | 23.8±2.5 | 23.2±2.6 | 22.7±2.4 | <.001 | 23.0±2.5 | 23.7±2.7 | <.001 |
| Body composition | | | | | | | | | | |
| BMI (kg/m ²) | 22.5±2.4 | 22.2±3.2 | .088 | 23.7±3.7 | 21.9±2.7 | 21.5±2.1 | <.001 | 21.7±2.8 | 23.3±3.0 | <.001 |
| Body fat (%) | 20.4±5.1 | 21.4±5.5 | .008 | 24.2±5.1 | 20.6±5.3 | 19.3±4.7 | <.001 | 20.9±5.5 | 21.7±5.2 | .022 |
| Fat mass (kg) | 13.8±4.3 | 14.0±5.3 | .530 | 17.2±6.1 | 13.3±4.4 | 12.0±3.4 | <.001 | 13.2±4.7 | 15.4±5.4 | <.001 |
| Lean mass (kg) | 53.6±8.5 | 50.6±9.1 | <.001 | 52.7±9.4 | 51.1±8.9 | 50.4±8.7 | .010 | 49.6±9.2 | 54.6±7.7 | <.001 |
| WHR | 0.83±0.05 | 0.84±0.05 | .686 | 0.86±0.06 | 0.83±0.05 | 0.82±0.05 | <.001 | 0.83±0.05 | 0.85±0.05 | <.001 |
| Health behavior factors | | | | | | | | | | |
| Smoking, n (%) | 99 (37.4) | 289 (35.9) | .659 | 113 (42.0) | 196 (36.5) | 79 (29.8) | .003 | 222 (31.6) | 166 (45.1) | <.001 |
| Alcohol intake, n (%) | 199 (75.1) | 603 (74.8) | .927 | 205 (76.2) | 400 (74.5) | 197 (74.3) | .618 | 514 (73.1) | 288 (78.3) | .065 |
| Metabolic risk factors | | | | | | | | | | |
| WC (cm) | 79.8±6.8 | 79.8±8.6 | .980 | 84.3±9.8 | 78.9±7.2 | 77.1±6.4 | <.001 | 78.3±7.7 | 82.7±8.3 | <.001 |
| TG (mg/dL) | 95.9±45.3 | 105.9±52.8 | .006 | 126.5±66.1 | 98.3±43.5 | 90.3±39.7 | <.001 | 98.3±47.4 | 113.1±56.5 | <.001 |
| FBG (mg/dL) | 96.8±12.2 | 96.9±12.9 | .884 | 99.2±13.0 | 96.1±13.1 | 96.0±11.6 | .003 | 96.7±13.2 | 97.3±11.9 | .441 |
| HDLc (mg/dL) | 49.9±14.5 | 48.3±14.6 | .126 | 47.2±14.9 | 48.9±14.6 | 49.7±13.9 | .108 | 50.1±14.9 | 46.0±13.4 | <.001 |
| SBP (mmHg) | 117.2±13.3 | 116.1±13.8 | .272 | 119.8±15.3 | 115.5±13.1 | 114.8±12.7 | <.001 | 114.8±13.4 | 119.5±13.7 | <.001 |
| DBP (mmHg) | 67.3±7.4 | 68.6±9.1 | .033 | 70.6±10.1 | 67.9±8.3 | 66.8±7.7 | <.001 | 67.7±8.5 | 69.5±9.1 | .001 |
| Metabolic syndrome, n (%) | 21 (7.9) | 115 (14.3) | .007 | 78 (29.0) | 45 (8.4) | 13 (4.9) | <.001 | 66 (9.4) | 70 (19.0) | <.001 |

CRF, cardiorespiratory fitness; BMI, body mass index; WHR, waist to hip ratio; WC, waist circumference; TG, triglycerides; FBG, fasting blood glucose; HDLc, high density lipoprotein cholesterol; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

상, 남성 90 cm 이상일 경우, (2) 중성지방 150 mg/dL 이상일 경우, (3) 공복혈당이 100 mg/dL 이상일 경우, (4) 고밀도지단백콜레스테롤이 여성 50 mg/dL 미만, 남성 40 mg/dL 미만일 경우, (5) 안정 시 혈압이 수축기 혈압 130 mmHg, 이완기 혈압 85 mmHg 이상일 경우로 5가지 항목 중 3가지 이상 해당할 경우 대사증후군으로 정의하였다[37,38].

6) 공변량(covariates)

흡연(smoking)과 음주(alcohol)를 공변량으로 포함하였고, 흡연 여부에 대해서는 ‘예, 아니오’로 구분하였고, 음주 여부에 대해서는 ‘예, 아니오’로 구분하였다.

3. 자료처리방법

본 연구의 모든 연속형 자료는 평균(mean)과 표준편차로(standard deviation, SD)로 표기하였으며, 범주형 자료에 대해서는 집단별 비율(%)로 표기하였다. 신체활동 및 심폐체력, 식사 속도에 따른 모든 측정변인의 비교는 일원변량분석(one-way ANOVA) 및 카이제곱 검정(chi-square test)을 실시하였고, 식사 속도에 따른 대사증후군에 노출될 상대적 위험도(odd ratio)와 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 산출하기 위해 로지스틱 회귀분석(logistic regression)을 실시하였다. 식사 속도와 대사증후군의 연관성에 대한 신체활동 및 심폐체력이 미치는 영향을 검증하기 위해 the Hayes PROCESS macro의 조절 분석(moderation analysis)를 실시하였다. 모든 통계 분석은 SPSS-PC version 21.0을 이용하였으며, 통계적 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

연구 결과

1. 신체활동, 심폐체력, 식사 속도에 따른 기술 통계

Table 2는 신체활동, 심폐체력, 식사 속도에 따른 집단 간 측정 변인을 비교한 결과이다. 먼저 신체활동 집단에 따라 측정 변인을 비교한 결과, 신체활동 권장량 충족 집단은 비충족 집단보다 체지방률($p<.008$), 중성지방($p<.006$), 이완기 혈압($p<.033$), 대사증후군 비율($p<.007$)이 낮은 것으로 나타났으며, 제지방량($p<.001$)은 높은 것으로 나타났다.

심폐체력 수준에 따라 측정 변인을 비교한 결과, 평균 연령($p<.001$), 체질량지수($p<.001$), 체지방률($p<.001$), 체지방량($p=.010$), 복부비만율($p<.001$), 흡연($p=.003$), 허리둘레($p<.001$), 중성지방($p<.001$), 공복혈당($p=.003$), 수축기 혈압($p<.001$), 이완기 혈압($p<.001$), 대사증후군 비율($p<.001$)은 심폐체력 하위, 중위 그리고 상위 수준으로 높아질수록 유의하게 감소하는 선 경향이 있는 것으로 확인되었다. 한편, 음주율($p=.618$)과 고밀도지단백콜레스테롤($p=.108$)은 심폐체력 수준과 유의한 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

Table 3. Odds ratio (OR) and 95% confidence interval (CI) of metabolic syndrome by eating speed

| Group | Model 1 | | Model 2 | |
|---------------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| | OR (95% CI) | p-value | OR (95% CI) | p-value |
| Total | | | | |
| Normal eating | 1 (reference) | | 1 (reference) | |
| Fast eating | 2.267 (1.576-3.260) | <.001 | 1.780 (1.223-2.591) | .003 |
| Men | | | | |
| Normal eating | 1 (reference) | | 1 (reference) | |
| Fast eating | 1.774 (1.203-2.617) | .004 | 1.750 (1.181-2.592) | .005 |
| Women | | | | |
| Normal eating | 1 (reference) | | 1 (reference) | |
| Fast eating | 2.284 (0.677-7.708) | .183 | 2.297 (0.674-7.831) | .184 |

Model 1: unadjusted; Model 2: adjusted for sex, age, smoking, and alcohol intake.

OR, odds ratio; CI, confidence interval.

식사 속도 집단에 따라 측정 변인을 비교한 결과, 식사 속도가 빠른 집단은 정상 집단보다 연령($p<.001$), 체질량지수($p<.001$), 체지방률($p=.022$), 체지방량($p<.001$), 제지방량($p<.001$), 복부비만율($p<.001$), 허리둘레($p<.001$), 중성지방($p<.001$), 수축기 혈압($p<.001$), 이완기 혈압($p=.001$), 대사증후군 비율($p<.001$)이 높은 것으로 나타났으며, 흡연($p<.001$)과 고밀도지단백콜레스테롤($p<.001$)은 낮은 것으로 나타났다.

2. 식사 속도와 대사증후군

Table 3은 식사 속도 집단에 따라 대사증후군에 노출될 상대적 위험도를 산출한 결과이다. 전체 대상자에서 식사 속도가 정상 집단을 기준(reference, OR=1)으로 했을 때, 빠른 집단(OR=2.267, 95% CI=1.576-3.260, $p<.001$)의 승산비는 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다. 빠른 집단의 승산비(OR=1.780, 95% CI=1.223-2.259, $p=.003$)는 성별, 연령, 흡연, 음주 등과 같은 공변량을 보정하고도 통계적 유의도가 유지되었다.

추가적으로 남성과 여성을 세분화한 결과, 남성의 경우 정상 집단을 기준(OR=1)으로 한 빠른 집단의 승산비(OR=1.774, 95% CI=1.203-2.617, $p=.004$)가 통계적으로 유의하게 더 높았고, 빠른 집단의 승산비는 연령, 흡연, 음주 등과 같은 공변량을 통계적으로 보정하고도 통계적 유의도가 유지되었다. 반면, 여성 대상자의 승산비는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

3. 식사 속도와 대사증후군의 관계: 신체활동의 조절 효과 분석

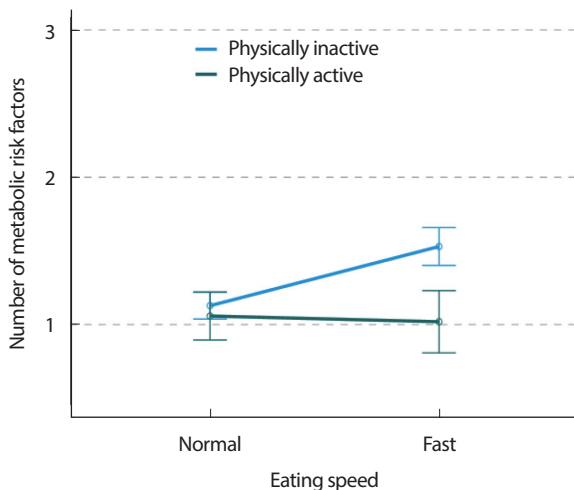
Table 4는 식사 속도와 대사증후군 간의 관계에 대한 신체활동의 조절 효과를 분석한 결과이다. 식사 속도와 대사증후군의 관계는 신체

Table 4. The moderating effect of physical activity (PA) on the relationship between eating speed and metabolic syndrome

| Predictors | Coefficients | SE | t | p | 95% CI | |
|---|--------------|-------|--------|------|--------|--------|
| | | | | | Lower | Upper |
| Model 1 ($R^2=0.038$, $F=14.024$, $p<.001$) | | | | | | |
| ES | 0.866 | 0.215 | 4.024 | .001 | 0.444 | 1.288 |
| PA | 0.298 | 0.234 | 1.275 | .203 | -0.161 | 0.757 |
| Interaction | -0.389 | 0.162 | -2.402 | .017 | -0.706 | -0.071 |
| R ² change due to the moderator=0.005 ($F=5.772$, $p=.017$) | | | | | | |
| Model 2 ($R^2=0.094$, $F=18.359$, $p<.001$) | | | | | | |
| ES | 0.842 | 0.209 | 4.022 | .001 | 0.431 | 1.252 |
| PA | 0.369 | 0.227 | 1.626 | .104 | -0.076 | 0.816 |
| Interaction | -0.440 | 0.157 | -2.797 | .005 | -0.749 | -0.131 |
| R ² change due to the moderator=0.007 ($F=7.825$, $p=.005$) | | | | | | |

Model 1: unadjusted; Model 2: adjusted for sex, age, smoking, alcohol intake.

ES, eating speed; PA, physical activity.

**Fig. 1.** Illustration of an interaction effect between eating speed and physical activity (PA) on metabolic risk factors.

활동에 따라 통계적으로 유의한 수준의 차이가 있는 것으로 나타났으며($\beta=-0.389$, 95% CI = -0.706~-0.071, $p=.017$), 성별, 연령, 흡연, 음주 등과 같은 공변량을 통계적으로 보정하고도 통계적 유의도가 유지되는 것으로 나타났으며($\beta=-0.440$, 95% CI = -0.749~-0.131, $p=.005$). 이러한 신체활동의 조절 효과는 Fig. 1에 제시한 바와 같이 빠른 식사 속도로 인한 대사증후군 위험인자의 군집 현상은 규칙적인 신체활동을 수행할수록 유의하게 감소하는 것을 알 수 있다.

4. 식사 속도와 대사증후군의 관계: 심폐체력의 조절 효과 분석

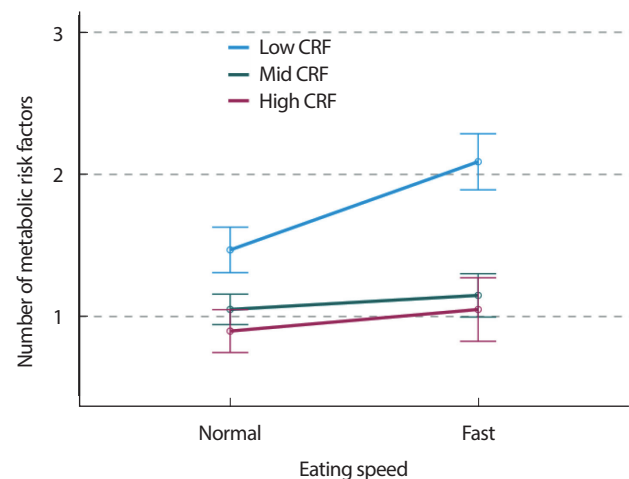
Table 5는 식사 속도와 대사증후군 간의 관계에 대한 심폐체력의 조절 효과를 분석한 결과이다. 식사 속도와 대사증후군의 관계는 심폐체력 수준에 따라 통계적으로 유의한 수준의 차이가 있는 것으로 나타났으며($\beta=-0.307$, 95% CI = -0.496~-0.118, $p=.002$), 성별, 연령, 흡연,

Table 5. The moderating effect of cardiorespiratory fitness (CRF) on the relationship between eating speed and metabolic syndrome

| Predictors | Coefficients | SE | t | p | 95% CI | |
|--|--------------|-------|--------|-------|--------|--------|
| | | | | | Lower | Upper |
| Model 1 ($R^2=0.103$, $F=40.994$, $p<.001$) | | | | | | |
| ES | 0.930 | 0.201 | 4.631 | <.001 | 0.536 | 1.325 |
| CRF | -0.004 | 0.138 | -0.030 | .976 | -0.275 | 0.267 |
| Interaction | -0.307 | 0.096 | -3.193 | .002 | -0.496 | -0.118 |
| R ² change due to the moderator=0.009 ($F=10.192$, $p=.002$) | | | | | | |
| Model 2 ($R^2=0.140$, $F=28.923$, $p<.001$) | | | | | | |
| ES | 0.782 | 0.198 | 3.940 | .001 | 0.392 | 1.171 |
| CRF | -0.015 | 0.136 | -0.111 | .912 | -0.281 | 0.251 |
| Interaction | -0.266 | 0.095 | -2.819 | .005 | -0.452 | -0.081 |
| R ² change due to the moderator=0.006 ($F=7.944$, $p=.005$) | | | | | | |

Model 1: unadjusted; Model 2: adjusted for sex, age, smoking, alcohol intake.

ES, eating speed; CRF, cardiorespiratory fitness.

**Fig. 2.** Illustration of an interaction effect between eating speed and cardiorespiratory fitness (CRF) on metabolic risk factors.

음주 등과 같은 공변량을 통계적으로 보정하고도 통계적 유의도가 유지되는 것으로 나타났으며($\beta=-0.266$, 95% CI = -0.452~-0.081, $p=.005$). 이러한 심폐체력의 조절 효과는 Fig. 2에 제시한 바와 같이 빠른 식사 속도로 인한 대사증후군 위험인자의 군집 현상은 심폐체력이 낮은 수준, 중간 수준, 높은 수준으로 갈수록 유의하게 감소하는 것을 알 수 있다.

논 의

본 연구는 우리나라 대학생 1,071명을 대상으로 1) 신체활동, 심폐체력, 식사 속도와 대사증후군의 연관성을 검증하고, 2) 식사 속도와 대사증후군의 관계에 대한 신체활동 및 심폐체력의 역할을 검증하는 것을 주요 목적으로 하였다. 그 결과 전체 참여자를 대상으로 분석한 연구에서 신체활동은 중성지방, 이완기 혈압, 대사증후군과 음의 상관관

계를 갖는 것으로 나타났다. 이러한 본 연구의 결과는 유럽 청소년을 대상으로 가속도계를 이용하여 객관적으로 측정된 신체활동량이 대사증후군 위험인자(예, 허리둘레, 수축기 혈압 및 이완기 혈압, 혈당)와 음의 상관관계가 있는 것으로 보고한 Ekelund et al. [39]의 연구와 일치하는 결과이며, 20-80세의 우리나라 성인과 노인 36,987명을 대상으로 국제신체활동설문을 이용하여 주관적으로 측정된 신체활동과 대사증후군의 관계를 검증한 결과에서도 150분 이상의 신체활동을 실천하는 경우에는 연령과 성별에 관계없이 대사증후군 위험인자가 유의하게 더 낮았다고 보고한 Cho et al. [40]의 연구와도 일치하는 결과이다. 이렇듯 주당 150분의 신체활동을 실천하는 것은 대사증후군의 위험을 낮출 수 있는 중요한 행동 요인인 것으로 확인되었으며, 이는 20대 성인기의 대사증후군을 예방하기 위해서는 규칙적인 신체활동의 필요성을 강조하고 있는 것으로 판단된다.

또한, 본 연구에서는 심폐체력이 대사증후군 위험인자 및 대사증후군 유병률과 밀접한 연관이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 우리나라 남자 대학생을 대상으로 심폐체력이 허리둘레 및 중성지방과 음의 상관관계를 갖는 것으로 보고한 Lee et al. [41]의 연구결과 그리고 심폐체력이 허리둘레, 혈압, 중성지방과 음의 상관을 갖는 것으로 보고한 Bailey et al. [42]의 연구와 일치하는 것으로 나타났다. 유사하게 Kelly et al. [43]은 대사증후군이 있는 집단은 대사증후군이 없는 집단보다 대사증후군 위험인자가 높았고, 심폐체력 저하가 대사증후군의 유병률 증가와도 유의하게 연관되었다고 보고하였다. 이러한 선행연구 결과를 고려하여 판단해볼 때, 본 연구의 결과는 대사증후군에 대한 예방과 치료 차원에서 운동을 포함하여 심폐체력 증진이 절실함을 의미하는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 식사 속도와 대사증후군과 관계를 분석한 결과에서 빠른 식사 속도가 대사증후군 위험인자 및 대사증후군의 노출 위험을 증가시키는 주요 요인인 것으로 나타났다. 이러한 본 연구의 결과는 식사 속도가 비만 및 대사증후군과 연관성이 높다고 보고한 선행연구와 일치하는 것으로 판단된다. 예를 들어, Kral et al. [44]은 30명의 고도 비만 여성과 16명의 고도 비만 남성을 대상으로 식사 속도와 체지방과의 연관성을 조사한 결과에서 남녀 상관없는 빠른 식사 속도는 허리둘레, 지방간, 중성지방이 유의하게 더 높은 것으로 보고하였다. Nagahama et al. [45]은 건강검진을 받은 56,865명(남성 41,820, 여성 15,045명)을 대상으로 자기기입식 설문방식으로 조사한 식사속도와 대사증후군과의 연관성을 조사한 결과, 정상 식사 속도에 비해 빠른 식사 속도는 대사증후군에 노출될 위험을 1.6배 더 증가시켰다고 보고하였다. Yamane et al. [46]은 1,314명(남학생 676명, 여학생 638명)을 대상으로 3년간 추적 조사를 통하여 식사 속도와 과체중/비만과의 연관성을 조사한 결과, 추적 시점에서 빠른 식사 속도를 가진 남학생은 정상 식사 속도를 가진 남학생에 비해 추적 기간 과체중에 노출될 위

험이 약 4.4배 더 높았다고 보고하였다.

앞에서 기술한 선행연구와 본 연구의 결과를 종합적으로 고려하여 판단해 볼 때, 빠른 식사 속도는 비만과 대사증후군의 위험을 증가시키는 주요한 행동 요인임을 의미하는 것으로 판단된다. 또한, 본 연구에 참여한 대학생의 경우 남학생이 여학생과 비교하여 식사 속도가 상대적으로 더 빠르고 그 결과 빠른 식사속도로 인한 과잉 열량섭취와 비만 그리고 대사증후군에 노출될 위험이 여학생보다 더 높았을 가능성을 배제할 수 없을 것으로 판단된다. 따라서 이러한 결과는 대학생 특히 남자 대학생의 대사증후군을 예방하기 위해 식사 속도 조절과 같은 건강한 식습관에 관한 교육의 필요성과 중요성을 강조하고 있다. 다만, 본 연구에서는 남학생에 비해 여학생의 참여 비율이 상대적으로 유의하게 더 낮은 관계로 인하여 식사속도와 대사증후군과의 관계가 성별에 따라 차이가 있는지에 대한 명확한 결론을 내릴 수 없을 것으로 판단되며, 이 부분에 대해서는 후속연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 빠른 식사 속도로 인한 대사증후군 노출 위험에 대한 신체활동 및 심폐체력의 조절 효과가 통계적으로 유의한 수준인 것으로 나타났다. 이는 세계보건기구에서 제시한 신체활동 권장량을 충족할 경우, 그리고 심폐체력 수준이 높을수록 빠른 식사 속도로 인한 대사증후군 노출 위험이 유의하게 억제될 수 있다는 사실을 의미하는 것으로 판단된다. 이러한 본 연구의 결과는 청소년을 대상으로 식습관(예, 폭식, 감정적 식사)과 체질량지수와와의 관계에 대한 신체활동의 역할을 조절 효과 분석한 결과에서 고강도 신체활동을 증가시키면 감정적 섭식으로 인한 체질량지수 증가에 미치는 효과를 최소화할 수 있다고 보고한 Shaheed et al. [48]의 연구결과, 성인 및 노인을 대상으로 건강하지 않은 식사 습관(예, 정제된 탄수화물, 나트륨, 육류 섭취 등)이 대사성 위험인자와 양의 상관관계를 갖지만 규칙적인 신체활동을 통하여 줄일 수 있다고 보고한 He et al. [49]의 연구결과와 부분적으로 일치한다. 또한, 규칙적인 운동을 통한 체력증진이 건강하지 않은 식습관으로 인한 대사증후군 위험인자의 군집현상을 최소화할 수 있다고 보고한 Moreira et al. [50]의 연구 결과, 심폐체력 증진이 아침 식사를 건너뛰거나 패스트푸드 섭취, 단 음식 섭취 등과 같은 건강하지 않은 식습관으로 인한 대사증후군 노출 위험을 낮출 수 있다고 보고한 Tambalis et al. [51]의 연구와도 부분적으로 일치하는 것으로 나타났다.

앞에서 언급한 선행연구는 연구 대상자, 실험설계, 측정변인 등에서 의 차이로 인하여 본 연구의 결과와는 직접적으로 비교하기는 어렵지만 본 연구의 결과와 더불어 세계보건기구의 권장량에 충족하는 신체활동 참여와 더불어 규칙적인 신체활동을 통해 체력 수준을 향상시키는 것은 식습관으로 인한 비만과 대사증후군에 노출 위험을 최소화하는 긍정적 효과를 유도할 수 있다는 사실을 의미하는 것으로 판단된다.

빠른 식사 속도로 인한 대사증후군 위험에 대한 신체활동과 심폐체

력 증진의 예방 효과는 여러가지 설명이 가능하다. 첫째, 신체활동은 골격근의 에너지 소모량 증가를 유도하여 빠른 식사로 인한 과잉에너지 축적을 최소화하고, 심폐체력은 골격근의 미토콘드리아 생합성(mitochondrial biogenesis)을 증진시킴으로서 과체중 및 비만을 예방한다. 둘째, 신체활동 및 심폐체력은 혈압 조절, 고지혈증 예방, 인슐린 감수성 증가 등을 유도한다. 셋째, 신체활동 및 심폐체력은 염증성 사이토카인(proinflammatory cytokines) 분비를 최소화하고 항염증성 사이토카인(anti-inflammatory cytokines) 증가를 유도한다. 따라서 신체활동과 심폐체력증진의 이러한 긍정적인 효과는 빠른 식사 속도로 인한 대사증후군의 위험을 억제시키는 작용을 할 것으로 판단된다.

본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구에 참여한 남녀 대학생은 수도권 지역의 1개 대학에서 모집했기 때문에 연구의 결과를 우리나라 전체 대학생 혹은 성인으로 일반화하기에는 어려울 것으로 판단된다. 특히, 남학생에 비해 여학생의 참여율이 상대적으로 낮은 관계로 인하여 성별에 따른 차이 유무는 추가적인 연구를 통하여 재차 검증되어야 할 것이다. 둘째, 본 연구에서 피검자의 식사 속도는 설문지를 이용하는 주관적 방법으로 조사했기 때문에 추후에는 보다 객관적인 모니터링 방법을 사용하여 여러가지 변인(예, 총 섭취열량)을 포함시키는 것이 필요할 것으로 판단된다. 셋째, 본 연구에서는 설문지 작성을 통하여 신체활동을 주관적인 방법으로 측정했기에 측정 오차가 있을 수 있고, 식사 속도와 대사증후군 간의 상관관계에 대한 신체활동 특징(예, 강도, 유형)의 역할을 검증할 수 없었기에 물체 가속도계(accelerometer)와 같은 객관적인 측정 도구를 이용하여 신체활동 모니터링을 포함하는 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다. 넷째, 본 연구는 횡적 연구 설계를 바탕으로 수행하였기 때문에 식사 속도와 대사증후군 간의 상관관계를 인과관계 측면에서 접근할 수 없었기에 장기간 추적을 바탕으로 하는 종단 연구가 필요할 것으로 판단된다.

결론

본 연구에서는 우리나라 대학생을 대상으로 신체활동, 심폐체력, 식사 속도와 대사증후군과의 연관성을 검증하고, 조절효과 분석을 이용하여 식사 속도와 대사증후군의 관계에 대한 신체활동과 심폐체력의 역할에 대해 분석하였다. 그 결과, 세계보건기구의 권장량을 충족하는 신체활동과 규칙적인 운동을 통한 심폐체력 증진이 대사증후군 위험 인자의 군집 현상 및 대사증후군 노출 위험을 낮추는 역할을 수행할 수 있음을 암시하고 있다. 조절 효과 분석을 통해 신체활동 및 심폐체력의 역할을 검증한 결과, 신체활동과 심폐체력 증진은 남학생에게 국한되긴 하지만 빠른 식사 속도로 인한 대사증후군 위험을 효과적으로 억제할 수 있음을 의미하고 있다. 따라서 이러한 결과들을 종합적으로

고려해 볼 때, 대학생의 대사증후군을 효과적으로 예방하기 위해서는 규칙적인 신체활동 및 체력 향상 그리고 건강한 식사습관을 핵심으로 하는 건강 행동을 실천하는 것을 제안하는 바이다.

CONFLICT OF INTEREST

이 논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며, 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: M Kang, H Kang; Data curation: M Kang, H Kang; Formal analysis: M Kang, H Kang; Methodology: M Kang, H Kang; Visualization: M Kang, H Kang; Writing - original draft: M Kang, H Kang.

ORCID

Minjeong Kang <https://orcid.org/0000-0002-0251-4537>
Hyunsik Kang <https://orcid.org/0000-0002-8611-1873>

REFERENCES

1. World Health Organization. World health statistics 2021: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. World Health Organization 2021.
2. Ministry of health and welfare. Korean health statistics 2019: Korean national health and nutrition examination survey (KNHANES VIII-1). Seoul: Ministry of Health and Welfare of Korea 2020.
3. National Heart, Lung, Blood Institute, National Institute of Diabetes, Digestive, Kidney Diseases (US). Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: the evidence report (No. 98-4083). Bethesda, MD: National Heart, Lung, and Blood Institute 1998.
4. World Health Organization. Health at a glance: Asia/Pacific 2020 measuring progress towards universal health coverage: measuring progress towards universal health coverage. Paris: OECD Publishing 2020.
5. Medeiros CC, Ramos AT, Cardoso MA, França IS, Cardoso AD, et al. Insulin resistance and its association with metabolic syndrome com-

- ponents. *Arq Bras Cardiol.* 2011;97(5):380-9.
6. Huang PL. A comprehensive definition for metabolic syndrome. *Dis Model Mech.* 2009;2(5-6):231-7.
7. Kurotani K, Miyamoto T, Kochi T, Eguchi M, Imai T, et al. Metabolic syndrome components and diabetes incidence according to the presence or absence of impaired fasting glucose: the japan epidemiology collaboration on occupational health study. *J Epidemiol.* 2017;27(9):408-12.
8. Engin A. The definition and prevalence of obesity and metabolic syndrome. *Adv Exp Med Biol.* 2017;960:1-17.
9. Huh JH, Kang DR, Kim JY, Koh KK. Metabolic syndrome fact sheet 2021 executive report. *Cardiometabolic Syndrome Journal.* 2021;1(2):125-34.
10. Al-Hamad D, Raman V. Metabolic syndrome in children and adolescents. *Transl Pediatr.* 2017;6(4):397-407.
11. Stabelini Neto A, Sasaki JE, Mascarenhas LP, Boguszewski MC, Bozza R, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2011;11(1):1-7.
12. Oliveira RG, Guedes DP. Physical activity, sedentary behavior, cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome in adolescents: systematic review and meta-analysis of observational evidence. *PLoS One.* 2016;11(12):1-24.
13. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* 1985;100(2):126-31.
14. Penedo FJ, Dahn JR. Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Curr Opin Psychiatry.* 2005;18(2):189-93.
15. Herbst A, Kapellen T, Schober E, Graf C, Meissner T, et al. Impact of regular physical activity on blood glucose control and cardiovascular risk factors in adolescents with type 2 diabetes mellitus—a multicenter study of 578 patients from 225 centres. *Pediatric Diabetes.* 2015;16(3):204-10.
16. Joseph JJ, Echouffo-Tcheugui JB, Golden SH, Chen H, Jenny NS, et al. Physical activity, sedentary behaviors and the incidence of type 2 diabetes mellitus the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2016;4(1):1-12.
17. Hottenrott K, Ludyga S, Schulze S. Effects of high intensity training and continuous endurance training on aerobic capacity and body composition in recreationally active runners. *J Sports Sci Med.* 2012;11(3):483-8.
18. Cao M, Quan M, Zhuang J. Effect of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on cardiorespiratory fitness in children and adolescents a meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(9):1-13.
19. Lee DC, Artero EG, Sui X, Blair SN. Mortality trends in the general population the importance of cardiorespiratory fitness. *J Psychopharmacol.* 2010;24(Suppl 4):27-35.
20. Al-Mallah MH, Sakr S, Al-Qunaibet A. Cardiorespiratory fitness and cardiovascular disease prevention an update. *Curr Atheroscler Rep.* 2018;20(1):1-9.
21. Liu J, Sui X, Lavie CJ, Zhou H, Park YM, et al. Effects of cardiorespiratory fitness on blood pressure trajectory with aging in a cohort of healthy men. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(12):1245-53.
22. Benson AC, Torode ME, Singh MA. Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *Int J Pediatr Obes.* 2006;1(4):222-31.
23. Carnethon MR, Gulati M, Greenland P. Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. *JAMA.* 2005;294(23):2981-8.
24. Ritchie SA, Connell JM. The link between abdominal obesity, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2007;17(4):319-26.
25. Hong SH, Lee JA, Park JH, Lee MK, Kim JY, et al. Association between cardiorespiratory fitness and the prevalence of metabolic syndrome among Korean adults a cross sectional study. *BMC Public Health.* 2014;14:1-9.
26. Ekuni D, Furuta M, Tomofuji T, Irie K, Azuma T, et al. Effects of eating behaviors on being overweight in japanese university students a cross-sectional survey at the okayama university. *Asia Pac J Public Health.* 2013;25(4):326-34.
27. Méndez-Hernández P, Dosamantes-Carrasco LD, Siani C, Pierlot R, Martínez-Gómez M, et al. Mealtime habits and risk of developing the metabolic syndrome or insulin resistance among Mexican adults. *Br J Nutr.* 2016;116(10):1824-33.
28. Konidari Z, Kastorini CM, Milionis HJ, Bika E, Nikolaou V, et al. Eating behaviors and their relationship with cardiovascular disease. A case/case-control study. *Appetite.* 2014;80:89-95.
29. Lee JS, Mishra G, Hayashi K, Watanabe E, Mori K, et al. Combined eating behaviors and overweight: eating quickly, late evening meals, and skipping breakfast. *Eat Behav.* 2016;21:84-8.

30. Sakurai M, Nakamura K, Miura K, Takamura T, Yoshita K, et al. Self-reported speed of eating and 7-year risk of type 2 diabetes mellitus in middle-aged Japanese men. *Metabolism*. 2012;61(11):1566-71.
31. Shin A, Lim SY, Sung J, Shin HR, Kim J. Dietary intake, eating habits, and metabolic syndrome in Korean men. *J Am Diet Assoc*. 2009;109(4):633-40.
32. Zhu B, Haruyama Y, Muto T, Yamazaki T. Association between eating speed and metabolic syndrome in a three-year population-based cohort study. *J Epidemiol*. 2015;25(4):332-6.
33. Oh EJ, Joh HK, Lee R, Do HJ, Oh SW, et al. Relations between the dietary habits and components of the metabolic syndrome in premenopausal women. *Journal of the Korean Academy of Family Medicine*. 2008;29(10):746-61.
34. World Health Organization. *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva, Switzerland: WHO Press 2010.
35. American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 11th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins 2021.
36. Maruyama K, Sato S, Ohira T, Maeda K, Noda H, et al. The joint impact on being overweight of self-reported behaviours of eating quickly and eating until full cross-sectional survey. *BMJ*. 2008;337(2):1-5.
37. Korean Society for the Study of Obesity, Lee CB. Public statement on the importance of prevention and management of obesity and metabolic syndrome during the COVID-19 pandemic. *J Obes Metab Syndr*. 2021;30(3):194-5.
38. National Cholesterol Education Program (US) Expert Panel on Detection, E. 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(19):2486-97.
39. Ekelund U, Anderssen SA, Froberg K, Sardinha LB, Andersen LB, et al. Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia*. 2007;50(9):1832-40.
40. Cho JH, Ko J, Lim ST. Relationship between metabolic syndrome and moderate-to-vigorous physical activity among adults 18 years old and over. *PLoS One*. 2021;16(10):1-12
41. Lee JY, Shin SA, Kim DH, Lee JH, Lee YW, et al. Correlation comparison of obesity indices and cardiopulmonary fitness for metabolic syndrome. *The Korean Journal of Exercise Nutrition*. 2005;9(1):49-56.
42. Bailey DP, Boddy LM, Savory LA, Denton SJ, Kerr CJ. Associations between cardiorespiratory fitness, physical activity and clustered cardiometabolic risk in children and adolescents: the HAPPY study. *Eur J Pediatr*. 2012;171(9):1317-23.
43. Kelley E, Imboden MT, Harber MP, Finch H, Kaminsky LA, et al. Cardiorespiratory fitness is inversely associated with clustering of metabolic syndrome risk factors: the ball state adult fitness program longitudinal lifestyle study. *Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes*. 2018;2(2):155-64.
44. Kral JG, Buckley MC, Kissileff HR, Schaffner F. Metabolic correlates of eating behavior in severe obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001;25(2):258-64.
45. Nagahama S, Kurotani K, Pham NM, Nanri A, Kuwahara K, et al. Self-reported eating rate and metabolic syndrome in Japanese people cross-sectional study. *BMJ open*. 2014;4(9):1-8.
46. Yamane M, Ekuni D, Mizutani S, Kataoka K, Sakumoto-Kataoka M, et al. Relationships between eating quickly and weight gain in Japanese university students a longitudinal study. *Obesity (Silver Spring)*. 2014;22(10):2262-6.
47. Kikuchi A, Monma T, Ozawa S, Tsuchida M, Tsuda M, et al. Risk factors for multiple metabolic syndrome components in obese and non-obese Japanese individuals. *Prev Med*. 2021;153:1-7.
48. Shaheed SR, Malik JA, Hafsa SZ. Moderating role of physical activity for the psychological determinants of eating behaviors affecting BMI among young adolescents. *Foundation University Journal of Psychology*. 2022;6(1):41-50.
49. He Y, Li Y, Lai J, Wang D, Zhang J, et al. Dietary patterns as compared with physical activity in relation to metabolic syndrome among Chinese adults. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2013;23(10):920-8.
50. Moreira C, Santos R, Moreira P, Lobelo F, Ruiz JR, et al. Cardiorespiratory fitness is negatively associated with metabolic risk factors independently of the adherence to a healthy dietary pattern. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2013;23(7):670-6.
51. Tambalis KD, Panagiotakos DB, Psarra G, Sidossis LS. Association of cardiorespiratory fitness levels with dietary habits and lifestyle factors in schoolchildren. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2019;44(5):539-45.