

## 고령 여성의 신체활동량과 심박동수 변이성(HRV) 및 체력의 관계

옥현태 · 주기찬<sup>†</sup>

충북대학교 의과대학 해부학교실, <sup>1</sup>서원대학교 임상건강운동학과

### Effects of Physical Activity on the Heart Rate Variability and Fitness in Older Female Adults

Hyun-Tae OK, MS · Kee-Chan Joo, PhD<sup>†</sup>

Department of Anatomy, School of Medicine, Chungbuk National University

<sup>1</sup>Department of Clinical Exercise Physiology, Seowon University

Received: July 30, 2019 / Revised: August 8, 2019 / Accepted: October 2, 2019

© 2019 J Korean Soc Phys Med

#### | Abstract |

**PURPOSE:** This study examined the effectiveness of an active lifestyle on the HRV and fitness of the older female adults.

**METHODS:** Eighty female older adults (72.68±3.78 years) were sampled from a senior wellness institute. Accelerometers were distributed to each participant to have the device attached to them for one week, and the physical activity data (Energy expenditure in Kcal) of each participant were analyzed. Participants were divided into 3 groups (<1,000 Kcal vs 1,000 to 1,500 Kcal vs ≥1,500 Kcal) based on the amount of weekly physical activity. Before and after data analysis, the HRV was measured at resting state and the Senior Fitness Test was performed.

**RESULTS:** One way ANOVA showed a significant difference in the HRV between the three groups. Group A (≥ 1,500 Kcal) was superior in HF and HF/HF + LF whereas Group C (<1,000 Kcal) showed high level of LF, LF/HF,

and LF/HF+LF. The same statistics revealed significant differences in fitness. Most of the fitness variables were superior in Group A and B compared to Group C. Significant correlations were observed between physical activity and both HRV and in fitness.

**CONCLUSION:** These results suggest that an active lifestyle may be an effective intervention for the prevention of both cardiometabolic disorder and improvement of the fitness level in older female adults.

**Key Words:** Older Female Adult, Physical Activity, HRV, Fitness

#### I. 서 론

우리나라의 고령화 현상은 갈수록 심화되어 가고 있다. 통계청[1]에 따르면 전체 인구에 대한 65세 이상 인구 구성비와 인구수는 2009년 10.5%(5,176,886명)에서 2019년 14.9%(7,684,919명)로 증가하고 있으며 이러한 추세는 앞으로 고령인구에 대한 국가적인 대책이 절실하다는 것을 시사해주고 있다. 주지하는 바와 같이 고령인구는 노화에 따른 신체 기능의 저하와 더불어 만성질환 유병률의 증가라는 문제를 동시에 갖는다. 고령인구에 있어 가장 문제가 되는 것으로는 심뇌혈관대사질환, 치매, 그리고 낙상 등을 들 수 있다[2]. 건강 유지와 증진을

<sup>†</sup>Corresponding Author : Kee-Chan Joo  
kcjoogregory@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6515-7020>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

위한 방법은 여러 가지 측면에서 고려되어야 하지만, 그 중 일상 신체활동을 증가하는 노력은 연령증가에 따른 신체기능을 유지하고 만성질환 위험을 조절하는 데 중요한 의미를 갖는다[3]. 하지만 연령이 증가할수록 좌업성 생활에 의존하여 신체활동량이 감소되는 경향이 있어 고령인구의 건강 측면에서 문제로 대두된다[4].

유산소 운동을 통해 심혈관질환의 위험인자를 조절할 수 있다는 많은 연구 결과가 있지만[5], 일상적인 신체활동량을 증가하여도 심혈관질환의 유병률과 그로 인한 사망률을 감소시킨다고 알려지고 있다[6,7]. 체계적으로 구조화된 운동이 건강 증진에 기여한다는 것은 널리 알려진 바이지만[7] 시간적인 여유가 없는 산업화 시대를 사는 이들이 실천하기 용이하지 않으며 더욱이 고령 인구의 경우 젊은 층에 비해 구조화된 운동에 참여하기 어려운 것이 현실이다. 좌업성 생활을 영위하는 노인 집단에서 비교적 적은 신체활동량을 통해서도 모든 원인에서 비롯된 사망률을 현저하게 낮출 수 있다는 연구 결과는 노인들의 신체활동을 고무시키기 위해 충분하다[8]. 그렇다면 어느 정도의 일상 신체활동량을 통해 이런 효과를 얻을 수 있는지에 대해서도 알아 볼 필요가 있을 것이다.

심박동수 변이성(HRV: Heart Rate Variability)은 자율신경계의 기능을 알아보는 중요한 척도일 뿐 아니라 심혈관대사질환의 위험을 예측하는 데도 유용하게 이용되는데 실제 이 두 가지 변인은 매우 밀접한 관계를 갖는다[9]. 심근경색 환자는 급격하게 HRV가 낮아지며[10] 당뇨병성 신경증이 있는 경우에도 이와 같은 현상이 관찰된다[11]. 그 외에도 심장이식[12], 심부전[13] 등의 상황에서도 HRV의 변화는 두드러지게 나타나는 것으로 알려지고 있다. 대사증후군은 당대사 이상, 고지혈증, 높은 혈압 등을 포함한 군집적 심혈관 질환의 위험인자로서[14] HRV의 변화와 역시 깊은 상관관계를 보인다[15,16]. 특히 남성보다는 여성에서 대사증후군과 HRV의 관계가 더 두드러지므로 고령 여성의 HRV의 수준은 심혈관대사 질환을 예측하는 데 유용한 척도가 될 수 있을 것이다[17]. 뿐만 아니라 운동이나 신체활동과 같은 생활습관의 중재를 통해 HRV에 변화가 있다면 이를 근거로 운동이나 신체활동이 갖는 심혈관대사 질환의 위험 개선을 유추할 수 있다고 보여진다.

노년기 신체활동은 관상동맥질환, 고혈압, 대장암 그리고 당뇨병으로 인한 사망률을 감소시키고, 불안 우울을 개선시키며, 근육 및 뼈와 관절을 건강하게 하며 낙상 및 골절로부터 그 위험을 감소시켜 자립적인 생활능력을 유지하게 한다[18]. 또한 규칙적인 신체활동은 노인의 기능적 체력을 증진시켜 독립성을 유지시켜줄 뿐만 아니라 삶의 질 향상, 만성질환 위험감소 및 생리적 기능을 유지시키는 것으로 보고되고 있으며[19], 좌업성 생활을 하는 노인의 경우 70대 후반 또는 80대 초반이 되면 신체기능의 감소로 인한 일상생활 활동을 수행하는데 있어 어려움을 겪게 된다고 보고되어 있다.[20]

우리 연구에서는 신체활동 수준이 고령 인구의 건강상 문제 중 심혈관대사 질환의 위험과 체력을 개선하는데 의미가 있는지 알아보고자 하였으며 그 방법으로 신체활동 수준 별 집단 간에 HRV와 체력의 차이를 보이는지 알아 보았다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상은 충청북도 C시에 소재한 노인 종합복지관에 등록되어 있는 65세 이상 여성노인 중 심혈관계질환이 없고 정상적인 보행이 가능한 사람으로 제한하였다. 연구에 참여한 인원은 총 80명으로 대상자의 신체적 특성은 Table 1에 제시한 바와 같다.

### 2. 연구방법

#### 1) 실험절차

본 연구는 2주간 연구에 참여 할 대상자를 홍보 및 표집하였으며, 연구참여 제한 대상자의 선별을 위하여

Table 1. General Characteristics of the Subjects

	Female (n=80)
Age (yr)	72.68±3.78 <sup>a</sup>
Height (cm)	155.24±7.02
Weight (kg)	59.17±8.73

<sup>a</sup>: Mean±SD

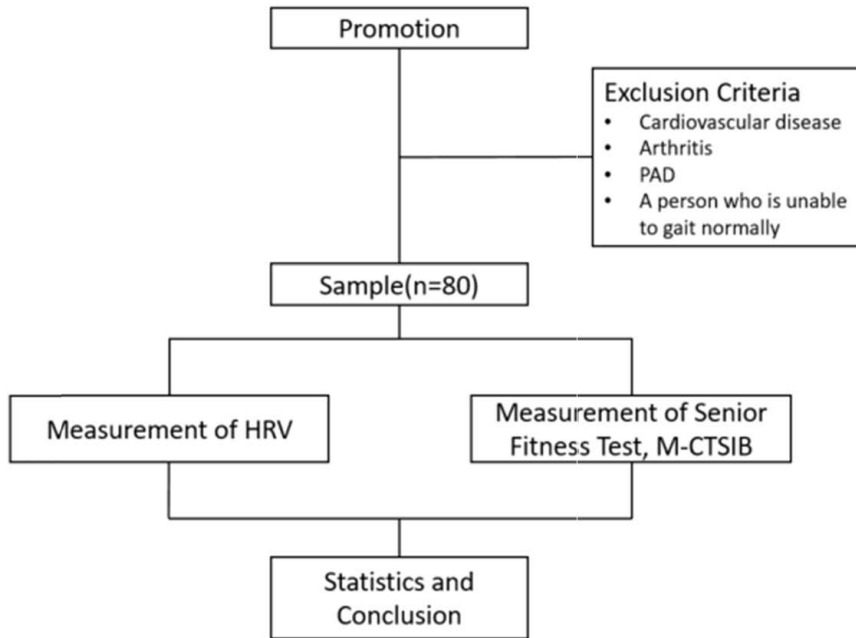


Fig. 1. Process of study.

Table 2. Measurement Tool

Measurement	Tool	Model
Energy Expenditure	Physical Activity Calorie Counter	e-step (Suzuken, Japan)
Body Composition	Bioelectrical Impedance Analysis	Inbody H20B (Inbody, Korea)
Senior Fitness	Senior Fitness Test	Senior Fitness Test Manual (Human Kinetics, U.S.A.)
Balance	Modified Clinical Test of Sensory Interaction in Balance	Fall Proof (Human Kinetics, U.S.A.)
Autonomic Nerve System Function	Heart Rate Variability	LXC-3203 (LAXTHA, Korea)

기본정보 질문지를 작성하였다. 연구에 참여한 대상자에게 신체활동량계를 분출 및 수거하여 일상생활을 통한 일주일간의 평균에너지 소비량을 산출하였으며, 체성분 분석 및 노인체력평가, 평형성 능력평가, 심박동수 변이성을 측정하였다(Fig. 1).

(1) 측정도구

본 연구에서 사용 된 측정도구 및 용도는 Table 2와 같다.

(2) 신체활동량측정

신체활동량을 측정하기 위하여 연령과 성별, 신장, 몸무게 및 착용시점의 일자 및 시간을 신체활동량계에 입력한 후 대상자의 우측 허리띠 위치에 착용하게 하였다. 신체활동량계에 입력된 신장, 체중, 나이를 기반으로 기초대사량이 계산되며 활동 중에는 가속도계 (accelerometer) 기능에 의해 활동 에너지가 측정된다. 이 두 가지를 합하여 일일 신체활동량이 기기에 저장된다. 신체활동량계는 월요일 오전에 착용하여 다음 주

오전까지 8일간 평소 일상생활과 같은 패턴을 유지 하며 매일 착용 하도록 하였고 최초 착용한 월요일을 제외 하고 주말 2일을 포함 한 총 7일간 측정, 저장된 자료를 바탕으로 주당 평균 에너지 소비열량으로 산출하였다.

#### (3) 신체구성 측정

신체구성 측정을 위하여 대상자는 12시간 공복 후 오전 공복상태에서 체지방률을 측정하였다. 성별, 연령 및 신장을 측정계에 입력한 후 금속판에 손과 발을 정확 하게 밀착시킨 뒤 바로 선 자세에서 약한 전류를 흐르게 하여 이 때 생기는 생체전기저항 값을 측정하여 이를 기초로 체중과, 체지방률을 추정하는 생체전기저항법 (BIA)을 이용하였다.

#### (4) 심박동수 변이성(Heart rate Variability)

심박동수 변이성은 심전도계(LCX1130-RS232, Laxtha Inc., Daejeon, Korea)를 이용하여 측정하였다. 측정 전 피검 자를 침대에 눕혀 안정을 취하게 한 후 전극을 양 팔목과 발목 안 쪽에 부착하고 6분 간 측정하였다. 측정 된 R-R 간격을 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transformation)기 법을 통하여 심박동수 변동신호의 파워스펙트럼(Power Spectrum)으로 전환하였고 고주파 영역(0.15-0.4 Hz)과 저주파 영역(0.04-0.15 Hz)을 구하여 부교감신경의 활성도와 전체 파워에 대한 부교감신경의 비율(HF[high frequency power]/LF[low frequency power], HF/LF+HF) 을 구하였다.

#### (5) 노인체력평가(Senior Fitness Test)

노인체력평가는 Senior Fitness Test Manual [21]을 이 용하여 측정하였고 평가 항목 및 측정 방법은 아래와 같다.

##### ① 하체근력평가(Chair Stand Test)

피검자를 양 손을 가슴에 모으고 정면을 바라보며 서게 한 후 “시작” 신호와 함께 30초 간 최대로 완전하 게 앉았다 일어나는 동작을 반복하게 하였다.

##### ② 상체근력평가(Arm Curl Test)

피검자를 의자에 앉게 한 뒤 오른손 혹은 왼손 중 힘이 강한 손으로 여성은 2.2 kg 남성은 3.63 kg의 아령 을 들고 상완을 몸통 옆에 가까이 붙인 뒤 주관절 굴곡 과 신전을 반복하게 하였다. 아령을 들어 올릴 때 손바 닥이 얼굴을 향하도록 손목을 회전시키되 손을 아래로 내리는 동작에서는 자연스럽게 손바닥이 동체의 측면 을 향하게 하였다. 30초간 반복 횟수를 측정하며 반 이상 들어 올리면 횟수로 인정하였다.

##### ③ 2분 걷기 평가(2-Minute Step Test)

장골능과 슬개골 사이의 중간 높이를 벽면에 표시한 후 참여자는 “시작” 소리와 함께 2분동안 가능한 많은 회수의 제자리 걷기를 하도록 하였다. 이 때 반드시 무릎이 목표 높이까지 올라와야 하며 올라오지 못하면 회수로 인정하지 않았다. 힘이 들면 중간에 쉬었다가 다시 할 수 있으나 측정 시간은 계속 진행된 것으로 하였다. 2분 간 실시하되 한 쪽 다리를 들어올린 회수만 을 기록하였다.

##### ④ 하체유연성 평가(Chair Sit and Reach Test)

참여자를 의자 끝에 앉게 한 후, 한쪽 다리를 앞으로 곧게 펴게 하고 발목은 90도로 배측 굴곡 시킨 상태에서 양 손을 겹쳐 편 다리 위에 놓고 상체를 숙여 양 손이 발가락을 향해 최대한 많이 내려 가도록 하였다. 동작을 완료한 상태에서 2초 동안 멈춰 있어야 하고 양쪽을 번갈 아 실시해 본 뒤 유연성이 더 좋은 쪽을 두 번 실시하여 좋은 기록을 측정 값으로 하였다. 줄자를 이용하여 0.5 cm단위까지 측정하였고 양 손이 발 끝에 닿은 경우를 “0”으로 기준 삼아 발 끝에 못 미치거나 발 끝 보다 더 내려가면 수치는 각각 음수(-) 또는 양수(+)로 기록하였다.

##### ⑤ 상체유연성 평가(Back Scratch Test)

피검자를 똑바로 서게 한 뒤 유연성이 좋은 한 손을 같은 방향의 어깨 뒤쪽으로 구부려 넘겨서 허리에서 등의 중간 부위로 올리는 반대 손과 닿도록 하되, 양 손의 끝이 서로 닿으면 기준점인 “0”으로 하였고, 닿지 않으면 양 손 끝의 간격의 길이를 음수(-)로, 겹쳐지면

그 길이를 양수(+)로 표시하였다. 잘 되는 쪽으로 2회 측정하여 0.5 cm 단위로 기록하였다.

#### ⑥ 동적 평형성 및 민첩성 검사(8-Foot Up and Go Test)

피검자를 벽에 붙인 의자에 앉게 한 후 “시작” 신호와 함께 두고 최대한 빠르게 2.44 m 앞에 놓인 고깔을 돌아 다시 의자에 앉게 하였다. 2회 실시하게 하여 더 좋은 점수를 기록하였다.

#### ⑦ 평형감각반응 검사(Modified Clinical Test of Sensory)

시각, 전정기관, 체성수용기의 정보를 처리하여 평형을 유지하는 능력을 측정하는 M-CTSIB를 선택하였다. 피검자는 4가지 조건에서 발을 어깨너비로 벌리고 양 팔은 어깨 앞에 교차시킨 상태에서 30초간 평형 자세를 유지하도록 하였다. 한 가지 조건에서 평형을 완벽하게 유지할 경우 다음 단계의 측정을 수행하였다. 자세를 유지하지 못하면 3번의 기회를 주어 동작 유지 시간의 평균 값을 구하였다. 4가지 조건에서 진행된 총 시간을 점수로 산출하였다. 눈을 뜨고 안정된 지면에서 균형을 유지하는 M-CTSIB1, 눈을 감고 안정된 지면에서 균형을 유지하는 M-CTSIB2, 눈을 뜨고 불안정한 폼 지면에서 균형을 유지하는 M-CTSIB3, 눈을 감고 불안정한 폼 지면에서 균형을 유지하는 M-CTSIB4의 4가지 조건에서 측정하였다.

### 3. 대상자 분류

한국인을 위한 신체활동 지침서(보건복지부, 2013)에서도 65세 이상 노인을 위한 신체활동 지침[22]으로 걷기를 포함한 중간 강도의 신체활동을 주 당 150분 이상 수행할 것을 권장하였다. 또한 미국스포츠의학회(ACSM, 2018)에서는 가이드라인을 통해  $\geq 500$ -1,000MET-min $\cdot$ -1의 에너지 소비는 관상동맥질환 및 조기사망률 감소와 지속적인 관련이 있다고 하였다. 이 양은 주 당 1,000 kcal의 중등도 신체활동(또는 주당 150분의 신체활동)에 해당한다고 하였으며[23], 따라서 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 대상자의 신체활동 수준에 따라  $\geq 1,500$ (Group A 20명),  $<1,500$ - $\geq 1,000$ (Group B 20명),  $<1,000$ (Group C 40명) 세 그룹으로 분류하였다.

### 4. 자료분석

이 연구에서 우리의 주된 관심은 독립변인으로서 신체활동 수준이 심혈관대사질환의 위험 및 낙상예방 체력에 과연 영향을 미치는 지 알아 보는 것이었다. 이를 위한 자료의 처리로 일원분산분석(급간설계)을 통해 신체활동량에 따른 세 집단 간 심박동수 변이성의 차이와 낙상관련 체력의 차이를 알아 보았으며 사후검정으로 LSD를 실시하였다. 통계적 유의 수준은  $p<.05$ 로 하였다.

## III. 연구결과

### 1. 신체활동 수준에 따른 집단 간 심박동수 변이성의 차이

신체활동 수준에 따른 집단 간 심박동수 변이성의 비교 결과는 Table 3과 같다. 집단 간 저주파 영역(Norm LF)은 Group A가  $.439\pm.18$  ms<sup>2</sup>, Group B가  $.543\pm.20$  ms<sup>2</sup>, Group C가  $.609\pm.18$  ms<sup>2</sup>로 집단 간 차이( $F=5.83$ ,  $p=.004$ )를 보였으나 Group A와 Group C에서 통계적으로 유의하였다. 집단 간 고주파 영역(Norm HF)에서는 Group A가  $.560\pm.18$  ms<sup>2</sup>, Group B가  $.454\pm.19$  ms<sup>2</sup>, Group C가  $.390\pm.18$  ms<sup>2</sup>로 차이( $F=5.90$ ,  $p=.004$ )를 보였으며, Group A와 Group C에서 통계적으로 유의하였다. 집단 간 저주파 영역 대 고주파 영역(LF/HF)에서는 Group A가  $.987\pm.86$ , Group B가  $1.647\pm 1.3$ , Group C가  $2.583\pm 2.5$ 로 차이( $F=5.00$ ,  $p=.009$ )를 보였으며, Group A와 Group C 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 집단 간 고주파 영역과 저주파 영역의 총합에 대한 고주파 영역의 비율(HF/HF+LF, %)에서는 Group A가  $.560\pm.18\%$ , Group B가  $.456\pm.20\%$ , Group C가  $.390\pm.18\%$ 로 차이( $F=5.84$ ,  $p=.004$ )를 보였으며, Group A와 Group C에서 유의한 차이를 보였다. 집단 간 고주파 영역과 저주파 영역의 총합에 대한 저주파 영역의 비율(LF/HF+LF, %)에서는 Group A가  $.439\pm.18\%$ , Group B가  $.543\pm.20\%$ , Group C가  $.609\pm.18\%$ 로 차이( $F=5.84$ ,  $p=.004$ )를 보였으며, Group A와 Group C에서 그 차이가 유의하였다. 이상으로 보면 심박동수 변이성의 모든 요소는 신체활동량이 제일 높은 Group A와 신체활동량이 가장 낮은 Group C에서만 그 차이가 나타나는 일관성을 보여주고 있다.

Table 3. Difference in the HRV between Three Groups

Variables	Group A	Group B	Group C	F	P
Norm LF (ms <sup>2</sup> )	.439±.18 <sup>a</sup>	.543±.20	.609±.18 <sup>†</sup>	5.83	.004
Norm HF (ms <sup>2</sup> )	.560±.18	.454±.19	.390±.18 <sup>†</sup>	5.90	.004
LF/HF (number)	.987±.86	1.647±1.3	2.583±2.5 <sup>†</sup>	5.00	.009
HF/HF+LF (%)	.560±.18	.456±.20	.390±.18 <sup>††</sup>	5.84	.004
LF/HF+LF (%)	.439±.18	.543±.20	.609±.18 <sup>††</sup>	5.84	.004

HRV: Heart Rate Variability

<sup>†</sup>: Group A < Group C<sup>††</sup>: Group A > Group C<sup>a</sup>: Mean±SD

Table 4. Difference in the Fitness between Three Groups

Variables	Group A	Group B	Group C	F	P
Chair Stand (number)	24.10±4.47 <sup>a</sup>	23.55±5.20	19.98±4.36 <sup>††</sup>	7.06	.002
Arm Curl (number)	21.70±2.54	21±3.29	19.55±3.04 <sup>†</sup>	3.90	.024
2-min Step (number)	84.90±7.35	81.90±6.95	76.35±5.68 <sup>††</sup>	13.04	.000
Back Scratch (cm)	3±3.46	1.25±2.67	0.20±3.65 <sup>†</sup>	4.57	.013
Chair Sit-and-Reach (cm)	9.38±9.83	11.31±18.17	7.62±9.50	.62	.542
8-Foot Up-and-Go (sec)	6.01±1.16	6.01±.81	7.27±.98 <sup>††</sup>	16.22	.000
M-CTSIB (score)	100.15±9.34	100.30±11.90	86.25±14.48 <sup>††</sup>	12.00	.000

<sup>†</sup>: Group A > Group C<sup>††</sup>: Group B > Group C<sup>a</sup>: Mean±SD

## 2. 일상신체활동 수준에 따른 집단 간 노인건강관련 체력의 차이

신체활동 수준에 따른 집단 간 체력의 비교 결과는 Table 4와 같다. 하체 근력을 측정하는 Chair Stand Test에서는 Group A가 24.10±4.47회, Group B가 23.55±5.20회, Group C가 19.98±4.36회로 차이(F=, 7.06, p=.002)를 보였으며, Group A, B가 Group C보다 유의하게 높은 수치를 보였다. 상체 근력을 측정하는 Arm Curl Test에서는 Group A가 21.70±2.54회, Group B가 21±3.29회, Group C가 19.55±3.04회로 차이(F=3.90, p=.024)를 보였으며 Group A와 Group C에서 유의한 차이를 보였다. 심폐지구력을 측정하는 2-Minute Step Test에서는 Group A가 84.90±7.35회, Group B가 81.90±6.95회,

Group C가 76.35±5.68회로 차이(F=13.04, p=.000)를 보였으며, Group A와 Group B가 Group C보다 통계적으로 높은 수치를 보였다. 상체유연성을 평가하는 Back Scratch Test에서는 Group A가 3±3.46 cm, Group B가 1.25±2.67 cm, Group C가 0.20±3.65 cm로 차이(F=4.57, p=.013)를 보였으며 Group A, B가 Group C보다 유의하게 높은 수치를 보였다. 하체유연성을 평가하는 Chair Sit and Reach Test에서는 Group A가 9.38±9.83 cm, Group B가 11.31±18.17 cm, Group C가 7.62±9.50 cm로 Group A, B가 Group C에 비해 더 높은 수치를 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다(F=.62, p=.542). 동적 평형성을 측정하는 8-Foot Up and Go Test에서는 Group A가 6.01±1.16초, Group B가 6.01±.81초, Group C가 7.21±.98

초로 차이를 보였으며( $F=16.22$ ,  $p=.000$ ), Group A, B가 Group C보다 통계적으로 높게 나타났다. 감각정보사용 능력을 평가하는 M-CTSIB에서는 Group A가  $100.15 \pm 9.34$ 초, Group B가  $100.30 \pm 11.90$ 초, Group C가  $86.25 \pm 14.48$ 초로 유의한 차이를 보였으며( $F=12.00$ ,  $p=.000$ ), Group A, B가 Group C보다 유의하게 높은 점수를 보였다.

#### IV. 고 찰

##### 1. 신체활동과 심박수 변이성

규칙적인 운동이 나이가 들어감에 따라 겪게 되는 신체기능과 건강의 쇠퇴를 감소하는 데 효과적이라는 것은 최근의 수 많은 연구 결과로부터 확인할 수 있다[24]. 구조화된 운동뿐 아니라 활발한 신체활동도 심혈관 질환과 모든 원인에 의한 사망률을 낮춘다는 것은 이미 알려진 사실이다[5-8]. 특히 고령인구에서 심혈관질환의 군집적 위험인자로서 대사증후군의 요인들은 운동과 신체활동을 통해 많은 개선 효과를 볼 수 있는 데, 혈 중 지질의 개선[25], 인슐린 감수성 증가[26], 노인성 고혈압의 감소[27] 그리고 동맥의 신축성 증가와 혈관내피세포 기능의 향진[28] 등도 보고된 바 있다.

심박수 변이성은 자율신경계의 기능 즉, 교감신경과 부교감신경의 활성도를 나타내 준다. 심박수 변이성을 분석한 결과 나타난 고주파(0.15-0.4 Hz) 영역은 일반적으로 부교감신경의 활성도를 의미하는데 HRV 이외에도 r-MSSD, pNN50, SDNN 등의 분석을 통해 부교감신경의 활성도를 측정하기도 한다[29]. HRV의 고주파 영역이 부교감신경의 활성도를 측정하는 데 널리 이용되는 반면에 저주파(0.04-0.15 Hz) 파워 영역을 가지고 교감신경의 활성도를 측정하는 데는 많은 이견을 보인다[30]. 하지만 우리 연구에서는 저주파 파워 영역을 교감신경의 활성도로 보는 견해를 채택하였다.

HRV는 교감신경과 부교감신경의 기능을 측정할 수 있는 한 편 이 두 기능의 활동성과 비율을 토대로 관상 동맥질환[9,10], 대사증후군[14-16], 심부전[12] 심지어 심장이식[13]과의 관계성이 있는 것으로 알려졌다. 앞에서 기술한 바, 운동 또는 신체활동이 심혈관대사질환의 위험 감소에 효과가 있는 것처럼 HRV도 운동 트레

이닝에 영향을 받는다[31-35]. 그렇다면 운동과 신체활동은 모두 심혈관대사질환에 긍정적인 영향을 주고 운동 트레이닝을 통해 HRV의 긍정적인 변화를 기대할 수 있으므로 운동에 의한 HRV의 변화는 곧 심혈관대사 질환 위험의 감소와 연결된다는 것을 추론해 볼 수 있다. 단 HRV와 운동의 관계성에 대해서는 모든 연구에서 일치되지 않으며[36] HRV와 심혈관대사질환의 관계도 성별에 차이를 보인다는 연구 결과[17]는 이들 간의 관계를 정립하는 데 제한 사항이라고 할 수 있다. 또한 구조화된 운동 트레이닝을 이용한 HRV 연구는 다수인데 비해 신체활동과 HRV의 관계에 대한 연구는 충분하지 않다는 점도 고려해야 할 사항이다.

Table 3에서 보는 바와 같이 HRV 요소 중 부교감신경의 활성도를 의미하는 고주파 영역인 Norm HF, 그리고 전체 주파수에 대한 고주파 영역의 비율인 HF/HF + LF는 세 집단 중 활동량이 가장 많은 Group A에서 가장 높게 나타났고 통계적 유의성은 Group C와 사이에서 나타났다. 선행 연구에서 이견이 있지만[29], 우리 연구에서 교감신경의 활성도로 간주한 저주파 영역인 Norm LF와 전체 주파수에 대한 저주파 영역의 비율인 LF/HF + LF 그리고 고주파 영역에 대한 고주파 영역의 비인 LF/HF는 신체활동수준이 가장 낮은 Group C에서 가장 높게 나오고 통계적인 유의성은 Group A와 사이에서 나타났다. 이것은 신체활동량이 가장 높은 Group A는 부교감신경 활성도가 신체활동량이 가장 낮은 Group C는 교감신경의 활성도가 가장 높은 결과라고 할 수 있다.

비록 우리의 연구가 신체활동에 따른 HRV 차이를 알아보고자 한 것이지만 이것은 운동과 HRV의 관계를 규명한 선행 연구들과 맥을 같이 한다고 보여진다. 이는 구조화된 운동을 수행하기 어려운 고령 인구에서 일상적인 신체활동을 통해서도 심혈관대사질환 위험의 감소를 내포하고 있는 HRV의 긍정적인 변화를 기대할 수 있음을 시사해 준다. 이 연구의 대상자가 고령 여성임을 감안하면 여성에게서 HRV와 심혈관대사질환 위험의 관계가 더 확실하다는 연구 결과[17,36]를 뒷받침해 준다. 뿐만 아니라 이 연구에서 기대했던 바, HRV의 긍정적인 변화와 심혈관대사질환 위험 감소의 관계성을

유추하는 데도 의미가 있을 것이다.

## 2. 신체 활동과 체력

고령 인구는 노화에 의한 신체 기능과 체력의 쇠퇴로 인하여 일상 생활의 활동력이 감소되고 독립적인 생활 능력이 제한을 받거나 낙상으로 인해 심각한 문제를 일으키기도 한다[37]. 이에 대한 여러 대책 중 규칙적인 운동과 신체활동이 긍정적인 영향을 준다는 데 거의 이견이 없다[38].

세 집단 간 체력은 Table 4에서 보는 바와 같이 Sit-and Reach를 제외한 모든 항목에서 세 집단 차이를 보였다. Group A와 Group B가 Group C에 유의하게 차이를 보인 항목은 Chair Stand, Two-min Step, Back Scratch, 8-Foot Up-and-Go, M-CTSIB의 5개 항목이었고 Arm-curl은 Group A와 C에서만 유의한 차이가 있었으며 Sit-and-Reach에서는 세 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다. Two-min Step은 심폐지구력을 측정하는 검사로서 신체 활동량이 가장 많은 집단에서 점수가 높다는 것은 당연한 결과라고 생각한다.

하지의 근력을 평가하는 Chair-Stand에서도 신체활동량이 많은 Group A와 B가 Group C보다 높은 점수를 얻은 것은 선행 연구[39]와 일치하는 결과이다. 일상적인 신체활동 중 가장 많은 부분이 보행이므로 이를 통해 하지 근력을 유지할 수 있다는 것을 유추하게 한다. 하지 근력은 낙상의 예방과 관련이 있으므로[40,41] Group A와 B는 C에 비해 그만큼 낙상 예방을 조건을 갖추었다고 할 수 있다. 상지 근력은 Group A와 Group C에서 유의한 차이를 보여 상지 근력은 더 높은 수준의 신체활동과 관련이 있을 것으로 생각되며 Group A는 단순한 보행 이외에 상지를 사용하는 추가적인 노작 활동을 하였을 것으로 추측된다.

어깨 부위의 유연성을 평가하는 Back-Scratch에서 Group A와 B가 C에 비해 유의하게 높게 나타난 것도 신체활동량과 무관하지 않으리라고 보인다. 단, 이 연구에서 사용된 신체활동계는 상지의 움직임을 측정하지 못하므로 상지 근력의 경우처럼 보행과 같이 신체 이동이 많은 사람은 그만큼 상지의 활동도 더 많았고 이를 통해 어깨 유연성의 유지에 도움을 주었을 것으로

추측한다. 동체의 유연성 평가인 Sit-and-Reach에서는 집단 간 유의한 차이를 보이지 않아 앞에서 언급한 바, Back-Scratch와 신체활동 간의 관계성을 옹호하는 논지에 위배되는 것으로 보인다. 하지만 고령 인구의 일상 생활에서 동체의 굴신 운동이 과연 얼마나 많을 지를 생각해 보면 단순하게 신체활동량이 많고 적음이 노화 현상으로서 동체의 유연성 감퇴에 영향을 줄 수 있는지에 대해서는 의문이 제기된다.

M-CTSIB는 감각정보 처리와 평형성 유지 그리고 8-Foot Up-and Go는 민첩성과 동적 평형성을 평가하는 검사로서 신체활동량이 주당 1,000 Kcal 이상인 Group A와 B가 Group C보다 유의하게 높은 점수를 얻었다. 이것은 걷기를 포함한 다양한 운동이 평형성을 개선하는 데 효과가 있다는 선행 연구[42]에 비추어 보행이 주된 부분을 차지하는 일상 신체활동의 증가만으로도 평형성 개선에 효과가 있음을 시사해 준다.

이상으로 볼 때 고령 인구에서 신체활동량은 심혈관 대사질환 위험의 감소를 내포하고 있는 HRV와 체력에 영향을 주는 것으로 생각되며 구조적인 운동을 하기 어려운 고령 인구에 있어서 일상 생활 중 신체활동량을 증가하는 것은 그 의미가 크다고 할 수 있다.

## V. 결 론

고령 여성의 신체활동량이 심박동수 변이성 및 체력에 어떤 영향을 미치는지 알아 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 주당 에너지 소비량이 1,500 kcal 이상인 집단이 주당 에너지 소비량이 1,000 Kcal 미만인 집단에 비해 유의하게 저주파 영역이 낮고 고주파 영역이 높은 결과는 신체활동이 교감신경의 활동을 낮추고 부교감신경을 활성화시킨다는 것을 시사하며, 이것은 신체활동은 심혈관대사 질환의 예방에 효과가 있다는 것을 말해준다. 하지만 1,000 Kcal 이상 1,500 Kcal 미만의 에너지 소비량을 보인 집단과 유의한 차이를 보이지 않은 것을 보면 자율신경 기능에 영향을 주기 위해서 기급적 많은 양의 신체활동이 요구된다는 것을 말해 준다.

2. 노인체력검사의 결과에서 Arm Curl과 Back



Scratch에서 주당 에너지 소비량이 1,500 Kcal 이상인 집단(Group A)과 1,000 Kcal 미만인 집단(Group C)에서 유의한 차이를 보인 반면, 나머지 측정항목에서는 Group A와 주당 에너지 소비량이 1,000 Kcal 이상 1,500 Kcal 미만인 Group B에서 모두 Group C보다 유의하게 높은 점수를 얻었다. 이것은 신체활동이 많을수록 노인 체력에 긍정적인 영향을 준다는 것을 시사한다.

### References

- [1] National Statistical Office. Estimation of future population. 2019.
- [2] Tan M., Down, J, McEwan L, et. al. Prevention Falls Through Physical Activity: A Guide for People Working with Older Adults. Alberta Centre for Active Living. 2009:1-42.
- [3] Buchner, David M., Edward H. Wagner. Preventing frail health. Clinics in geriatric medicine. 1992;8(1):1-18.
- [4] U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity and health: a report of the Surgeon General. Atlanta, Georgia: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. 1996.
- [5] Wegge JK, Roberts CK, Ngo TH, et al. Effect of diet and exercise intervention on inflammatory and adhesion molecules in post-menopausal women on hormone replacement therapy and at risk for coronary artery disease. Metabolism. 2004;53(3):377-81.
- [6] Lakka TA, Venäläinen JM, Rauramaa R, et al. Relation of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness to the risk of acute myocardial infarction in men. N Engl J Med. 1994;330(22):1549-54.
- [7] Leon AS, Connett J, Jacobs DR Jr, et al. Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death. The Multiple Risk Factor Intervention Trial. JAMA. 1987;258(17): 2388-95.
- [8] Wannamethee, S. Goya, A. Gerald Shaper, Mary Walker. Changes in physical activity, mortality, and incidence of coronary heart disease in older men. The Lancet. 1998;351(9116):1603-8.
- [9] Matthew N. Levy, Peter J. Schwartz. Vagal control of the heart: Experimental basis and clinical implications. Futura Publishing Company. 1994.
- [10] Casolo, Gian Carlo, et al. Heart rate variability during the acute phase of myocardial infarction. Circulation. 1992;85(6):2073-9.
- [11] Freeman R, Saul JP, Roberts MS, et al. Spectral analysis of heart rate in diabetic autonomic neuropathy: a comparison with standard tests of autonomic function. Archives of Neurology. 48.2 1991;48(2):185-90.
- [12] Sands KE, Appel ML, Lilly LS, et al. Power spectrum analysis of heart rate variability in human cardiac transplant recipients. Circulation. 1989;79(1):76-82.
- [13] Gordon D, Herrera VL, McAlpine L, et al. Heart-rate spectral analysis: a noninvasive probe of cardiovascular regulation in critically ill children with heart disease. Pediatric Cardiology. 9.2 1988;9(2):69-77.
- [14] Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement. Circulation. 2005;112(17): 2735-52.
- [15] Stein PK, Barzilay JI, Domitrovich PP, et al. The relationship of heart rate and heart rate variability to non-diabetic fasting glucose levels and the metabolic syndrome: The Cardiovascular Health Study. Diabetic Med. 2007;24(8):855-63.
- [16] Stuckey MI, Tulppo MP, Kiviniemi AM, et al. Heart rate variability and the metabolic syndrome: a systematic review of the literature. Diabetes Metab Res Rev. 2014;30(8):784-93.
- [17] Koskinen T, Kähönen M, Jula A, et al. Metabolic syndrome and short-term heart rate variability in young adults: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. Diabetic Medicine. 2009;26(4):354-61.

- [18] U.S. Dept. of Health and Human Services. 1996.
- [19] Jones CJ, Rose DJ. Physical activity instruction of older adults(1sted). Human kinetics. 2005.
- [20] Evans W, Rosenberg H. Biomarkers : the 10 determinants of aging you can control(1sted). New York. Simon & Schuster. 1991.
- [21] Rikli R. E., & Jones, C. J. Senior Fitness Test Manual. Human Kinetics. U.S.A. 2000.
- [22] Ministry of Health and Welfare. The Physical Activity Guide for Koreans. 2013.
- [23] ACSM. ACSM's Guide for exercise testing and prescription(10thed). Wolters Kluwer. 2018.
- [24] Robert S. Mazzeo, Hirofumi Tanaka. Exercise Prescription for the Elderly: Current Recommendations. Sports Med. 2001;31(11):809-18.
- [25] Despres JP, Lamarche B. Low-intensity endurance exercise training, plasma lipoproteins and the risk of coronary heart disease. J Int Med. 1994;236:7-22.
- [26] Holloszy JO, Kohrt WM. Exercise. In: Masoro EJ. Handbook of physiology: aging. New York (NY): Oxford University Press. 1995:633-66.
- [27] Tanaka H, DeSouza CA, Seals DR. Exercise and hypertension in older adults. In: Tanaka H, Shindo M, editors. Exercise for preventing common diseases. Tokyo: Springer-Verlag. 1999:45-50.
- [28] DeSouza CA, Shapiro LF, Clevenger CM, et al. Regular aerobic exercise prevents and restores age-related declines in endothelium- dependent vasodilation in healthy men. Circulation. 2000;102:1351-7.
- [29] Rosenwinkel ET, Bloomfield DM, Arwady MA, et al. Exercise and autonomic function in health and cardiovascular disease. Cardiol Clin. 2001;19(3):369-87.
- [30] Dixon E, Kamath M, McCartney N. In: Exercise and autonomic function in health and cardiovascular disease. Cardiol Clin. 2001;19(3):369-87.
- [31] Levy WC, Cerqueira MD, Harp GD., et al. Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. Am J Cardiol. 1998;82(10):1236-41.
- [32] Seals DR, Chase PB. Influence of physical training on heart rate variability and baroreflex circulatory control. J Appl Physiol. 1989;66(4):1886-95.
- [33] Pagani M, Somers V, Furlan R, et al. Changes in autonomic regulation induced by physical training in mild hypertension. Hypertension. 1988;12(6):600-10.
- [34] Tulppo MP, Hautala AJ, Mäkikallio TH, et al. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. J Appl Physiol. 2003;95(1):364-72.
- [35] Jurca R, Church TS, Morss GM, et al. Eight weeks of moderate-intensity exercise training increases heart rate variability in sedentary postmenopausal women. Am Heart J. 2004;147(5):G1-8.
- [36] Melanie I. Stuckey, Antti M. Kiviniemi, Robert J. Petrella. Diabetes and technology for increased activity study: the effects of exercise and technology on heart rate variability and metabolic syndrome risk factors. Front Endocrinol. 2013;121(4):1-7.
- [37] Dipietro L. The epidemiology of physical activity and physical function in older people. Medicine and science in sports and exercise. 1996;28(5):596-600.
- [38] Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, et al. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. J Appl Physiol. 1988;64(3): 1038-44.
- [39] Moritani T, deVries HA. Potential for gross muscle hypertrophy in old men. J. Gerontol. 1980;35(5):672-82.
- [40] Ferine GR, Gryfe CI, Holliday PJ, et al. The relationship of postural sway in standing to the incidence of falls in geriatric subjects. Age ageing. 1982;11(1):11-6.
- [41] Skelton DA, Kennedy J, Rutherford OM. Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. Age Ageing. 2002;31(2): 119-25.
- [42] Howe TE, Rochester L, Jackson A, et al. Exercise for improving balance in older people. Cochrane Database Syst Rev. 2007;(4):CD004963.