

노인의 고혈압과 웨어러블 디바이스로 측정된 신체 활동량의 연관성

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2022.10.2.13>

대한심장호흡물리치료학회지 제10권 제2호 2022,12, PP.13-18

■ 박규남¹, 김시현^{2*}

■ ¹전주대학교 물리치료학과, ²상지대학교 물리치료학과

Association between Hypertension and Physical Activity as Measured by Wearable Devices in Older Adults

Kyue-nam Park PT, PhD¹, Si-hyun Kim PT, PhD^{2*}

¹Department of Physical Therapy, Jeonju University

²Department of Physical Therapy, Sangji University

Purpose: Studies examining the association between hypertension and physical activity according to the activity intensity of older adults, as measured by wearable devices, are limited. In this study, we investigated the association between hypertension and physical activity using data collected by wearable devices in adults aged ≥ 65 years. **Methods:** Fifty-two adults were recruited and divided into the hypertension (systolic blood pressure ≥ 140 mmHg, diastolic blood pressure ≥ 80 mmHg, or the use of antihypertensive medications) and control groups. Wearable devices were used to provide an objective measure of the study participants' physical activity. The physical activity data collected were analyzed according to the daily average time of vigorous, moderate, and light activities and sedentary behavior. The daily amount of time allotted for physical activity according to activity intensity was compared between the hypertension and control groups. **Results:** Older adults with hypertension spent significantly less time participating in vigorous and moderate activities and exhibited increased sedentary behavior than those in the control group ($p < .05$). Additionally, older adults who participated in vigorous activities were less likely to have hypertension (odds ratio [OR]=.923, 95% confidence interval [CI]=.858-.994; adjusted OR=.919, 95% CI=.854-.989). **Conclusion:** Thus, the results of this study demonstrated an association between hypertension prevalence and the amount of physical activity in older adults using data obtained from wearable devices. Future studies are needed to investigate the effects of changing the physical activity patterns on hypertension, such as increasing the amount of moderate or vigorous activities and/or decreasing sedentary behavior.

Key words: Hypertension, Older Adults, Physical Activity, Wearable Device

Received: November 02, 2022 / **Revised:** November 16, 2022 / **Accepted:** November 22, 2022

I. 서론

고혈압은 심근 경색, 울혈성 심부전, 관상 동맥 및 말초 동맥질환 등의 심장혈관 질환뿐만 아니라 뇌졸중, 신장 질환, 인지기능 손상의 원인이 되는 주요 위험인자이다(Benetos 등, 2019). 2020년 국민건강영양조사에 의하면 고혈압 유병률은 60세 이상의 남자는 50.5%, 여자는 45.9%으로 보고되었으며, 70세 이상에서는 남자는 59.3%, 여자는 69.6%에 이르고 있다(질병관리청, 2020). 나이가 증가함에 따라 고혈압의 유병률이 증가하며, 노인 연령에서 고혈압은 심혈관 질환 발생과 그로 인해 사망률 증가시키는 위험 인자로 여겨진다(질병관리청, 2020; Benetos 등, 2019; Buford, 2016). 따라서 고혈압을 낮추고 예방하기 위

해 지속적인 관리가 필요하다.

규칙적인 신체활동의 참여는 고혈압의 위험을 낮추고, 심혈관 질환 유병률과 사망률을 낮출 수 있다(Wahid 등, 2016). 규칙적인 걷기(1회 30분 이상, 주 5일 이상)와 고강도 신체활동(1회 20분 이상, 주 3일 이상)에 참여한 사람은 참여하지 않은 사람보다 고혈압 발생률이 1.7배 낮았으며, 좌식생활은 심혈관 질환의 발생 위험률을 증가시키는 것으로 나타났다(김동일, 2015; Bellettiere 등, 2019). 따라서 고혈압의 위험을 예방하고 관리하기 위하여 규칙적인 신체활동 참여와 좌식생활 시간을 줄이는 노력이 필요하다.

이전에 보고된 고혈압과 신체 활동량에 관한 연관성 연구에서 참여자의 신체 활동량을 평가하기 위해서 자가 보고식 신체 활동

교신저자: 김시현

주소: 강원도 원주시 상지대길 83, 상지대학교 인재관 503호, E-mail: sihyunkim0411@gmail.com

량 설문지를 사용하였다(김동일, 2015; 김애실과 배한주, 2020; Chang과 Sok, 2015; Yoo 등, 2008). 자가 보고식 신체 활동량 평가도구는 스스로 과거에 대한 회상을 통해 신체활동 수준을 보고한다. 이러한 평가도구는 참여자의 과거 회상의 어려움 또는 오류, 신체활동의 사회적 요구에 따른 자신의 과대평가 등의 이유로 객관적이고 정확한 신체 활동량을 평가하는데 제한이 있다.

최근 웨어러블 기술이 발달하면서, 웨어러블 디바이스를 이용하여 일상생활에서 사용자 개인의 신체 활동량, 에너지 소모량, 호흡률, 수면량 등의 생체신호를 측정할 수 있게 되었다(하영미 등, 2017; Ehn 등, 2018; Yoon 등, 2020). 전문적인 장비에 비해 사용이 쉽고 가격이 저렴하다는 점에서 건강관리를 위해 매해 웨어러블 디바이스의 사용자가 증가하고 있다. 손목밴드를 이용한 웨어러블 디바이스는 신체 정보를 실시간 확인하여 일상에서의 활동량을 피드백 받을 수 있으며, 이를 통해 스스로 건강 관리에 이점을 가지고 있다(Yoon 등, 2020). 또한, 65세 이상의 노인층에서도 웨어러블 디바이스는 스스로 자신의 건강을 관리 할 수 있다는 점에서 사용에 대한 긍정적인 의견을 내놓는다(Ehn 등, 2018; Kekade 등, 2018). 따라서 웨어러블 디바이스를 이용한 신체 활동량 평가는 고혈압 노인의 신체활동 패턴을 객관적으로 평가할 수 있고, 활동량 관리를 위해 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

신체활동이 고혈압에 미치는 영향에 대한 중요성이 강조되고 있지만, 고혈압 노인을 대상으로 웨어러블 디바이스를 이용한 일상생활에서 측정된 객관적인 신체 활동량에 관한 연구가 부족하다. 웨어러블 디바이스로 측정된 신체 활동량과 고혈압과의 연관성을 증명한다면, 웨어러블 디바이스 활용성과 객관적인 신체 활동량을 기반으로 신체 활동량 관리에 대한 근거를 제시할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구의 목적은 첫 번째, 65세 이상의 노인을 대상으로 고혈압 유무에 따라 웨어러블 디바이스로 측정된 활동

강도에 따른 신체 활동량의 차이를 증명하고자 한다. 두 번째, 활동 강도에 따른 신체 활동량과 고혈압과의 연관성을 증명하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 강원도 원주시에 거주하는 노인을 대상으로 하였다. 모든 연구대상자에게 연구의 목적과 실험 절차에 대해 충분히 설명하였으며, 참여 연구대상자는 모두 자발적으로 참여 의사를 밝혔으며, 연구 참여 동의서에 서명하였다. 본 연구는 상지대학교 연구윤리위원회에서 승인을 받았다.

연구대상자의 선정 기준으로 1) 65세 이상인 자, 2) 신체 활동량을 측정하기 위해 일주일간 웨어러블 디바이스를 착용 가능한 자로 하였다. 연구대상자의 배제 기준으로 1) 한국 인지 간이 검사(Korean mini-mental state examination) 점수 23점 미만인 자, 2) 전정기관 및 신경학적 질환, 근골격계 질환으로 인해 이동(mobility)에 제한이 있는 자, 3) 질병 또는 수술 등의 건강상의 문제로 의료기관에 입원하거나 휠체어, 침상 생활이 필요한 자로 하였다.

2. 연구 방법

본 연구의 실험 절차는 <그림 1>과 같다. 연구 참여에 동의한 연구대상자들은 혈압에 따라 고혈압군과 대조군으로 나누었다. 고혈압군의 기준은 수축기 혈압이 140mmHg 이상이거나 이완기 혈압 90mmHg 이상일 때 또는 항고혈압제를 복용 중인 경우로 정의하였다(대한고혈압학회, 2022). 또한 일상생활에서 활동의 강도에 따른 신체 활동량을 측정하기 위하여 웨어러블 디바이스를 일주일간 착용하였다. 웨어러블 디바이스는 손목밴드를 이용하여 연구대상자의 비우세 손의 손목에 착용하였고, 샤워하거나 충전을 위한 시간을 제외하고 24시간 착용하도록 하였다. 또한, 연구자는 연구대상자에게 웨어러블 디바이스의 착용 및 배터리 소모 시 충전 방법을 교육받았다.

3. 측정 도구 및 방법

1) 혈압측정

혈압측정을 위하여 자동 전자 혈압측정계(Omron HEM 7121; Omron Corp, Kyoto, Japan)를 사용하였다. 연구대상자는 혈압측정 전 5분 이상의 안정 시간을 가졌으며, 등을 곧게 펴고(back straight) 양발은 바닥에 닿도록 하여 의자에 앉아서 혈압을 측정하였다(Whelton 등, 2018). 팔은 가슴과 위팔이 동

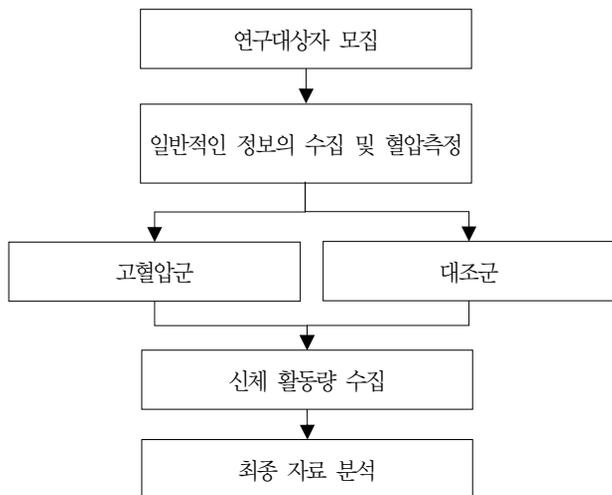


그림 1. 실험 절차

일한 높이에 위치하도록 테이블 위에 올려두었으며, 연구대상자의 팔 둘레에 맞는 압박커프를 팔오금(antecubital fossa) 위로 착용하여 혈압을 측정하였다(Whelton 등, 2018). 압박커프를 이용한 혈압측정은 수축기 혈압에 대한 변이계수(coefficient of variation) 4%, 이완기 혈압에 대한 변이계수 5%로 높은 재현성이 보고되고 있다(Park 등, 2014).

2) 신체 활동량 측정

연구대상자의 신체활동 강도에 따른 신체활동 시간을 측정하기 위하여 웨어러블 디바이스를 이용하였다(Fitbit Alta HR; Fitbit Inc., San Francisco, CA, USA). 웨어러블 디바이스는 3축 가속도계와 광학 심박수 센서(optical heart rate sensor)를 이용하여 신체 활동량을 수집하였다. 웨어러블 디바이스에 의해 수집된 신체활동 정보는 웹 또는 휴대폰 기반의 앱으로 전송되며, Fitabase 소프트웨어(Small Steps Labs LLC, San Diego, CA, USA)를 통해 신체활동 강도에 따른 시간을 분석하였다. 신체활동 강도는 대사당량(Metabolic Equivalent Task; MET)에 따라 분류되었으며, 고강도의 활동은 6METs 이상의 활동, 중강도의 활동은 3METs이상 6METs미만의 활동, 가벼운 활동은 1.5METs 이상에서 3METs미만의 활동, 좌식활동은 1.5METs 미만의 활동으로 정의하였다(Semanik 등, 2020). 신체활동은 일주일간 측정하여 자료 분석을 위하여 수면시간을 제외한 1일 평균 시간을 사용하였다. 7일 중 4일 이상, 1일 10시간 이상 웨어러블 디바이스를 착용하여 자료가 수집될 경우 통계분석을 위한 자료로 사용하였다.

4. 분석 방법

모든 자료는 본 연구의 자료분석을 위하여 통계 프로그램 IBM SPSS Statistics(SPSS ver. 26, Inc., IL, Chicago, USA)을 사용하였고, 자료 분석을 위한 유의 수준을 $\alpha=.05$ 로 설정하였다. 수집된 자료의 정규분포성을 검증하기 위하여 콜모고로프-스미노프 검정(Kolmogorov-Smirnov test)을 실시하였다. 고혈압군과 대조군 간에 일반적인 특성(나이, 키, 몸무게, 체질량지수, 혈압), 활동 강도에 따른 신체 활동량(고강도, 중강도, 가벼운 활동, 좌식활동 시간)의 차이를 알아보기 위하여 모수검증을 위한 독립표본 t-검정 또는 비모수검증을 위하여 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U test)을 실시하였으며, 두 군 간에 성별 분포에 대한 차이를 검증하기 위하여 카이제곱 검정(Chi-squared test)을 실시하였다. 또한 고혈압과 신체 활동량과의 연관성을 증명하기 위하여 나이, 성, 체질량지수를 통제 또는 통제하지 않은 조건에서 다중 로지스틱 회귀분석(multiple logistic regression)을 실시하였다. 다중 로지스틱 회귀분석의 분석 결과로 교차비(Odds ratio, OR)와 95% 신뢰 구간(confidence interval)을 산출하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 연구대상자 52명 중 34명(65.38%)은 고혈압군, 18명(34.62%)은 대조군으로 분류되었다. 연구대상자의 일반적 특성은 <표 1>과 같다. 고혈압군과 대조군은 나이, 키, 수축기 혈압, 이완기 혈압에서 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

2. 신체 활동 강도에 따른 집단간의 활동량 차이

웨어러블 디바이스로 측정된 총 신체활동 시간은 고혈압군 995.84 ± 195.44 분/일, 대조군 988.46 ± 148.11 분/일로 두 군간 유의한 차이가 없었다. 활동 강도에 따른 신체활동의 평균 시간과 그룹간 유의 수준은 <표 2>와 같다. 고강도의 활동, 중강도의 활동, 좌식활동 시간에서 두 군간의 유의한 차이가 있었지만 ($p<.05$), 가벼운 활동 시간에서는 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 고혈압군은 대조군보다 고강도 및 중강도의 활동 시간이 유의하게 감소하였으며, 좌식활동 시간은 유의하게 증가한 것으로 나타났다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

변수	고혈압군 (n=34)	대조군 (n=18)	P
성(남/여, n)	11/23	9/9	.213
나이(세)	74.09±5.75 ^a	70.78±4.76	.043
키(cm)	156.68±9.01	162.94±9.58	.024
몸무게(kg)	61.62±10.90	61.94±9.35	.915
BMI(kg/m ²)	25.08±3.87	23.29±2.70	.104
SBP(mmHg)	132.12±17.53	118.50±13.53	.006
DBP(mmHg)	80.65±9.91	73.72±8.45	.015

^a평균±표준편차

BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure

표 2. 신체 활동 강도 시간에 따른 집단간의 활동량 비교

변수 (분/일)	고혈압군 (n=34)	대조군 (n=18)	P
고강도 활동	11.83±8.96 ^a	38.81±29.69	.000
중강도 활동	13.85±11.91	30.54±20.95	.001
가벼운 활동	98.53±80.41	98.41±77.67	.751
좌식활동	542.53±281.17	353.39±236.78	.020

^a평균±표준편차

3. 신체 활동 강도에 따른 활동량과 고혈압과의 연관성

신체 활동량에 따른 고혈압 유병 위험도의 연관성 결과를 <표 3>에 제시하였다. 다중 로지스틱 회귀분석 결과로 고강도 활동 시간과 고혈압 유병 위험에 대한 OR는 .923(p=.033), 나이, 성별, 체질량지수를 통제한 조건에서 OR는 .919(p=.024)로 통계적으로 유의하게 나타났으며, 고강도의 신체활동 증가는 고혈압의 유병 위험을 유의하게 감소시킨다. 중강도, 저강도, 좌식활동 시간은 고혈압 유병률과 유의한 연관성을 보이지 않았다.

IV. 논 의

본 연구는 65세 이상의 노인을 대상으로 고혈압 유무에 따라 웨어러블 디바이스로 측정된 활동 강도에 따른 신체 활동량의 차이를 증명하고자 하였다. 또한, 측정된 신체 활동량과 고혈압과의 연관성을 증명하였다. 연구 결과 대조군보다 고혈압 노인은 고강도 및 중강도의 신체 활동량이 유의하게 적었으며, 좌식활동량은 유의하게 많은 것으로 나타났다. 또한 고강도 신체활동에 참여하는 시간이 증가할수록 고혈압 유병 위험도가 낮은 것으로 나타났다.

최근 모바일 연동 웨어러블 디바이스 시장이 확대되고, 손목밴드를 활용한 웨어러블 디바이스를 이용이 증가하고 있다(Yoon 등, 2020). 웨어러블 디바이스는 습관이나 행동 개선에 도움을 주며, 디바이스 사용은 비만, 심장질환, 만성질환을 관리하는데 긍정적인 효과를 보인다(Phillips 등, 2017; Prieto-Avalos 등, 2022; McDonough 등, 2021; Wang 등, 2015). 젊은 층에 비해 노인은 웨어러블 디바이스의 사용에 어려움이 있으나, 웨어러블 디바이스를 활용한 신체활동 증가는 노인의 신체활동량을 증가시키는데 효과적인 것으로 증명되었다(Lyons 등, 2017). 본 연구에서도 웨어러블 디바이스를 이용하여 고혈압 노인과 대조군의 활동 강도에 따른 신체활동량의 차이를 증명하였으며, 추후 연구에서 고혈압을 예방하고 관리하기 위해 웨어러블 디바이스를 활용할 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구 결과에서 고혈압 노인의 고강도 및 중강도의 활동은

감소하였으나, 좌식활동 시간이 높은 것으로 나타났다. 노인은 다른 연령대에 비해 좌식활동이 심혈관 질환 발생에 중요한 위험 인자로 보고되고 있다(Hajduk 등, 2016; Harvey 등, 2014). 또한 하루에 11시간 이상 좌식생활을 하는 노인은 9시간 이하의 좌식생활을 하는 노인에 비해 심혈관 질환의 발생 위험도(위험비, Harzard ratio=1.62)가 62% 높은 것으로 나타났다(Bellettieri 등, 2019). 비록 본 연구에서는 하루의 좌식생활 시간이 고혈압 유병 위험도와 연관성을 보이지 않았지만, 고혈압 노인은 대조군과 비교해 더 많은 시간을 좌식생활하는 것으로 나타났다. 따라서 추후 연구에서는 일정 시간 이상의 좌식활동과 고혈압과의 연관성을 증명하고, 고혈압 노인에게 좌식활동에서 중강도 이상의 활동으로의 신체활동 패턴 변화가 고혈압에 미치는 영향에 관한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

이전 연구에 의하면 한국 노인은 나이가 증가할수록 활동적인 신체활동에 참여하는 비율이 감소하였으며(곽광일 등, 2015), 일주일에 중강도 신체활동 2시간 30분 이상 또는 고강도 신체활동 1시간 15분 이상 참여하는 노인은 29.8% 차지하는 것으로 나타났다(한국건강증진개발원, 2017). Hua 등(2013) 연구에 의하면 고강도 또는 중강도의 달리기, 조깅, 수영, 자전거 타기 등의 신체활동에 참여한 사람은 낮은 참여도를 보이는 사람에 비해 고혈압 발생 위험도가 낮았다(상대위험비, relative ratio, RR, 고강도 운동 RR: .81, 중강도 운동 RR: .89). 김동일(2015) 연구에서도 규칙적인 걷기 또는 고강도 신체활동과 고혈압 발생과의 연관성을 증명하였으며, 규칙적인 걷기보다 규칙적인 고강도 신체활동 시 수축기 혈압 감소에 유의한 효과를 보고하였다. 본 연구에서도 고강도의 운동시간이 1분/일 증가할수록 고혈압 유병 위험도가 7.7%(OR=.923) 감소하였으며, 나이, 성별, 체질량지수를 통제한 조건에서도 8.1%(OR=.919) 감소하여 고강도 신체활동이 고혈압의 유병 위험도를 낮출 수 있다는 점에서 이전 연구 결과를 지지하였다.

본 연구는 몇몇 제한점을 가지고 있다. 첫 번째, 본 연구는 단면적 연구로 고혈압과 신체 활동량 사이의 인과관계를 설명하는데 제한점을 가진다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 고혈압 노인에서 웨어러블 디바이스를 이용하여 신체 활동량을

표 3. 신체 활동 강도에 따른 활동량과 고혈압과의 연관성

변수 (분/일)	OR (95% CI)	p	Adjusted OR (95% CI)*	p
고강도 활동	.923 (.858 to .994)	.033	.919 (.854 to .989)	.024
중강도 활동	.953 (.892 to 1.017)	.147	.963 (.899 to 1.031)	.278
가벼운 활동	.999 (.979 to 1.020)	.952	.998 (.976 to 1.020)	.865
좌식 활동	1.003 (.997 to 1.009)	.315	1.004 (.997 to 1.011)	.302

OR: odd ratio, CI: confidence interval

*Adjusted for age, sex, and body mass index

평가하여 활동 강도에 따른 객관적인 신체 활동량을 제시하였으며, 고혈압과 신체활동과의 관계를 증명함으로써, 고혈압 노인에게 신체 활동량의 중요성에 대한 근거를 제시할 수 있다. 두 번째, 본 연구는 고혈압 유병 위험도에 영향을 줄 수 있는 고혈압 이외의 질병 유무 및 연구대상자의 특성에 대한 조사가 이루어지지 않았다. 고혈압에 영향을 주는 인자에는 류마티스 질환, 심장질환, 관절염의 질환, 흡연, 음주, 낮은 주관적인 건강 인식이 있다 (김가영, 2019; Lee 등, 2005). 추후 연구에서는 신체 활동량뿐만 아니라 관련된 질환 유무, 연구대상자의 특성을 고려하여 고혈압과의 연관성 연구가 필요할 것이다. 세 번째, 본 연구는 강원도에 거주하는 노인을 대상으로 진행하였기 때문에, 전체 65세 이상의 노인에게 일반화하는데 제한점이 있다. 그러므로 추후 연구에서는 다양한 지역에서 거주하고 있는 노인을 대상으로 한 연구대상자의 확대가 필요하다.

V. 결론

본 연구는 웨어러블 디바이스를 이용하여 고혈압 노인과 대조군의 신체 활동량의 차이를 증명하였으며, 65세 이상의 고혈압 노인은 대조군과 비교하여 고강도 및 중강도 활동에 참여하는 시간이 유의하게 적었으며, 좌식 활동의 시간은 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 또한, 고혈압과 신체 활동량과의 연관성 분석을 통해 고강도 신체활동에 참여하는 시간이 증가할수록 고혈압 유병 위험이 감소하는 것을 증명하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 차후 연구에서 웨어러블 디바이스를 이용하여 고강도 신체활동뿐만 아니라 중강도 신체활동 향상과 좌식활동량 감소가 고혈압에 미치는 효과에 대한 증명이 필요할 것이다.

참고문헌

- 곽광일, 백창희, 류소연. 한국 노인의 신체활동 정도와 의료이용과의 관련성. 한국산학기술학회 논문지, 16(1);617-626, 2015.
- 김가영. 65세 이상 노인과 65세 미만 성인의 고혈압 위험요인. 한국산학기술학회 논문지, 20(1);162-169, 2019.
- 김동일. 규칙적인 걷기와 고강도 신체활동 참여에 따른 대사증후군 위험요인 및 고혈압과의 관계: 국민건강영양조사 제 5기 3차년도 자료를 바탕으로 (2012년). 한국체육과학회지, 24(1);1111-1122, 2015.
- 김애실, 배한주. 여성노인의 고혈압 유무에 따른 신체활동, 체질량 지수 및 우울이 건강관련 삶의 질에 미치는 영향. 한국산학기술학회논문지, 21(11);543-553, 2020.
- 대한고혈압학회. 2022년 고혈압 지침, 2022.
- 질병관리청. 2020 국민건강통계. <http://knhanes.kdca.go.kr/>, 2020.
- 하영미, 강원석, 이상호, 등. 웨어러블 웰니스 디바이스 품질, 지각된 가치, 고객만족도와 의 관계. 한국웰니스학회지, 12(3);51-60, 2017.
- 한국건강증진개발원. 노인의 신체활동 실천현황 및 정책 제언. 2017.
- Belletiere J, LaMonte MJ, Evenson KR, et al. Sedentary behavior and cardiovascular disease in older women: The Objective Physical Activity and Cardiovascular Health (OPACH) Study. *Circulation*, 139(8);1036-1046, 2019.
- Benetos A, Petrovic M, Strandberg T. Hypertension Management in Older and Frail Older Patients. *Circ Res*, 124(7);1045-1060, 2019.
- Buford TW. Hypertension and aging. *Ageing Res Rev*, 26;96-111, 2016.
- Chang AK, Sok SR. Predictors of sedentary behavior in elderly Koreans with hypertension. *J Nurs Res*, 23(4);262-270, 2015.
- Ehn M, Eriksson LC, Åkerberg N, et al. Activity monitors as support for older persons' physical activity in daily life: qualitative study of the users' experiences. *JMIR Mhealth and Uhealth*, 6(2);e8345, 2018.
- Gianoudis J, Bailey CA, Daly RM. Associations between sedentary behaviour and body composition, muscle function and sarcopenia in community-dwelling older adults. *Osteoporos Int*, 26(2);571-579, 2015.
- Hajduk AM, Chaudhry SI. Sedentary Behavior and Cardiovascular Risk in Older Adults: a Scoping Review. *Curr Cardiovasc Risk Rep*, 10(1);5, 2016.
- Harvey J, Chastin S, Skelton D. How sedentary are older people? a systematic review of the amount of sedentary behavior. *J Aging Phys Act*, 23(3);471-487, 2014.
- Kekade S, Hsieh CH, Islam MM, et al. The usefulness and actual use of wearable devices among the elderly population. *Comput Methods Programs Biomed*, 153;137-159, 2018.
- Lee SH, Kim YS, Sunwoo S. A retrospective cohort study on obesity and hypertension risk among Korean adults. *J Korean Med Sci*, 20(2);188-195, 2005.
- Lyons EJ, Swartz MC, Lewis ZH, et al. Feasibility and acceptability of a wearable technology physical activity intervention with telephone counseling for

- mid-aged and older adults: a randomized controlled pilot trial. *JMIR Mhealth Uhealth*, 5(3);e6967, 2017
- McDonough DJ, Su X, Gao Z. Health wearable devices for weight and BMI reduction in individuals with overweight/obesity and chronic comorbidities: systematic review and network meta-analysis. *Br J Sports Med*, 55(16);917-925, 2021.
- Park CM, Korolkova O, Davies JE, et al. Arterial pressure: agreement between a brachial cuff-based device and radial tonometry. *J Hypertens*, 32(4);865-872, 2014.
- Phillips SM, Cadmus-Bertram L, Rosenberg D, et al. Wearable technology and physical activity in chronic disease: opportunities and challenges. *Am J Prev Med*, 54(1); 144-150, 2018.
- Prieto-Avalos G, Cruz-Ramos NA, Alor-Hernández G, et al. Wearable Devices for Physical Monitoring of Heart: A Review. *Biosensors*, 12(5);292, 2022.
- Semanik P, Lee J, Pellegrini CA, et al. Comparison of physical activity measures derived from the Fitbit Flex and the ActiGraph GT3X+ in an employee population with chronic knee symptoms. *ACR Open Rheumatol*, 2(1);48-52, 2020.
- Wahid A, Manek N, Nichols M, et al. Quantifying the association between physical activity and cardiovascular disease and diabetes: a systematic review and meta analysis. *J Am Heart Assoc*, 5(9);e002495, 2016.
- Wang JB, Cadmus-Bertram LA, Natarajan L, et al. Wearable sensor/device (Fitbit One) and SMS text-messaging prompts to increase physical activity in overweight and obese adults: a randomized controlled trial. *Telemed J E Health*, 21(10);782-792, 2015.
- Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/A SPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*, 71(19);e127-e248, 2018.
- Yoon SN, Lee D, Shin Y. Innovative healthcare wearable device usage and service enhancement. *GBFR*, 25(2);1-10, 2020.
- You Y, Teng W, Wang J, et al. Hypertension and physical activity in middle-aged and older adults in China. *Sci rep*, 8(1);1-8, 2008.