

Original Article

# Effects of Accelerated Rehabilitation Exercise on the Senior Fitness Test (SFT), Isometric Muscle strength, and Blood Profile in Older Adult Women with Degenerative Knee Osteoarthritis

Ju-ri Lee<sup>1</sup>, Hong-sun Song<sup>2</sup>, Tae-beom Seo<sup>3</sup> and Jong-baek Lee<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Sports Science Center for the National team, Korea Institute of Sport Science

<sup>2</sup>Department of Sports Science, Korea Institute of Sport Science(Andong National University)

<sup>3</sup>Department of Sport Science, JeJu National University

<sup>4</sup>Center for Sport Science in Gangwon( Center for Sport Science in Gyeongnam)

## Article Info

Received 2023. 12. 22.

Revised 2024. 03. 06.

Accepted 2024. 03. 08.

## Correspondence\*

Jong-baek Lee

supertomcat100@hanmail.net

## Key Words

Arthritis, Rehabilitation,  
Senior Fitness Test,  
Isometric strength, Blood  
component,  
Older adult women

**PURPOSE** This study aimed to investigate the effects of accelerated rehabilitation exercise on physical fitness, lower extremity isometric strength, and blood variables in older adult women diagnosed with degenerative osteoarthritis. **METHODS** A total of 29 older adult women diagnosed with degenerative osteoarthritis residing in G city participated in the study, and 19 participants, excluding dropouts, took part in the experiment. They underwent exercise twice a week for 60 minutes per session over a period of 12 weeks. Pre- and post-experiment, the older adult fitness assessment (SFT), lower extremity isometric strength, and blood variables were measured. Data analysis was performed using SPSS 25.0, and paired sample t-tests were conducted to examine the effects before and after exercise. **RESULTS** The study results showed significant differences in body mass index (BMI) before and after exercise ( $p < 0.05$ ), and the older adult fitness assessment (SFT) showed significant differences in all items ( $p < 0.01$ ). Lower extremity isometric strength showed significant differences in absolute (Nm) and relative (%BW) values of 20° right flexion muscle ( $p < 0.01$ ). In terms of blood variables, significant differences were observed in creatine and ESR before and after exercise ( $p < 0.01$ ). **CONCLUSIONS** This study's results suggest that regular physical activity and rehabilitation exercise programs can positively impact the muscular strength, cardiovascular endurance, exercise function, and blood composition of older adult women diagnosed with degenerative osteoarthritis. It is indicated that conducting future research, including periodic exercise programs, could be beneficial in promoting sustained exercise participation.

## 서론

노인 인구가 전체인구의 7% 이상일 경우 '고령화 사회', 14% 이상일 경우 '고령사회'로 분류되는데 한국의 2022년 노인 비율은 전체 인구 대비 17.5%(9,018,412명/51,628,117명)를 차지해 이미 고령사회로 진입했다. 또한 2030년 25.5%, 2050년 40.1%로 초고령사회

진입을 예상하고 있다. 노인 부양비는 2022년 24.6%에서 2030년 38.6%, 2050년 78.6%로 사회·경제적 부담이 크게 증가할 전망이다(Statistics Korea, 2022).

노인층의 건강행태를 살펴보면, 하나의 만성 질병을 앓고 있는 노인층이 29.2%, 두 가지가 27.1%, 세 가지는 27.8%에 달해, 두 가지 이상의 복합질환을 앓고 있는 노인층이 전체 54.9%로 나타났으며, 전체 평균 1.9개의 만성 질병을 갖고 있다(Lee et al., 2020: 264).

노인실태조사(2014)의 보고에 의하면, 만성질환의 유병률 중 관절염은 33.4%로 고혈압에 이어 두 번째로 높은 유병률을 가지고 있으며, 만 50세 이상의 골관절염은 전체 12.5%로 그 중의 남자 5.1%,

© 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.

여자 18.9%로 여자가 남자보다 약 3.8배가량 높았다. 나이별로는 남자는 50대 2.1%, 60대 6.5%, 70대 이상 10.4%였으며, 여자는 50대 7.2%, 60대 20.8%, 70대 이상 36.1%로 나이가 많아질수록 관절염 유병률 증가와 여성들에게 더욱 심화되는 것을 알 수 있다.

관절염은 관절 내 염증 변화로 인하여 관절 주변 조직에 병리학 적 변화에 기인한 퇴행성 질환으로서(An & Heo, 2013; Murphy et al., 2002) 류머티즘성 관절염(Rheumatoid arthritis), 골관절염(Osteoarthritis), 윤활낭염(Bursitis) 등 약 120종류 이상의 관절염 중 퇴행성관절염이 가장 많은 발병률 및 유병률을 보인다(Korea Institute for Health and Social Affairs, 2012; Newman, 2007; Oh, 2014; Statistics Korea, 2012). 퇴행성 슬관절염에 관한 명확한 원인은 밝혀지지 않았으나, 골증식증(osteophytosis), 관절 연골 침식(articular cartilage erosion), 골아세포 활성(osteoblastic activity) 때문에 일어나는 연골의 반복적 염증반응에 의한 것으로 여겨지며(Esser & Bailey, 2011). 그 외 나이와 외상, 비만 호르몬, 면역기능, 관절 모양, 유전 등의 여러 요인이 동시에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Creamer & Hochberg, 1997a, 1997b; Dieppe & Lahmander, 2005; Newman, 2007).

이러한 원인에 의해 관절 간격이 좁아지는 'JSN(Joint Space Narrowing)' 현상 또는 연골 경화증(subchondral sclerosis) 등이 야기되면 통증뿐 아니라 부동 및 장애를 유발하게 된다(Kon et al., 2012; Ringdahl & Pandit, 2011). 특히, 우리나라 노인들은 쪼그려 앉거나 무릎을 많이 사용하는 좌식 생활이 일상생활로 자리 잡고 있어 서양인과 비교해 슬관절 손상의 위험도가 매우 높은 것으로 보고되고 있다(Kim, H. S., 2002).

퇴행성 슬관절염 대상자들의 근력은 정상인의 30~40%에 불과하며(Fisher et al., 1991), 특히 하지근력, 유연성 및 균형 능력의 감소는 노인들의 보행 능력 저하와 운동장애를 일으켜 낙상 위험을 증가시킨다(Jung et al., 2006). 또한 보행 등의 운동장애로 인한 신체 활동의 감소는 당뇨, 골다공증 및 뇌졸중 등의 위험을 증가시키며, 노인층의 삶의 질과 건강을 악화시킬 수 있다(Morel et al., 2001; Nam, 2012).

퇴행성 슬관절염 치료의 일차적 목표는 통증 감소지만, 기능 개선이 동반되지 않은 단순한 통증 감소는 인체 보호 기전의 제거로 인해 일상생활에서 발생하는 부하를 적절히 분산시킬 수 없게 된다(Robon et al., 2000). 즉, 수술, 약물, 주사 치료 등을 통한 일시적인 통증 요소 제거시킬 수는 있지만, 방지하면 무릎 관절에 가해지는 역학적 부하를 증가시키고, 이는 퇴행성 변화를 가속시키는 원인이 된다(Henriksen et al., 2006). 반면 운동을 통한 근력 향상은 관절 보호 및 주변 조직의 기능을 증진하고 통증과 질환 예방과 보존, 완화에 도움을 주는 효과적인 방법이 많은 연구를 통해 입증되고 있다(Burks, 2005; Cailliet, 1992; Eyigor, 2004; Lin et al., 2004; Rejeski et al., 2002; Schilke et al., 1996; Weigl et al., 2004). 이렇듯 운동에 대한 긍정적인 결과들이 있음에도 불구하고 환자의 50% 이상은 운동을 전혀 하고 있지 않으며(Kim et al., 2001), 진단 후에도 72.3% 가량의 관절염 환자들이 체계적인 운동을 하지 않는 것으로 보고되고 있다(Kim et al., 2002). 이들은 교통의 불편함, 시설미비, 추운 계절, 경제적인 문제, 재미없음, 운동 강도에 따른 관절의 통증, 특정 시간과 장소 확보의 어려움, 운동의 필요성에 대한 인식 부족, 운동 방법에 대한 지식 부족 등의 이유로 운동을 하지 않거나 기피하고 있으며(Yang et al., 2011; Kang et al., 1999; Kim,

2002; Song et al., 2001),

관절염 환자들은 서서하는 운동 시 체중부하로 인해 통증이 발생될 우려와(Bennell & Hinman, 2005) 지속적 시행에 어려움이 있기 때문에 관절에 부담이 적은 운동이 필요하다. 또한 이동이 어려울 수 있는 관절염 환자들은 별도의 운동장소를 필요로 하지 않는 운동이 요구된다. 매트 위에서 앉거나 혹은 누워서 할 수 있는 저강도의 운동은 체중 부하 및 낙상의 위험 적고, 비교적 단순하고 배우기 쉬워 고령자가 쉽게 접근이 가능하며, 흥미를 느끼고 꾸준히 지속가능하다는 점에서 적극 권장된다(Roddy et al., 2005). 가속화 재활운동은 Anterior cruciate ligament(ACL)의 재건수술 후 무릎의 안정성 유지를 위해 초기부터 시행하는 운동프로그램으로 많은 임상효과사례, 운동장소와 도구가 필요하지 않고, 교육이 용이하다(Lee & Park, 2013). 가속화 재활운동의 요점은 무릎 관절의 완전한 신전 및 체중에 대한 부하를 가능토록 하며, 닫힌사슬운동(Close Kinetic Chain)을 중심으로 근력의 강화를 촉진시키는 것이다(Shelbourne & Nitz, 1990). 본 연구에서는 이러한 가속화 재활운동을 일부 관절염 여성노인에 맞추어 변형하여 적용할 것이다. 약 12주간 가속화 재활운동을 시행하고 심혈관계 질환의 위험도를 평가하는데 매우 중요한 혈중지질 수준과 근 손상지표 및 염증지표로 활용되는 혈액분석과 노인체력검사(Senior Fitness Test:SFT), 무릎 등속성 근력검사 등을 통해 운동 효과를 검증하여 노인여성들에게 빈번히 발생하는 퇴행성 슬관절염 환자들을 위한 재활 운동프로그램으로 활용하는데 본 연구의 목적이 있다.

## 연구방법

### 연구대상

본 연구의 대상자는 G 광역시에 거주하고 퇴행성 슬관절염 진단을 받은 노인여성들을 대상으로 하였다. 체력훈련프로그램 적용에 대한 연구 수행 전 연구 계획과 절차를 충분히 설명한 후 참여에 대한 동의를 진행하였다. 연구에 동의한 대상자는 총 29명이었으며, 중도 포기한 10명을 제외한 19명이 최종적으로 연구에 참여하였다. 연구 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

### 가속화 재활운동

본 가속화 재활운동은 Shelbourne & Nitz(1990)에 의해 개발된 무릎 관절 가속화 재활 (Accelerated rehabilitation)프로그램

**Table 1.** Characteristic subjects

(Mean ± SD)

Variables	Female (n=19)
Age (yrs)	67.30 ± 3.4
Height (cm)	154.20 ± 4.74
Weight (kg)	58.90 ± 6.19
Percent Body Fat (%)	34.20 ± 5.26
BMI (Body Mass Index)	24.80 ± 2.12
Skeletal Muscle Mass (kg)	20.60 ± 1.85

**Table 2.** Exercise program for accelerated knee rehabilitation in senior with arthritis

Order	Exercise Type	Time(min)	Intensity	Frequency(f/w)
Warm-up†	Lie down and stretch the whole body	5min.		
	ROM Exercise & Stretch			
	① Ankle ABC's ② Patella Mobilization ③ Heel Slides ④ Quad Sets ⑤ Hamstring Stretch ⑥ Passive Knee Flexion			
Main Exercise	Muscular Exercise Program - Progressive Resistance Exercise(PRE)	40min	10~20reps/3set	2days/week
	① Straight Leg Raise(SLR) ② Straight Leg Raise Abduction ③ Straight Leg Raise Adduction ④ Straight Leg Raise Prone ⑤ Prone Flexion ⑥ Terminal Knee Extension ⑦ Standing Flexion ⑧ Seated Extension ⑨ 45-90 Degree Extension ⑩ Hip Flexion ⑪ Partial Squats ⑫ One Leg Squats ⑬ Heel Raises ⑭ Ball Squeeze			
Cool Down‡	Lie down and stretch the whole body	5min.		
Ice massage‡	Ice pack	10min		

†Stretching with in painless and no-hyperflexion ranges

‡Inflammation and pain control formacrotraumatic injury

을 근거로 American Geriatrics Society Panel on Exercise and Osteoarthritis(2001)와 Lee & Park(2013)이 수정 제안한 퇴행성 관절염 환자를 위한 가속화 재활운동을 본 프로그램의 목적에 맞게 다시 재수정·보완 후 사용하였다. 가속화 재활운동 프로그램의 세부 사항은 <Table 2>에 제시된 바와 같다.

운동프로그램 적용은 12주 동안, 주 2회, 60분 운동으로 실시하였다. 운동시간은 총 60분으로 Warm-up 5분, Main Exercise 40분, Cool down 5분, Ice pack 10분으로 구성하였다. 모든 프로그램은 10회, 3세트 실시를 원칙으로 크게 무리가 없다면 다음 세션에서 3세트×15회, 3세트×20회씩 점진적으로 증가 시키고, 3세트×20회 패턴이 끝나면 무게를 1-2파운드 가량 늘린 후 다시 3세트×10회를 실시하여 점진적으로 1-2파운드의 무게를 올린 후 3세트×20회 까지 올려나가는 순환운동을 실시하였다. 운동프로그램 특징으로는 열린사슬운동 (Open Kinetic Chain) 보다는 닫힌사슬운동 (Close Kinetic Chain)을 통해 관절을 보호하고 넵다리뒤근 (Hamstrings) 강화 운동을 통해 무릎 관절의 동적 안정성을 회복시키고, 고유감각 기능훈련 등 근신경계 재활, 근육 강화 훈련이 포함되어 있다.

**측정 항목 및 방법**

**1. 신체구성**

신체조성 측정 장비를 활용하여 신장(cm)과 체중(kg), 골격근량(kg), 체지방량(kg) 체지방률(%), BMI(kg·m<sup>-2</sup>)를 산출하였다. 신체 조성상태 분석은 생체전기저항측정 체성분분석 장비(Inbody-720,

Inbody, Korea)를 이용하여 측정하였다. 측정 당일 피험자들은 대기실에서 잠시 안정 시간 부여 후 신체조성을 우선 측정하였으며, 이후 체력 측정을 진행 하였다. 12주간의 재활운동 이후 재측정 시에도 동일한 방식을 적용하여 진행하였다.

**2. 노인체력측정**

노인체력측정(Senior Fitness Test; SFT)은 Rikli & Jones(2013)가 개발한 방법을 이용하여 측정하였으며, 해당 측정은 상·하체 근력, 전신지구력, 상·하체 유연성, 민첩성, 평형성 검사를 포함하고 있다. 측정 요소 및 항목은 <Table 3>과 같다.

**1) 근력**

상체 근력은 덤벨들기 검사(arm curl)를 통해 측정하였다. 피험자를 의자에 반듯하게 앉도록 한 후 2kg 덤벨을 한 손에 쥐고 팔꿈치를 폈다가 구부린 횟수를 30초 동안 측정하였다. SFT 매뉴얼에 제시된 여성 기준 2.27kg(5lb) 대신 2kg의 덤벨을 이용하였다.

하체 근력은 의자에서 일어섰다 앉기 검사(chair stand)를 통해 측정하였다. 이 검사에서는 발을 바닥에 평평하게 두고, 팔은 가슴에 교차한 상태로 30초 동안 앉았다 일어선 횟수를 측정하였다.

**2) 전신지구력**

전신지구력은 6분걷기 테스트(6minute walk test)나 2분제자리 걷기(2minute step test)로 측정할 수 있는데 6분걷기 테스트의 경우 쿠파 12분 달리기를 변형한 것으로 걸을 때 정형외과적 장치를

사용하거나 균형을 잡는데 어려움이 있는 대상자들의 경우 적합하지 않을 수 있어 2분 제자리 걷기 측정으로 대체할 수 있다. 본 연구에서는 관절염 환자로 구성되어 2분 제자리걷기 측정을 선정하였으며, 초시계를 이용하여 제자리에서 무릎을 슬개골과 장골능 중간 지점을 줄자로 목표지점을 설정하고 2분 동안 무릎이 올라온 횟수를 측정하였다.

### 3) 유연성

상체 유연성은 등 뒤 양손잡기 검사(back scratch)를 통해 측정하였다. 피험자의 한 손은 어깨 밑으로 내리고 다른 한 손은 어깨 위로 올려 등 뒤에서 양손을 잡거나 닿도록 한 후 양손의 중간 사이 거리를 cm로 측정하여 기록하였다. 손가락이 만나면 양수(+), 만나지 않으면 음수(-)로 표기하였다.

하체 유연성은 의자앞아 앞으로 굽히기 검사(chair sit and reach)를 통해 측정하였다. 피험자가 의자 앞부분에 앉은 상태에서 한쪽 다리를 구부리고, 측정하고자 하는 다리를 쭉 뻗은 후 발목을 90° 각도로 구부리고, 허리를 앞으로 숙여 뻗은 다리의 발쪽으로 양손을 최대한 뻗게 하여 발끝을 기준으로 손가락 끝이 넘어간 만큼 cm 단위로 측정하였다.

### 4) 동적 평형성

동적 평형성은 244cm(8ft) 왕복걷기 검사(244cm(8ft) up and go)를 통해 측정하였다. 의자에서 일어나 244cm 지점에 떨어진 큰까지 걸어갔다가 큰을 돌아 다시 의자에 돌아와 앉을 때까지 걸리는 총 시간을 측정하였다.

## 하지 등척성 근력

하지의 등척성(Isometric) 근력을 측정하기 위해 BIODEX SYSTEM 4.0 PRO(BIODEX, USA)를 이용하여 무릎의 굽힘근(Flexion)과 펴기근(Extension)을 측정하였다. 일반적으로 최대 무릎 펴기의 토크는 무릎 굽힘 45°와 70° 사이에서 일어나며, 굽힘과 펴기의 거의 끝 범위에 도달할 때 생성된 토크는 이러한 각도 사이에서의 생성된 압력보다 낮다(Hahn et al., 2011; Kubo et al., 2006; Pincovero et al., 2004). 80°와 30° 도의 무릎굽힘 각도 사이에서 최대 등척성 펴기 토크는 최대토크 대비 약 90%를 유지한다. 본 연구의 피험자는 모두 관절염 진단을 받은 환자로 무릎 부위의 과도한 내·외적 압력이 무릎 손상을 가속화 할 수 있는 위험이 있어 선행연구를 근거하여 관절 각을 펴기근과 굽힘근의 가장 큰 토크 압력이 낮아지는 양끝단인 90°와 20°에서만 등척성(isometric) 수축을 통한 하지 관절 근력을 평가하였다.

피험자를 측정장비에 앉힌 후 슬관절 외측(Lateral Femoral Epicondyle)과 기기의 축(axis)이 일치하도록 하였으며, 측정 시 몸통과 다리 흔들림을 방지하기 위해 가슴과 복부, 대퇴 부위를 스트랩(Strap)으로 고정하고, 발목 관절의 근위부에 저항 패드를 고정하였다. 피험자의 운동검사 범위(슬관절: ROM 20°~90°)를 결정하여 결정된 슬관절 각도 내에서 중력에 대한 하지무게를 정량화하였으며, 검사 프로토콜은 슬관절의 20° 굴곡 상태에서 굴근과 신근의 최대 수축력을 측정한 후, 90° 굴곡 자세에서 같은 방법으로 측정하였다. 최대 등척성 수축은 5초간 실시하였으며, 매 측정 후 10초간 휴식을 주고 2회 실시하는 방법으로 양측 모두 측정하였다.

## 혈액변인 측정

피험자의 혈액 변인을 확인하기 위해 피험자들에게 혈액 검사 전 24 시간 이내 알코올 섭취 및 약물 복용 등을 삼가도록 하였으며, 12 시간 이상 공복 상태를 유지하도록 한 후 측정을 진행하였다. 정완 정맥(antecubitalvein)서 10ml의 혈액을 채취하여 G광역시 N구보건소에 분석 의뢰 후 TC (Total Cholesterol), TG(Triglyceride), HDL (High Density Lipoprotein-Cholesterol), LDL (Low Density Lipoprotein-Cholesterol), Creatine, ESR (Erythrocyte Sedimentation Rate)을 분석하였다.

## 통계 처리

본 연구의 자료처리는 SPSS Ver. 25.0(statistical package for social science)를 이용하였으며, 각 항목에 대해 평균값(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다. 모집단이 한 개로 실험 이전의 집단과 실험 이후의 집단이 같을 경우 사용하는 검정방법인 대응표본 t검정(Paired sample t-test)방식을 이용하여 운동 중재 전과 후를 비교하였다. 통계처리 진행 전 정규성 검정을 실시하였으며, 50개 미만의 표본에 적합한 Shairo-Wilk 방식을 참고하였다. 통계적 유의 수준은  $\alpha < .05$ 로 설정하였다.

## 연구결과

### 신체조성 결과

퇴행성 슬관절염 질환이 있는 노인 여성 19명을 대상으로 신체 조성의 전·후 차이를 비교하기 위해 재활 운동을 시행한 결과는 <Table 4>에 제시된 바와 같다. 운동 전·후 골격근량, 체지방량, 체지방률에 대한 통계적 분석 결과, 운동 전·후 유의한 차이가 나타나지 않았으나 BMI에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

### 노인체력검사(Senior Fitness Test) 결과

퇴행성 슬관절염 질환이 있는 노인 여성 19명을 대상으로 노인 체력의 전·후 차이를 비교하기 위해 12주간 재활 운동을 시행한 결과는 <Table 5>에 제시된 바와 같다.

상지 근력을 평가를 위해 실시한 덤벨 들기, 하지 근력을 평가하기 위한 의자 앉았다 일어서기, 하지의 유연성을 평가하기 위한 의자 앉았다 앞으로 굽히기, 그리고 전신지구력을 평가하기 위해 실시한 2분 제자리 걷기 모두 운동 전·후 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .000$ ). 또한, 상지 유연성을 평가하기 위한 등 뒤에서 손잡기 우측과 좌측, 민첩성과 동적평형성을 평가하기 위한 224m 왕복 걷기 모두 운동 전보다 운동 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(우측  $p < .007$ , 좌측  $p < .008$ , 224m 왕복 걷기:  $p < .012$ ).

### 무릎 등척성 근력 결과

퇴행성 관절염 질환이 있는 노인 여성 19명을 대상으로 무릎 등척성 근력의 전·후 차이를 비교하기 위해 12주간 재활 운동을 시행한 결

과는 <Table 6>에 제시된 바와 같다.

20°의 굴곡 상태에서 등척성 근력을 측정한 결과, 우측 굴근의 측정값(Nm)과 체중대비값(%BW)에서는 통계적으로 유의한 차이가 나

타났으나(측정값  $p < .003$ , 체중대비값  $p < .007$ ). 좌측 굴근의 측정값과 체중대비값, 좌·우측 신근의 측정값과 체중대비값 그리고 굴근과 신근의 좌·우 비율 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았다. 그러나 운동 전보다 운동 후 이러한 값들이 수치상 평균적으로 높은 경향을 보였다.

90°의 굴곡 상태에서 등척성 근력을 측정한 결과 좌·우측 굴근 및 신근의 측정값과 체중대비값 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 우측 굴근력의 체중대비값을 제외한 나머지 값들은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았지만 운동 전보다 운동 후 수치상 평균적으로 높은 경향을 보였다.

**Table 3.** Change of body composition (Mean ± SD)

Variables	Pre	Post	Pre-Post change	t	p
Weight (kg)	58.93±6.19	59.08±5.93	-0.15±0.26	-0.460	.651
Skeletal Muscle Mass (kg)	20.58±1.85	20.41±1.78	0.18±0.07	0.898	.381
Body Fat Mass (kg)	20.34±4.74	21.02±4.01	-0.67±0.73	-1.734	.100
Body Mass Index (kg·m <sup>-2</sup> )	24.76±2.12	25.21±1.97	-0.45±0.15	-2.789	.012*
Percent Body Fat (%)	34.21±5.26	35.33±3.93	-1.12±1.33	-1.878	.077

\* $p < .05$

**혈액성분 변화 결과**

퇴행성 슬관절염 질환이 있는 노인 여성 19명을 대상으로 혈액성분 변인의 전·후 차이를 비교하기 위해 12주간 재활운동을 실시한 결과는 <Table 6>에 제시된 바와 같다.

정상 범위가 200mg/dl 미만인 TC는 185.78mg/dl에서 199.21mg/dl로 소폭 증가되었고, 성인 정상 범위인 150mg/dl 미만인 TG는 128.33mg/dl에서 152.58mg/dl로 증가되었다. 100mg/dl

**Table 4.** Pre-post change of senior fitness test (Mean±SD)

Variable	Pre	Post	Pre-post change	t	p	
Chair Stand Test	15.00 ± 2.52	23.83 ± 5.78	-8.83 ± 5.25	-7.139	.000***	
Biceps Curl Test	21.00 ± 4.57	26.32 ± 4.46	-5.32 ± 3.82	-6.072	.000***	
Chair Sit and Reach Test	R	9.82 ± 10.34	18.74 ± 9.49	-8.92 ± 7.65	-5.103	.000***
	L	9.26 ± 11.01	19.66 ± 8.03	-10.39 ± 7.65	-6.669	.000***
Back Scratch Test	R	-8.00 ± 10.73	0.13 ± 13.25	-8.13 ± 10.93	-3.036	.007**
	L	-9.22 ± 8.52	-0.31 ± 15.33	-8.92 ± 12.53	-3.020	.008**
2.44m Up-and-Go test	4.83 ± 0.87	5.26 ± 0.85	-0.43 ± 0.68	-2.787	.012*	
2-minute Step test	96.26 ± 15.82	131.26 ± 22.26	-35.00 ± 28.34	-5.382	.000***	

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

**Table 5.** Pre-post change of knee Isometric test(20°/90°) (Mean±SD)

Variable	Pre	Post	Pre-post change	t	P		
20°	Flexion (%BW)	R	63.48 ± 21.05	77.08 ± 21.92	13.61 ± 19.56	-3.032	.007**
		L	63.77 ± 26.03	67.78 ± 25.35	4.01 ± 22.99	-0.760	.457
	Extension (%BW)	R	56.15 ± 21.62	65.78 ± 24.52	9.63 ± 31.68	-1.325	.202
		L	62.84 ± 18.60	65.05 ± 19.40	2.22 ± 22.41	-0.431	.672
Bilateral balance ratio for Flexion (%)		125.04 ± 66.79	120.93 ± 55.72	-4.11 ± 88.98	0.201	.843	
Bilateral balance ratio for Extension (%)		107.03 ± 29.07	119.16 ± 42.23	12.14 ± 42.70	-1.239	.231	
90°	Flexion (%BW)	R	52.07 ± 44.48	49.12 ± 16.69	-2.96 ± 41.62	0.310	.760
		L	40.63 ± 19.31	47.12 ± 17.10	6.48 ± 18.84	-1.500	.151
	Extension (%BW)	R	111.66 ± 41.25	128.48 ± 48.91	16.82 ± 43.68	-1.679	.110
		L	116.67 ± 44.10	119.75 ± 51.81	3.08 ± 48.33	-0.278	.784
	Bilateral balance ratio for Flexion (%)		44.56 ± 31.76	48.22 ± 32.77	3.66 ± 41.48	-0.384	.705
	Bilateral balance ratio for Extension (%)		40.45 ± 20.67	44.98 ± 31.05	4.54 ± 37.42	-0.528	.604

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

**Table 6.** Pre-post change of blood component

(Mean±SD)

Variable	Pre	Post	Pre-post change	<i>t</i>	<i>P</i>
Total Cholesterol(mg·dl <sup>-1</sup> )	185.78 ± 35.28	199.21 ± 66.02	0.67 ± 37.05	-0.76	.940
Triglyceride(mg·dl <sup>-1</sup> )	128.33 ± 56.59	152.58 ± 98.72	11.33 ± 69.47	-.692	.498
High Density Lipoprotein-Cholesterol (mg·dl <sup>-1</sup> )	64.37 ± 10.79	64.17 ± 15.19	0.77 ± 15.98	-.205	.840
Low Density Lipoprotein-Cholesterol (mg·dl <sup>-1</sup> )	95.74 ± 29.03	101.59 ± 56.36	-5.47 ± 34.14	.679	.506
Creatine Kinase (CK)(U/L)	0.92 ± 0.08	0.78 ± 0.13	-0.13 ± 0.13	4.118	.001***
Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR)(mm/hr)	10.00 ± 6.67	6.05 ± 6.74	-4.94 ± 4.99	4.206	.001***
C-Reactive Protein (CRP)(mg·dl <sup>-1</sup> )	0.32 ± 0.06	0.21 ± 0.27	0.12 ± 0.22	-.231	.824

\**p*<.05, \*\**p*<.01, \*\*\**p*<.001, Total Cholesterol

dl 미만으로 권장되는 LDL수치는 운동중재 전 95.74mg/dl에서 운동 중재 후 101.59mg/dl로 증가되었다. HDL의 경우 평균 수치는 64.37mg/dl에서 64.17mg/dl로 평균수치가 미량 감소되었다. 염증 지표로 활용되고 있는 CK는 0.92에서 0.78로, ESR은 10.00mm/hr에서 6.05mm/hr로, CRP은 0.32mg/dl에서 0.21mg/dl로 평균 수치가 소폭 감소되었다. TC와 TG, LDL의 평균 수치는 운동 전보다 운동 후 약간 높아진 것으로 나타났고, HDL, CK, ESR, CRP수치는 운동 전보다 운동 후 약간 감소된 것으로 나타났다. 하지만 CK와 ESR 수치만 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다(*p*<.001). TC와 TG, HDL, LDL, CRP수치는 모두 운동 전·후 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

## 논의

본 연구에서는 무릎 관절염 판정을 받은 65세 이상의 여성 노인들을 대상으로 12주간의 가속화 재활운동이 여성 노인들의 신체조성, 노인체력평가, 무릎 등척성 근력, 염증지표를 포함한 혈액구성에 미치는 운동 효과에 대해 연구하였다.

### 신체조성 변화

12주간의 가속화 재활운동을 적용한 결과 체중과 골격근량, 체지방량, 체지방율, BMI 등 여성 노인들의 신체조성에 긍정적인 영향을 미치지 못하였다. 체중, 체지방량, 체지방률 평균이 조금 증가되었고 골격근량은 조금 감소되었다. 이로 인해 BMI는 통계적으로 유의하게 증가하였다(*p*<.05). 근육의 성장은 저항성 운동에 의해 단백질 합성율(rate of protein synthesis)이 증가하는 결과로 설명될 수 있는데(Phillips et al., 1997), 이러한 단백질 합성율의 증가는 근섬유의 수축성 성분(contractile elements)의 숫자가 늘어나는 것에 기인될 수 있다(MacDougall et al., 1979). 골격근 비대는 저항으로 작용하는 중량 증가에 대한 근섬유의 적응에 의해 나타나며(Russell et al., 2000), 따라서 일반적인 저항성 운동 강도는 1RM(repetition maximal)의 70% 수준에서 실시된다. Campos et al.(2002)의 연구에서는 주 2회에서 4회의 저항성 운동 훈련을 8주 동안 실시한 후

하지 근력의 발달과 근섬유의 면적변화를 조사하였는데, 고강도의 운동집단일수록 근력 향상이 더 크게 나타났으며, 근섬유의 횡단면적도 운동강도가 클수록 더 크게 나타난다. 그러나 본 연구에서는 관절염 진단을 받은 노인 여성으로 피험자로 선정하여 높은 강도의 운동에 참여하기 어려운 대상자들이었다. 또한 관절염으로 인해 일상에서 신체활동량이 높지 못하였고 대상자들이 여성 노인들인 관계로 노화로 인한 근력저하문제가 동시에 있었다. 노화에 따른 근력 저하는 근섬유의 자체적인 크기 감소(Grimby et al., 1982)와 근섬유의 수가 감소(Lexell et al., 1983)하는 현상으로 나타난다. 따라서 노인들의 근력 유지와 증진을 위해서도 저항성 운동이 필수적인 요소이다. 하지만 고령의 노인들은 높은 강도의 근력운동을 실시하기에는 부상이라는 위험성이 따른다(Pollock et al., 1991). 그리고 12주간의 운동중재기간중 연구대상자들의 식이에 대한 통제는 못했다. 따라서 본 연구에서는 관절염으로 인한 저강도의 운동프로그램, 노화로 인한 근육감소, 식이통제를 하지 못한 부분이 복합적으로 작용하여 신체조성에 긍정적인 영향을 미치지 못한 것으로 사료된다.

### 노인체력검사(Senior Fitness Test) 변화

노인체력평가(SFT)는 노인의 기능적 건강상태를 평가할 수 있는 간단하고 사용하기 쉬운 테스트 항목으로 심폐지구력, 근력, 평형성, 유연성 측정항목으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 노인체력평가(SFT)의 모든 항목에서 운동참여 전보다 참여 후에 통계적인 유의한 차이를 나타냈다(*p*<.01). 노인의 하지 근지구력, 협응력 및 심폐지구력은 낙상 및 관련 상해 예방, 일상적인 신체활동 유지, 전반적인 건강 관련 체력 유지를 위해 반드시 필요한 체력 항목이다(Rikli & Jones, 2013). Purath et al.(2009) 등은 신체활동량이 더 많고 질환이 적은 노인들에게서 SFT가 높았다고 하였다. Kim & Shin(2012)의 연구에서는 16주간의 저강도 근력과 유연성운동이 포함된 재가 운동 프로그램을 통해 본 연구와 같이 모든 SFT 항목에서 통계적으로 유의한 긍정적 효과가 나타났다. 또한 다른 유사 연구들에서도 반복적인 유산소성 운동과, 스트레칭, 근력훈련이 노인들의 일상적인 기능 등 체력검사에 긍정적인 영향을 미쳤다고 하여 본 연구와도 같은 결과를 나타냈다(Cadore et al., 2013, 2014; Hoyer et al., 2014). 본 연구에서는 상체운동 관련된 운동동작은 없었다. 재활운

동프로그램에 다양한 스트레칭과 근력, 근지구력운동이 포함되어 있어 운동량이 부족한 연구대상자들의 신체능력개선에 긍정적인 영향을 미쳤던 것으로 사료된다.

### 하지 등척성 근력 변화

본 연구에서는 가속화 재활운동이 관절염을 진단받은 노인 여성의 하지 근력에 미치는 영향을 평가하기 위해 하지 등척성 근력을 측정하였다. 12주간의 재활 운동을 통해 무릎관절의 등축성 근력을 측정하였는데 무릎각도 20°와 90°에서의 무릎 펴근과 굽힘근 평균적으로 소폭 증가되었지만, 무릎각도 20°에서 우측 굽힘근이 통계적 유의한 차이가 나타났다( $p < .01$ ).

50세 이후 근력의 감소는 노화와 관련되며, 근력의 감소는 I 형과 II형 섬유의 손실 및 위축, 그리고 세포내 지방과 관련 조직의 증가와 관련 있는 근육량의 감소(sarcopenia) 때문이다(Hunter et al., 2004). 점진적 저항운동은 노인들의 근력을 향상시키고 근비대를 유발할 수 있다(Fiatarone et al., 1990, 1994). 하지만 이러한 근력 향상은 젊은 사람들과 비교해 같은 양으로 근비대를 일으키지는 않는다(Alway et al., 2014; Hunter et al., 2004). 또한 Folland & Williams(2007)는 8~20주 의 단기간의 운동은 조정능력, 습득력, 기본 근육을 구성하는 능력과 연관된 신경근의 적응으로 인한 근력 향상이 주를 이루고, 반대로 장기간 운동은 근육 크기의 증가로 인한 근력 발달이 주를 이룬다고 하였다. 이러한 선행연구를 참고하였을 때 참여대상자들의 노화, 운동강도, 운동기간이 본 연구에서 신체구성의 근육량이 평균적으로 감소되는 경향을 보였지만 등축성 근력이 향상되는 경향을 나타낸 주된 이유로 사료된다.

또한 이전의 선행연구들을 살펴보면 최대 근수축을 통한 무릎 펴근(quadriceps)의 모멘트값은 60°에서 20°사이에 가장 크게 나타나며, 굽힘근(hamstrings)에서는 50°에서 90°사이에서 가장 크게 나타난다고 보고하였다(Amis, 2007; Krevolin et al., 2004; Smidt, 1973; Spoor & van Leeuwen, 1992). 본 연구에서는 무릎관절 부위의 과도한 압력을 피하기 위해 무릎 관절각을 20°로 설정한 후 측정하였는데 20°에서 측정된 펴근과 굽힘근에서 생성된 토크값은 90°의 무릎 관절각에서 측정된 결과와 비교했을 때 굽힘근에서는 크게 나타났고 펴근에서는 낮게 나타났다. 이러한 결과는 펴근의 낮은 굽힘 각도에서 높은 토크가 생성되고 굽힘근은 높은 각도에서 높은 토크가 생성되는 선행연구들과 차이가 있었다. 굽힘근의 결과값은 관절 각도가 높아질수록 최대 지레 작용의 감소로 인해 토크값이 감소되는 것과 같은 이유로 설명될 수 있다. 펴근에서 일반적으로 병리적인 문제가 있는 사람들의 경우 펴근 지연(extensor lag)의 특징이 나타나며, 능동적인 펴를 시도할 때 마지막 15~20° 사이에서 무릎을 펴는데 문제가 발생할 수 있다. 무릎 속에서의 종창이나 삼출이 무릎 펴근의 물리적 작용을 방해하고 펴 근육 지연 문제를 더욱 심화시킬 수 있으며(Wood et al., 1988), 증가된 관절 내부의 압력은 네갈래근 신경 활성을 반사적으로 억제할 수 있다(McNair et al., 1996; Palmieri-Smith et al., 2007). 이러한 이유에서 90°에서의 펴근 결과값이 20°에서 펴근보다 더 크게 나타난 원인으로 사료되며, 90°의 굽힘근이 운동 후 감소되는 경향이 나타난 이유로 사료된다. 반면, 20°의 굽힘근은 이러한 무릎의 압력이 상대적으로 낮고 재활프로그램에 있어 무릎을 펴는 상태에서의 운동자세가 많아 유의한 차이가 나타나게 된 것으로 사료된다.

### 혈액구성 변화

TC와 TG, LDL의 평균은 수치는 운동 전보다 운동 후 약간 높아진 것으로 나타났고, HDL, CK, ESR, CRP수치는 운동 전보다 운동 후 약간 감소된 것으로 나타났다. 하지만 CK와 ESR 수치만 통계적으로 유의한 차이를 나타냈고( $p < .001$ ), TC와 TG, HDL, LDL, CRP 수치는 모두 운동 전·후 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 고밀도 지단백 콜레스테롤의 상승에 대한 원인에 대해서는 많은 연구를 통해 다양한 가설들이 제기되고 있으며, 대부분 지방조직의 리포단백 리파아제 활성이 높아지기 때문이라는 견해들이 많다. 리파아제의 활성이 높아지는 원인은 확실치는 않으나, 운동 시 인슐린에 대한 감수성 향진이 한가지 가능성으로 제시되었다(Andersen et al., 1995). Jeong(2006)은 중년 여성들에게 12주간 걷기 운동을 실시한 결과 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 아포지단백 B가 유의하게 감소하였고, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 아포지단백 A-I은 유의하게 증가하였다고 보고하였다. Kim et al.(2010)의 연구에서는 12주간의 저항도 걷기운동프로그램이 고도 비만 여성의 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 등을 감소시키고, 고밀도 지단백 콜레스테롤을 증가시켜주는 효과가 나타났으며, 이러한 결과는 저항도의 걷기프로그램이 고도 비만 여성의 적극적인 운동참여를 높여 혈액 성분의 질적 변화를 가져왔다고 보고하였다. 또한, 규칙적인 운동을 통해 근력, 근지구력, 전신지구력, 보행속도, 체질량지수, 유연성이 유의하게 향상되었다고 보고하고 있다(Kim, 2008; Lee & Ku, 2008). 하지만 이러한 연구들은 대부분 30~50대의 비만여성을 대상으로 한 연구로 본 연구의 대상자들과 같이 관절염 질환을 갖은 노인여성대상자들과 신체활동수준이나 근력수준에서 차이가 있다. 본 연구와 유사한 관절염 노인 여성을 대상으로 12주간의 복합운동을 통해 체력과 혈중 지질 수준을 연구한 Kim et al.(2005)의 연구에서는 본 연구와 같이 TC, TG, HDL의 변화에 유의한 영향을 미치지 못했지만 근력과 유연성 등의 체력요인에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고했다. 이 연구에서 이러한 원인에 대해 운동강도와 식이에 대한 영향에 대해 언급하였다. 본 연구결과도 최대심박수 대비 23~25%의 낮은 운동강도와 식이섭취에 대한 통제가 이루어지지 못한 부분이 이러한 혈중지질의 긍정적인 변화를 이끌어내지 못한 주요 이유로 사료된다.

한편, 염증은 부상이나 감염에 대한 자연스러운 반응이지만 만성 염증은 다양한 건강 문제를 유발할 수 있으며, 저항도 재활운동은 신체의 염증 수준에 영향을 미칠 수 있다. Villareal et al.(2017)의 연구에 따르면 규칙적인 운동은 강도가 낮더라도 신체의 염증 수준을 줄이는 데 도움이 될 수 있다고 하였다. 또한, 스트레칭과 걷기, 가벼운 저항 훈련 같은 저항도 재활운동은 면역 체계를 자극하고 순환 및 림프 배수를 개선하여 염증을 줄이고 치유를 촉진하는 데 도움이 될 수 있다고 보고하였다. Larose et al.(2013)의 연구에서도 걷기운동 그룹과 저항도 재활운동 그룹 모두 심폐지구력과 염증 수치가 감소했다고 보고하였는데 이러한 연구 결과를 고려해 보았을 때, 본 연구에서 12주간의 가속화 재활운동 적용을 통해 저항도 운동이지만 신체활동의 증가로 인해 CK, ESR, CRP 등의 염증 지수감소에 긍정적인 영향을 나타낸 것으로 사료된다.

## 결론 및 제언

본 연구에서는 관절염 환자들과 같이 신체활동이 어려운 노인층 중에서도 여성 노인들을 대상으로 가속화 재활운동을 시행하여 그 효과를 검증하였다.

걷기와 같이 일반적인 운동프로그램 적용이 어려운 피험자들을 대상으로 저강도지만 규칙적인 신체활동과 함께 가속화 재활운동 프로그램을 적용한 결과 근력과 심폐지구력, 유연성이 포함된 노인의 기능적인 체력과 염증관련 혈액변인의 긍정적인 변화가 나타났다. 이러한 연구 결과는 관절염과 같은 근골격계질환으로 신체활동이 제한된 노인층의 재활운동의 필요성이 시사된다.

본 연구에서는 신체조성과 대사성 문제와 관련된 혈액변인, 등속성 근력에 큰 영향을 미치지 못했다. 추후, 후속 연구에서는 식이통제와 함께 운동강도의 변화에 따른 가속화 재활운동 프로그램 효과 유산소성 프로그램이 적용과 질환의 등급에 따른 운동효과 연구를 통해 보다 세부적인 재활운동프로그램의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

### CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

### AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: Ju-ri Lee, Jong-baek Lee, Data curation: Ju-ri Lee, Jong-baek Lee, Formal analysis: Jong-baek Lee, Methodology: Ju-ri Lee, Tae-beom Seo, Project administration: Jong-baek Lee, Visualization: Ju-ri Lee, Jong-baek Lee, Writing-original draft: Ju-ri Lee, Jong-baek Lee, Writing-review&editing: Tae-beom Seo, Hong-sun Song, Ju-ri Lee, Jong-baek Lee

## 참고문헌

- Alway, S. E., Myers, M. J., & Mohamed, J. S. (2014). Regulation of satellite cell function in sarcopenia. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6, 246.
- American Geriatrics Society Panel on Exercise and Osteoarthritis. (2001). Exercise prescription for older adults with osteoarthritis pain: Consensus practice recommendations. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(6), 808-823.
- Amis, A. A. (2007). Current concepts on anatomy and biomechanics of patellar stability. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 15(2), 48-56.
- An, S., & Heo, D. (2013). Effects of Kyejiinsam-tang in MIA-induced osteoarthritis rats. *Journal of Korean Medicine*, 34(3), 69-85.
- Andersen, R. E., Wadden, T. A., Bartlett, S. J., Vogt, R. A., & Weinstock, R. S. (1995). Relation of weight loss to changes in serum lipids and lipoproteins in obese women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 62(2), 350-357.
- Bennell, K., & Hinman, R. (2005). Exercise as a treatment for osteoarthritis. *Current Opinion in Rheumatology*, 17(5), 634-640.
- Burks, K. (2005). Osteoarthritis in older adults: Current treatments. *Journal of Gerontological Nursing*, 31(5), 11-19.
- Cadore, E. L., Pinto, R. S., Bottaro, M., & Izquierdo, M. (2014). Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging and Disease*, 5(3), 183-195.
- Cadore, E. L., Rodríguez-Mañas, L., Sinclair, A., & Izquierdo, M. (2013). Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: A systematic review. *Rejuvenation Research*, 16(2), 105-114.
- Caillet, R. (1992). *Knee pain and disability* (3rd ed.). Philadelphia, PA: F. A. Davis.
- Campos, G. E., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., ... & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 50-60.
- Creamer, P., & Hochberg, M. C. (1997a). Osteoarthritis. *The Lancet*, 350(9076), 503-509.
- Creamer, P., & Hochberg, M. C. (1997b). Why does Osteoarthritis of the knee hurt-sometimes? *Rheumatology*, 36(7), 726-728.
- Dieppe, P. A., Lahmander, L. S. (2005). Pathogenesis and management of pain in osteoarthritis. *The Lancet*, 365(9463), 965-973.
- Esser, S., & Bailey, A. (2011). Effects of exercise and physical activity on knee osteoarthritis. *Current Pain and Headache Reports*, 15(6), 423-430.
- Eyigor, S. (2004). A comparison of muscle training methods in patients with knee osteoarthritis. *Clinical Rheumatology*, 23(2), 109-115.
- Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A., & Evans, W. J. (1990). High-intensity strength training in nonagenarians: Effects on skeletal muscle. *JAMA*, 263(22), 3029-3034.
- Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F., Ryan, N. D., Clements, K. M., Solares, G. R., Nelson, M. E., ... & Evans, W. J. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *The New England Journal of Medicine*, 330(25), 1769-1775.
- Fisher, N. M., Pendergast, D. R., Gresham, G. E., & Calkins, E. (1991). Muscle rehabilitation: Its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72(6), 367-374.
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37, 145-168.
- Grimby, G., Danneskiold-Samsøe, B., Hvid, K., & Saltin, B. (1982). Morphology and enzymatic capacity in arm and leg muscles in 78-81 year old men and women. *Acta Physiologica Scandinavica*, 115(1), 125-134.
- Hahn, D., Olvermann, M., Richtberg, J., Seiberl, W., & Schwirtz, A. (2011). Knee and ankle joint torque-angle relationships of multi-joint leg extension. *Journal of Biomechanics*, 44(11), 2059-2065.
- Henriksen, M., Simonsen, E. B., Alkjær, T., Lund, H., Graven-Nielsen, T., Danneskiold-Samsøe, B., & Bliddal, H. (2006). Increased joint loads during walking - A consequence of pain relief in knee osteoarthritis. *The Knee*, 13(6), 445-450.
- Hoyer, E. H., Needham, D. M., Atanelov, L., Knox, B., Friedman, M., & Brotman, D. J. (2014). Association of impaired functional status at hospital discharge and subsequent rehospitalization. *Journal of Hospital Medicine*, 9(5), 277-282.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34, 329-348.
- Yang, S. O., Kwon, M. S., Choi, Y. J., Lee S. H. (2011). The Effects of a Case Management Program of Customized Home Visiting-Health Service for Clients with Arthritis. *Journal of Korean Acad Community Health Nurs*, 22(2), 151-161.
- Jeong, S.-K. (2006). The effect of 12weeks walking exercise on the plasma lipoprotein cholesterol and Apo A-I protein. *The Korea Journal of Sports Science*, 15(4), 661-670.
- Jung, K., Oh, Y., Kang, E., Kim, J., Sunwoo, D., Oh, M., ... & Lee, G. (2014). 2014 report on the Korean national older adults life survey. Sejong: Ministry of Health and Welfare, & Korea Institute for Health and Social Affairs.
- Jung, Y. M., Lee, S. E., & Chung, K. S. (2006). Prevalence and associated factors of falls according to health status in elderly living in the community. *Journal of the Korean Gerontological Society*, 26(2), 291-303.
- Kang, H. S., Kim, J. I., & Lee, E. O. (1999). Influencing factors on aquatic exercise adherence and dropout in patients with arthritis. *Journal of Muscle and Joint Health*, 6(2), 185-196.
- Kim, H. S. (2002). *The effect of therapeutic taping on the active knee*

- extension and knee pain during going up and down the stairs with knee osteoarthritis*. Master's thesis, Dankook University.
- Kim, H.-J. (2008)**. The influence of 16 week brisk walking on the fitness and metabolism syndrome factors. *The Korea Journal of Sports Science*, 17(1), 441-455.
- Kim, I. J., Lee, E. O., Kim, J. I., Gang, H. S., Bae, S. C. (2001)**. Prediction of exercise behavior in chronic arthritis patients based on Pender's health promotion model. *Korean Society of Muscle and Joint Health*, 173-178.
- Kim, J. I., Kim, I. J., Kang, H. S., Bae, S. C., & Lee, E. O. (2002)**. Exercise pattern and influencing factor of exercise barrier in patients with osteoarthritis. *Journal of Muscle and Joint Health*, 9(2), 135-143.
- Kim, J. Y. (2002)**. *The effect of the self-efficacy, group cohesion, family support on adherence of aquatic exercise in arthritis patients*. Master's thesis, Chungnam National University.
- Kim, J.-K., Park, S.-Y., Lee, J.-H., Chun, J.-M., Nho, H.-S., & Choi, H.-M. (2010)**. The effect of low intensity exercise for physical fitness, body composition, and blood lipids in obese women. *The Korean Journal of Growth and Development*, 18(1), 19-24.
- Kim, Y., Lee, D., & Bak, S. (2005)**. The effects of seated exercise for 12 weeks on the physical fitness and blood lipids in arthritis elderly women. *Korean Journal of Sport Science*, 16(3), 74-84.
- Kim, Y.-S., & Shin, S.-K. (2012)**. The effects of 16 weeks of hsep intervention on senior fitness of elderly women. *The Korean Journal of Growth and Development*, 20(3), 177-183.
- Kon, E., Filardo, G., Drobnic, M., Madry, H., Jelic, M., van Dijk, N., & Della Villa, S. (2012)**. Non-surgical management of early knee osteoarthritis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 20(3), 436-449.
- Korea Institute for Health and Social Affairs. (2012)**. Health and welfare statistics in 2012. Retrieved from <http://www.kihasa.re.kr>
- Krevolin, J. L., Pandy, M. G., & Pearce, J. C. (2004)**. Moment arm of the patellar tendon in the human knee. *Journal of Biomechanics*, 37(5), 785-788.
- Kubo, K., Ohgo, K., Takeishi, R., Yoshinaga, K., Tsunoda, N., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2006)**. Effects of series elasticity on the human knee extension torque-angle relationship in vivo. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77(4), 408-416.
- Larose, J., Wright, H. E., Stapleton, J., Sigal, R. J., Boulay, P., Hardcastle, S., & Kenny, G. P. (2013)**. Whole body heat loss is reduced in older males during short bouts of intermittent exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 305(6), R619-R629.
- Lee, J., & Park, G. (2013)**. Review of rehabilitation exercise for elderly with degenerative knee osteoarthritis. *The Korean Journal of Growth and Development*, 21(3), 171-183.
- Lee, S.-J., & Ku, H.-J. (2008)**. Combined influence of caloric restriction and either walking or running at 6km/h for 10 weeks on body composition and aerobic exercise capacity in overweighted women. *Journal of the Korean Society of Living Environmental System*, 15(2), 224-232.
- Lee, Y., Kim, S., Hwang, N., Lim, J., Joo, B., Namkoong, E., ... & Kim, K. (2020)**. *2020 report on the Korean national older adults life survey*. Sejong: Ministry of Health and Welfare, & Korea Institute for Health and Social Affairs.
- Lexell, J., Henriksson-Larsén, K., Winblad, B., & Sjöström, M. (1983)**. Distribution of different fiber types in human skeletal muscles: Effects of aging studied in whole muscle cross sections. *Muscle & Nerve*, 6(8), 588-595.
- Lin, S. Y.-C., Davey, R. C., & Cochrane, T. (2004)**. Community rehabilitation for older adults with osteoarthritis of the lower limb: A controlled clinical trial. *Clinical Rehabilitation*, 18(1), 92-101.
- MacDougall, J. D., Sale, D. G., Moroz, J. R., Elder, G. C., Sutton, J. R., & Howald, H. (1979)**. Mitochondrial volume density in human skeletal muscle following heavy resistance training. *Medicine and Science in Sports*, 11(2), 164-166.
- Ministry of Health and Welfare (2014)**. 2014 report on the Korean national older adults life survey. [http://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10411010200&bid=0019&act=view&list\\_no=337301](http://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10411010200&bid=0019&act=view&list_no=337301)
- McNair, P. J., Marshall, R. N., & Maguire, K. (1996)**. Swelling of the knee joint: Effects of exercise on quadriceps muscle strength. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77(9), 896-899.
- Morel, J., Combe, B., Francisco, J., & Bernard, J. (2001)**. Bone mineral density of 704 amateur sportsmen involved in different physical activities. *Osteoporosis International*, 12, 152-157.
- Murphy, J. M., Dixon, K., Beck, S., Fabian, D., Feldman, A., & Barry, F. (2002)**. Reduced chondrogenic and adipogenic activity of mesenchymal stem cells from patients with advanced osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatology*, 46(3), 704-713.
- Nam, D.-H. (2012)**. Evaluation of body composition, physical fitness, and bone density for postmenopausal women according to physical activities using subjective physical activity questionnaire. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science*, 14(1), 45-58.
- Newman, A. M. (2007)**. Arthritis and sexuality. *Nursing Clinics of North America*, 42(4), 621-630.
- Oh, S. Y. (2014)**. *Effect of lower limb resistance training on joint space and function of knee in the elderly with osteoarthritis*. Master's thesis, Korea National Sport University.
- Palmieri-Smith, R. M., Kreinbrink, J., Ashton-Miller, J. A., & Wojtys, E. M. (2007)**. Quadriceps inhibition induced by an experimental knee joint effusion affects knee joint mechanics during a single-legged drop landing. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(8), 1269-1275.
- Phillips, S. M., Tipton, K. D., Aarsland, A., Wolf, S. E., & Wolfe, R. R. (1997)**. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 273(1), E99-E107.

- Pincivero, D. M., Salfetnikov, Y., Campy, R. M., & Coelho, A. J. (2004).** Angle- and gender-specific quadriceps femoris muscle recruitment and knee extensor torque. *Journal of Biomechanics*, 37(11), 1689-1697.
- Pollock, M. L., Carroll, J. F., Graves, J. E., Leggett, S. H., Braith, R. W., Limacher, M., & Hagberg, J. M. (1991).** Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(10), 1194-1200.
- Purath, J., Buchholz, S. W., & Kark, D. L. (2009).** Physical fitness assessment of older adults in the primary care setting. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*, 21(2), 101-107.
- Rejeski, W. J., Focht, B. C., Messier, S. P., Morgan, T., Pahor, M., & Penninx, B. (2002).** Obese, older adults with knee osteoarthritis: Weight loss, exercise, and quality of life. *Health Psychology*, 21(5), 419-426.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013).** *Senior fitness test manual* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ringdahl, E., & Pandit, S. (2011).** Treatment of knee osteoarthritis. *American Family Physician*, 83(11), 1287-1292.
- Roddy, E., Zhang, W., & Doherty, M. (2005).** Aerobic walking or strengthening exercise for osteoarthritis of the knee? *A systematic review. Annals of the Rheumatic Diseases*, 64(4), 544-548.
- Robon, M. J., Perell, K. L., Fang, M., & Guererro, E. (2000).** The relationship between ankle plantar flexor muscle moments and knee compressive forces in subjects with and without pain. *Clinical Biomechanics*, 15(7), 522-527.
- Russell, B., Motlagh, D., & Ashley, W. W. (2000).** Form follows function: How muscle shape is regulated by work. *Journal of Applied Physiology*, 88(3), 1127-1132.
- Schilke, J. M., Johnson, G. O., Housh, T. J., & O'Dell, J. R. (1996).** Effects of muscle-strength training on the functional status of patients with osteoarthritis of the knee joint. *Nursing Research*, 45(2), 68-72.
- Shelbourne, K. D., & Nitz, P. (1990).** Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 18(3), 292-299.
- Smidt, G. L. (1973).** Biomechanical analysis of knee flexion and extension. *Journal of Biomechanics*, 6(1), 79-92.
- Song, R., June, K.-J., Ro, Y.-J., & Kim, C.-G. (2001).** Effects of motivation-enhancing program on health behaviors, cardiovascular risk factors, and functional status for institutionalized elderly women. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 31(5), 858-870.
- Spoor, C. W., & van Leeuwen, J. L. (1992).** Knee muscle moment arms from MRI and from tendon travel. *Journal of Biomechanics*, 25(2), 201-206.
- Statistics Korea. (2012).** Old-aged statistics in 2012. Retrieved from <http://www.kostat.go.kr>
- Statistics Korea. (2022).** *Population status and outlook for the world and Korea, reflecting future population projections for 2021*. KOSIS. Retrieved from <http://kosis.kr>
- Villareal, D. T., Aguirre, L., Gurney, A. B., Waters, D. L., Sinacore, D. R., Colombo, E., ... & Qualls, C. (2017).** Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *The New England Journal of Medicine*, 376(20), 1943-1955.
- Weigl, M., Angst, F., Stucki, G., Lehmann, S., & Aeschlimann, A. (2004).** Inpatient rehabilitation for hip or knee osteoarthritis: 2 year follow up study. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 63(4), 360-368.
- Wood, L., Ferrell, W. R., & Baxendale, R. H. (1988).** Pressures in normal and acutely distended human knee joints and effects on quadriceps maximal voluntary contractions. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 73(3), 305-314.

## 가속화 재활운동이 퇴행성 슬관절염 여성노인의 체력, 하지 등척성 근력, 혈액변인에 미치는 효과

이주리<sup>1</sup>, 송홍선<sup>2</sup>, 서태범<sup>3</sup>, 이종백<sup>4</sup>

<sup>1</sup>한국스포츠정책과학원 밀착지원팀 분석연구원

<sup>2</sup>한국스포츠정책과학 수석연구위원(현 안동대학교 체육학과 교수)

<sup>3</sup>제주대학교 체육학과 교수

<sup>4</sup>강원스포츠과학센터 선임연구원(현 경남스포츠과학센터 센터장)

[목적] 본 연구는 퇴행성 슬관절염 진단을 받은 노인 여성을 대상으로 가속화 재활운동이 체력, 하지 등척성 근력, 혈액변인에 미치는 효과는 살펴보는 데 있었다.

[방법] G광역시에 거주하는 퇴행성 슬관절염 진단을 받은 29명의 노인 여성 참가자 중 이탈자를 제외한 총 19명이 실험에 참가하였다. 이들을 대상으로 12주 간, 주 2회, 회당 60분의 운동을 실시하였으며, 실험 전과 후 노인체력평가(SFT), 하지 등척성 근력 및 혈액변인을 측정하였다. 본 연구의 데이터 분석은 SPSS 25.0을 사용하였으며, 운동 전과 후의 효과를 확인하기 위해 paired sample t-tests를 실시하였다.

[결과] 연구 결과 운동 전·후 체질량 지수(BMI)에서 유의한 차이가 나타났으며( $p < .05$ ), 노인체력검사(SFT) 또한 모든 항목에서 유의한 차이가 나타났다( $p < .01$ ). 하지 등척성 근력은 20° 우측 굴곡근의 측정값(Nm)과 체중대비값(%BW)에서 유의한 차이가 나타났으며( $p < .01$ ), 혈액 변인의 경우 운동 전·후 크레아틴과 ESR에서 유의한 차이가 나타났다( $p < .01$ ).

[결론] 본 연구의 결과는 주기적인 신체 활동과 가속화 재활운동 프로그램이 퇴행성 슬관절염 진단을 받은 노인 여성의 근력과 심폐지구력, 운동 기능 그리고 혈액 구성에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 것을 시사하고 있다. 주기적인 운동 프로그램을 포함해 향후 연구를 진행한다면 지속적인 운동 참여에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

### 주요어

슬관절염, 재활, 노인체력검사, 등척성근력, 혈액성분, 노인 여성