

가속도계와 설문지로 측정된 신체활동과 심혈관질환 위험요인의 비교

서울대학교 체육교육과¹, 육군사관학교 체육교육과²

성호용¹ · 임정준¹ · 문준배² · 김연수¹

Objective versus Self-reported Physical Activity and Cardiovascular Disease Risk Factors

Hoyong Sung¹, Jungjun Lim¹, Junbae Mun², Yeonsoo Kim¹

¹Department of Physical Education, Seoul National University, Seoul,

²Department of Physical Education, Korea Military Academy, Seoul, Korea

Purpose: The main purpose of this study was to compare the relationships between physical activity (measured using an accelerometer vs. self-reported) and cardiovascular disease risk factors. Differences in accelerometry physical activity between 10-minute bouts and total bouts were also compared.

Methods: Data originated from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Logistic regression was used to predict cardiovascular disease risk from physical activity levels.

Results: Self-reported physical activity could not significantly predict the odds of having cardiovascular risk. However, the insufficiently active group classified according to the total-bout physical activity had significantly greater odds of having hypertension or prehypertension (odds ratio [OR], 1.35; 95% confidence interval [95% CI], 1.00–1.82), diabetes mellitus (OR, 1.77; 95% CI, 1.01–3.19), and dyslipidemia (OR, 1.65; 95% CI, 1.17–2.36) than the highly active group. Regarding the 10-minute bout physical activity, the inactive group had significantly greater odds of having only hypertension or prehypertension (OR, 1.67; 95% CI, 1.02–2.76) than the highly active group.

Conclusion: Total-bout physical activity measured using an accelerometer could significantly predict the cardiovascular disease risk compared to 10-minute bout physical activity. However, self-reported physical activity could not significantly predict the cardiovascular disease risk.

Keywords: Cardiovascular diseases, Fitness trackers, Health, Risk assessment, Self report

Received: September 26, 2019 Revised: October 24, 2019 Accepted: December 9, 2019

Correspondence: Yeonsoo Kim

Department of Physical Education, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea

Tel: +82-2-880-7794, Fax: +82-2-872-2867, E-mail: kys0101@snu.ac.kr

Copyright ©2020 The Korean Society of Sports Medicine

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.

서론

심혈관질환은 암(cancer) 다음 2번째 사망원인으로써 2017년 기준 인구 10만명당 30,852명이 심혈관질환에 의해 사망하였다¹. 신체활동은 심혈관질환 위험 감소에 유익하며², 이러한 관계를 조사한 사전 연구에서는 주로 설문지를 사용하여 신체활동을 측정하였다. 하지만 가속도계(accelerometer)로 측정된 신체활동이 설문지로 측정된 신체활동보다 심혈관질환과 관련성이 높다는 연구들이 있다^{3,4}. Atienza 등³과 Tucker 등⁴은 미국 국민건강영양조사 자료를 활용하여 설문지와 가속도계로 측정된 신체활동이 심혈관질환 위험요인에 미치는 영향을 연구하였다. 두 연구에서 모두 가속도계로 측정된 중고강도(moderate to vigorous) 신체활동이 설문지로 측정된 중고강도 신체활동에 비해서 심혈관질환 위험요인과 더 강한 연관성을 보였다^{3,4}. 또한 30-64세 한국인 623명을 대상으로 가속도계와 설문지 신체활동을 비교한 최근 연구에서는 상관관계가 낮은 경향을 보였다($r=0.26$)⁵. 이처럼 신체활동이 설문지로 측정되었을 경우에는 심혈관질환위험을 설명하기 어려운 경향이 있다.

한편 2008년에 발표된 미국 신체활동지침⁶은 최근 발표된 2018년 미국 신체활동지침⁷에서 내용이 수정되었다. 특히 2008년에 권고된 “중고강도 신체활동이 최소 10분이상 연속적으로 행해져야 한다”는 내용이 2018년도 신체활동지침에서는 삭제되었다. 선행연구에서 중고강도 신체활동을 10분 이하로 실시한 경우에도 대사증후군⁴, 심혈관 건강^{8,9} 지표와 유의한 관계가 있었다. 중고강도 신체활동이 10분 이상 지속된 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 body mass index (BMI)와 허리둘레를 감소시키는데 더 유익하다는 연구¹⁰도 있었다. 이와 같이 신체활동의 측정단위(10분 단위 또는 1분 단위)도 심혈관 질환과 신체활동 간의 관계에 영향을 미칠 수 있다.

따라서 신체활동과 심혈관질환과의 관계를 확인하는 연구에서는 신체활동 측정방법과 측정단위에 따른 영향을 함께 고려하여야 한다. 그러나 지금까지 많은 사람들을 대상으로 두 요소를 동시에 고려한 연구는 거의 없었다. 특히 대부분 서양인들을 대상으로 하였고, 한국인을 대상으로 한 연구는 지금까지 없었다. 한국 질병관리본부 국민건강영양조사에서 2014, 2015년에 편의 표본추출(convenience sampling)을 통해 신체활동을 가속도계로 측정하였고, 최근 가속도계 데이터를 공개하여 본 연구의 궁극증을 해소할 수 있게 되었다. 본 연구의 첫번째 목적은 가속도계로 측정된 신체활동과 심혈관질환 위험요인과의 관계와 설문지로 측정된 신체활동과 심혈관질환 위험요인과의 관계를 서로 비교하는 것이다. 두번째 목적은 10분 이상 지속된 신체활동과 심혈관질환

위험요인과의 관계와 10분 이하의 모든 신체활동과 심혈관질환 위험요인과의 관계를 서로 비교하는 것이다.

연구 방법

국민건강영양조사는 보건복지부 질병관리본부에서 대한민국 국민의 건강행태, 만성질환, 유병현황, 식품 및 영양섭취실태에 관한 정보획득을 위해 매년 실시하고 있는 사업이다¹¹. 인구주택총조사 자료를 표본 추출틀로 하여 2단계 층화집락표본추출방법을 사용한 확률표본조사를 통해 조사대상이 선정되었다. 조사절차는 선정된 대상자가 이동검진차량에서 기본 검진조사 및 건강 설문조사를 순서대로 실시하는 형태로 진행되었다. 가속도계를 활용한 신체활동 조사는 국민건강영양조사 제 6기 2, 3차년도(2014-2015년) 조사에 참여한 성인 대상자 중 참여에 동의한 인원내 한하여 진행된 비 확률표본 조사이다¹². 본 조사는 질병관리본부 연구윤리심의위원회 승인 및 서울대학교 생명윤리위원회 심의면제를 승인받아 수행되었다¹¹.

1. 연구 대상

최종 분석 연구대상 선정 과정은 Fig 1에 도식화하였다. 가속도계 신체활동 데이터는 2014년 977명, 2015년 791명 총 1,768명의 자료로 구성되어 있다¹². 이 중 1명에 대한 가속도계 자료 중 일부시간에 대한 데이터가 누락되어 제외하였다($n=1,767$). 그리고 대상자 중 가속도계를 적어도 하루 10시간 이상 착용한 날이 최소 주당 4일 이상 되지 않는 인원은 342명이었고, 개별 신체활동 데이터의 신뢰성 확보를 위해 이 사람들을 제외하였다($n=1,425$). 또한 설문지 신체활동 자료의 결측 인원 8명을 제외하였고($n=1,417$), 심혈관질환 위험요인 판단에 필요한 생체지표들의 신뢰성 확보를 위해 채혈 전 공복시간이 8시간 미만이었던 18명도 추가 제거하였다($n=1,399$). 심혈관질환 생체지표는 당화혈색소(glycated hemoglobin [HbA1c]), 수축기 혈압(systolic blood pressure [SBP]), 이완기 혈압(diastolic blood pressure [DBP]), 총콜레스테롤(total cholesterol [TC]), 고밀도 지단백콜레스테롤(high density lipoprotein [HDL]), 간접계산법에 의한 저밀도 지단백콜레스테롤(low density lipoprotein [LDL]), 중성지방(triglyceride [TG]), 글루코스(glucose [GLU]), BMI 순으로 확인하여 결측 인원 총 66명이 제거되었다($n=1,333$). 이 중 LDL 간접계산법 결과의 타당성 확보를 위해 TG가 400을 초과한 인원들 23명에 대한 제거가 함께 포함되었다¹³. 공변인(covariates)은 음주, 흡연, 성별, 나이, 교육수준 순으로 결측 인원을 확인하여 총 1명이 제거되었다($n=1,332$). 심혈관질환 생체지표에 영향을 줄 수 있는

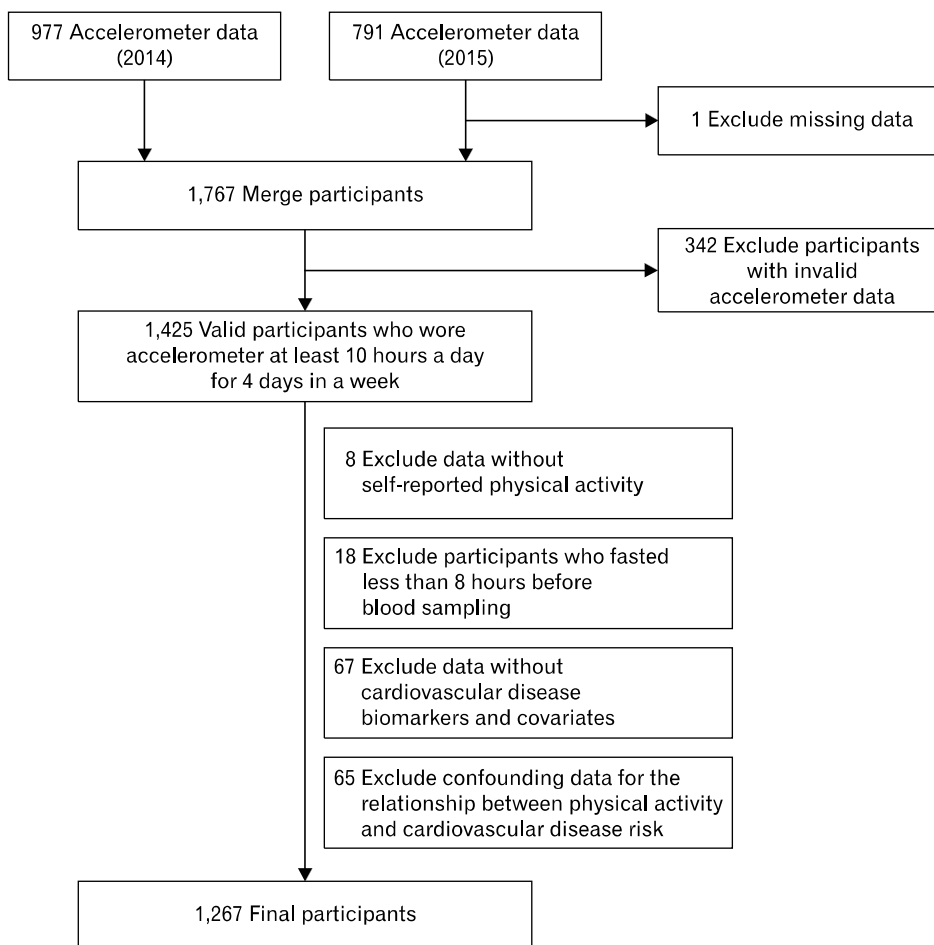


Fig. 1. Flow diagram of participants excluded.

요소를 고려하여 당일 혈압약 복용인원 4명을 제거하였고 (n=1,328), 기타 고지혈증 및 당뇨병 약 복용인원을 확인하였지만 해당되는 인원은 없었다. 마지막으로 가속도계 착용기간 동안 활동에 제한이 있어 연구 대상자들의 평소 신체활동을 대표하기 어렵다고 판단되는 활동제한 인원 61명을 추가 제거하였다 (n=1,267). 따라서 최종 1,267명이 본 연구의 분석대상으로 선정되었다.

2. 자료 정리

1) 가속도계로 측정된 신체활동 자료

국민건강영양조사 홈페이지에서 2014년, 2015년 가속도계 원시자료를 다운로드하여 가속도계 원시자료 이용지침서¹²에서 제시한 SAS 분석코드에 따라 원자료를 분석하였다. 또한 Lee 등¹⁴이 제시한 가속도계 자료 처리방법 권고사항을 적용하였다. 가속도계는 ActiGraph (Pensacola, FL, USA)의 GT3X+를 사용하였고 제공된 원자료는 단축 데이터였다. 연구대상자는 가속도계를 받은 다음날부터 취침, 샤워 및 수영을 제외하고 7일간 연속

왼쪽(또는 오른쪽) 허리에 가속도계를 착용하였다¹². 가속도계의 신체활동 자료 요약주기(epoch)는 1분이었고¹², 신체활동 강도를 나타내는 counts per minute (CPM)이 0인 상태로 60분 이상 지속된 경우 비 착용 시간으로 간주(CPM 100 미만 2분은 허용)되었다¹⁵. 신체활동 강도는 Troiano 등¹⁵을 기준을 적용하여 CPM이 2,020 이상인 경우에는 중강도, 5,999 이상인 경우 고강도로 설정하였다. 1주일간의 신체활동을 대표하는 값을 제시하기 위해 선행연구^{3,4}와 Lee¹⁶를 참고하여 하루 최소 착용시간이 10시간 이상이며, 또한 주당 최소 4일간 착용한 경우에만 유효한 자료로 활용되었다.

2) 설문지로 측정된 신체활동 자료

국민건강영양조사 홈페이지에서 2014년, 2015년 원시자료 중 기본 database를 다운로드하여 분석하였다. 설문지는 신뢰도 및 타당도가 검증된 Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) 한글판이 사용되었다¹⁷. GPAQ은 평소 1주일간 실시하는 신체활동에 대한 질문으로 구성되어 있다. 중강도와 고강도 활동 각각에 대한 일수 및 평균 활동시간(분)을 일과 여가 범주 내에서 답해야

한다. 추가로 장소 이동과 관련된 중강도 신체활동에 대한 질문도 포함되어있다. 설문지는 World Health Organization의 GPAQ Analysis Guideline¹⁸에서 제시한 절차를 적용하여 데이터를 검증하였고 이상치는 없었다.

3. 변수 설명

1) 신체 활동

가속도계로 측정된 신체활동의 경우, Troiano 등¹⁵의 자료를 기준으로 중강도 및 고강도 신체활동 기준내에서 1분 단위로 측정된 신체활동과 10분 이상 지속된 신체활동 자료(해당 강도 기준에 미치지 못한 시간이 2분 이하인 경우에는 허용)를 활용하였다. 신체활동은 1주일간 실시된 중고강도 신체활동시간(분)을 미국 신체활동지침¹⁹에서 제시한 신체활동 수준에 따른 기준을 적용하여 4개 그룹으로 나누었다. 먼저 가속도계의 경우 주당 중고강도 신체활동시간은 하루 평균 중강도 신체활동시간과 하루 평균 고강도 신체활동시간에 2를 곱한 값의 합에 유효 착용 일수를 곱하여 계산되었다(하루 평균 중강도 신체활동시간+하루 평균 고강도 신체활동시간×2)×유효 착용일수. 설문지로 측정된 신체활동의 경우 주당 중고강도 신체활동시간은 모든 범주(일, 이동, 여가) 각각의 상황에 해당하는 하루 평균 중강도 신체활동시간과 기간(일수)을 곱하여 서로 합한 값을 전체 주당 중강도 신체활동시간(moderate physical activity [MPA])이라고 하고, 일과 여가 범주에서의 하루 평균 고강도 신체활동시간과 기간을 곱한 값에 2를 곱한 값을 전체 주당 고강도 신체활동 시간(vigorous physical activity [VPA])이라고 할 경우, MPA와 VPA를 더한 값으로 계산되었다. 신체활동수준은 주당 300분 이상의 중고강도 신체활동을 한 경우 'highly active,' 주당 150분 이상 300분 미만의 중고강도 신체활동을 한 경우 'active,' 주당 150분 미만의 중고강도 신체활동을 한 경우 'insufficiently active,' 주당 중고강도 신체활동을 전혀 실시하지 않은 경우 'inactive'로 구분되었다.

2) 심혈관질환 위험요인

국민건강영양조사 검진조사에서 측정된 SBP 및 DBP, 혈액검사를 통해 측정된 GLU, HbA1c, TC, HDL, TG, LDL이 심혈관질환 생체지표로 포함되었다. LDL은 Friedewald 등¹³의 간접계산법을 적용해 계산되었다. 심혈관질환 생체지표에 대한 측정은 국민건강영양조사의 규정된 절차²⁰에 의해 실시되었다. 혈액검사 결과의 신뢰도확보를 위해 연구대상자들의 공복시간은 최소 8시간 이상인 인원으로 제한하였다²⁰. 심혈관질환 위험요인은 고혈압(hypertension [HTN]), 당뇨(diabetes mellitus [DM]), 이상지질혈

증(dyslipidemia [DLP]), 비만(obesity [OBE]) 4가지로 확인하였다. 대한고혈압학회 진료지침²¹을 기준으로 SBP 140 또는 DBP 90 이상인 경우 HTN 그룹, SBP 130 이상에서 140 미만 또는 DBP 80 이상에서 90 미만인 경우 고혈압전단계(pre-HTN) 그룹, 그 외 정상 그룹으로 구분하였다. DM은 대한당뇨병학회 진단기준²² GLU 126 이상 또는 HbA1c 6.5 이상인 경우 DM 그룹, 그 외 정상 그룹으로 구분하였다. DLP는 한국지질 및 동맥경화학회기준²³으로 TC 240 이상, TG 200 이상, HDL 40 미만, LDL 160 이상인 경우 중 하나라도 해당될 때 DLP 그룹, 그 외 정상 그룹으로 구분하였다. OBE는 대한비만학회²⁴에서 제시한 세계보건기구 아시아태평양지역 기준을 적용하여 BMI 25 이상인 경우 OBE 그룹, 그 외 정상 그룹으로 구분하였다.

3) 공변인

신체활동이 심혈관질환 위험요인에 미치는 독립적인 영향을 살펴보기 위해 성별, 나이, 교육수준, 음주, 흡연을 공변인으로 선정하였다. 교육수준은 초등학교 졸업 이하, 중학교 졸업 이하, 고등학교 졸업 이하, 대학교 졸업 이상으로 구분되었다. 음주는 평생비음주 또는 최근 1년간 월 1잔 미만 음주한 경우와 최근 1년간 월 1잔 이상 음주한 경우로 구분되었다¹¹. 흡연은 과거 흡연한 경우 또는 비흡연자와 현재 흡연하고 있는 경우로 구분되었다¹¹. 나이는 연속변인으로 사용되었다.

4. 통계적 방법

비연속변인인 교육수준, 음주, 흡연은 각 변인별 그룹 간 인원수와 비율(%)만 계산하였다. 연속변인인 나이, BMI, 심혈관질환 생체지표, 중고강도 신체활동은 평균과 표준오차를 추가하여 계산하였다. 신체활동이 심혈관 질환 위험요인에 미치는 영향을 확인하기 위해서 로지스틱 회귀분석을 사용하였다.

위험요인의 임상적의미를 파악하기 위해 신체활동 수준을 독립변인, 심혈관 질환 위험요인을 종속변인으로 하여 로지스틱 회귀분석을 통해 승산비(odds ratio [OR])와 95% 신뢰구간(confidence interval [95% CI])을 확인하였다. 신체활동 수준은 "highly active" 그룹을 기준(reference) 그룹으로 선정하였고, 심혈관 질환 위험요인은 정상 그룹을 기준으로 하였다. 따라서 신체활동 수준이 높은 그룹에 비해 낮은 그룹이 심혈관 질환 위험요인 그룹에 해당될 OR를 확인하였다. 모든 자료처리 및 통계 분석은 SAS ver. 9.4 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)를 사용하였다.

결 과

연구대상자의 나이, 교육수준, 음주, 흡연, BMI, 심혈관질환 생체지표에 관한 남녀 간 평균 및 표준오차 또는 그룹 간 인원수와 비율은 Table 1에 제시되었다. 전반적으로 남성보다는 여성의 수가 약 2배 많았으며, 40대와 50대의 인원수가 상대적으로 많았다. 여성 보다 남성이 규칙적으로 음주를 하는 경우가 하지 않는 경우에 비해 상대적으로 많았다. 또한 현재 흡연자는 남성이

여성보다 많았다. 여성보다 남성의 비만 인원이 상대적으로 더 많았다. 심혈관질환 생체지표와 관련하여 TG의 경우 남녀 간 차이가 다른 지표들에 비해 크게 나타났다.

설문지와 가속도계로 측정된 주당 중고강도 신체활동시간은 성별 및 나이 그룹별로 비교하여 Table 2에 제시하였다. 전체적으로 설문지 보다 가속도계로 측정된 중고강도 신체활동시간이 적었다. 10분 이상 지속된(10-minute bout) 중고강도 신체활동시간은 전체 중고강도 신체활동시간보다 적었다. 설문지 및 가속도

Table 1. Characteristics of participants

Variable	Male		Female	
	No. (%)	Mean±SE	No. (%)	Mean±SE
Age (yr)				
19–29	72 (15.8) [§]	23.5±0.39	120 (14.8) [§]	24.3±0.30
30–39	92 (20.1) [§]	35.1±0.26	161 (19.9) [§]	35.4±0.22
40–49	108 (23.6) [§]	44.6±0.30	218 (26.9) [§]	44.9±0.19
50–59	128 (28.0) [§]	55.0±0.23	226 (27.9) [§]	54.6±0.19
>60	57 (12.5) [§]	62.0±0.18	85 (10.5) [§]	62.1±0.16
EDU				
<Elementary School	32 (7.0) [§]		69 (8.5) [§]	
<Middle School	41 (9.0) [§]		81 (10.0) [§]	
<High School	178 (38.9) [§]		332 (41.0) [§]	
>Undergraduate	206 (45.1) [§]		328 (40.5) [§]	
Alcohol*				
No	130 (28.4) [§]		440 (54.3) [§]	
Yes	327 (71.6) [§]		370 (45.7) [§]	
Smoking [†]				
No	324 (70.9) [§]		780 (96.3) [§]	
Yes	133 (29.1) [§]		30 (3.7) [§]	
BMI (kg/m ²) [‡]				
Underweight	9 (2.0) [§]	17.8±0.22	45 (5.6) [§]	17.5±0.10
Normal	263 (57.5) [§]	22.7±0.10	556 (68.6) [§]	21.9±0.07
Obese	185 (40.5) [§]	27.5±0.17	209 (25.8) [§]	27.7±0.16
CVD biomarker				
SBP (mm Hg)	457 (36.1)	118.4±0.65	810 (63.9)	111.9±0.53
DBP (mm Hg)	457 (36.1)	78.5±0.48	810 (63.9)	72.8±0.32
GLU (mg/dL)	457 (36.1)	100.2±1.04	810 (63.9)	95.6±0.73
HbA1c (%)	457 (36.1)	5.7±0.04	810 (63.9)	5.6±0.02
TC (mg/dL)	457 (36.1)	188.9±1.58	810 (63.9)	189.6±1.20
TG (mg/dL)	457 (36.1)	138.6±3.44	810 (63.9)	103.4±2.16
LDL (mg/dL)	457 (36.1)	113.3±1.45	810 (63.9)	113.6±1.06
HDL (mg/dL)	457 (36.1)	48.0±0.53	810 (63.9)	55.3±0.43

SE: standard error, EDU: educational status (for example, <elementary school means that people up to elementary school graduated), BMI: body mass index, CVD: cardiovascular disease, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, GLU: glucose, HbA1c: glycated hemoglobin, TC: total cholesterol, TG: triglyceride, LDL: low-density lipoprotein, HDL: high-density lipoprotein.

*No means that “have never been drunk alcohol before” or “less than one glass of alcohol consumed in a month in a recent year,” Yes means that “more than one glass of alcohol a month in a recent year”; [†]No means that “have never been smoked cigarette before” or past smoker, Yes means that current smoker; [‡]Underweight (<18.5 kg/m²), normal (≥18.5 kg/m² and <25 kg/m²), obese (≥25 kg/m²); [§]Compared among the variable’s groups within same sex; ^{||}Compared between male and female.

계로 측정된 값 모두 남성이 여성에 비해 많은 중고강도 신체활동을 나타냈다. 남녀 간 주당 중고강도 신체활동시간의 차이는 설문지에서 가속도계 전체, 가속도계 10분 이상 지속된 형태로 갈수록 줄어들었다.

신체활동 수준에 따라 심혈관질환 위험요인에 미치는 영향은 Table 3에 제시되었다. 전체 중고강도 신체활동시간에 의해 신체

활동 수준을 구분할 경우 inactive에 해당되는 대상자가 없었다. 설문지로 측정된 신체활동 수준은 어떠한 위험요인과의 유의한 관계가 나타나지 않았다. 전체 중고강도 신체활동시간에 의해 구분된 신체활동 수준과 관련하여 highly active 그룹에 비해 insufficiently active 그룹이 HTN 또는 pre-HTN (OR, 1.35; 95% CI, 1.00–1.82), DM (OR, 1.77; 95% CI, 1.01–3.19), DLP (OR,

Table 2. Comparisons of self-report and accelerometer MVPA

Characteristics	n	Self-report MVPA*	Accelerometer MVPA* (total [†])	Accelerometer MVPA* (10-min bouts [‡])
Total	1,267	364.32±16.76	211.36±4.67	93.18±3.62
Sex				
Male	457	474.64±36.28	247.15±8.78	104.07±6.82
Female	810	302.09±16.00	191.17±5.24	87.03±4.14
Age (yr)				
19–29	192	500.29±53.10	206.92±10.52	85.17±6.53
30–39	253	405.81±41.58	177.49±8.56	59.42±6.98
40–49	326	304.85±26.28	202.14±8.48	81.49±6.26
50–59	354	294.29±22.24	223.69±9.52	109.51±7.64
>60	142	417.75±68.85	268.15±17.99	150.33±14.14

Values are presented as mean±standard error.

MVPA: moderate to vigorous physical activity.

*Moderate physical activity time in minutes per week+vigorous physical activity time in minutes per week multiplied by 2;

[†]MVPA performed in totaled on a minute-by-minute; [‡]MVPA performed in bouts same or above 10 minutes.

Table 3. Covariate-adjusted odds ratios of being included in CVD risk groups

CVD risk	PA tool	H-active	PA level*			P for trend
			Active	I-active	Inactive [†]	
HTN (n=232) [†]	SR	Ref	0.67 (0.49–0.92)	1.06 (0.77–1.46)	0.95 (0.69–1.30)	0.844
Pre-HTN (n=305) [§]	A-total	Ref	1.13 (0.83–1.53)	1.35 (1.00–1.82) ^{††}		0.041
	A-bout	Ref	1.31 (0.79–2.19)	1.56 (0.98–2.46)	1.67 (1.02–2.76) ^{††}	0.034
DM (n=96)	SR	Ref	0.74 (0.39–1.35)	0.83 (0.45–1.47)	0.79 (0.43–1.39)	0.430
	A-total	Ref	1.12 (0.61–2.09)	1.77 (1.01–3.19) ^{††}		0.032
	A-bout	Ref	0.85 (0.33–2.30)	1.47 (0.68–3.53)	1.32 (0.55–3.43)	0.252
DLP (n=528) [¶]	SR	Ref	1.25 (0.87–1.80)	0.97 (0.67–1.41)	1.11 (0.78–1.59)	0.775
	A-total	Ref	1.05 (0.73–1.51)	1.65 (1.17–2.36) ^{††}		0.002
	A-bout	Ref	1.08 (0.59–2.02)	1.14 (0.67–2.01)	1.75 (0.98–3.18)	0.018
OBE (n=394) ^{**}	SR	Ref	1.05 (0.75–1.48)	0.99 (0.71–1.39)	0.95 (0.68–1.33)	0.758
	A-total	Ref	1.01 (0.72, 1.41)	1.10 (0.79–1.52)		0.533
	A-bout	Ref	1.17 (0.66, 2.11)	1.17 (0.70–2.00)	1.24 (0.71–2.20)	0.503

Values are presented as odds ratio (95% confidence interval).

CVD: cardiovascular disease, PA: physical activity, H-Active: highly active, I-Active: insufficiently active, HTN: hypertension, SR: self-report, Ref: reference, A-total: accelerometer in total minutes, A-bout: accelerometer in 10-min bouts, DM: diabetes mellitus, DLP: dyslipidemia, OBE: obesity.

*Odds of being included in CVD risk group compared to highly active as the reference group of PA level (in HTN, odds ratio means that odds of being included in pre-HTN or HTN group); [†]No participants when MVPA was considered from A-total covariates: sex, age, alcohol, smoking, educational status; [‡]≥140 systolic blood pressure (BP) or ≥90 diastolic BP; [§]140>systolic BP≥130 or 90>diastolic BP≥80; ^{||}≥126 glucose or ≥6.5 hba1c; [¶]At least included in one of risk groups such as total cholesterol (≥240), triglyceride (≥200), high-density lipoprotein (≥160), or low-density lipoprotein (<40); ^{**}≥25 kg/m²; ^{††}Statistically significant values.

1.65; 95% CI, 1.17–2.36)에 속할 위험이 유의하게 높았다. 10분 이상 지속된 중고강도 신체활동시간에 의해 구분된 신체활동 수준과 관련해서는 highly active 그룹에 비해 inactive 그룹에서만 HTN 또는 pre-HTN (OR, 1.67; 95% CI, 1.02–2.76)에 속할 위험이 유의하게 높았다.

고 찰

본 연구의 결과는 설문지로 측정된 신체활동 보다 가속도계로 측정된 신체활동이 심혈관질환과 더 강한 상관성이 있다는 사전 연구^{3,25} 결과와 일치한다. Atienza 등³에서는 설문지와 가속도계로 측정(10분 이상 지속)된 중고강도 신체활동시간을 서로 비교하여 가속도계로 측정한 값이 설문지로 측정한 값에 비해 건강지표들과 유의한 관계가 있다는 것을 보였다. 가속도계와 설문지 측정방식의 중고강도 신체활동시간 차이가 나타나는 이유는 가속도계의 과소추정, 설문지의 과대추정 또는 이 두가지가 복합적으로 함께 발생한 경우로 볼 수 있다^{4,26,30}. 설문지의 경우 사회적으로 좋게 보이기 위해 응답하려는 경향의 오류인 사회적 바람직성, 신체활동 강도에 대한 이해의 오류, 정확한 신체활동에 대한 기억의 오류 등과 같은 문제로 과대추정이 발생할 수 있다^{4,26,28}. 또한 가속도계는 사이클, 수영, 근력운동, 계단 오르기 등과 같은 활동을 하는 경우 기계적 특성상 신체 활동량과 강도를 정확하게 측정할 수 없기때문에 과소추정이 발생할 수 있다^{4,29,30}.

중고강도 신체활동이 10분 이상 지속되지 않더라도 건강에 유익하다는 근거는 평소 비 활동적인 사람들의 신체활동실천의 어려움을 감소시켜 줄 것이다. 시간이 부족하거나 다른 이유로 비 활동적인 사람들의 운동 시작 초기 부담감을 줄여줄 수 있다. 점진적인 신체활동 습관 형성은 장기적으로 지속가능한 건강관리를 가능하게 할 것이다. 본 연구에서는 10분 이상 지속된 중고강도 신체활동에 비해 전체 중고강도 신체활동이 더 많은 심혈관질환 위험요인(HTN, DM, DLP)에 유의한 영향을 줄 수 있다는 것을 보였다. 미국 국민건강영양조사 자료를 활용하여 연구된 Tucker 등⁴에서는 10분 이상 지속된 중고강도 신체활동과 전체 중고강도 신체활동 모두 대부분의 건강지표와 유의한 영향이 있었다. 하지만 나이, 인종, 학력, 흡연을 공변인으로 포함했던 모델에서 10분 이상 지속된 중고강도 신체활동이 건강지표에 미치는 유의한 영향이 사라진 경우가 많았다. 주당 중고강도 신체활동시간을 계산하는 방법에 관하여 Tucker 등⁴에서는 하루 평균 중고강도 신체활동시간에서 임의로 7 (일수)를 곱한 값을 사용하였다. 그러나 이러한 방식은 개인의 신체활동을 과대평가 또는 과소평가할 수 있는 경향이 있으므로 신중하게 고려하여 주당 신체활동시간

을 정의하여야 할 것이다. 이처럼 연구마다 변수를 다르게 계산한 상황은 연구 간 비교를 어렵게 하고 일관된 증거를 축적하기 위해 더 많은 연구결과를 필요로 할 것이다. 따라서 여러가지 타당성 있는 한 주간 신체활동 계산방법을 비교하고 더 나은방법을 권장할 수 있는 차후연구가 진행될 필요가 있다. Strath 등의 연구¹⁰에서는 10분 이상 지속된 중고강도 신체활동이 전체 중고강도 신체활동에 비해 BMI 및 허리둘레와 유의한 관계를 보였다. 이러한 연구결과는 체중이나 허리둘레를 감소하기 위해서는 좀 더 지속적인 신체활동이 중요하다는 것을 시사하였다. Glazer 등⁸은 10분 이상 지속된 중고강도 신체활동이 아닌 전체 중고강도 신체활동에서만 주당 150분 이상의 중고강도 신체활동 실천 그룹이 실천하지 못한그룹에 비해 비만과 혈당위험을 유의하게 감소시킨다고 보고하였다. Loprinzi와 Cardinal⁹은 두 형태의 중고강도 신체활동 모두 심혈관 질환과 유의한관계가 있다고 보고하였다. 이처럼 연구간 신체활동 측정단위에 따라 신체활동과 심혈관질환과의 관계가 조금씩 달라지는 정확한 이유는 알 수 없으나, 각 연구별로 포함된 공변인의 종류와 어떻게 공변인이 정의되었는지에 따른 차이에서 일어날 수도 있을 것이라고 추측된다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 먼저 국민건강영양조사는 확률표본조사를 통해 조사대상이 선정되어 가중치를 이용한 통계 방법을 사용하는 것이 적절하지만, 본 연구에서 사용한 가속도계 자료는 편의 표본수집을 통해서 연구대상자가 선정되었으므로 연구결과의 대표성을 보장하기 어렵다. 또한 단면(cross-sectional) 조사 연구이므로 인과관계에 대한 결론을 내리기 어렵다. 그러나, 본 연구는 천명 이상의 객관적 데이터를 기반으로 연구가 되었고, 기존 국민건강영양조사에서 표준절차에 따라 정확하게 측정된 다양한 변인들을 반영하였으며 한국인을 대상으로 설문지와 가속도계 자료를 동시에 적용하여 심혈관질환과의 관계를 살펴본 연구라는 점에 의의가 있다.

차후 국민건강영양조사에서 좀 더 많은 연구대상자를 통해 가속도계를 적용한 신체활동 데이터를 확보 할 수 있다면 기존 미국 국민건강영양조사를 통해 이루어진 연구결과물과의 비교가 더욱 용이해질 것이다. 또한 차후 연구로써 중고강도 뿐만 아니라 중강도와 고강도 신체활동시간 또는 비활동적 시간과 같은 각 변수들과 심혈관질환 또는 다른 질병과는 어떠한 관계가 있으며 각 관계는 서로 어떻게 차이가 있는지 확인하는 것이 필요할 것이다.

본 연구는 가속도계로 측정된 신체활동이 설문지에 비해서 심혈관질환 위험요인과 더 강한 연관성이 나타나는 결과를 보였다. 또한 10분 이상 지속된 신체활동보다 전체시간을 고려한 신체활동이 심혈관질환 위험요인과 유의한 관계를 보였다. 설문

지를 사용하여 신체활동을 측정하는 것이 상대적인 비용과 시간이 적기 때문에 사용의 간편함을 무시하기 어렵다. 하지만 선행연구와 본 연구에서의 결과에 비추어, 가속도계와 같은 객관적인 측정장비를 통한 신체활동 측정값이 심혈관질환에 대한 예측을 보다 정확히 해줄 수 있다는 점을 고려하여야 한다. 따라서 연구자들은 많은 신체활동 연구결과에 대해 해석하는 과정에서 측정도구의 특성과 그 특성이 다른 요인에 미치는 영향을 고려하여 판단해야 할 것이다. 뿐만 아니라 현장의 의사, 건강운동관리사, 트레이너들도 환자 및 고객들의 신체활동습관과 관련된 추정 및 판단 또는 측정 및 조안을 해야 하는 상황에서 신체활동 측정도구의 특성을 고려할 수 있어야 할 것이다. 또한 10분 이상 지속되는 신체활동이 꼭 아니더라도 건강에 유익이 될 수 있다는 점은 환자 및 고객들의 신체활동 생활습관 개선에 용이한 참고자료로 활용될 수 있을 것이다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Hoyong Sung <https://orcid.org/0000-0002-8325-5206>
 Jungjun Lim <https://orcid.org/0000-0001-6138-1036>
 Junbae Mun <https://orcid.org/0000-0002-3795-759X>
 Yeonsoo Kim <https://orcid.org/0000-0003-1447-0196>

References

1. Statistics Korea. 2017 Annual report on the causes of death statistics. Daejeon: Statistics Korea; 2018.
2. Kohl HW 3rd. Physical activity and cardiovascular disease: evidence for a dose response. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33: S472-83.
3. Atienza AA, Moser RP, Perna F, et al. Self-reported and objectively measured activity related to biomarkers using NHANES. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:815-21.
4. Tucker JM, Welk GJ, Beyler NK, Kim Y. Associations between physical activity and metabolic syndrome: comparison between self-report and accelerometry. *Am J Health Promot* 2016;30:155-62.
5. Lee SW, Shim JS, Song BM, et al. Comparison of self-reported and accelerometer-assessed measurements of physical activity according to socio-demographic characteristics in Korean adults. *Epidemiol Health* 2018;40:e2018060.
6. U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity guidelines advisory committee report 2008 [Internet]. Washington (DC): U.S. Department of Health and Human Services; 2008 [cited 2020 Jan 3]. Available from: https://health.gov/sites/default/files/2019-10/CommitteeReport_7.pdf.
7. U.S. Department of Health and Human Services. 2018 Physical activity guidelines advisory committee scientific report 2018 [Internet]. Washington (DC): U.S. Department of Health and Human Services; 2018 [cited 2020 Jan 3]. Available from: https://health.gov/sites/default/files/2019-09/PAG_Advisory_Committee_Report.pdf.
8. Glazer NL, Lyass A, Eslinger DW, et al. Sustained and shorter bouts of physical activity are related to cardiovascular health. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45:109-15.
9. Loprinzi PD, Cardinal BJ. Association between biologic outcomes and objectively measured physical activity accumulated in ≥ 10 -minute bouts and <10 -minute bouts. *Am J Health Promot* 2013;27:143-51.
10. Strath SJ, Holleman RG, Ronis DL, Swartz AM, Richardson CR. Objective physical activity accumulation in bouts and nonbouts and relation to markers of obesity in US adults. *Prev Chronic Dis* 2008;5:A131.
11. Korea Centers for Disease Control and Prevention. KNHANES regulation for using of raw data 6th (2013-2015) [Internet]. Cheongju (KR): Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2015 [cited 2020 Jan 3]. Available from: https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub03/sub03_06_02.do.
12. Korea Centers for Disease Control and Prevention. KNHANES regulation for using of accelerometer raw data VI (2014-2015) [Internet]. Cheongju (KR): Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2019 [cited 2020 Jan 3]. Available from: https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub03/sub03_02_02.do.
13. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972;18:499-502.
14. Lee H, Lee M, Choi JY, Oh K, Kim Y, Kim S. KNHANES actigraph raw data processing. *Korean J Meas Evaluation Phys Educ Sport Sci* 2018;20:83-94.
15. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:181-8.
16. Lee M. A study of physical activity assessment analytic guidelines of Korean National Health And Nutrition Exam-

- nation Survey. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2016.
17. Jeon Y. Development of the Korean version of Global Physical Activity Questionnaire and Assessment of Reliability and Validity. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2013.
18. World Health Organization. Global physical activity questionnaire (GPAQ) analysis guide [Internet]. Geneva (CH): World Health Organization [cited 2020 Jan 3]. Available from: https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/resources/GPAQ_Analysis_Guide.pdf.
19. U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity guidelines for Americans [Internet]. Washington (DC): U.S. Department of Health and Human Services; 2018 [cited 2020 Jan 3]. Available from: https://health.gov/paguidelines/second-edition/pdf/Physical_Activity_Guidelines_2nd_edition.pdf.
20. Korea Centers for Disease Control and Prevention. KNHANES regulation for physical examination VI (2013-2015) [Internet]. Cheongju (KR): Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2014 [cited 2020 Jan 3]. Available from: https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub04/sub04_02_02.do?classType=4.
21. The Korean Society of Hypertension. 2018 Hypertension consultation guide [Internet]. Cheongju (KR): The Korean Society of Hypertension; 2018 [cited 2020 Jan 3]. Available from: <http://www.koreanhypertension.org/reference/guide?mode=read&idno=4246>.
22. Korean Diabetes Association. Prescription criteria of diabetes [Internet]. Seoul (KR): Korean Diabetes Association [cited 2020 Jan 3]. Available from: <http://www.diabetes.or.kr/general/class/index.php?idx=5>.
23. The Korean Society of Lipid and Atherosclerosis. Prescription criteria of dyslipidemia [Internet]. Seoul (KR): The Korean Society of Lipid and Atherosclerosis [cited 2020 Jan 3]. Available from: http://www.lipid.or.kr/artery/diagnose1_2.php.
24. Korean Society for the Study of Obesity. Prescription and assessment of obesity [Internet]. Seoul (KR): Korean Society for the Study of Obesity [cited 2020 Jan 3]. Available from: <http://general.kosso.or.kr/html/?pmode=obesityDiagnosis>.
25. Schmidt MD, Cleland VJ, Thomson RJ, Dwyer T, Venn AJ. A comparison of subjective and objective measures of physical activity and fitness in identifying associations with cardiometabolic risk factors. *Ann Epidemiol* 2008;18:378-86.
26. Sallis JF, Saelens BE. Assessment of physical activity by self-report: status, limitations, and future directions. *Res Q Exerc Sport* 2000;71 Suppl 2:1-14.
27. Warnecke RB, Johnson TP, Chavez N, et al. Improving question wording in surveys of culturally diverse populations. *Ann Epidemiol* 1997;7:334-42.
28. Baranowski T. Validity and reliability of self report measures of physical activity: an information-processing perspective. *Res Q Exerc Sport* 1988;59:314-27.
29. Sirard JR, Melanson EL, Li L, Freedson PS. Field evaluation of the Computer Science and Applications, Inc. physical activity monitor. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:695-700.
30. Yngve A, Nilsson A, Sjostrom M, Ekelund U. Effect of monitor placement and of activity setting on the MTI accelerometer output. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:320-6.