

소아에서 신체활동과 대사이상 군집의 관계

손현진, 김미경, 김현자, 김 호¹⁾, 최보율

한양대학교 의과대학 예방의학교실, 서울대학교 보건대학원¹⁾

The Relationship between Physical Activity and Clustering of Metabolic Abnormalities in Children

Hyun Jin Son, Mi Kyung Kim, Hyun Ja Kim, Ho Kim¹⁾, Bo Youl Choi

Department of Preventive Medicine, Hanyang University College of Medicine;
Seoul National University Graduate School of Public Health¹⁾

Objectives : This study was performed to assess the association between physical activity and the clustering of metabolic abnormalities among Korean children. The effect of substituting moderate to vigorous physical activity for the time spent in inactivity was examined as well.

Methods : The study subjects were comprised of 692 (354 boys, 338 girls) 4th grade elementary school students. We used a modified form of the physical activity questionnaire that was developed in the Five-City Project. The subjects with clustering of metabolic abnormalities were defined as having two or more of the following five characteristics: waist circumference ≥ 90 %, systolic or diastolic blood pressure ≥ 90 %, fasting glucose ≥ 110 mg/dl, triglycerides ≥ 110 mg/dl and HDL cholesterol ≤ 40 mg/dl. We calculated the odds ratios to assess the effect of substituting moderate to vigorous physical activity for time spent in inactivity.

Results : The risk of clustered metabolic abnormalities was inversely correlated with the increased time spent on moderate to vigorous physical activity, but the correlation was not significant. The odds ratio for clustering of metabolic abnormalities that represented the effect of substituting moderate to vigorous physical activity for 30minutes of sedentary activity was 0.87 (95% CI=0.76-1.01).

Conclusions : These findings suggest that substituting moderate to vigorous physical activity for sedentary activity could decrease the risk of clustered metabolic abnormalities.

J Prev Med Public Health 2008;41(6):427-433

Key words : Cardiovascular disease, Children, Metabolic syndrome, Physical activity

서론

최근 우리나라의 소아 비만율은 1980년 이전에는 3.0%이하이던 것이 1980년대 후반 9.8%로 증가하였고 [1] 2005년 국민건강영양조사에서는 남아 11.5%, 여아 9.7%를 보였다 [2]. 소아의 대사증후군 유병률은 성인보다 낮으나 대사증후군의 가장 큰 위험 요소인 비만이 이처럼 소아에서 현저한 증가를 보이고 있어 대사증후군 또한 증가 추세에 있을 것으로 보인다. 대사증후군은 인슐린 저항성, 복부 비만, 내당능 장애, 혈압 상승, 중성 지방 증가와 고밀도 콜레스테롤의 감소와 같은 심혈관 질환 위험 요인의 군집이며 [3] 장기적으로 동맥경화성 심혈관질환과 제2형 당뇨병의 발

생을 증가시킨다 [4]. 특히 소아 대사증후군은 성인기까지 지속될 가능성이 높고 [5,6], 동맥경화의 과정 또한 소아기부터 시작된다 [7]는 점에서 중요하다고 할 수 있다. 신체활동은 대사증후군의 병태생리학적 모형에서 비만과 더불어 주요 조절인자(modifier)에 속하며 [8], 이를 뒷받침해 주는 많은 연구 결과들이 있다 [9-15].

좁은 의미에서 신체활동은 수면 시간과 앉아서 생활하는 시간을 제외한 서서 하는 활동을 말한다. 대사증후군과 신체활동 간 연구를 크게 세 가지로 분류해 볼 수 있다. 첫째, 수면 시간, 앉아서 생활하는 시간, 신체활동량을 모두 고려한 총 활동량의 증가가 대사증후군의 위험을 감소시키는 지 보는 연구이다. 최근의 대규모 단면

연구(The European Youth Heart Study, CASPIAN Study) [9,10]를 예로 들 수 있다. 이들 연구에서는 총 활동량을 삼분위, 사분위로 나누어 총 활동량이 증가함에 따라 대사증후군의 위험이 감소하는 용량-반응 관계를 보여주고 있다. 둘째, 신체활동량의 증가가 대사증후군의 위험을 감소시키는 지 보는 연구이다. 주로 실험 연구를 예로 들 수 있다. 비만 아동을 대상으로 한 실험 연구에서 중등도 이상의 신체활동이 중성지방과 인슐린 수치를 감소시켰으며 [11], 중등도 이상의 신체활동을 일주일에 3번 이상 40분간 시행한 결과 중성지방, 인슐린, 비만도를 감소시켰다 [12]. 이 밖에도 비만 아동 또는 비만하지 않은 아동을 대상으로 한 많은 실험 연구에서 신체활동량의 증가가 대사증후군 아동에게

긍정적 효과가 있다는 결과를 보여주고 있다 [13-15]. 셋째, 앉아서 생활하는 시간의 증가가 대사증후군의 위험을 증가시키는지 보는 연구이다. 비활동적인 생활 습관 또는 앉아서 생활하는 시간이 많거나, 텔레비전 시청 시간이 많을수록 신체활동량과는 독립적으로 대사증후군의 위험을 증가시킨다는 연구 결과들을 예로 들 수 있다 [16,17].

이러한 연구 결과들을 종합해 보면 중등도 강도 이상의 신체활동의 증가와 비활동적 시간의 감소는 대사증후군의 위험을 감소시킨다고 할 수 있다. 하지만 중등도 강도 이상의 신체활동의 증가와 비활동적 시간의 감소 효과를 동시에 본 연구는 거의 없다. 따라서 이 연구에서는 중등도 강도 이상의 신체활동을 증가시키고 동시에 비활동적 시간을 감소시킨 효과, 다시 말하면 비활동적 시간을 중등도 강도 이상의 신체활동 시간으로 대체한 효과를 보고자 하였으며, 가벼운 신체활동을 중등도 강도 이상의 신체활동으로 대체한 효과도 동시에 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2005년 4-5월 학생 건강증진 사업의 일환으로 경기도 양평군의 전체 22개 초등학교 4학년 867명을 대상으로 전수 조사를 시행하였다. 설문 조사지의 회수율은 90%(780명)였으며, 그 중 신체 계측, 혈액 검사를 완료하고 연구에 동의한 학생은 734명이었다. 연구의 주요 변수인 수면 시간과 신체활동 시간 항목에 답변을 하지 않은 32명은 분석대상에서 제외하였다. 하루 평균 총 신체활동 시간을 로그변환하여 75백분위수에서 1.5 사분위범위(interquartile range)를 벗어나는 10명(12.1시간 이상)은 이상치(outlier)로 보고 분석대상에서 제외한 후, 최종 692명을 분석에 포함하였다.

2. 자료 수집 및 변수

1) 설문 조사 및 식이 조사

대상자의 일반적 특성, 부모의 학력 및 질병력과 신체활동에 관한 질문을 포함하였으며, 학부모와 학생이 함께 자가 작성

하도록 하였다. 식이 조사는 24시간 회상법으로 역시 학부모와 학생이 함께 자가 작성하도록 하였으며, 설문 조사와 식이 조사는 수거 후 영양사인 조사가원이 검토하여 보완이 필요한 경우 재작성하도록 하였다. 식이 조사는 영양평가용 프로그램 Computer aided nutritional analysis program (CAN Pro) version 3.0을 이용하여 1일 열량 및 영양소 섭취량을 분석하였다.

신체활동에 관한 질문은 Five-City Project에서 개발된 설문 [18]을 변형하여 사용하였다. Five-City Project에서 사용한 설문은 성인을 대상으로 지난 일주일 간의 활동을 주중과 주말을 구분하여 잠자는 시간, 3가지 강도별 활동 시간을 보기 없이 적도록 되어있으나, 이 연구에서는 강도별 활동의 예시를 초등학교에 맞게 바꾸었고, 강도별 활동의 횟수와 한번 할 때의 시간을 따로 질문하였으며, 잠자는 시간과 활동 강도 별 시간은 범주화하여 보기 8개 중 선택하도록 하였다. 가벼운 신체활동(1.0~2.9 METs (Metabolic Equivalents))에는 걷기, 가벼운 청소, 천천히 자전거 타기를 예시로 제시하였고, 중등도 신체활동(3.0~5.9 METs)에는 무거운 물건 운반, 춤추기, 창문 닦기를, 격렬한 신체활동(6.0 METs 이상)에는 달리기, 계단 오르기, 농구, 축구, 수영, 등산, 배드민턴을 예시로 제시하였다. 설문 내용을 바탕으로 하루 중 수면 시간과 총 신체활동 시간을 제외한 시간은 앉아서 보내는 시간으로 보고, 하루 24시간을 수면 시간, 가벼운 신체활동 시간, 중등도 신체활동 시간, 격렬한 신체활동 시간, 앉아서 보내는 시간으로 재구성하여 분석에 이용하였다.

2) 신체 계측 및 혈액 검사

키, 몸무게, 허리둘레, 엉덩이둘레, 혈압을 측정하였다. 다섯 가지 항목 모두 MONICA Manual [19]에 따라 측정하였다. 키는 대상자의 발꿈치, 엉덩이, 등의 세 부분이 신장계에 닿도록 하고 발꿈치를 붙이고 발끝은 40° 정도 벌린 상태에서 소수점 한자리까지 cm단위로 측정하였다. 몸무게는 전자저울을 이용하여 최대한 가벼운 옷차림으로 소수점 한자리까지 kg단위로 측정하였다. 허리둘레는 숨을 가볍게 내린 상태에서 가장 아래에 위치한 늑골

과 장골능선 사이의 중간 부위 둘레를 측정하였고, 엉덩이둘레는 엉덩이의 가장 두꺼운 부분을 측정하였다. 혈압은 측정 전 5분 휴식 후 5분 간격으로 2회 측정하였고, 2회 측정값의 평균을 구하여 분석에 이용하였다.

8시간 이상 공복 후 정맥 혈액을 채취하여 자동분석기(ADVIA 1650, Bayer, USA)를 이용한 효소법으로 혈당, 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤을 측정하였다

3. 대사증후군 및 대사이상 군집군의 정의

소아 대사증후군의 합의된 정의는 없는 실정으로 [20] 이 연구에서는 Cook 등이 2003년 NCEP ATP III의 정의를 소아 및 청소년에 적용하여 수정 제시한 정의를 사용하였다 [21]. 이 정의에 따르면 허리둘레 90백분위수 이상, 수축기 또는 이완기 혈압 90백분위수 이상, 공복 혈당 110 mg/dl 이상, 중성지방 110 mg/dl 이상, 고밀도지단백콜레스테롤 40 mg/dl 이하의 5가지 항목 중 3가지 이상 해당하는 경우를 대사증후군으로 정의하고 있다. 이 연구에서는 허리둘레와 혈압의 경우 우리나라 2007년 소아·청소년 표준 성장도표 [22]의 성별, 연령별 허리둘레의 90백분위수 값과 성별, 연령별, 신장 백분위수별 혈압의 90백분위수 값을 사용하였다.

이 정의를 이용한 국내 연구에서 소아 대사증후군의 유병률이 2.3%~8.4%로 [23,24] 성인에 비해 낮은 유병률을 보여, 대사증후군의 5가지 항목 중 2가지 이상 해당하는 경우를 대사이상 군집군으로 분류하여 신체활동과의 연관성 분석에 이용하였다.

4. 분석방법

지역(읍지역과 기타 지역), 부모의 고혈압과 당뇨병 과거력 유무(부모 중 한 명이 라도 고혈압이나 당뇨병 과거력이 있는 경우와 둘 다 없는 경우)에 따른 남녀별 빈도를 구하였고, 체질량지수, 1일 열량 및 나트륨 섭취량의 평균을 구하였다. 하루 24시간의 활동을 수면 시간, 앉아서 보내는 시간, 총 신체활동 시간으로 구분하여 수면 시간과 앉아서 보내는 시간은 시간

Table 1. General characteristics, average time of activities and average value of metabolic syndrome components of subjects by gender

	Boys (N=354)	Girls (N=338)	Total (N=692)
General characteristics			
Region			
Town	154 (43.5)	147 (43.5)	301 (43.5)
Others	200 (56.5)	191 (56.5)	391 (56.5)
Parental[†] hypertension			
Yes	20 (5.7)	18 (5.3)	38 (5.5)
No	334 (94.4)	320 (94.7)	654 (94.5)
Parental[†] diabetes			
Yes	13 (3.7)	9 (2.7)	22 (3.2)
No	341 (96.3)	329 (97.3)	670 (96.8)
BMI (kg/m ²)	18.4±3.4	17.7±2.8 [§]	18.1±3.1
Total energy intake (kcal/day)	1,826±673	1,687±693 [§]	1,758±686
Total sodium intake (mg/day)	3,824±1,847	3,624±1,517	3,726±1,696
Average time of activity			
Sleeping time (hours)	8.4±1.0	8.4±1.1	8.4±1.1
Sedentary activity (hours)	14.2±2.0	14.4±1.8 [§]	14.3±1.9
Total physical activity (minute) [‡]	85.4±106.3	70.2±87.2 [§]	78.0±97.7
Moderate to vigorous (minute) [‡]	45.1±64.7	38.2±54.3	41.7±59.9
Light (minute)	40.4±63.6	32.0±46.2 [§]	36.3±55.9
Moderate (minute)	17.5±35.9	16.9±30.5	17.2±33.3
Vigorous (minute)	27.6±36.2	21.4±35.2 [§]	24.5±35.8
Average value of metabolic syndrome components			
Systolic blood pressure (mmHg)	105.5±22.3	103.4±10.9	104.5±17.7
Diastolic blood pressure (mmHg)	64.3±10.3	63.5±11.0	63.9±10.6
Fasting glucose (mg/dl)	84.5±6.7	81.9±5.7	83.2±6.4
Triglyceride (mg/dl)	82.3±39.5	84.5±36.1	83.4±37.9
HDL cholesterol (mg/dl)	50.9±10.6	49.5±9.9	50.2±10.3
Waist circumference (cm)	61.5±9.0	58.8±7.3	60.2±8.3

Values are N(%) or mean ± SD

[†]mother or father

[‡]Sum of light, moderate and vigorous physical activity, [§]Sum of moderate and vigorous physical activity

[§]p<0.05 by independent samples t-test between boys and girls, p<0.01 by independent samples t-test between boys and girls.

단위로, 총 신체활동 시간은 분 단위로 남녀별 평균을 구하였다. 총 신체활동 시간은 가벼운 신체활동, 중등도 신체활동, 격렬한 신체활동으로 구분하여 각각의 평균을 제시하였으며 중등도와 격렬한 신체활동 시간을 합한 평균(중등도 이상 신체활동 시간)도 제시하였다. 이 연구에서 사용한 대사증후군의 정의에 포함되는 다섯 가지 요소인 혈압, 공복 혈당, 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤, 허리둘레의 남녀별 평균을 구하였다. 대사증후군 및 대사이상 군집의 유병률을 남녀별로 구하였다.

정상군과 대사이상 군집군의 지역, 부모의 고혈압 또는 당뇨병 과거력에 유무에 따른 빈도의 차이를 카이제곱 검정(chi-square test)을 이용하여 분석하였으며, 체질량지수, 1일 열량 및 나트륨 섭취량의 평균, 각 활동별 시간의 평균, 혈압, 공복 혈당, 중성지방, 고밀도지단백콜레스테롤, 허리둘레의 평균을 독립표본 t-검정(independent samples t-test)을 이용하여 비교하였다.

각 신체활동 시간을 수면 시간, 앉아서 보내는 시간, 가벼운 신체활동 시간과 대

체하였을 때 대사이상 군집 위험의 감소 정도를 보기 위해 영양역학에서 쓰이는 대체모형(substitution model) [25,26]을 적용하였다. 이 모형은 다변수 회귀분석(multiple regression)을 이용한 것으로 모형에 포함되는 변수의 합이 일정한 경우 사용된다. 이 연구에서는 하루의 활동을 수면 시간, 앉아서 보내는 시간, 총 신체활동 시간(가벼운 신체활동, 중등도 신체활동, 격렬한 신체활동의 합)으로 분류하였고, 이것을 모두 합하면 24시간으로 일정하다. 24시간 중 수면 시간과 총 신체활동 시간을 모형에 포함시키면, 총 신체활동 시간이 한 단위 증가하였다는 것은 수면 시간은 변동이 없으므로, 모형에 포함되지 않은 앉아서 보내는 시간을 한 단위 줄이고 총 신체활동 시간을 한 단위 증가시킨 의미가 되므로, 앉아서 보내는 시간 한 단위를 총 신체활동 시간 한 단위로 대체하는 것과 같은 뜻이 된다. 총 신체활동을 가벼운 신체활동, 중등도 신체활동, 격렬한 신체활동으로 구분하여 수면 시간과 앉아서 보내는 시간, 중등도 신체활동 시간, 격렬한 신체활동 시간을 모델에 포함시키면 격렬한

신체활동 시간이 한 시간 증가하였다는 것은 수면 시간과 앉아서 보내는 시간, 중등도 신체활동 시간은 변동이 없으므로 결국 모형에 포함되지 않은 가벼운 신체활동 시간 한 단위를 격렬한 신체활동 시간 한 단위로 대체하는 것과 같은 뜻이 된다. 이 연구에서는 한 단위를 30분으로 하여 분석하였으며, 수면 시간을 각 신체활동 시간으로 대체하는 경우, 앉아서 보내는 시간을 각 신체활동 시간으로 대체하는 경우, 가벼운 신체활동을 중등도 이상의 신체활동으로 대체하는 경우의 3가지 모형으로 분석하였다. 각 모형에서 산출되는 교차비(Odds ratio)는 특정 활동을 다른 활동으로 대체한 경우 대사이상 군집 위험에 대한 효과로 해석할 수 있으며, 교차비를 이용하여 위험의 감소 정도를 백분율로 계산하였다 [26].

통계처리는 SAS (ver. 9.1)를 이용하였으며, 유의 수준은 α=0.05로 하였다.

결 과

1. 일반적 특성 및 활동별 시간과 대사증후군 요소별 평균

조사 대상 집단의 평균 체질량 지수는 남학생이 18.4(±3.4) kg/m², 여학생이 17.7(±2.8) kg/m²로 남학생이 유의하게 높았다 (Table 1).

총 신체활동 시간의 평균은 남학생이 85.4(±106.3)분, 여학생이 70.2(±87.2)분으로 남학생이 유의하게 총 신체활동 시간이 많았으며, 그 중 가벼운 신체활동과 격렬한 신체활동 시간에서 남학생이 더 높은 값을 보였다.

공복 혈당의 평균은 남학생이 84.5(±6.7) mg/dl, 여학생이 81.9(±5.7) mg/dl였고, 허리둘레의 평균은 남학생이 61.5(±9.0) cm, 여학생이 58.8(±7.3) cm로 공복 혈당과 허리둘레 모두 남학생의 평균이 더 컸다.

2. 대사증후군 및 대사이상 군집 유병률

대사증후군에 해당하는 경우는 남학생이 22명(6.2%), 여학생이 16명(4.7%), 전체 38명(5.5%)이었다 (Table 2). 대사이상 군집에 해당하는 경우는 남학생이 66명

Table 2. Prevalence of metabolic abnormalities by gender

Number of metabolic abnormality	Boys (N=354)	Girls (N=338)	Total (N=692)
0	168 (47.5)	151 (44.7)	319 (46.1)
1	120 (33.9)	120 (35.5)	240 (34.7)
2	44 (12.4)	51 (15.1)	95 (13.7)
3	17 (4.8)	12 (3.6)	29 (4.2)
4	5 (1.4)	4 (1.2)	9 (1.3)
5	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
≥2 (Clustering of metabolic abnormality)	66 (18.6)	67 (19.8)	133 (19.2)
≥3 (Metabolic syndrome)	22 (6.2)	16 (4.7)	38 (5.5)

Values are N(%)

Table 3. Differences of general characteristics, average time of activity and average value of metabolic syndrome components between clustering of metabolic abnormalities group and normal group

	Normal group (N=559)	Clustering of metabolic abnormality group (N=133)	p value*
General characteristics			
Gender			
Boys	288 (81.4)	66 (18.6)	0.69
Girls	271 (80.2)	67 (19.8)	
Region			
Town	256 (85.1)	45 (15.0)	0.01
Others	303 (77.5)	88 (22.5)	
Parental hypertension			
Yes	30 (78.6)	8 (21.1)	0.76
No	529 (80.9)	125 (19.1)	
Parental diabetes			
Yes	17 (77.3)	5 (22.7)	0.67
No	542 (80.9)	128 (19.1)	
BMI (kg/m ²)	17.4±2.4	21.1±3.8	<0.01
Total energy intake (kcal/day)	1,775±699	1,688±620	0.19
Total sodium intake (mg/day)	3,724±1,703	3,737±1,671	0.93
Average time of activity			
Sleeping time (hours)	8.4 ±1.1	8.4 ±1.0	0.70
Sedentary activity (hours)	14.2±2.0	14.5±1.5	0.14
Total physical activity (minute) [†]	80.1 ±102.0	69.1 ±76.4	0.16
Moderate to vigorous (minute) [‡]	43.5 ±63.3	34.1 ±42.2	0.04
Light (minute)	36.6 ±56.2	35.0 ±54.8	0.77
Moderate (minute)	18.3 ±35.9	12.4 ±18.4	0.01
Vigorous (minute)	25.2 ±36.7	21.7 ±31.8	0.31
Average value of metabolic syndrome components			
Systolic blood pressure (mmHg)	103.1 ±18.9	110.2 ±9.6	<0.01
Diastolic blood pressure (mmHg)	62.0 ±9.9	71.8 ±10.2	0.65
Fasting glucose (mg/dl)	83.2 ±6.2	83.2 ±7.0	0.09
Triglyceride (mg/dl)	73.2 ±28.1	126.4 ±43.2	<0.01
HDL cholesterol (mg/dl)	52.3 ±9.9	41.5 ±6.9	<0.01
Waist circumference (cm)	58.4 ±6.6	67.9 ±10.1	<0.01

Values are N(%) or mean ± SD

*by chi-square test or independent samples t-test

† Sum of light, moderate and vigorous physical activity, ‡ Sum of moderate and vigorous physical activity

(18.6%), 여학생이 67명(19.8%), 전체 133명 (19.2%)이었으며 대사증후군 및 대사이상 군집 유병률은 남학생과 여학생에서 유의한 차이가 없었다.

3. 정상군과 대사이상 군집군의 일반적 특성 및 활동별 시간과 대사증후군 요소별 평균의 차이

읍지역의 대사이상 군집 유병률은 15.0%였고, 기타 지역은 22.5%로 기타 지역의 유병률이 유의하게 높았으며, 정상군의 체

질량지수는 17.4(±2.4) kg/m², 대사이상 군집군의 체질량지수는 21.1(±3.8) kg/m²로 대사이상 군집군이 유의하게 높았다 (Table 3).

총 신체활동 시간의 평균은 정상군이 80.1(±102.0)분, 대사이상 군집군이 69.1(±76.4)분으로 두 군간 차이가 없었다. 중등도 신체활동 시간의 평균은 정상군이 18.3(±35.9)분, 대사이상 군집군이 12.4(±18.4)분으로 대사이상 군집군이 유의하게 더 낮은 값을 보였으나, 가벼운 신체활동

과 격렬한 신체활동 시간은 두 군간의 차이가 없었다. 중등도 이상 신체활동 시간의 평균은 43.5(±63.3)분, 대사이상 군집군은 34.1(±42.2)분으로 대사이상 군집군이 유의하게 더 낮은 값을 보였다.

대사증후군 요소별 평균은 수축기 혈압과 공복 혈당을 제외한 모든 항목에서 유의한 차이를 보여주었다.

4. 대체모형을 적용한 신체활동 시간과 대사이상 군집의 관계

대체모형을 이용하여 각 신체활동 시간을 수면 시간, 앉아서 보내는 시간, 가벼운 신체활동 시간과 대체하였을 때 대사이상 군집 위험의 감소 정도를 본 결과를 Figure 1에 나타냈다. 3가지 모형에서 중등도 신체활동 시간 항목의 위험 감소 정도가 가장 크게 나타났으며 두 번째로 위험 감소 정도가 큰 항목은 중등도 이상의 신체활동 시간이었다.

수면 시간을 중등도 이상의 신체활동 시간 또는 중등도 신체활동 시간과 대체한 경우 대사이상 군집 위험의 감소 정도는 각각 12% (OR; 0.88, 95% CI=0.74-1.05), 21% (OR; 0.79, 95% CI=0.56-1.10)이었으나 유의하지 않았다.

앉아서 보내는 시간을 중등도 이상의 신체활동 시간 또는 중등도 신체활동 시간과 대체한 경우 대사이상 군집 위험의 감소 정도는 각각 13% (OR; 0.87, 95% CI=0.76-1.01), 22% (OR; 0.78, 95% CI=0.57-1.08)으로 중등도 이상의 신체활동 시간과 대체한 경우 경계유의수준(0.05<p<0.1)의 값을 보였다.

가벼운 신체활동을 중등도 이상의 신체활동 시간 또는 중등도 신체활동 시간과 대체한 경우, 즉 신체활동의 강도를 증가시킨 경우 대사이상 군집 위험의 감소 정도는 각각 18% (OR; 0.82, 95% CI=0.65-1.02), 28% (OR; 0.72, 95% CI=0.50-1.06)로 경계유의수준의 값을 보였다.

총 신체활동과 가벼운 신체활동, 격렬한 신체활동 시간은 어느 모형에서도 유의한 결과는 없었다.

고찰

이 연구는 대체모형을 적용하여 신체활동과 대사이상 군집의 관계를 보고자 한 연구로 앉아서 보내는 시간을 중등도 이상의 신체활동 시간으로 대체하거나, 가벼운 신체활동 시간을 중등도 이상의 신체활동 시간 또는 중등도 신체활동으로 대체하였을 때 유의하지는 않으나 대사이상 군집의 위험이 감소할 가능성을 확인할 수 있었다.

이 연구와 같은 정의를 이용하여 2001년 국민건강영양조사 자료를 분석한 결과에 따르면 우리나라 10~14세 소아의 대사증후군 유병률은 8.4%(95% CI=6.2-10.6)로 [23] 이 연구보다 다소 높은 유병률을 보였으며, 서울의 한 초등학교 2학년과 3학년 261명을 대상으로 같은 정의를 사용한 또 다른 연구에서는 남학생 2.2%, 여학생 2.4%, 전체 2.3%의 낮은 대사증후군 유병률을 보였으나, 대사이상 군집 유병률은 남학생 11.0%, 여학생 20.8%, 전체 15.7%로 [24] 이 연구와 비교했을 때 남학생의 대사이상 군집 유병률은 더 낮고 여학생은 비슷한 수준을 보였다.

신체활동 측정법으로 가속도계를 이용한 우리나라 7세 소아 56명의 신체활동과 비만에 관한 연구에서 가벼운 신체활동과 중등도 신체활동을 합한 시간은 정상 체중군에서 358.4분 비만군에서 395.6분이었고, 격렬한 신체활동 시간은 각각 19.0분, 24.9분이었으며, 앉아서 보내는 시간은 각각 10.2시간, 9.4시간으로 나타났다 [27]. 측정방법과 나이, 신체활동의 강도별 분류 기준이 서로 달라 직접 비교는 불가능한 제한점이 있으나, 이 연구에서는 격렬한 신체활동 시간의 평균은 비슷한 값을 보인 반면, 가벼운 신체활동 시간, 중등도 신체활동 시간, 앉아서 보내는 시간의 평균은 더 낮은 값을 보였다. 신체활동량을 설문지로 평가하는 경우 대상자의 과대보고로 인해 가속도계나 심박동 측정기 등을 이용한 객관적 측정법에 비해 활동량이 높게 나오는 경향이 있으나 [28,29] 이 연구 결과는 가속도계를 이용한 객관적 측정법의 결과와 비교했을 때 활동량이 더

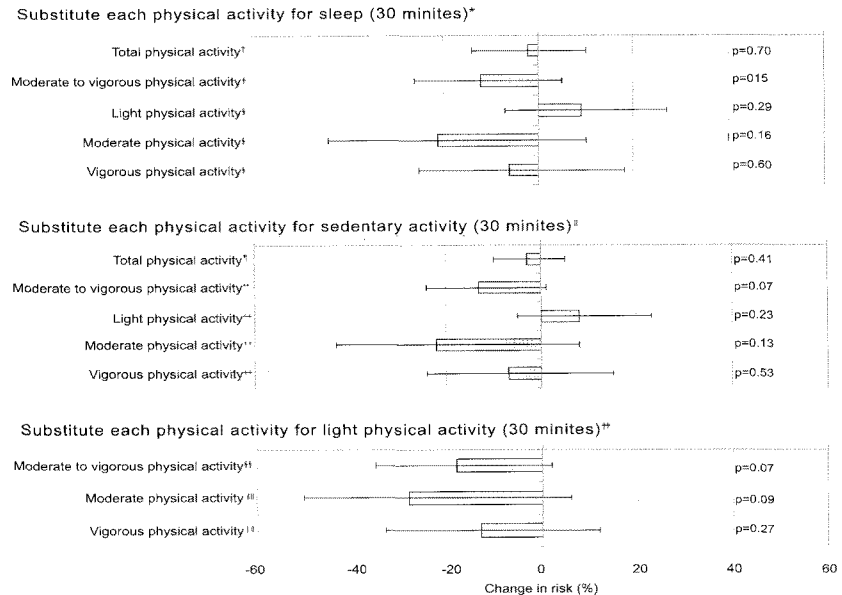


Figure 1. Estimated percent changes in the risk of clustering of metabolic abnormalities by substituting one activity for another.

The 1 bars represent 95% confidence intervals.

*The multivariate logistic model included sex, BMI, sedentary activity time, time of physical activity(†=total; †=light, moderate to vigorous; ‡=light, moderate, vigorous).

‡The multivariate logistic model included sex, BMI, sleeping time, time of physical activity(†=total; ‡=light, moderate to vigorous; †=light, moderate, vigorous).

**The multivariate logistic model included sex, BMI sleeping time, sedentary activity time, time of physical activity(‡=moderate to vigorous; †=moderate, vigorous).

낮게 나와 활동량이 과소 평가되었을 가능성이 있다.

정상군의 중등도 신체활동, 중등도 이상의 신체활동 시간의 평균은 대사이상 군집군보다 더 높았으나 가벼운 신체활동과 격렬한 신체활동 시간은 차이가 없었다. 이것은 총 신체활동 중 중등도 이상의 강도의 신체활동이 대사이상 군집 위험을 감소시킨다는 연구 결과와 일치하며 [11-15,30], 소아에게 권장되는 신체활동의 강도가 중등도 이상의 신체활동이라는 점과도 일치하는 결과이다 [31,32]. 하지만 격렬한 신체활동 시간의 차이가 없게 나온 것은 이 연구가 단면 연구이므로 비만한 아동이 주로 격렬한 신체활동을 증가시킨 결과일 수 있다. 이 연구에서 정상군과 비만군으로 나누어 신체활동 시간을 비교해 본 결과 가벼운 신체활동 시간(정상군 37.4 ±58.8, 비만군 31.7±42.1)과 중등도 신체활동 시간(정상군 18.1±35.8, 비만군 13.5 ±19.7)은 유의하지는 않았으나 정상군에서 평균이 더 컸고, 격렬한 신체활동 시간

(정상군 23.9±34.3, 비만군 27.4±41.6)은 유의하지 않았지만 비만군에서 평균이 더 큰 것을 볼 수 있었다.

이 연구에서는 24시간을 수면 시간, 앉아서 보내는 시간, 가벼운 신체활동 시간, 중등도 신체활동 시간, 격렬한 신체활동 시간의 5가지 항목으로 분류하였다. 그 중 수면 시간과 앉아서 보내는 시간은 비활동적 시간으로 분류할 수 있다. 비활동적 시간을 중등도 강도 이상의 신체활동으로 대체하거나, 가벼운 신체활동을 중등도 강도 이상의 신체활동으로 대체하였을 때 교차비는 유의한 값을 보이지는 않았으나, 앉아서 보내는 시간과 가벼운 신체활동 시간을 중등도 이상의 신체활동과 대체한 경우 경계유의수준에서 유의한 결과를 보여 수면 시간을 대체한 경우에 비해 앉아서 보내는 시간과 가벼운 신체활동 시간을 중등도 이상의 신체활동과 대체하는 것의 효과가 더 클 가능성을 보여주었다. Figure 1에 제시하지 않았지만 각각의 모형에 지역, 부모의 고혈압 유무, 부모의 당뇨

유무, 총 에너지 섭취량, 총 나트륨 섭취량을 포함하여 분석한 결과 포함하지 않은 결과와의 차이는 크지 않았다.

이 연구의 결과를 해석하는 데는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 신체활동과 대사증후군의 관계 연구에 있어 소아의 경우 성인과는 달리 신체활동이 산발적(sporadic)인 경향이 있으며 [33], 단면 연구인 경우 비만한 소아가 오히려 신체활동을 많이 하는 역의 관계를 보이기도 하여 [27] 연관성을 보기 어려운 측면이 있다. 둘째, 이 연구에서 사용한 Five-City Project 신체활동 설문은 신체활동량을 측정하는 여러 방법 중 주관적 방법에 해당하는 것으로 대상자가 겪는 불편함이 없고 7일간의 신체활동을 평가하며 신체활동을 강도별로 측정할 수 있는 장점이 있다. 하지만 회상 편견이 발생할 수 있고 특히 소아의 경우 인지능력이 성인에 비해 떨어지므로 타당도 연구가 반드시 필요하다. 우리나라 성인을 대상으로 Five-City Project에서 사용한 신체활동 설문은 타당도 연구에서 3차원 동작 감지기와의 하루 소비 총 에너지와의 상관관계수가 0.821($p < 0.001$)로 나와 높은 상관성을 보여주었다 [28]. 하지만 소아를 대상으로 타당도 연구가 이루어지지 못하여 이에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다. 셋째, 신체활동과 대사증후군의 관계에 관한 많은 연구에서 체력(physical fitness)을 고려하고 있다. 신체활동과 체력이 서로 독립적으로 대사이상 군집과 관련이 있고, 서로 다른 경로를 통해 대사이상 군집에 영향을 미친다는 연구 결과 [34]도 있어, 신체활동과 대사이상 군집에 관한 연구에서 체력을 주요 변수로 고려해야 한다. 하지만 이 연구에서는 체력 측정을 하지 않아 체력을 고려하지 못하였다. 넷째, 이 연구는 양평군의 초등학교 4학년을 대상으로 한 연구이므로 전체 소아를 대표하지 못한다. 따라서 다양한 지역과 연령층에 대한 추가 연구가 필요하다.

심혈관 질환의 예방 또는 정신 건강의 향상, 근골격계의 강화 등을 위해 소아에게 권고되는 신체활동량은 중등도 이상 강도의 신체활동을 적게는 일주일에 4~5일 이상 매회 30분 이상에서, 많게는 매일 60분

이상까지 다양하다 [31,32]. 이러한 권고량은 주로 신체활동의 긍정적 효과에 초점을 맞춘 것이다. 하지만 앉아서 보내는 시간이나 텔레비전 시청 시간 등의 시간을 줄이는 것 또한 중요하다는 측면에서 하루에 몇 분의 비활동적 시간을 중등도 이상의 신체활동으로 바꿔야 한다는 방식으로 권고하는 방법도 생각해 볼 수 있다. 이를 위해서는 비활동적 시간의 부정적 효과와 신체활동의 긍정적 효과를 동시에 측정하는 연구들이 이루어져야 할 것이며, 이 연구에서 적용한 대체모형은 비활동적 시간을 줄이고 신체활동 시간을 늘린 효과를 동시에 측정할 수 있는 분석방법으로 유용할 것으로 생각한다.

참고문헌

- Park YS, Lee DH, Choi JM, Kang YJ, Kim CH. Trend of obesity in school age children in Seoul over the past 23 years. *Korean J Pediatr* 2004; 47(3): 247-257. (Korean)
- Korea Centers for Disease Control and Prevention. *The Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES III)*, 2005. Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2006. (Korean)
- 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(19): 2486-2497.
- Wannamethee SG, Shaper AG, Lennon L, Morris RW. Metabolic syndrome vs Framingham Risk Score for prediction of coronary heart disease, stroke, and type 2 diabetes mellitus. *Arch Intern Med* 2005; 165(22): 2644-2650.
- Bao W, Srinivasan SR, Wattigney WA, Berenson GS. Persistence of multiple cardiovascular risk clustering related to syndrome X from childhood to young adulthood. The Bogalusa Heart Study. *Arch Intern Med* 1994; 154(16): 1842-1847.
- Chen W, Srinivasan SR, Li S, Xu J, Berenson GS. Metabolic syndrome variables at low levels in childhood are beneficially associated with adulthood cardiovascular risk: the Bogalusa Heart Study. *Diabetes Care* 2005; 28(1): 126-131.
- Strong JP, Malcom GT, McMahan CA, Tracy RE, Newman WP 3rd, Herderick EE, et al. Prevalence and extent of atherosclerosis in adolescents and young adults: Implications for prevention from the Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth Study. *JAMA* 1999; 281(8): 727-735.
- Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 1988; 37(12): 1595-1607.
- Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S, et al. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: A cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet* 2006; 368(9532): 299-304.
- Kelishadi R, Razaghi EM, Gouya MM, Ardalan G, Gheiratmand R, Delavari A, et al. Association of physical activity and the metabolic syndrome in children and adolescents: CASPIAN Study. *Horm Res* 2007; 67(1): 46-52.
- Hardin DS, Hebert JD, Bayden T, Dehart M, Mazur L. Treatment of childhood syndrome X. *Pediatrics* 1997; 100(2): E5.
- Ferguson MA, Gutin B, Le NA, Karp W, Litaker M, Humphries M, et al. Effects of exercise training and its cessation on components of the insulin resistance syndrome in obese children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23(8): 889-895.
- Ritenbaugh C, Teufel-Shone NI, Aickin MG, Joe JR, Poirier S, Dillingham DC, et al. A lifestyle intervention improves plasma insulin levels among native american high school youth. *Prev Med* 2003; 36(3): 309-319.
- Kang HS, Gutin B, Barbeau P, Owens S, Lemmon CR, Allison J, et al. Physical training improves insulin resistance syndrome markers in obese adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(12): 1920-1927.
- Harrell JS, Gansky SA, McMurray RG, Bangdiwala SI, Frauman AC, Bradley CB. School-based interventions improve heart health in children with multiple cardiovascular disease risk factors. *Pediatrics* 1998; 102(2 Pt 1): 371-380.
- Prentice A, Jebb S. TV and inactivity are separate contributors to metabolic risk factors in children. *PLoS Med* 2006; 3(12): e481.
- Moore JB, Davis CL, Baxter SD, Lewis RD, Yin Z. Physical activity, metabolic syndrome, and overweight in rural youth. *J Rural Health* 2008; 24(2): 136-142.
- Sallis JF, Haskell WL, Wood PD, Fortmann SP, Rogers T, Blair SN, et al. Physical activity assessment methodology in the Five-City Project. *Am J Epidemiol* 1985; 121(1): 91-106.
- WHO MONICA project. *MONICA Manual*. Geneva: WHO; 1990.

20. Saland JM. Update on the metabolic syndrome in children. *Curr Opin Pediatr* 2007; 19(2): 183-191.
21. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003; 157(8): 821-827.
22. The Committee for the Development of Growth Standard for Korean Children and Adolescents. *2007 Korean National Growth Charts*. Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2007. (Korean)
23. Seo MJ, Seong JW, Sohn KJ, Ko BJ, Han JH, Kim SM. Prevalence of the metabolic syndrome in Korean children and adolescents: Korea National Health and Nutrition Survey 2001. *J Korean Acad Fam Med* 2006; 27(10): 798-806. (Korean)
24. Kong KA, Park BH, Min JW, Hong J, Hong YS, Lee BE, et al. Clustering of metabolic risk factors and its related risk factors in young schoolchildren. *J Prev Med Public Health* 2006;39(3):235-242. (Korean)
25. Willet WC. *Nutritional Epidemiology*. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 1998. p. 293-298.
26. Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Rimm E, Colditz GA, Rosner BA, et al. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 1997; 337(21): 1491-1499.
27. Jung MH, Song JH, Chun JY, Cho YG, Kim YH, Kim MJ et al. Relationship between physical activity, dietary habits and overweight of 7-year-old Korean children. *J Korean Acad Fam Med* 2007; 28(3): 195-203. (Korean)
28. Lee DJ, Oh SM, Park JH, Kim JY, Yoo TW. Comparison of physical activity recall with triaxial accelerometer. *J Korean Acad Fam Med* 2005; 26(2): 74-80. (Korean)
29. Welk GJ, Thompson RW, Galper DI, Dunn AL. The validity of the 7-day physical activity recall against the triac-R3D activity monitor 253. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29(5S): 44.
30. 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(6): 902-913. (Korean)
31. Williams CL, Hayman LL, Daniels SR, Robinson TN, Steinberger J, Paridon S, et al. Cardiovascular health in childhood: A statement for health professionals from the Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young (AHOY) of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. *Circulation* 2002; 106(1): 143-160.
32. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr* 2005; 146(6): 732-737.
33. Sirard JR, Pate RR. Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med* 2001; 31(6): 439-454.
34. Ekelund U, Anderssen SA, Froberg K, Sardinha LB, Andersen LB, Brage S. Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: The European youth heart study. *Diabetologia* 2007; 50(9): 1832-1840.