

## Effects of Walking Activity Monitoring and Feedback Using Wearable Device on Body Composition and Metabolic Syndrome Risk Factors in Middle-aged Women

Chan-Yang Kim\*, Woo-Young Park\*\*

\*Lecturer, Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University, Cheonan, Korea

\*\*Professor, Dept. of International Sports, Dankook University, Cheonan, Korea

### [Abstract]

The purpose of this study is to analyze the effect of monitoring and feedback on walking activity using wearable devices on changes in body composition and metabolic syndrome factors in middle-aged woman. The subjects use a mobile interlocking wearable device for 6 month, feedback is provided through mobile app automatically transmitted step counter and walking activity. As a results, significantly difference shows on body weight, skeletal muscle mass, and body fat in statistically( $p<.001$ ). In changes of metabolic syndrome factor, systolic( $p<.05$ ), fasting fluucose( $p<.01$ ), abdominal circumference( $p<.001$ ), TC( $p<.001$ ), and LDL-C( $p<.05$ ) are significantly difference. In conclusion, wearable devices that can be conveniently applied is an effective tool to increase walking activity and prevent metabolic syndrome of people with a sedentary lifestyle.

▶ **Key words:** Wearable device, Walking activity, Body composition, Metabolic syndrome, Middle-aged Women

### [요 약]

이 연구의 목적은 웨어러블 디바이스를 활용한 걷기 활동에 대한 모니터링과 피드백이 중년 여성의 체성분 및 대사증후군 지표 변화에 미치는 영향을 분석하고자 실시하였다. 연구 대상자는 6개월간 모바일 연동 웨어러블 디바이스를 사용하였으며, 지원하는 모바일 앱을 통해 자동 전송된 보행 수 및 활동량 정보를 모니터링을 통해 피드백을 제공하였다. 연구 결과 체중, 골격근량, 그리고 체지방률에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p<.001$ ). 대사증후군 지표 변화는 수축기 혈압( $p<.05$ ), 공복 혈당( $p<.01$ ), 복부둘레( $p<.001$ )에서 유의한 차이가 나타났고, TC( $p<.001$ )와 LDL-C( $p<.05$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 따라서 쉽고 편리하게 적용 가능한 웨어러블 디바이스는 좌업적인 생활습관을 가진자들의 신체활동량 증가와 대사증후군 예방을 위한 효과적인 도구로 볼 수 있다.

▶ **주제어:** 웨어러블 디바이스, 걷기 활동, 체성분, 대사증후군, 중년 여성

• First Author: Chan-Yang Kim, Corresponding Author: Woo-Young Park  
\*Chan-Yang Kim (chanyang.kim86@gmail.com), Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University  
\*\*Woo-Young Park (golterea@hanmail.net), Dept. of International Sports, Dankook University  
• Received: 2024. 03. 18, Revised: 2024. 05. 09, Accepted: 2024. 05. 09.

## I. Introduction

중년여성은 인간의 발달 이론을 바탕으로 생산성과 정체 시기에 해당되는 40세에서 60세까지로 정의하고 있으며[1] 이 시기는 호르몬 변화에 따른 신체적이고 심리적인 변화를 경험하게 되고 여성의 삶의 질과 전반적 건강에 부정적 영향을 미치게 된다[2]. 특히 에스트로겐 호르몬의 변화로 인해 불규칙한 월경 주기와 체성분의 변화가 나타나며 [3,4,5,6]. 이는 대사증후군(Metabolic Syndrome)과 밀접한 관련이 있어 중년 여성의 건강관리에 대한 중요성이 강조되고 있다[7,8].

대사증후군은 복부 비만, 고혈압, 고혈당, 그리고 고중성지방 혈증(hypertriglyceridemia)과 낮은 고밀도지단백 콜레스테롤을 기반으로 심혈관 질환을 포함한 다양한 만성질환을 유발한다[9,10,11]. 좌식생활 및 운동부족은 대사증후군의 주된 발병 요인으로 신체활동과 대사증후군 간의 연관성을 조사한 결과 좌식 생활이 하루 1시간에서 3시간까지 증가할 때마다 각각 1.4배에서 2.1배까지 증가하는 것으로 나타났다[12].

일상의 편리화와 당분 과함유 음식의 섭취 기회 증가 등 생활양식 변화로 인해 대한민국의 대사증후군 유병률은 두드러지게 증가하고 있으며, 규칙적인 신체활동을 통한 생활양식의 변화가 대사증후군을 포함한 여러 만성질환 예방을 위한 일차 중재 요인으로 볼 수 있다[13,14,15].

규칙적인 운동과 같은 생활양식은 지속적인 동기부여를 통해 대사증후군 요인 변화를 유도하여 궁극적으로 유병률을 감소시킬 수 있다[16,17,18]. 하지만 규칙적인 운동으로의 생활양식의 변화를 시작하고 유지하는 것은 쉬운 일이 아니며, 지속적인 숙제로 남아 있다.

대사증후군 위험이 있는 사람 중 신체활동의 생활양식 권고를 충실히 이행한 사람은 10%에 불과하며[19], 대사증후군은 3~12개월 간 신체활동에 대한 목표설정, 모니터링 및 피드백을 적용할 경우 행동 변화 및 증상 완화에 대한 긍정적 결과를 보고하고 있어[20] 장기적인 행동변화를 이끌어 내는 교육과 습관 유지가 중요한 할 것으로 생각된다.

이에 지난 10년간 스마트폰의 광범위한 사용으로 많은 모바일 헬스(Mobile Health) 기기들이 개발되었으며, 앱과 웨어러블 기기의 활용은 자신의 건강 상태를 모니터링 할 수 있어 많은 영역에서 적극적으로 활용되고 있다[14]. 웨어러블 디바이스는 사용 편의성, 미적 요소, 측정된 데이터의 신뢰성, 정확성과 가격 등이 선호도에 영향을 미치지만, 개인화된 정보 제공이라는 특성이 생활양식 변화에

더 큰 영향을 미쳐 만성질환을 예방하고 관리하기 위한 장기적인 행동 변화 조절 요소로 긍정적인 영향을 줄 수 있다[21,22]. 웨어러블 기술 관련 동향 조사에 따르면 체력과 건강 관리 유지에 최고의 트렌드 중 하나로 꼽히고 있으며[23], 개인의 목표설정과 건강 모니터링, 피드백 제공 등 다양한 맞춤형 기능을 부여해 사용자에게 편의와 신체활동 증가에 따른 개인의 건강 및 질병 예방에 대한 인식 증가의 효과를 증명하고 있다[24,25].

선행 연구에 의하면 웨어러블 디바이스의 행동 변화에 대한 기존의 중재 방법과 비교[26], 모바일 앱과의 비교에서도 긍정적인 효과를 확인할 수 있었다[27]. 또한 웨어러블 디바이스를 통한 생활양식의 개입이 허리둘레, 수축기 혈압과 저밀도 지단백질 콜레스테롤 수치 등을 개선시켜 대사증후군 예방을 위한 적절한 중재 방법이 될 것으로 기대된다[24,28].

더욱이 매일의 걸음 수에 대한 목표설정과 걷기운동은 체성분 및 대사증후군 개선에 있어 효율적인 전략으로[29] 연령, 성별 및 건강 상태와 관계없이 신체활동과 일일 보행 수를 유의하게 향상시킬 수 있지만 웨어러블 디바이스 기기를 활용한 장기적인 효과에 대한 충분한 근거는 부족한 실정이다[30,31]. 이에 운동부족의 중년 여성에게 웨어러블 디바이스 적용은 운동 목표를 설정하고 전문가의 처방없이 맞춤형 피드백을 제공하며, 신체활동을 증가시켜 라이프스타일을 개선할 수 있는 것으로 기대된다.

따라서 본 연구는 중년 여성에게 6개월간 웨어러블 디바이스를 활용해 걷기 운동에 대한 개인의 목표설정과 신체활동에 대한 피드백이 신체조성 및 대사증후군 지표 변화에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고자 한다.

## II. Methods

### 1. Subjects

이 연구에 참여한 대상자는 40대부터 폐경 직전 50대까지의 비활동적인 여성으로 6개월간 신체활동을 하는데 제약이 없으며, 실험 전 일주일간의 신체활동량을 측정해 좌식 생활습관의 기준인 5,000보 미만[32]인 80명을 선정하였다. 또한 대사증후군 진단 기준 아래 5개 항목 중 3개 이상을 만족하는 대상자는 제외하였다[33].

- ① 복부 비만: 허리둘레 85cm(여성) 이상
- ② 고혈압 : 수축기/이완기 혈압 130/85mmHg 이상
- ③ 공복 혈당 : 100mg/dL 이상
- ④ HDL-C : 50mg/dL(여성) 미만

⑤ Triglyceride : 150mg/dL 이상

모든 대상자는 실험에 대한 목적과 구체적인 방법에 대한 설명 후 자발적 참여 동의서에 서명하였고, 중도 포기자를 제외한 신체적 특징은 <Table 1>에 제시하였다.

## 2. Measurement

체성분 및 혈액 채취는 48시간 이내 격렬한 신체활동 금지와 채혈 전 6시간 금식 후 의자에 앉아 30분간의 휴식을 취한 후 실시하였으며, 채혈은 전문 간호사가 실시하였다. 모든 종속변인은 실험 전, 중(3개월), 후(6개월) 총 3회 측정하였다.

### 2.1 Body Composition

체성분은 신장(Height)과 체중(Weight), 골격근량(Soft lean mass), 체지방률(Percent body fat)을 신체종합측정기(CAS, HC-1500, Korea)와 체지방 분석기(Inbody 370S, Inbody, Korea)를 이용하여 측정하였다.

### 2.2 Blood pressure

혈압은 전자 혈압계(AccunIQ, BP503, Korea)를 이용하여 왼쪽 위팔에서 안정 시 혈압 측정을 위해 의자에 앉아 10분 이내의 안정을 취한 뒤 측정하였다.

### 2.3 A Fasting Blood Sugar

혈당은 혈당측정기(CareSens II)를 이용해 혈액량 0.5  $\mu$ L/dL를 혈당측정검사지(CareSens Blood Glucose Test Strip)에 적용하여 측정하였다.

### 2.4 Abdominal Circumference

복부둘레는 줄자를 이용해 갈비뼈 가장 아래 위치와 골반의 가장 높은 위치의 중간 부위를 0.1cm까지 3회 측정 한 값의 평균값을 산출하였다.

### 2.5 Blood lipid

혈중지질은 SST Tube를 사용하여 혈청을 얻은 후 상온에 30분 이상 Clotting하여 3000rpm에서 10분 간 원심분리(Microspin, Hanil, Korea) 후 혈장을 생화학 자동분석기 Konelab-lab20XT(Germany)를 이용하여 enzymaticcolorimetric assay(ECA) 방법으로 분석하였다.

## 3. Intervention

6개월간 모바일 연동 웨어러블디바이스(Smart Band PWB-400)를 사용하였으며, 초기 체성분(체중, 체지방률, 근육량), 혈당, 혈압(수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박)에 대한 정보를 모바일 앱(APP)에 입력하였다.

지원하는 모바일 앱(APP)은 능동적인 식사 일기 및 운동 일기를 작성할 수 있으며, 웨어러블 디바이스는 활동량에 대한 데이터 분석 및 목표 심박수 초과 시 경고 알림 기능으로 조절되며, 권장 소비 칼로리(Kcal), 소비칼로리(Kcal), 활동량과 총 걸음수, 평균 심박수 등 일일 활동 정보에 대한 데이터가 모바일 앱으로 실시간 전송된다.

관리자 앱 내의 상담 기능을 통해 자동 전송된 보행 수 및 활동량계의 정보를 모니터링하여 맞춤형 건강 상담을 실시하였으며, 7,500-9,999보/일; 다소 활동적 수준[24]의 보행의 신체활동을 유지할 수 있도록 피드백을 적용하였다.

## 4. Statistical analysis

이 연구에서 자료분석은 SPSS 26.0 통계프로그램을 이용하였으며, 수집된 모든 자료는 기술통계량 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다. 반복측정 분산분석(Repeated-ANOVA)을 실시해 시기에 따른 차이 검정을 실시하였으며, 사후검정은 Bonferroni's method를 이용해 보정된 유의수준 0.05/2=0.025로 검정하였다. 통계적 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

## III. Results

### 1. Body Composition

체중은 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며( $p<.001$ ), 시기에 대한 사후검정 결과, 각 시점 간 유의하게 감소하는 것으로 나타났다( $p<.025$ ). 골격근량의 변화에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며( $p<.001$ ), 시기에 대한 사후검정 결과, Pre<Post, Mid<Post에서 유의하게 증가하였다( $p<.025$ ). 체지방률은 통계적으로 유의한 변화가 나타났으며( $p<.001$ ), 시기에 대한 사후검정 결과, Pre>Post에서 유의하게 감소하는 것으로 나타났다( $p<.025$ ).

Table 1. Characteristics of the Subjects

	Age(yr)	Height(cm)	Weight(kg)	Soft Lean Mass(kg)	Body Fat(%)	Abdominal Circumference(cm)
N=66	48.39±6.45	159.14±6.77	63.64±6.25	22.98±3.65	32.14±5.81	85.53±5.33

2. Metabolic Syndrome Criteria

이 연구의 대사증후군 지표의 변화에서 수축기 혈압은 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며( $p<.05$ ), 이완기 혈압은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 공복 혈당의 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며( $p<.01$ ), 시기에 대한 사후검정 결과, Pre>Post에서 유의하게 감소하였다( $p<.025$ ). 복부둘레는 통계적으로 유의한 차이가 나타났고( $p<.001$ ), 시기에 대한 사후검정 결과, 각 시점 간 유의하게 감소하는 것으로 나타났다( $p<.025$ ). TC는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며( $p<.001$ ), 시기에 따른 사후검정 결과, Pre>Post, Mid>Post에서 유의하게 감소하였다( $p<.025$ ). LDL-C는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나( $p<.05$ ), 시기에 대한 사후검정 결과 각 시점간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

IV. Discussion

이 연구는 중년 여성을 대상으로 웨어러블 디바이스를 활용한 걷기 활동에 대한 모니터링과 피드백 제공이 신체 조성 및 대사증후군 지표 변화에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고자 실시하였으며, 연구 결과 체성분 및 대사증후군 변인에 대하여 긍정적 결과를 보였다.

웨어러블 디바이스는 사용자가 신체활동 및 건강 관련 목표를 설정하고 추적하며 해당 활동 목표를 달성할 수 있도록 알림을 제공하여 자기 감시와 규제를 촉진하는 신체활동의 결정 요소로서 역할을 한다[34,35,36,37].

실제 비만이나 질환자의 경우 피로나 통증 또는 심리적 장애로 정적인 생활양식을 채택하는 경향이 있으며 [38,39], 웨어러블 디바이스는 이에 대해 매일의 신체활동 목표를 설정하고 추적하고 목표를 상기시켜 궁극적으로 건강 위험 요소들을 완화하는데 도움을 줄 수 있다[35,40].

이 연구의 체성분 변화에서 체중은 유의하게 감소하였고 각 검사 시점 간 유의한 차이가 나타났는데, 선행 연구에 따르면 웨어러블 디바이스 적용에 따른 셀프 모니터링과

피드백 제공의 차이를 분석한 연구 결과 피드백 제공이 셀프 모니터링보다 체중 감소 및 신체구성 성분 변화에 더 큰 영향을 미쳐 본 연구와 맥을 같이 하고 있으며[41], 웨어러블 디바이스가 비만 및 만성질환에 대해 체중과 BMI 개선을 위한 효과적인 도구로[40,42] 6개월간 지속적인 걷기에 따른 에너지 소비가 체중 감량에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하고 있어 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다 [43,44].

골격근량의 유의한 변화 과정을 살펴볼 때, 걷기 운동은 대퇴 근육의 수축력 증가에 따른 근육량의 증가와 유지에 효과적이며 근감소증 예방을 위한 효율적인 중재 전략으로도 가능하다[45,46]. 또한 어플리케이션을 이용한 걷기 운동에서도 골격근량의 증가와 근력 증가의 효과를 보고해 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다[47].

체지방률은 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났으며 신체활동 증가를 위한 웨어러블 디바이스 적용은 비만 개선에 효과적이며[48], 걷기 운동은 신체 건강의 전반적인 향상과 매일 30분의 운동만으로도 체지방을 감소시키는 효과가 있음을 보고하고 있다[49]. 웨어러블 디바이스 적용에 대한 리뷰 논문에 따르면 운동 기간은 최소 3개월로 그 이상의 기간을 추천하고 있으며[50], 본 연구에서의 3개월 내의 유의차보다 6개월 내의 유의차가 더 큰 경향을 근거로 웨어러블 디바이스를 적용한 신체활동 모니터링 및 피드백이 체성분 변화에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다.

고혈압은 뇌졸중, 심혈관 질환 및 신장 질환 유발에 영향을 미쳐 운동과 혈압 관리의 중요성이 강조된다[51]. 30,000명 이상의 비질환성 성인을 대상으로 한 연구 결과 하루 10,000보 이상의 걷기는 심혈관 질환의 발병 및 사망률을 5 ~ 21% 감소시키는데[52], 이는 웨어러블 디바이스를 적용한 활동 모니터링이 이를 사용하지 않은 집단과 비교해 최대산소소비량( $VO_{2peak}$ )을 유의하게 향상시키며 [53], 혈압 완화에 효과적이라고 밝히고 있어[54] 이 연구에서 체성분의 긍정적 변화에 따른 효과로 예측된다.

한편 공복 혈당 증가는 체내의 인슐린 저항성을 포함한

Table 2. Body Composition

		Pre	Mid	Post		Sig	Post-hoc
N=66	Weight(kg)	63.64±6.25	62.83±6.09	62.25±5.88	F	31.090	Pre>Mid,Pre>Post, Mid>Post
					P		
	SLM(kg)	22.98±3.65	23.22±3.45	23.65±3.26	F	16.394	Pre<Post, Mid<Post
					P		
	Body Fat(%)	32.14±5.81	31.53±5.60	31.14±5.50	F	11.056	Pre>Post
					P		
Mean±SD, SLM: Soft Lean Mass, Repeated ANOVA, *p<.05, **p<.01, ***p<.001							

Table 3. Metabolic Syndrome Criteria

		Pre	Mid	Post		Sig	Post-hoc
N=66	Systolic(mmHg)	122.87±8.83	120.59±8.20	120.43±7.62	F	3.595	.
					P	.030*	
	Distolic(mmHg)	75.81±7.48	75.56±7.13	74.51±6.36	F	1.357	.
					P	.261	
	Fasting glucose( $\mu$ l/dl)	92.53±9.80	90.81±8.77	89.33±8.47	F	5.868	Pre>Post
					P	.004**	
	Abdominal Circumference (cm)	85.53±5.33	84.42±4.94	83.34±4.42	F	19.635	Pre>Mid, Pre>Post, Mid>Post
					P	.000***	
	TG(mg/dl)	143.98±56.00	142.09±60.33	140.71±47.26	F	.325	.
					P	.723	
	TC(mg/dl)	184.25±32.36	184.04±32.66	173.57±25.89	F	9.589	Pre>Post, Mid>Post
					P	.000***	
	HDL(mg/dl)	56.77±12.88	57.39±12.59	59.50±11.06	F	2.903	.
					P	.059	
LDL-C(mg/dl)	109.04±28.79	108.43±32.16	104.48±30.23	F	3.483	.	
				P	.034*		
Mean±SD, Repeated ANOVA, *p<.05, **p<.01, ***p<.001							

여러 문제를 발생시킨다[55]. 연구 결과 공복 혈당은 유의하게 감소하였고, 각 검사 시점에 따른 사후검정 결과 사전 사후 간에 유의한 차이가 나타났다. 선행연구에서 걷기 운동은 인슐린 감수성 증가와 혈당의 활용능력을 향상시키고[56], 12주간의 스마트폰을 적용한 체중감소 운동 적용으로 공복혈당 감소의 결과를 보고하고 있으며[57], 제2형 당뇨병 환자를 대상으로 한 걷기 운동이 공복혈당 감소에 긍정적인 영향을 미쳐[58] 본 연구와 동일한 결과를 보여주고 있다.

복부둘레 또한 통계적으로 유의한 감소가 나타났으며, 사후검정 결과에서도 각 검사 시점 간 유의한 차이가 나타났다. 걷기 운동은 체지방률, 허리와 엉덩이 둘레 비율의 감소 그리고 체지방 감소에 영향을 주는 아디포넥틴 수치의 증가에 따른 복부둘레 감소에 효과가 있다[59]. 특히 자기조절 학습에 따른 신체활동 적용 이론에 입각한 신체활동 적용이 복부둘레 감소 및 신체활동에 따른 에너지 소비에 긍정적인 영향 미친다고 보고하여[60] 6개월간의 웨어러블 디바이스 적용이 자기 목표설정과 운동실천에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다.

이 연구의 혈중지질의 변화는 TC와 LDL에서 유의한 차이가 나타났다. 혈중지질의 변화는 동맥의 내막 손상과 섬유세포의 증식 반응으로 죽상경화증(arteriosclerosis)을 유발하기에 그 중요성이 강조되고 있다[61,62].

모바일 헬스와 관련한 메타분석 결과 장기간의 걷기가 TC와 LDL 수치 감소와 HDL의 증가를 보고하였으며[63], 웨어러블 디바이스를 기반으로 한 연구에서도 신체활동 증가 및 TC, LDL 회복에 따른 심혈관 기능 개선을 보고해 [24,64] 이 연구 결과와 일치하였다. 그 외에도 신체활동

에 대한 모니터링 및 피드백은 혈중지질 개선과 비만관리 에 효과적임을 증명하고 있다[65,66]. 특히 걷기와 같은 유산소성 운동은 골격근의 모세혈관 밀도, 효소 농도 및 미토콘드리아 밀도를 증가시켜 대사기능의 활성화에 따른 혈중지질 개선에 효과적이라고 보고하고 있어 본 연구 결과와 맥을 같이 한다고 볼 수 있다[67,68,69].

걷기는 신체활동을 증가시키는 편리한 방법으로 시간과 장소에 제한받지 않는다. 선행 연구에 따르면 일일 10,000에서 12,000보를 걷는 사람은 일반적으로 낮은 체질량 지수와 허리 및 엉덩이 둘레를 가지며[70,71], 하루 1,000보가 증가될 때마다 대사증후군 유병률은 10%씩 감소하는 것으로 보고 있다[72]. 특히 걷기 운동 프로그램과 매일 걸음수 목표의 결합은 체성분 및 대사증후군 개선에 있어 단순히 매일 걷기 목표를 설정하는 것보다 효율적인 전략으로 보고 있어[29] 이 연구에서 적용된 웨어러블 디바이스를 활용한 걷기 운동에 대한 목표설정과 모니터링을 통한 피드백이 체성분 및 대사증후군 지표 변화에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다.

## V. Conclusion

웨어러블 디바이스를 활용한 신체활동 모니터링과 피드백 제공은 체성분 및 대사증후군 지표 변화에 장기적 관점에서 긍정적인 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다.

하지만 본 연구의 대조 집단의 부재가 체성분 및 대사증후군 지표 변화에 대해 웨어러블 디바이스의 효과로 보기에는 한계가 있으며, 추후 연구에서는 대조 집단과 비교를

통한 웨어러블 디바이스의 효과뿐만 아니라 식이 조절에 대한 피드백 제공 등 다양한 중재를 적용한 웨어러블 디바이스의 확장성 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- [1] S. E. Vogel-Scibilia, K. C. McNulty, B. Baxter, S. Miller, M. Dine, and F. J. Frese, "The Recovery Process Utilizing Erikson's Stages of Human Development," *Community Mental Health Journal*, Vol. 45, No. 6, pp. 405-14, June 2009. DOI:10.1007/s10597-009-9189-4
- [2] M. Kumari, M. Stafford, and M. Marmot, "The Menopausal Transition was Associated in a Prospective Study with Decreased Health Functioning in Women who Report Menopausal Symptoms," *Journal of Clinical Epidemiology*, Vol. 58, No. 7, pp. 719-727, July 2005. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2004.09.016
- [3] A. Ambikairajah, E. Walsh, H. Tabatabaei-Jafari, and N. Cherbuin, "Fat Mass Changes During Menopause: a Metaanalysis," *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, Vol 221, No. 5, pp. 393-409, November 2019. DOI: 10.1016/j.ajog.2019.04.023
- [4] A. Fenton, "Weight, Shape, and Body Composition Changes at Menopause," *Journal of Mid-life Health*, Vol. 12, No. 3, pp. 187-192, September 2021. DOI: 10.4103/jmh.jmh\_123\_21
- [5] V. Kodoth, S. Scaccia, and B. Aggarwal, "Adverse Changes in Body Composition During the Menopausal Transition and Relation to Cardiovascular Risk: A Contemporary Review," *Women's Health Reports*, Vol. 3, No. 1, pp. 573-581, May 2022. DOI: 10.1089/whr.2021.0119
- [6] K. Oppermann, S. C. Fuchs, G. Donato, C. A. Bastos, and P. M. Spritzer, "Physical, Psychological, and Menopause-related Symptoms and Minor Psychiatric Disorders in a Community-based Sample of Brazilian Premenopausal, Perimenopausal, and Postmenopausal Women," *Menopause*, Vol. 19, No. 3, pp. 355-360, March 2012. DOI: 10.1097/gme.0b013e31822ba026
- [7] K. Harraqui, D. E. Oudghiri, H. N. Mrabti, Z. Hannoun, L. H. Lee, H. Assaggaf, and A. Bour, "Association between Physical Activity, Body Composition, and Metabolic Disorders in Middle-Aged Women of Ksar el Kebir (Morocco)," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 20, No. 3, pp. 1739, January 2023. DOI: 10.3390/ijerph20031739
- [8] Yji, and Jyan, "Sex Differences in Risk Factors for Metabolic Syndrome in The Korean Population. International," *Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 17, No. 24, pp. 9513, December 2020. DOI: 10.3390/ijerph17249513
- [9] American College of Sports Medicine, "ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription," Lippincott Williams & Wilkins, 2020.
- [10] R. S. Ahima, "Overview of Metabolic Syndrome," In *Metabolic Syndrome: a Comprehensive Textbook*. Cham: Springer International Publishing. pp. 3-14, January 2024.
- [11] P. Ranasinghe, Y. Mathangasinghe, R. Jayawardena, A. P. Hills, and A. Misra, "Prevalence and Trends of Metabolic Syndrome among Adults in The Asia-Pacific Region: a Systematic Review," *BMC Public Health*, Vol. 17, No. 1, pp. 1-9, January 2017. DOI: 10.1186/s12889-017-4041-1
- [12] E. S. Ford, H. W. Kohl III, A. H. Mokdad, and U. A. Ajani, "Sedentary Behavior, Physical Activity, and The Metabolic Syndrome Among US Adults," *Obesity Research*, Vol. 13, No. 3, pp. 608-614, September 2005. DOI: 10.1038/oby.2005.65
- [13] Mhkim, Shlee, Ksshin, Dyson, Shkim, Hjeo, and Jeoh, "The Change of Metabolic Syndrome Prevalence and its Risk Factors in Korean Adults for Decade: Korea National Health and Nutrition Examination Survey for 2008-2017," *Korean Journal of Family Practice*, Vol. 10, No. 1, pp. 44-52, February 2020. DOI: 10.21215/kjfp.2020.10.1.44
- [14] Hjkim, Khlee, Jhlee, Hyouk, and Hylee, "The Effect of a Mobile and Wearable Device Intervention on Increased Physical Activity to Prevent Metabolic Syndrome: Observational Study," *JMIR mHealth and uHealth*, Vol. 10, No. 2, e34059, February 2022. DOI: 10.2196/34059
- [15] B. K. Pedersen, and B. Saltin, "Exercise as Medicine-Evidence for Prescribing Exercise as Therapy in 26 Different Chronic Diseases," *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Vol. 25, pp. 1-72, November 2015. DOI: 10.1111/sms.12581
- [16] C. M. Dieli-Conwright, K. S. Courneya, W. Demark-Wahnefried, N. Sami, Klee, T. A. Buchanan, and J. E. Mortimer, "Effects of Aerobic and Resistance Exercise on Metabolic Syndrome, Sarcopenic Obesity, and Circulating Biomarkers in Overweight or Obese Survivors of Breast Cancer: a Randomized Controlled Trial," *Journal of Clinical Oncology*, Vol. 36, No. 9, pp. 875, March 2018. DOI: 10.1200/JCO.2017.75.7526
- [17] A. A. Khan, P. A. Mundra, N. E. Straznicki, P. J. Nestel, G. Wong, R. Tan, and P. J. Meikle, "Weight Loss and Exercise Alter The High-Density Lipoprotein Lipidome and Improve High-Density Lipoprotein Functionality in Metabolic Syndrome," *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, Vol. 38, No. 2, pp. 438-447, December 2018. DOI: 10.1161/ATVBAHA.117.310212
- [18] M. A. Wewege, J. M. Thom, K. A. Rye, and B. J. Parmenter, "Aerobic, Resistance or Combined Training: A Systematic Review and Meta-analysis of Exercise to Reduce Cardiovascular Risk in Adults with Metabolic Syndrome," *Atherosclerosis*, Vol. 274, pp. 162-171, July 2018. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.002
- [19] E. A. Alefishat, R. K. Abu Farha, and M. M. Al-Debei, "Self-reported Adherence among Individuals at High Risk of

- Metabolic Syndrome: Effect of Knowledge and Attitude," *Medical Principles and Practice*, Vol. 26, No. 2, pp. 157-163, November 2017. DOI: 10.1159/000453037
- [20] C. L. Peiris, A. Gallagher, N. F. Taylor, and S. McLean, "Behavior Change Techniques Improve Adherence to Physical Activity Recommendations for Adults with Metabolic Syndrome: A Systematic Review," *Patient Preference and Adherence*, Vol. 17, pp. 689-697. March 2023. DOI: 10.2147/PPA.S393174
- [21] G. Shin, M. H. Jarrahi, Y. Fei, A. Karami, N. Gafinowitz, Ajbyun, and X. Lu, "Wearable Activity Trackers, Accuracy, Adoption, Acceptance and Health Impact: A Systematic Literature Review," *Journal of Biomedical Informatics*, Vol. 93, pp. 103153, March 2019. DOI: 10.1016/j.jbi.2019.103153
- [22] K. Y. Lin, C. F. Chien, and R. Kerh, "UNISON Framework of Data-driven Innovation for Extracting User Experience of Product Design of Wearable Devices," *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 99, pp. 487-502, September 2016. DOI: 10.1016/j.cie.2016.05.023
- [23] W. R. Thompson, "Worldwide Survey of Fitness Trends for 2022," *ACSM's Health & Fitness Journal*, Vol. 26, No. 1, pp. 11-20, January 2022. DOI: 10.1249/FIT.0000000000000732
- [24] W. M. Franssen, G. H. Franssen, J. Spaas, F. Solmi, and B. O. Eijnde, "Can Consumer Wearable Activity Tracker-based Interventions Improve Physical Activity and Cardiometabolic Health in Patients with Chronic Diseases? A Systematic Review and Meta-analysis of Randomised Controlled Trials," *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, Vol. 17, pp. 1-20, May 2020. DOI: 10.1186/s12966-020-00955-2
- [25] L. A. Cadmus-Bertram, B. H. Marcus, R. E. Patterson, B. A. Parker, and B. L. Morey, "Randomized Trial of a Fitbit-based Physical Activity Intervention for Women," *American Journal of Preventive Medicine*, Vol. 49, No. 3, pp. 414-418, September 2015. DOI: 10.1016/j.amepre.2015.01.020
- [26] E. M. L. Wong, D. Y. Leung, H. L. Tam, Q. Wang, K. W. Yeung, and A. Y. Leung, "The Effect of a Lifestyle Intervention Program Using a Mobile Application for Adults with Metabolic Syndrome, Versus The Effect of a Program Using a Booklet: A Pilot Randomized Controlled Trial," *Clinical Interventions in Aging*, Vol. 16, pp. 633-644, April 2021. DOI: 10.2147/CIA.S303920
- [27] H. Y. Yen, "Smart Wearable Devices As a Psychological Intervention for Healthy Lifestyle and Quality of Life: A Randomized Controlled Trial," *Quality of Life Research*, Vol. 30, pp. 791-802, October 2021. DOI: 10.1007/s11136-020-02680-6
- [28] A. Schraplau, A. Block, A. Häusler, P. M. Wippert, M. A. Rapp, H. Völler, and F. Mayer, "Mobile Diagnostics and Consultation for The Prevention of The Metabolic Syndrome and its Secondary Diseases in Brandenburg—Study Protocol of a Regional Prospective Cohort Study: The Mobile Brandenburg Cohort," *Pilot and Feasibility Studies*, Vol. 7, No. 1, pp. 1-11, August 2021. DOI: 10.1186/s40814-021-00898-w
- [29] T. L. Chiang, C. Chen, C. H. Hsu, Y. C. Lin, and H. J. Wu, "Is The Goal of 12,000 Steps Per Day Sufficient for Improving Body Composition and Metabolic Syndrome? The Necessity of Combining Exercise Intensity: A Randomized Controlled Trial," *BMC Public Health*, Vol. 19, No. 1, pp. 1-9. September 2019. DOI: 10.1186/s12889-019-7554-y
- [30] E. Chiauzzi, C. Rodarte, and P. DasMahapatra, "Patient-centered Activity Monitoring in The Self-management of Chronic Health Conditions," *BMC Medicine*, Vol. 13, No. 1, pp. 1-6, April 2015. DOI: 10.1186/s12916-015-0319-2
- [31] P. Peng, N. Zhang, J. Huang, X. Jiao, and Y. Shen, "Effectiveness of Wearable Activity Monitors on Metabolic Outcomes in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis," *Endocrine Practice*. Vol. 29 Issue. 5, pp. 368-378, May 2023. DOI: 10.1016/j.eprac.2023.02.004
- [32] C. Tudor-Locke, Y. Hatano, R. P. Pangrazi, and Mskang, "Revisiting" How Many Steps are Enough?," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 40, No. 7, S537-S543. July 2008. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31817c7133
- [33] K. G. Alberti, R. H. Eckel, S. M. Grundy, P. Z. Zimmet, J. I. Cleeman, K. A. Donato, and S. C. Smith Jr, "Harmonizing the Metabolic Syndrome: A Joint Interim Statement of The International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Dlood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for The Study of Obesity," *Circulation*, Vol. 120, No. 16, pp. 1640-1645, October 2009. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644
- [34] M. Almalki, K. Gray, and F. M. Sanchez, "The Use of Self-quantification Systems for Personal Health Information: Big Data Management Activities and Prospects," *Health Information Science and Systems*, Vol. 3, No. S1, pp. 1-11, February 2015. DOI: 10.1186/2047-2501-3-S1-S1
- [35] Z. Gao, and Jeele, "Emerging Technology in Promoting Physical Activity and Health: Challenges and Opportunities," *Journal of Clinical Medicine*, Vol. 8, No. 11, pp. 1830, November 2019. DOI: 10.3390/jcm8111830
- [36] S. Michie, S. Ashford, F. F. Sniehotta, S. U. Dombrowski, A. Bishop, and D. P. French, "A Refined Taxonomy of Behaviour Change Techniques to Help People Change Their Physical Activity and Healthy Eating Behaviours: The CALO-RE Taxonomy," *Psychology & Health*, Vol. 26, No. 11, pp. 1479-1498, June 2011. DOI: 10.1080/08870446.2010.540664
- [37] B. WangJulie, A. Cadmus-BertramLisa, M. WhiteMartha, F.

- NicholsJeanne, X. AyalaGuadalupe, and P. PierceJohn, "Wearable Sensor/device (Fitbit One) and SMS Text-messaging Prompts to Increase Physical Activity in Overweight and Obese Adults: A Randomized Controlled Trial," *Telemedicine and e-Health*, Vol. 21, No. 10, pp. 782-792, October 2015. DOI: 10.1089/tmj.2014.0176
- [38] R. P. Troiano, D. Berrigan, K. W. Dodd, L. C. Masse, T. Tilert, and M. McDowell, "Physical Activity in The United States Measured by Accelerometer," *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 40, No. 1, pp. 181-188, January 2008. DOI: 10.1249/mss.0b013e31815a51b3
- [39] Physical Activity Guidelines Advisory Committee, "2018 physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific report," 2018.
- [40] D. J. McDonough, X. Su, and Z. Gao, "Health Wearable Devices for Weight and BMI Reduction in Individuals with Overweight/Obesity and Chronic Comorbidities: Systematic Review and Network Meta-analysis," *British Journal of Sports Medicine*, Vol. 55, No. 16, pp. 917-925, March 2021. DOI: 10.1136/bjsports-2020-103594
- [41] Hjikim, Khlee, Jhlee, Hyouk, and Hylee, "The Effect of a Mobile and Wearable Device Intervention on Increased Physical Activity to Prevent Metabolic Syndrome: Observational Study," *JMIR mHealth and uHealth*, Vol. 10, No. 2, e34059. February 2022. DOI: 10.2196/34059
- [42] F. Wang, A. Sohail, Q. Tang, and Z. Li, "Impact of Fractals Emerging from The Fitness Activities on The Retail of Smart Wearable Devices," *Fractals*, Vol. 32, No. 01, 2240112. December 2022. DOI: 10.1142/S0218348X22401120
- [43] J. A. Naslund, K. A. Aschbrenner, E. A. Scherer, , G. J. McHugo, L. A. Marsch, and S. J. Bartels, "Wearable Devices and Mobile Technologies for Supporting Behavioral Weight Loss among People with Serious Mental Illness," *Psychiatry Research*, Vol. 244, pp. 139-144, October 2016. DOI: 10.1016/j.psychres.2016.06.056
- [44] D. M. Thomas, C. Bouchard, T. Church, C. Slentz, W. E. Kraus, L. M. Redman, and S. B. Heymsfield, "Why Do Individuals Not Lose More Weight from An Exercise Intervention at a Defined Dose? An Energy Balance Analysis," *Obesity Reviews*, Vol. 13, No. 10, pp. 835-847, June 2012. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2012.01012.x
- [45] Mggkang, Sjkang, Hkroh, Hyjung, Swkim, Jychoi, and Kikim, "Accuracy and Diversity of Wearable Device-Based Gait Speed Measurement Among Older Men: Observational Study," *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 23, No. 10, e29884. October 2021. DOI: 10.2196/29884
- [46] Spark, Skpark, and Ysjee, "Effects of Walking Training at Different Speeds on Body Composition, Muscle Contractility, and Immunocytes in The Elderly: A Single-blinded Randomized Controlled Trial," *Archives of Gerontology and Geriatrics*, Vol. 106:104871, March 2023. DOI: 10.1016/j.archger.2022.104871
- [47] Q. Xiang, J. Xiong, Z. jing Zhao, T. Zhou, J. Wu, and X. Chen, "Walking Exercise Through Smartphone Application Plus Branched-chain Amino Acid Supplementation Benefits Skeletal Muscle Mass and Strength in Liver Cirrhosis: A Prospective Control Trial," *Zeitschrift für Gastroenterologie*, Vol. 62, No. 2, pp. 183-192, February 2024. DOI: 10.1055/a-2075-0130
- [48] W. Wang, J. Cheng, W. Song, and Y. Shen, "The Effectiveness of Wearable Devices as Physical Activity Interventions for Preventing and Treating Obesity in Children and Adolescents: Systematic Review and Meta-analysis," *JMIR mHealth and uHealth*, Vol. 10, No. 4, e32435. April 2022. DOI: 10.2196/32435
- [49] R. K. Garg, and B. Sharma, "Walking Transmutes The Individual Health System: Diseases," *International Journal of Contemporary Pediatrics*, Vol. 10, No. 1, pp. 122-125, January 2023. DOI: 10.18203/2349-3291.ijcp20223434
- [50] A. N. Heizmann, C. Chapelle, S. Laporte, F. Roche, D. Hupin, and C. Le Hello, "Impact of Wearable Device-based Interventions with Feedback for Increasing Daily Walking Activity and Physical Capacities in Cardiovascular Patients: a Systematic Review and Meta-analysis of Randomised Controlled Trials," *BMJ open*, Vol. 13, No. 7, e069966. June 2023. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-069966
- [51] L. S. Pescatello, B. A. Franklin, R. Fagard, W. B. Farquhar, G. A. Kelley, and C. A. Ray, "Exercise and Hypertension," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 36, No. 3, pp. 533-553, March 2004. DOI: 10.1249/01.MSS.0000115224.88514.3A
- [52] K. S. Hall, E. T. Hyde, D. R. Bassett, S. A. Carlson, M. R. Carnethon, U. Ekelund, and J. E. Fulton, "Systematic Review of The Prospective Association of Daily Step Counts with Risk of Mortality, Cardiovascular Disease, and Dysglycemia," *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, Vol. 17, No. 1, pp. 1-14, June 2020. DOI: 10.1186/s12966-020-00978-9
- [53] A. L. Hannan, M. P. Harders, W. Hing, M. Climstein, J. S. Coombes, and J. Furness, "Impact of Wearable Physical Activity Monitoring Devices with Exercise Prescription or Advice in The Maintenance Phase of Cardiac Rehabilitation: Systematic Review and Meta-analysis," *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, Vol. 11, No. 1, pp. 1-21, July 2019. DOI: 10.1186/s13102-019-0126-8
- [54] K. Dasgupta, E. Rosenberg, L. Joseph, A. B. Cooke, L. Trudeau, S. L. Bacon, and SMARTER Trial Group. "Physician Step Prescription and Monitoring to Improve ARTERial Health (SMARTER): A Randomized Controlled Trial in Patients with Type 2 Diabetes and Hypertension," *Diabetes, Obesity and Metabolism*, Vol. 19, No. 5, pp. 695-704, May 2017. DOI: 10.1111/dom.12874

- [55] T. McLaughlin, F. Abbasi, K. Cheal, J. Chu, C. Lamendola, and G. Reaven, "Use of Metabolic Markers to Identify Overweight Individuals Who are Insulin Resistant," *Annals of Internal Medicine*, Vol. 139, No. 10, pp. 802-809, November 2003. DOI: 10.7326/0003-4819-139-10-200311180-00007
- [56] U. Gudat, S. Bungert, F. Kemmer, and L. Heinemann, "The Blood Glucose Lowering Effects of Exercise and Glibenclamide in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus," *Diabetic Medicine*, Vol. 15, No. 3, pp. 194-198, March 1998. DOI: 10.1002/(SICI)1096-9136(199803)15:3<194::AID-DIA546>3.0.CO;2-2.
- [57] R. Alonso-Domínguez, M. C. Patino-Alonso, N. Sánchez-Aguadero, L. García-Ortiz, J. I. Recio-Rodríguez, and M. A. Gómez-Marcos, "Effect of a Multifactorial Intervention on The Increase in Physical Activity in Subjects with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Clinical Trial (EMID study)," *European Journal of Cardiovascular Nursing*, Vol. 18, No. 5, pp. 399-409, June 2019. DOI: 10.1177/1474515119835048
- [58] L. Della Guardia, V. C. Pellino, L. Filipas, M. Bonato, G. Gallo, N. Lovecchio, and R. Codella, "Nordic Walking Improves Cardiometabolic Parameters, Fitness Performance, and Quality of Life in Older Adults With Type 2 Diabetes," *Endocrine Practice*, Vol. 29, No. 2, pp. 135-140, February 2023. DOI: 10.1016/j.eprac.2022.11.007
- [59] K. Alkhatami, A. Soman, S. Chandy, B. Ramamoorthy, and B. Alqahtani, "Comparing The Effects of Retro and Forward Walking on Serum Adiponectin Levels in Obese Young Adults," *Journal of Taibah University Medical Sciences*, Vol. 18, No. 5, pp. 917-925, October 2023. DOI: 10.1016/j.jtumed.2023.01.009
- [60] J. J. Annesi, "Effects of Increased Physical Activity/Exercise on Long-term Losses in Weight and Waist Circumference: Serial Mediation from Changes in Exercise-related to Eating-related Self-regulation," *International Journal of Behavioral Medicine*, Vol. 30, No. 3, pp. 334-344, June 2023. DOI: 10.1007/s12529-022-10106-5
- [61] Y. Bi, Y. Jiang, J. He, Y. Xu, L. Wang, M. Xu, and 2010 China Noncommunicable Disease Surveillance Group. "Status of Cardiovascular Health in Chinese Adults," *Journal of the American College of Cardiology*, Vol. 65, No. 10, pp. 1013-1025, March 2015. DOI :10.1016/j.jacc.2014.12.044
- [62] A. Hafiane, and J. Genest, "HDL, Atherosclerosis, and Emerging Therapies," *Cholesterol*, Vol. 2013, May 2013. DOI :10.1155/2013/891403
- [63] Y. Xu, H. Ye, Y. Zhu, S. Du, G. Xu, and Q. Wang, "The Efficacy of Mobile Health in Alleviating Risk Factors Related to The Occurrence and Development of Coronary Heart Disease: A systematic Review and Meta-analysis," *Clinical Cardiology*, Vol. 44, No. 5, pp. 609-619, May 2021. DOI: 10.1002/clc.23596
- [64] X. Yi, Q. Weiyu, L. Yan, L. Xianwu, and W. Shaorong, "Feasibility of An Integrated Digital and Pharmacological Approach Targeting Blood Lipids in Atherosclerotic Cardiovascular Disease Management," *Cardiovascular Innovations and Applications*, Vol. 9, No. 1, pp. 983, February 2024. DOI: 10.15212/CVIA.2024.0002
- [65] Kusnanto, K. A. J. Widyana, Suprajitno, and H. Arifin, "DM-calendar App as A Diabetes Self-management Education on Adult Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial," *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, Vol. 18, pp. 557-563. November 2019. DOI: 10.1007/s40200-019-00468-1
- [66] R. Hamaya, H. Fukuda, M. Takebayashi, M. Mori, R. Matsushima, K. Nakano, and H. Yokokawa, "Effects of an mHealth App (Kencom) with Integrated Functions for Healthy Lifestyles on Physical Activity Levels and Cardiovascular Risk Biomarkers: Observational Study of 12,602 Users," *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 23, No. 4, e21622. April 2021. DOI: 10.2196/21622
- [67] M. H. Laughlin, and B. Roseguini, "Mechanisms for Exercise Training-induced Increases in Skeletal Muscle Blood Flow Capacity: Differences with Interval Sprint Training Versus Aerobic Endurance Training," *Journal of physiology and Pharmacology: An Official Journal of The Polish Physiological Society*, Vol. 59, No. 7, pp. 71-88. December 2008.
- [68] A. K. Meinild Lundby, R. A. Jacobs, S. Gehrig, J. De Leur, M. Hauser, T. C. Bonne, and C. Lundby, "Exercise Training Increases Skeletal Muscle Mitochondrial Volume Density by Enlargement of Existing Mitochondria and not de novo Diogenesis," *Acta physiologica*, Vol. 222, No. 1, e12905. January 2018. DOI: 10.1111/apha.12905
- [69] A. M. Philp, N. J. Saner, M. Lazarou, I. G. Ganley, and A. Philp, "The Influence of Aerobic Exercise on Mitochondrial Quality Control in Skeletal Muscle," *The Journal of Physiology*, Vol. 599, No. 14, pp. 3463-3476, July 2021. DOI: 10.1113/JP279411
- [70] E. M. Krumm, O. L. Dessieux, P. Andrews, and D. L. Thompson, "The Relationship Between Daily Steps and Body Composition in Postmenopausal Women," *Journal of Women's Health*, Vol. 15, No. 2, pp. 202-210, March 2006. DOI: 10.1089/jwh.2006.15.202
- [71] D. L. Thompson, J. Rakow, and S. M. Perdue, "Relationship between Accumulated Walking and Body Composition in Middle-aged Women," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 36, No. 5, pp. 911-914, May 2004. DOI: 10.1249/01.mss.0000126787.14165.b3
- [72] S. B. Sisson, S. M. Camhi, T. S. Church, C. Tudor-Locke, W. D. Johnson, and P. T. Katzmarzyk, "Accelerometer-determined Steps/day and Metabolic Syndrome," *American Journal of Preventive Medicine*, Vol. 38, No. 6, pp. 575-582. June 2010. DOI: 10.1016/j.amepre.2010.02.015

## Authors



Chan-Yang Kim received the Ph.D. principle of exercise injury from Dankook university, Korea, in 2020. Dr. Kim is a lecturer at the Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University, Korea.

He has been interested in exercise injury and kinesiology.



Woo-Young Park received the Ph.D. Physical Education from Dankook University, Korea, in 2000. Dr. Park is a professor in the faculty of the International Sports at Dankook University, Korea.

He is interested in athletic training for athletics.