



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

체육학 박사학위 논문

12주간 신경조절운동과 저항운동이
근감소증 고령 여성의 근감소증 진단 요소 및
염증반응 지표와 균형 능력에 미치는 영향

The Effects of 12 Weeks Neuromodulation
Exercise and Resistance Exercise on Sarcopenia
Diagnostic Factors, Inflammatory Index and
Balance Ability in Elderly Women with Sarcopenia

울산대학교 일반대학원

체육학과

홍성진

12주간 신경조절운동과 저항운동이
근감소증 고령 여성의 근감소증 진단 요소 및
염증반응 지표와 균형 능력에 미치는 영향

지도교수 이 한 준

이 논문을 체육학박사 학위논문으로 제출함

2021년 11월

울산대학교 일반대학원

체 육 학 과

홍 성 진

홍성진의 체육학박사 학위 논문을 인준함

심사위원장 林 圭 瓚 

심사위원 金 基 正 

심사위원 辛 紹 熙 

심사위원 徐 東 一 

심사위원 李 翰 俊 

울산대학교 일반대학원

2021년 11월

감사의 글

“항상 간절히 바라고 생각하면 다 된다”라는 말을 시작으로 박사 과정이라는 기나긴 여정을 문을 두드리게 되었습니다. 지난날들을 돌아보면 바쁘단 핑계로 미루고 또 자신감이 없어서 포기과 제 시도를 반복한 시간이었습니다.

2018, 2019년은 개인적으로 너무나 힘든 시간을 보내면서 모든 것을 내려놓고 몇 번이나 포기하기도 하고 힘든 삶을 핑계 삼아서 새롭게 시작하려니 무엇을 어디서부터 어떻게 시작해야할지 막막해서 자포자기 하기도 했습니다. 그럴 때 마다 항상 옆에서 등을 쓸어내리고 어깨를 주무르며 격려해준 아내 임남미와 사랑하는 나의 딸 희주 그리고 어머니 강차연 여사의 배려에 힘입어 이 과정을 잘 마무리할 수 있었습니다.

어느덧 긴 시간이 흘러 박사학위 논문을 발표하게 되었습니다. 이렇게 미흡하지만 박사학위과정을 마치는 시간 동안 도움을 주신 분들께 진심으로 머리 숙여 감사의 인사를 올립니다.

먼저 멋모르는 저를 학문의 길로 이끌어주시고 손을 내밀어주신 유용상 교수님, 제게 공부할 수 있는 기회를 만들어 주셔서 정말 감사합니다.

항상 공부뿐만 아니라 모든 일을 내 일 같이 고민해 주시고 허심탄회하게 대화로써 이해해 주시고 또한 박사로서 역량, 품성, 그리고 옳고 그름을 판단할 수 있는 가치관 세워주시고 오늘의 단단한 반석에 올려주신 저의 영원한 멘토님 이한준 교수님께 다시 한번 가슴 깊이 감사드립니다.

늘 무뎛뎛 하시지만 지적사항은 만큼은 날카로운 칼끝처럼 찢러 주시는 심사위원장님이신 임규찬 교수님 올해를 마지막으로 영예로운 정년퇴직을 다시 한번 진심으로 축하드립니다. 항상 따뜻하게 조언해주시고 끝까지 아낌없이 응원해 주신 최성훈 교수님을 비롯하여 김기정 교수님, 우민정 교수님, 신소희 교수님, 그리고 항상 척하면 척하고 통하는 김종호 교수님께도 정말 감사드립니다. 바쁘신 와중에도 저의 논문 심사를 쾌히 수락해주시고 논문 완성을 위해 지도해주시고 이끌어주신 서동일 교수님께도 깊이 감사 인사 올립니다. 항상 교수님들을 가르침에 누가 되지 않도록 노력하는 연구자로서 당당하게 출발해 나가겠습니다.

그리고 논문의 첫 장을 쓰면서 끝까지 함께 고민해 주시고 아낌없이 지혜를 나누어 주시고 챙겨주신 전찬복 박사님 제게는 얼마나 큰 버팀목 되었는지 모릅니다. 코로나 19로 인하여 몇 번의 연구 중단과 실험을 진행할 수 없는 힘들고 어려운 연구과정 가운데에도 슬기롭게 마칠 수 있게 예 큰 도움을 주셔서 정말 고맙고 감사드립니다.

그리고 정말 어려운 과정 속에도 아낌없이 지원해주신 울주군 남부노인 복지회관 김보리님과 기관 관계자님들에게도 감사드립니다.

마지막으로 같은 시기에 논문을 쓰면서 함께 어려움을 나누고 좋은 정보를 같이 공유해 주신 생리학전공 이지희 석사 선생님께도 감사드리며 선생님 앞날의 건승을 기원 드립니다. 감사합니다.

2021년 11월
논문을 마무리하며
홍성진 올림

국 문 초 록

12주간 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성의 근감소증 진단 요소 및 염증반응 지표와 균형 능력에 미치는 영향

홍 성 진

울산대학교 일반대학원

체 육 학 과

12주간 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성의 근감소증 진단 요소 및 염증반응 지표와 균형 능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 65세 이상의 근감소증 고령 여성을 대상으로 하여 12주간 페달로(Pedalo[®])를 이용한 신경조절운동과 탄성밴드를 이용한 저항운동을 규칙적으로 적용하여 근감소증 진단 요소(보행 속도, 악력, 사지 근육량)와 염증반응 지표(IL-6, TNF- α , hs-CRP), 균형 능력은 정적 균형(양발 전족부 비율, 양발 후족부 비율, 양발 족부 압력, 양발 전족부 압력, 양발 후족부 압력, 양발 총 접촉 면적), 동적 균형(외주 면적, 단형 면적, 실효값 면적, 흔들림 총 길이, 흔들림 속도, 흔들림 면적, 타원 면적)에 미치는 효과를 검증하고, 근감소증 노인의 운동 방법에 있어 신경조절운동과 저항운동 중 더 효과적으로 선행되어야 할 운동 방법을 알아보는 것을 주요 목적으로 하였다.

본 연구에서는 근감소증 여성 노인을 대상으로 탄성밴드를 이용한 저항운동과 페달로(Pedalo[®])를 이용한 신경조절운동 두 가지 처치 방법을 12주간 주 3회, 1회 80분 실시하였으며 변인은 사전과 사후 12주 후 측정하였다. 본 연구를 통해 수집된 모든 자료는 SPSS PC+ for windows (version 23.0) 통계프로그램을 이용하여 분석하였으며, 각 변인들에 대한 기술통계량은 평균과 표준편차를 산출하였다. 운동 그룹 간 차이를 알아보기 위하여 사전값을 공변인으로 한 공분산 분석을 실시하였으며, 유의 확률(α)은 .05로 설정하였다. 결과는 다음과 같다. 첫째, 근감소증 진단 요소에서는 악력과 보행 속도에서 신경조절운동 그룹이 유의하게 높았다($p < .01$). 둘째, 염증반응 지표에서는 IL-6에서 신경조절운동 그룹이 유의하게 높았다($p < .05$). 셋째, 정적 균형에서는 오른쪽 전족부 비율과 압력 및 접촉 면적에서 저항운동 그룹이 유의하게 높았다($p < .05$). 넷째, 동적 균형에서는 집단 간 차이가 나타나지 않았다. 이를 토대로 결론을 지으면, 이 연구에서는 고령의 근감소증 노인들을 대상으로 신경조절운동과 저항운동을 각각 실시하였을 때 저항운동 그룹에 비해 신경조절운동 그룹에서 더 다양한 변인에 향상 효과를 보였다. 이를 미루어 보았을 때 신경조절운동과 저항운동을 적절히 병행하는 복합적인 운동 프로그램을 규칙적으로 시행한다면, 근감소증 예방과 건강에 있어 다양한 변인에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판

단된다.

주요어: 신경조절운동, 저항운동, 근감소증, 근감소증 진단 요소, 염증반응 인자, 정적 균형 능력, 동적 균형 능력

목 차

I. 서론

| | |
|------------------|---|
| 1. 연구의 필요성 | 1 |
| 2. 연구의 목적 | 5 |
| 3. 연구 문제 | 5 |
| 4. 연구의 제한점 | 5 |
| 5. 용어의 정의 | 6 |

II. 이론적 배경

| | |
|-------------------------|----|
| 1. 노인의 개념과 신체적 특성 | 8 |
| 2. 노인의 근기능 | 9 |
| 3. 염증반응 지표 | 10 |
| 4. 근감소증의 개요 | 13 |
| 5. 근감소증 진단 요소 | 16 |
| 6. 근 신경조절운동 | 19 |
| 7. 신경조절운동 | 20 |
| 8. 저항운동 | 21 |

III. 연구 방법

| | |
|----------------------------|----|
| 1. 연구 대상 | 24 |
| 2. 연구 설계 및 절차 | 25 |
| 3. 측정기기 | 27 |
| 4. 측정 항목 및 측정 방법 | 27 |
| 5. 신경 조절 및 저항운동 프로그램 | 33 |
| 6. 자료 분석 | 40 |

IV. 연구 결과

| | |
|---------------------|----|
| 1. 근감소증 진단 요소 | 41 |
| 2. 염증반응 지표 | 43 |
| 3. 정적 균형 능력 | 46 |
| 4. 동적 균형 능력 | 58 |

V. 논의

| | |
|-------------------------|----|
| 1. 근감소증 진단 요소의 변화 | 64 |
| 2. 염증반응 지표의 변화 | 66 |
| 3. 정적 균형 능력의 변화 | 70 |
| 4. 동적 균형 능력의 변화 | 72 |

| | |
|-------------------|----|
| VI. 결론 및 제언 | 75 |
|-------------------|----|

| | |
|---------------|----|
| 참 고 문 헌 | 77 |
|---------------|----|

| | |
|----------------|-----|
| Abstract | 102 |
|----------------|-----|

| | |
|-----------|-----|
| 부 록 | 104 |
|-----------|-----|

표 목 차

| | |
|--|----|
| <표 1> 근감소증 진단 기준(AWGS) | 15 |
| <표 2> 연구 대상자의 근감소 진단기준 | 24 |
| <표 3> 연구 대상자의 신체적 특성 | 25 |
| <표 4> 연구 대상자의 근감소증 선정 기준 | 25 |
| <표 5> 측정 항목 | 27 |
| <표 6> 보행속도 및 균형 검사 기준표 | 30 |
| <표 7> 페달로 Pedaloexercise equipment | 35 |
| <표 8> 페달로 운동 프로그램 | 36 |
| <표 9> 탄성 밴드의 종류 및 강도 | 37 |
| <표 10> 탄성밴드 운동 프로그램 | 38 |
| <표 11> 그룹 간 사지 근육량의 변화 | 40 |
| <표 12> 그룹 간 악력의 변화 | 41 |
| <표 13> 그룹 간 보행 속도의 변화 | 42 |
| <표 14> 그룹 간 IL-6의 변화 | 43 |
| <표 15> 그룹 간 TNF-a의 변화 | 44 |
| <표 16> 그룹 간 <i>hs</i> -CRP의 변화 | 45 |
| <표 17> 그룹 간 균형평가 반일렬자세의 변화 | 46 |
| <표 18> 그룹 간 균형평가 일렬자세의 변화 | 47 |
| <표 19> 그룹 간 왼발 전족부 비율의 변화 | 48 |
| <표 20> 그룹 간 오른발 전족부 비율의 변화 | 48 |
| <표 21> 그룹 간 왼발 후족부 비율의 변화 | 49 |
| <표 22> 그룹 간 오른발 후족부 비율의 변화 | 50 |
| <표 23> 그룹 간 왼발 족부 압력의 변화 | 51 |
| <표 24> 그룹 간 오른발 족부 압력의 변화 | 51 |
| <표 25> 그룹 간 왼발 전족부 압력의 변화 | 52 |
| <표 26> 그룹 간 오른발 전족부 압력의 변화 | 53 |
| <표 27> 그룹 간 왼발 후족부 압력의 변화 | 54 |
| <표 28> 그룹 간 오른발 후족부 압력의 변화 | 54 |
| <표 29> 그룹 간 왼발 총 접촉 면적의 변화 | 55 |
| <표 30> 그룹 간 오른발 총 접촉 면적의 변화 | 56 |
| <표 31> 그룹 간 외주 면적의 변화 | 57 |
| <표 32> 그룹 간 단형 면적의 변화 | 58 |
| <표 33> 그룹 간 실효값 면적의 변화 | 58 |
| <표 34> 그룹 간 흔들림 총 길이의 변화 | 59 |

| | |
|------------------------------|----|
| <표 35> 그룹 간 흔들림 속도의 변화 | 60 |
| <표 36> 그룹 간 흔들림 면적의 변화 | 61 |
| <표 37> 그룹 간 타원 면적의 변화 | 61 |

그림 목차

| | |
|--------------------------------------|----|
| [그림 1] 서비스 대상자 체력 및 위험 요인 분석 | 18 |
| [그림 2] 연구 설계 및 절차 | 25 |
| [그림 3] 악력 측정 | 28 |
| [그림 4] SPPB 측정 | 29 |
| [그림 5] 정적 균형 능력 검사 결과표 | 31 |
| [그림 6] 균형 능력 측정 도구 | 32 |
| [그림 7] 동적 균형 능력 검사 결과지 | 32 |
| [그림 8] 스테빌라이저 | 34 |
| [그림 9] 복합운동(베스트매드) | 34 |
| [그림 10] 레하바 | 34 |
| [그림 11] 밸런스 박스 | 34 |
| [그림 12] 그룹 간 악력의 조정 평균 | 41 |
| [그림 13] 그룹 간 보행 속도의 조정 평균 | 42 |
| [그림 14] 그룹 간 IL-6의 조정 평균 | 43 |
| [그림 15] 그룹 간 균형평가 반일렬자세의 조정 평균 | 46 |
| [그림 16] 그룹 간 균형평가 일렬자세의 조정 평균 | 47 |
| [그림 17] 그룹 간 오른발 전족부 비율의 조정 평균 | 49 |
| [그림 18] 그룹 간 오른발 전족부 압력의 조정 평균 | 53 |
| [그림 19] 그룹 간 왼발 총 접촉 면적의 조정 평균 | 56 |

I. 서론

본 연구 서론은 연구의 필요성 및 목적, 연구 문제, 연구의 제한점 및 용어의 정의로 구성되어 있다.

1. 연구의 필요성

2020년 현재 우리나라는 65세 이상 고령 인구가 전체 인구의 15.7%로 급격하게 증가하였고, 2025년 20.3%, 2060년에는 43.9%에 이르러 초고령 사회로 진입할 것이며, 그에 따른 기대수명도 2019년 85.7세, 2030년에는 87.7세로 늘어날 것으로 예상된다(통계청, 2019). 이러한 고령화로 만성질환 유병률이 증가하고 있는 가운데, 노인 진료비는 35조 7,925억 원으로 2019년 전체진료비 86조 11억원의 41.6%를 기록했다. 이는 2016년 24조3000억원에 비해 11조 4,926억 원으로 약 2.16배 증가했음을 알 수 있다. 또한, 노인 1인당 연평균 의료비도 2019년 기준 436만원으로(통계로 보는 사회보장, 2019) 고령화에 따른 의료비 급증은 건강보험재정뿐만 아니라 개인의 비용 부담도 가중시킬 것으로 판단된다. 이렇게 초고령화 사회가 급속하게 진행됨에 따라 65세 이상 노인의 건강관리는 국가적 차원과 사회적 측면에서도 매우 중요한 문제로 대두되고 있으며, 그 해결 방안의 하나로 노인을 대상으로 한 운동 중재는 절실하게 필요한 상황이다.

노화는 생물의 신체기능이 시간의 흐름에 따라 서서히 퇴화되어 가는 현상을 의미하며, 일반적으로 외부 스트레스에 대처하는 능력이 감소되고 항상성을 유지하지 못하게 되어 최종적으로 회복력을 잃게 되는 것을 의미하며(Yates, 2002), 또한 세포나 조직기관 등의 유기체 또한 점진적으로 변화한다. 조직과 기능의 결합은 환경의 변화에 적절히 반응하게 되며 시간적 과정에 제약되거나 관련성이 있는 것으로 보고되었다. 노화는 환경의 영향이나 외상과 전염병 같은 외적 인자에 의해서 발생되는 것이 아니라 본질적으로 생체에 내재 되어있는 필연적 과정에 의해서 진행되며 나이를 먹음에 따라 생리적 항상성의 저하와 스트레스에 대한 회복력 저하, 예비력의 상실 등으로 인하여 이환율과 사망 확률이 증가한다. 따라서 신체적 노화가 점진적으로 진행됨에 따라 신체활동의 감소로 골격근과 근력, 근지구력의 감소 현상이 연관되어 나타나며, 내부생리적인 현상의 변화로는 호르몬과 근단백질합성 능력의 감소 현상들을 나타낸다.

노년기의 신체기능과 체력 저하는 근골격계 기능의 저하, 관절 기능의 저하, 평형 감각 등의 소실로 발생하는데, 이는 근육의 크기와 근육량이 감소하는 인체 구조적인 원인과 근조직의 탄력이 소실되어 유연성의 감소변화가 나타나는 기능적인 면이 퇴행하기 때문이다(김현주와 최종환, 2004; 손남정, 2018). 근력과 근육량은 노인의 삶의 질과 밀접한 상관관계를 보이고 있다. 근육의 감소 또한 30세를 전후해 시작되어 60세 이상에서는 약 30%, 80세 이상에서는 약 50%가 소실되어 뼈와 관절에 무리를 주기 때문에, 거동이 불편한 노인과 기능적 장애를 가지고 있는 노인들을

대상으로 한 운동 중재 방법의 다양한 연구가 필요하다는 주장이 제기되고 있다(서영환과 나승희, 2013).

노화로 인한 노인의 일상생활 장애는 체간(trunk)의 연부조직과 근력의 약화가 그 원인으로 신체활동의 저하를 초래하며, 유연성 감소, 지구력 감소, 통증 유발, 관절 운동 범위의 제한을 주어(Hamaoui & Bouisset, 2004; 정재훈, 2017) 근골격계의 변형과 함께 균형 능력 감소로 이어질 수 있다. 특히 통증으로 인한 불편함을 회피하기 위해 체간(trunk)의 움직임이 최소화함에 따라 요부 근력의 약화가 심화되는 현상을 보이며(Danneels et al., 2000), 하지(lower body) 근력을 비롯한 체간(trunk)의 근력 약화가 나타나면서 신체활동 및 균형성에 더욱 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Hickset al., 2005). 또한 고령화 시대의 노인에게는 영양 불균형과 더불어 신체활동의 감소는 노인성 증후군의 주요 위험인자 중 하나인 근감소증(sarcopenia)으로 이어져 신체적 수행능력을 제한하여 낙상, 골절, 대사질환, 사망 등의 만성질환 위험성을 증가시키는 것으로 보고되고 있다(Fried et al., 2001; 소위영 등, 2009; 송재호, 2011; Janssen, 2011; Chen et al., 2014). 특히 고령 노인일수록 근감소증으로 인한 기능 장애, 독립성 상실, 낙상은 사망률을 높이는 위험 인자(Landi et al., 2012)로 알려지고 있다.

노인의 근육량 감소에 따른 근력 약화는 균형 감각을 저하시켜 낙상 위험 증가로 이어진다고 하였으며(안나영과 김기진, 2012; 강설중, 2014), 낙상(fall)은 갑작스러운 동작 변화로, 비의도적으로 바닥, 또는 낮은 위치로 넘어지거나 눕게 되는 것으로 정의되며 발생하기 전까지는 별다른 증상이 없는 것이 특징이다(Tinetti et al., 1994). 최근 많은 연구들에서도 보행기능 저하, 근력 저하, 골밀도 저하 등 근골격계 요인 또한 낙상과 밀접한 연관성이 있는 것으로 보고되고 있으며(Kikkert et al., 2017; Harvey et al., 2016), 이러한 낙상을 예방하기 위해서는 근육 위축과 안정성을 향상시키는 운동과 함께 고유수용성 감각기능 향상, 바른 자세에 대한 좌우 불균형 개선 및 동적 균형 능력 향상 운동이 강조되고 있다(구봉오 등, 2010). 이렇듯 노인의 근감소로 인한 다양한 위험요소에서 벗어나기 위해서는 Taaffe(2006)를 비롯한 많은 연구자들이 다양한 중재 방법 중 가장 직접적이고 효과적인 요법으로 운동을 소개하였고, 그 외 운동 전문가들도 운동요법을 적극 권장하고 있다(김현태와 김남정, 2012; 소위영 등 2009; 김희재 등 2015). 골밀도 저하에 따른 골다공증 및 근감소증과 같은 근골격계 기능적 문제와의 연관성에 대한 결과는 지속적으로 보고되고 있다(Lihavainen et al., 2010). 박상갑(2011)의 연구에서 보면 노인 대상으로 실시한 운동중재는 염증성 사이토카인(IL-6)에 유의한 감소에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 박재용과 송영주(2020)의 연구에서는 노인여성들의 15주간의 복합운동을 트레이닝 후 혈청 IGF-1의 결과는 유의하게 증가하였고, 정주하 등(2013)의 연구에서는 C-반응 단백질(CRP)의 변화도 유의하게 감소한 것으로 보고하였다. 근감소증 고령여성의 자립 생활 체력에 관한 연구에서도 IL-6는 운동과 밀접한 상관관계를 보였고, 염증인자의 변화에서도 유의한 상관관계를 보인 것으로 보고 하였다(박상갑, 2011; 천성욱, 2018). 이는 운동중재와 염증반응 지표의 변화는 직접적 상관관계가

있음을 예측할 수 있을 것이다.

따라서 가장 대표적인 염증반응 지표로써 근감소증과 밀접한 관련이 있는 염증 사이토카인 중 IL-6는 근력과 체지방량, 골격근량 및 신체기능과 관련이 있다(원상정 등, 2017). 선행연구에 의하면 운동 시에 혈중 IL-6가 골격근에서 생성되어 혈중으로 방출되고, 특히 중강도의 저항운동 시와 근육의 손상이 없는 고강도 운동 후 혈중 IL-6가 다량 생산되었다는 결과를 보고 하였다(Steensberg et al., 2002; 김동우, 2014).

노인의 신체조성 변화 중 염증반응의 지표인 C-반응 단백질(C-Reactive Protein, CRP)은 IL-6에 대한 반응으로 간에서 생성되며, 원천적인 급성기의 반응물질로 염증반응의 표지자이다. CRP는 첫 번째 급성 단백질로 염증 및 조직 손상에 민감하게 반응하는 표지자이며, 흔히 인체가 염증 상태인지를 파악할 때 검사할 수 있는 기본적인 단백질 검사이다. Goldhammer et al., 2005의 운동과 염증반응에 대한 연구를 살펴보면 지속적인 유산소 운동은 심장질환의 위험이 있는 환자의 경우에도 혈중 CRP와 사이토카인 인자를 감소시킨다고 보고하였고, Misra et al.(2016)과 Kim(2016)은 근력의 유지 및 향상을 위해서는 저항운동과 유산소운동을 포함한 복합운동 등 다양한 형태의 운동중제가 매우 효과적이라고 보고하였다. 뿐만 아니라 CRP 및 IL-6의 감소는 골격근 세포의 단백질 분해 및 세포 사멸을 억제 방해하여 노화에 따른 근감소증 현상을 예방하거나 지연 할 수 있음을 보고하였다.

또한 근감소증(sarcopenia)을 해결하기 위한 관리 방법에는 근단백질 합성관련 호르몬 대체요법, 식이조절(단백질과 비타민 D 섭취), 전기적 자극, 운동 등을 제시하였으며, 그중 가장 효과적인 방법은 운동인 것으로 보고하였다(박석원, 2016; 홍상모와 최용환, 2012). 고령 여성을 대상으로 탄성 밴드 저항운동 프로그램을 적용한 연구에서 문은미(2007)는 하지 근지구력, 유연성, 정적, 동적 균형 능력의 유의한 증가를 보고하였고, 하지 근력 저항운동은 근력의 향상과 근섬유 크기의 변화를 가져오는 효과가 있어 노인들의 단계적인 운동 자극으로 근력과 근 기능을 활성화 시키는데 중요한 운동이라고 주장하였다(조상근 등, 2006; 김경룡과 방현석, 2008). 고령 여성의 평형 능력 및 보행 기능에 미치는 영향을 알아보고자 한 신승민 등(2006)에 따르면 대퇴사두근의 근지구력 향상과 협응력의 증가는 보행 속도(gait velocity)에서도 향상 효과를 보였고, 정재순(2011)은 근력이 높을수록 유연성과 정적 평형성, 동적 평형성도 높게 나타나며, 보행 특성도 근력 수준이 높은 운동군에서 분당 걸음 수가 증가되는 것을 알 수 있었다. 규칙적으로 24주간 복합운동을 적용한 결과 사지골격근(appendicular skeletal muscle, ASM)량의 증가(박상갑, 2011)와 복합운동 프로그램을 적용한 선행연구에서 근력의 변화는 뚜렷한 효과를 보이지 않았지만 균형 능력은 모두 유의하게 향상되었으며, 황봉연(2005)의 연구에서도 동적 평형성 및 민첩성과 근력, 근지구력에 유의한 결과를 보고하였다. 김경태와 조지훈(2013)의 연구에서도 낙상과 관련된 체력 중 근력 및 근지구력의 증가를 보고 있는 등 연구 결과를 종합해 보면 탄성 밴드를 이용한 운동 프로그램은 고령자의 균형성, 조정력 및 하지근력과 보행기능 개선에 효과적인 운동 프로그램으로 소개하였다. 그리고 탄성

밴드는 근육운동 전체의 범위에서 최대한 근육을 활성화 시키고, 운동 시 다양한 관절각 동작을 실시하여도 충격 및 부상의 위험도를 최소화 할 수 있어 고령자의 근력강화 운동에 매우 적합한 운동도구인 것으로 임상을 통해 발표되고 있다(Page, Labbe, & Topp, 2000; Skelton & Dinan, 1999). 저항운동과 유산소 운동의 근감소증(sarcopenia) 예방에 긍정적 도움을 줄 수 있음에도 불구하고 노인은 육체적 활동과 사회적 활동의 요구가 제한될 수밖에 없는 환경적 요인을 가지고 있으며 낮은 신체 활동과 함께 급격한 체력의 저하를 보인다고 하였다. 또한 운동 시 유연성 운동은 근육의 긴장 감소와 관절의 가동성을 증가하여 운동 시 부상을 예방시켜주므로 노인 운동 중재에서는 반드시 포함되어야 한다고 제시하였다(김완수 등, 2014).

다른 연구에서는 감각 운동 조절훈련(sensory-motor control training)의 원리에 근거하여 자세 정렬, 근력, 유연성, 관절 안정성, 균형 반응 전략 및 감각 운동 신경계 활성화 운동 전략으로 고유수용기 감각 통합 트레이닝과 근감소증 예방 중재 도구인 페달로(Pedalo®)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. Anrich(2014)는 페달로 진정감각 통합훈련을 진동운동, 회전운동, 안정화 운동이 능률적으로 잘 배합된 운동 프로그램으로 뇌의 신호들을 여러 각 감각기관을 통해 수용하고 인지할 수 있도록 한 훈련이라고 정의하였다. Kim. H. et al.,(2017)은 8주간의 페달로 운동으로 밸런스 기능의 향상과 낙상 위험의 감소 효과를 보고 하였으며, 특히 골격근의 조화로운 협응을 통해 근육의 감각을 전면적으로 단련시키고, 신경 근육 간의 상호작용 기능 증진 효과에 따른 운동 제어 능력이 활성화되면서 평형감각을 발달시킨다고 하였다.

따라서 페달로 운동 시스템은 지각시스템과 동작 시스템의 유기적인 상호작용을 통해 체성감각을 자극하면서 신체 자체에 대한 정보전달 역할을 수행하면서 몸 감각에 매우 중요한 정보를 전달한다(정재훈, 2017). 최근 소개된 페달로 기구는 주로 스포츠 도구나 치료 도구, 놀이 도구로 활용이 되면서 재활병원이나 스포츠 현장, 장애인시설 등에서 많이 사용되고 있다. 노인에게도 치료 및 놀이 도구로 사용하여 단계적이면서 즐겁게 운동을 참여할 수 있는 동기를 만들어준다. 특히, 노인의 밸런스 감각 능력향상과 고유수용 감각기능 향상에 각광 받는 운동 프로그램으로 소개되고 있다.

근감소증이 노인 질환으로 대두됨에 되면서 여러 방법의 운동중재가 소개되고 있으나 많은 선행연구에서는 노인에게 어떤 운동 방법을 어떻게 수행하여야 근감소증(sarcopenia)을 예방하고 치료하는데 있어 효과적인 운영 방법을 충분히 제시하지는 못하고 있는 실정이다. 배지철 등(2010)은 근감소증에 대한 관심도는 임상적 진단 방법이 발달되고 그 임상 결과가 알려지면서 노인의 근 감소와 근감소증에 대한 의·과학의 연구가 더욱 활발하게 진행되어가고 있으나 운동 프로그램의 특성(적용빈도, 적용 기간, 적용 시간)에 따른 효과성에 대한 논란이 제기되기도 하였다.

그럼에도 불구하고 여러 선행연구에서 보면 대부분의 연구는 유산소성운동에 관련되거나 일회성 저항운동에 관한 연구로 저항성 운동과 신경조절운동의 효과를 규명한 연구는 매우 드문 실정이며, 급격한 노인 인구의 증가로 인한 근감소로 발생

되는 노인성 질환을 감안해볼 때 체계적이고 효율적인 관리 시스템이 구축되어야 하며, 근감소증(sarcopenia) 예방을 위한 운동 프로그램 설정과 기준을 마련하는 연구가 필요한 과제로 보여진다.

따라서 본 연구는 페달로(Pedalo®)를 이용한 신경조절운동과 탄성밴드 이용한 저항운동을 통하여 근감소증 고령 여성의 근감소증 진단 요소와 염증반응 지표, 균형 능력에 어떤 영향을 미치는지 알아보고 각 운동 방법에 대한 효과를 검증하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 65세 이상의 근감소증 고령 여성을 대상으로 12주간 규칙적인 신경조절운동과 저항운동을 적용하여 근감소증 진단 요소, 염증반응 지표, 균형 능력에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하고, 근감소증 노인의 효과적인 운동 방법을 알아보기 위함이 주요 목적이다.

3. 연구의 문제

- 첫째, 12주간의 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성 노인의 근감소증 진단 요소에 영향을 주는가?
- 둘째, 12주간의 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성 노인의 염증반응 지표에 영향을 주는가?
- 셋째, 12주간의 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성 노인의 정적 균형 능력에 영향을 주는가?
- 넷째, 12주간의 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성 노인의 동적 균형 능력에 영향을 주는가?

4. 연구의 제한점

- 1) 연구 대상자 그룹별 개인의 식단 및 식이를 제한하지는 못하였다.
- 2) 연구 대상자 그룹별 운동기간 동안의 복용 약물을 제한하지 못하였다.
- 3) 연구 대상자 그룹별 본 운동 프로그램 이외의 다른 일상생활에서의 활동을 제한하지 못하였다.

5. 용어의 정의

1) 신경조절운동(neuromodulation exercise)

본 연구에서 신경조절운동은 페달로(Pedalo[®])를 이용한 운동으로 정의하였다. 신경조절운동은 사람의 손, 발 등 신체 부위의 체계적인 감각신경과 운동신경의 통합을 유도하는 환경을 조성하여 특정의 목적을 이루는 훈련을 의미하며, 감각 및 운동 기능 훈련은 고유수용성 감각을 자극시키고 근 신경의 기능이 통합하여 원하는 동작을 효과적으로 만드는 운동이다.

2) 저항운동(resistance exercise)

본 연구에서 저항운동은 탄성밴드를 이용한 운동으로 정의하였다. 탄성밴드 운동은 밴드가 수축하려는 힘을 저항으로 이용한 운동으로써 본 연구에서는 천연고무 재질 밴드로서 Thera-band(Hygenic Corporation, USA)의 Red 탄성 밴드를 사용한다. 탄성밴드를 이용한 운동 프로그램은 근력 강화 운동으로 상지근, 하지근, 요부 근육 등의 범위에서 근육의 활성화에 기여할 수 있도록 단계적 저항운동으로 구성하였다.

3) 근감소증 진단 요소(sarcopenia diagnostic factor)

본 연구에서 근감소증 진단 요소는 SMI, 악력, 보행 속도로 정의하였다. 악력은 고령노인의 전반적인 근력을 평가하는 지표이자 근감소증을 진단하는 도구로 활용된다. 사지 근육량은 사지의 뼈와 지방을 제외한 값을 근육량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)이라고 정의하고, 신체의 팔다리 골격근량을 키의 제곱으로 나눈 값(kg/m^2)을 기준으로 한다. 보행 속도는 4m 거리를 보행하였을 때, 5.27초 이상일 경우를 근감소증 진단기준으로 한다.

4) 염증반응 지표(Inflammatory Index)

본 연구에서 염증반응 지표는 인터루킨-6(IL-6), 종양괴사인자(TNF- α), C-반응성 단백질(hs-CRP)로 정의하였다.

(1) 염증성 사이토카인 인터루킨-6(Interleukin-6, IL-6)

우리 몸의 면역과 염증반응을 조절하는 사이토카인이며, 단백질 분해를 촉진하는 반면 단백질 합성을 감소시켜 근육량의 저하시킨다. 근감소증에 의한 골격근육량 감소는 지방세포에서 생성, 분비되는 IL-6, CRP의 높은 증가가 근육의 기능적 저하와 직접적 관련됨을 보고하고 있다.

(2) 종양괴사인자(TNF- α)

TNF- α 는 지단백 리파제 억제와 지방분해 및 인슐린의 저항성을 증가시키는 아

디포카인으로 알려져 있다(Lee et al., 2010). 강현식과 안의수(2011)의 연구에서 TNF- α 의 증가는 인슐린저항성 악화를 유발하는 요인으로 알려져 있으며 비만, 당뇨병 등의 지표이기도 하다. TNF- α 는 비만과 관련된 사이토카인이며 염증을 일으키는 물질로서 지방과 근육조직에서 분비된다. TNF- α 의 증가는 근력의 감소와 함께 근육량의 감소를 유발하며 혈관성 질환에 영향을 미친다고 보고하였다(Sesso et al., 2007).

(3) C-반응성 단백질(C-reactive protein, *hs*-CRP)

염증반응의 생물학적 지표이다. 특히 고령 노인의 근감소증에 의한 골격근육량 감소는 지방세포에서 생성, 분비되는 IL-6, CRP의 높은 증가가 근육의 기능적 저하와 직접적 관련이 있다(Schaap et al., 2006; Zamboni et al., 2008; 강설중, 2014; 천성욱, 2018).

5) 균형 능력(Balance Ability)

본 연구에서는 (주)알푸스사의 게이트 뷰 AFA-50를 이용하여 정적, 동적 균형 능력 측정 결과 값으로 평가한다. 균형이란 신체를 평형상태로 유지시키며 바른 자세로 그 기저면 위에서 중력중심을 유지하는 능력이며(Cohen et al, 1993), 사람들이 일상생활을 영위해 나가거나 움직임을 수행하는 데 필수적 요소이다. 균형 능력은 다양한 자세변화 등의 움직임에 따른 중력에 대항하여 무게 중심을 지지면 내에 위치하도록 함으로써 신체를 바로 세운 자세로 유지하는 능력이다(Radomski & Latham, 2008).

(1) 정적 균형 능력(static balance ability)

정적 균형은 자신의 기저면 내에 신체가 흔들리지 않고 신체 중심이 위치하도록 자세를 유지하는 능력이다.

(2) 동적 균형 능력(dynamic balance ability)

동적 균형은 신체가 움직이는 동안 기저면 내에 중력 중심을 원하는 자세를 수행하며 유지하고자 할 때의 균형 조절 능력을 말한다(Berger et al, 2008).

II. 이론적 배경

본 연구의 이론적 배경은 노인의 개념과 신체적 특성, 노인의 근기능, 염증반응 지표, 근감소증의 개요, 근감소증 진단 요소, 근 신경조절운동, 신경조절운동, 저항 운동 순으로 기술하였다.

1. 노인의 개념과 신체적 특성

1951년 개최된 제2회 국제노년학회(international association of gerontology)에서는 노인의 개념을 ‘환경변화에 적절히 대응할 수 있는 신체조직에 결손으로, 자신을 통합하려는 능력이 감소되어 가는 시기에 있으며, 인체의 기관 조직기능에 노화현상이 일어난 시기에 있고, 생활에 있어서 적응성이 적극적으로 결손 되어가고 있으며, 조직 및 기능의 소모로 적응 감소 현상이 나타나는 사람’이라 정의하였다.

노년기의 변화는 신체 여러 부분에서 다양하게 일어난다. 특히 노년기의 신체적 장애는 꼭 질병이나 병리가 문제가 아니라 비활동적인 생활 방식으로, 체력이 저하되면서 장애를 유발할 수 있다(김지용과 임길병, 2018). 특히 연령이 증가하면서 나타나는 근력의 약화와 관절 가동 범위의 감소는 균형 조절 능력 저하의 중요한 원인이다(Lim KB et al., 2003).

노인에게서의 노화는 출생과 발육, 발달을 거치면서 신체적, 정신적, 생리적으로 음성적 변화를 나타내는 현상으로 노화의 구체적 현상으로는 신체 구조의 변화와 함께 골격기능, 기초대사율, 근섬유 조성 비율, 근 신경계 기능, 심폐기능, 호흡 기능, 심장기능, 신장기능 및 감각기능도 함께 저하된다(김영숙, 2003; 유태우, 2003).

노인에게서 발생하는 가장 큰 신체적 변화는 근육량과 근력의 감소이다. 남성은 20대에 근육량 정점에 이르지만 이후 해마다 감소하다가 60~65세에 급격히 감소하게 되며, 여성은 남성에 비해 전체 근육량이 적은 대신 폐경 전까지 잘 유지되는 것이 특징이지만 이후 호르몬 감소와 함께 근육량이 현저히 감소하게 된다. 이러한 근육량의 감소는 노인의 질병 발생과 사망률에 영향을 미치며, 또한 근력 감소로 인하여 기초대사량이 감소하기 시작하며 근육이 빠져 팔 다리는 가늘어지지만 복부에는 내장지방이 증가하여 근육이 혈당과 혈압 그리고 콜레스테롤 대사의 완충 역할을 하는 기능의 저하가 발생할 수 있다. 무엇보다 노인에게서 상체와 하체의 근력 결함은 일상생활 활동의 능력 감소와 관련이 있으며, 특히 하체 근력의 감소는 노년기 장애의 중요한 예측 인자이다(Lawrence R. H., & Jette A. M., 1996; Guralnik et al., 2000; 천성욱, 2018). 하체 근력은 계단 오르거나 장거리 보행, 의자에서 일어서기와 같은 활동에 필요하며 상체 근력은 물건 나르기, 가방 들기와 같은 일상생활에 필요하다. 또한 노인들은 유연성의 감소도 동반되는데 유연성이 감소하면 몸을 앞으로 굽히는 동작이나, 물건 들어올리기, 뺨기, 계단 오르기와 같은 일상생활 움직임의 기능 수행에서 자세 불안정을 일으킬 수 있다. 노인의 근육량과 근력의 감소는 유전, 질병, 영양과 같은 다양한 요인들에 의해 영향을 받지만, 노인

의 근력 감소와 관련된 가장 큰 변수는 신체활동의 부족이 원인이므로 근력과 근지구력, 심폐지구력, 유연성 등의 체력유지를 위해 중요한 요소가 될 수 있다.

2. 노인의 근기능

체력은 크게 건강 체력과 기술 체력으로 구분하는데 건강 체력은 일상생활에서 적극적으로 활동할 수 있는 신체적 능력으로 근력, 근지구력, 심폐지구력, 유연성 등을 말하고, 기술 체력은 기술을 발휘하는데 필요한 민첩성, 평형성, 순발력 등을 말한다(장경태와 이정숙, 2007). 노인의 규칙적이고 적절한 신체활동은 생활 체력 수준 및 근기능의 저하를 방지하고 운동을 통한 비만, 당뇨, 고지혈증, 고혈압 등(박시중, 2006)의 만성질환 예방뿐만 아니라 인지기능 향상에도 효과가 있다. 12주간 MCI 고령여성을 대상으로 탄성 밴드 운동 프로그램을 실시 한 후 기능 체력이 긍정적으로 개선되었음을 보고한 전찬복(2012)의 연구 결과를 미루어보았을 때 근력이나 지구력 등 신체 능력이 연령이 증가함에 따라 저하되는 경향을 보인다. 이것은 횡적 연구(Smith & Gilligan, 1984)와 종적연구(Astrand, 1973)들에 의해 증명되어지고 있다.

1) 근 기능 정의 및 종류

근 기능은 근육의 한번 수축에 의해 최대한 발휘 할 수 있는 힘을 능력을 말하며 이는 힘을 발휘하는 방법이나 특성에 따라 근력, 근지구력, 순발력으로 세분화될 수 있다. 또한 근수축의 형태의 분류로는 정적 수축인 등척성 수축과 동적 수축인 등속성 등장성수축으로 분류하기도 한다. 근육은 운동수행과 신체 이동 시 각 부분 근육의 기능을 필요로 하며 대부분 근육의 세포 수는 태아기에서 결정되며 점차 성장하면서 근육의 단면적 크기가 증가하고 20- 30대에는 최고조에 이르며 그 이후 세포의 물질이 차지하는 공간이 적어지고(최형규, 2005). 근력, 신경 조직, 근육조직은 노화가 진행되면서 점차 감소하게 된다. 움직임을 관장하는 근육 신경 조직은 노화가 진행됨에 따라 신경 전달 속도가 느려져 운동능력 및 균형감각, 평형 능력을 저하시켜 낙상의 위험도를 증가시킨다(김현수, 2016). 이는 근력 향상 운동이 자세, 균형, 신체기능에 큰 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

근력은 어떠한 저항력을 이겨내기 위해 한 번 수축할 때 낼 수 있는 최대의 힘을 말하며 저항성 트레이닝을 통하여 근 비대를 증가시키며 힘을 발휘하는 능력을 향상시킨다. 근력의 측정 방법은 악력, 배근력, 각근력 등의 검사가 있다.

근지구력은 근육이 주어진 중량에 얼마나 오랫동안 또는 얼마나 여러 번 수축 반복을 할 수 있는 능력을 의미한다. 근지구력 측정 방법으로는 팔굽혀펴기, 윗몸일으키기, 윗몸 말아 올리기 등이 있다. 순발력은 운동 기능을 능력의 평가이며 가장 짧은 시간에 발휘할 수 있는 최대의 힘(구교동, 1999)으로 단위시간에 수행한 작업 능력을 말한다. 힘과 속도에 의해 곱으로 나타낼 수 있다. 테스트 방법은 제자리 멀리뛰기, 공 던지기, 점프, 달리기 등이 있다(조문석 2014). 근수축의 분류는 정적수축인 등척성 수축은 근섬유의 길이가 변하지 않은 상태로 장력 힘이 발생하는 상태를

말한다. 즉 양손으로 벽 밀기, 이를 악물거나 단단한 것을 씹을 때의 등의 수축 형태이다. 동적 수축인 등속성 수축은 관절각이 동일한 속도로 운동하는 수축을 말하며, 등장성 수축은 근육에 가해지는 부하(저항)는 일정한 상태에서 근육의 길이가 짧아지면서 수축하는 운동을 말합니다. 외부의 저항이 일정함을 의미하는 것으로 실제로 근육이 발휘하는 장력은 움직이는 관절각에 따라 변화된다.

2) 근력 및 근지구력

인간이 일생을 살아 움직이는 동안에는 필수적으로 갖추고 유지해야 할 체력 요소 중 하나가 근력이다. 걷거나 물건을 나르거나 들어 올리는 등의 모든 일상생활에서 필수적이며, 직업 활동을 하거나 또는 스포츠 활동, 운동, 취미활동 등 신체 움직임을 유발하는 활동을 하는데 있어서도 중요하며, 특히 나이가 들어가는 고령 여성에게는 독립적 일상생활의 유지를 위해서 더욱 필요하다 하겠다.

고령 노인들은 근력 약화로 인해 일상생활 활동의 제한에 따라 삶의 질에도 영향을 받는다. 특히 근력 및 근지구력은 노년기 안정성 확보를 위한 균형 능력과 보행 능력 향상을 위한 행동 체력 강화에 필수적이다. (이혁중 등, 2010)

또한 남성 노인과 여성 노인 모두 노화와 함께 근력 저하를 경험하지만, 여성은 남성에 비하여 상지근력의 약화가 비교적 적게 나타난다. 노화에 따른 하지 근력의 감소는 운동뿐만 아니라 신체활동을 불가능하게 하고 낙상에 따른 위험요인을 유발할 수 있어 심각한 노인 문제점으로 직결되고 있다. 근력의 유지는 낙상 위기로부터 신체의 균형 유지와 전신을 버틸 수 있도록 하고 또 상지근력은 낙상 시 몸의 균형을 유지하도록 해 낙상으로부터 부상을 최소화할 수 있다. 이런 이유로 고령 여성의 상지근력은 하지근력 못지않게 중요하다 하겠다. 일상생활의 다양한 영역에서의 활동과 관련된 악력(grip strength)은 근력과 손 기능을 좌우할 정도로 노인의 기능적 삶에 절대적인 영향을 주며, 노년기 건강에 매우 중요하다. 악력은 노인의 건강지표로 신체기능과 비례하며 사망률과도 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 최근 우리나라 노인에서 악력 저하와 관련된 요인을 분석한 연구에서 오병택 등(2017)은 악력이 노인의 주관적 건강을 예측하는 주요 변수가 될 수 있음을 알렸는데, 악력 저하군의 평균 나이는 74.4세였고, 그중에서도 여성 노인의 악력 저하 비율이 유의하게 높았으며, 연령이 더 높을수록 악력이 더 저하되었음을 보고하였다.

상지근력 검사법으로는 악력, 아령 들기, 팔굽혀펴기 등이 자주 활용되는 편이며, 하지 근력 검사법은 의자에 앉았다 일어서기, 8회 스텝 테스트, 계단 오르기 등이 사용되고 있으나, 본 연구에서는 상지근력 검사로 악력 검사와 하지 근력 검사법으로 의자 앉았다 일어나기를 측정하여 그 효과를 검증하고자 한다.

3. 염증반응 지표

1) 염증성 사이토카인 인터루킨-6(Interleukin-6 IL-6)

사이토카인(cytokine)이란 우리 몸의 면역과 염증반응의 조절 작용을 한다. 사이토

카인은 세포에서 분비하며 자기 자신이나 다른 세포의 기능에 영향을 주는 물질로써 지방세포에서 분비하므로 이를 아디포카인(adipokine)이라고 한다(Jung, & Park, 2004). 아디포카인은 대사증후군에서 심혈관 질환을 발현시키는 직접적인 원인이 되기도 한다(Kershaw, & Flier, 2004). 혈관 및 혈관내피세포 등의 기능장애 및 만성 염증과 같은 인슐린 저항성을 유발시키며, 에너지 대사의 조절, 혈청 지질과 혈당의 대사, 인슐린의 분비작용, 혈압 조절, 혈관 형성 및 응고 등 심혈관계의 변화에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Vettor et al., 2005), IL-6는 기질 대사증가와 몸 전체의 글루코스의 항상성을 유지시키기 위해(Febbraio et al., 2004), 골격근으로부터의 생산과 분비가 증가하는 것으로 보고하였고(Steensberg et al., 2002), TNF- α , IL-6등을 분비하는 기관은 내분비 기관과 같은 역할을 한다(Hotamisligil, Shargill, & Spiegelman, 1993). Rotter, Nagaev, & Smith(2003). IL-6는 TNF- α 와 유사하게 간과 지방조직에 인슐린 저항성을 유도하는 것으로 보고하였고 또한 급성 반응 물질인 C-reactive protein(CRP)의 증가는 이와 밀접한 관련성을 가진다(Kahn et al., 2006). TNF- α , IL-6가 증가되면, 증가된 염증 유발성 사이토카인 IL-6의 증가는 근육의 이화작용을 유도하여 근육량 감소의 원인으로 작용하여 인슐린 저항성을 증가시킨다(Reid, & Li, 2001; Villareal et al., 2004). 근섬유에서 IL-6는 운동에 의해 생산량이 증가하며, 이는 운동의 강도와 시간에 따라 정적 상관관계를 가지며, 혈장 IL-6 농도의 증가를 유도한다(Steensberg et al., 2002; Rosendal et al., 2004). 골격근에서 IL-6의 발현은 인슐린 신호 유입에 대한 긍정적인 효과를 발휘한다는 것이며(Wojtaszewski et al., 2000; Wojtaszewski et al., 2003; Sakamoto et al., 2004), 또한 운동으로 인한 IL-6의 증가는 체중과 인슐린 저항성을 감소시키는 것으로 보고되고 있다(Hawley, 2004).

2) 종양괴사인자(TNF- α)

TNF- α 는 지단백 리파제 억제와 지방분해 및 인슐린의 저항성을 증가시키는 아디포카인으로 알려져 있다(Lee et al., 2010). TNF- α 는 비만과 관련된 사이토카인이며 염증을 일으키는 물질로서 지방과 근육조직에서 분비된다. TNF- α 의 증가는 근력의 감소와 함께 근육량의 감소를 유발하며 혈관성 질환에 영향을 미친다(Sesso et al., 2007). TNF- α 는 염증반응 지표로 강력한 친염증성 물질일 뿐만 아니라 염증 급성반응의 초기매개물로, 고강도 운동 시행 및 급성 감염 시 주로 상승한다(Libby, 2002). Adiponectin의 수용체는 지방세포 이외에도 골격근과 혈관내피세포에서도 생성된다(Wolf et al., 2006). Adiponectin은 간과 근육에서 발현되는 AMP 의존성 단백질 인산화효소를 활성화하여 인슐린 민감도의 증가시킴과 동시에 간에서의 당신생합성과 관련된 유전자의 발현을 감소시키며, 항당뇨병 효과를 유발하여 혈관부착물질 생성 및 대식세포의 포말 세포 전환을 억제함으로써 항동맥경화 효과를 보인다. 또 핵인자 카파비(Nuclear Factor Kappa-Light-Chain-Enhancer Of Activated B Cells) 활성을 억제함으로써 항염증 반응을 유도하는 것으로 알려져 있으며 Adiponectin의 결핍은 인슐린 저항, 당뇨병, 동맥경화, 심혈관 질환 등을 유발한다

(Matsuda et al., 2002; Kim et al., 2005). Adiponectin 합성에 영향을 미치는 호르몬은 인슐린이며, 고인슐린혈증, 제2형 당뇨병 및 인슐린 저항성 증가는 Adiponectin의 발현을 억제하고(Scherer et al., 1995), 인슐린저항성을 증가시키는 베타 교감신경계 자극제와 당류 코르티코이드 등의 물질들이 Adiponectin의 발현을 억제한다(Fasshauer, 2003; Fruhbeck, 2004; Lee & Pratley, 2007). TNF- α 의 증가는 인슐린 저항성 악화를 유발하는 요인으로 알려져 있으며 비만, 당뇨병 등의 지표이기도 하다(강현식과 안의수, 2011).

운동을 통해 아디포카인의 변화를 비교 분석한 선행연구들에서는 유산소운동의 규칙적인 참여가 신체구성의 변화 및 Adiponectin이 증가에 긍정적인 영향을 미쳤다(Hagobian et al., 2009). 또 일회성 운동은 아디포카인에 영향을 미치지 못하였으며(Koukoulis et al., 2006), 규칙적인 운동 후에 증가한다는 결과를 보고했다(Jurimae et al., 2009). Christiansen et al.(2010)은 15명의 대상자들에게 12주간의 운동 참여를 적용하였을 때, 체지방률, 체중의 감소와 함께 Adiponectin의 증가를 보고하였다.

3) C 반응성 단백질(C-reactive protein CRP)

C-reactive protein(CRP)의 약자이다. 주로 간에서 합성되는 당단백질이다. 급성기의 반응하는 대표적인 단백질이며, 수년 동안 CRP는 급성 염증을 암시하는 매우 민감하나 특이성이 없는 유용한 염증반응 지표로 알려져 있다. CRP는 가장 대표적 염증 표식자로 사용된다. 그 이유는 CRP라는 단백질은 간에서 생산되며 외상, 수술, 감염 등 급성 조직의 손상 조건에서는 4-6시간 이내에 매우 높게 올라간다. 증가할 때에는 정상치의 1000배 이상으로 증가하기 때문에 알기 쉬우며 질환의 활동성 변화를 파악하기 쉽다. CRP 수치는 0.1mg/dl 기준치이며 1mg/dl 정상으로 판단한다. 1-10mg/dl 중등도의 상승으로 보며 10mg/dl 높은 수치로 판단한다.

CRP 검사는 특정 질환에 특이하지는 않지만 임상적으로 염증이나 감염의 마커로 이용된다. CRP는 류마티스 질환에서 가장 많이 이용되는 검사이다. 류마티스 관절염과 같은 염증성 관절염의 여부를 선별하는데 용이한 판단기준이 되며, 질병의 활성도를 측정하는 추적검사로 흔히 사용된다고 보고하였다(서영일, 2004). CRP는 심혈관 질환을 예측하는데 있어 대표적인 염증인자로서 매우 중요한 지표이며(고성경 등, 2011), 건강한 사람이라도 혈중 CRP농도가 높을 경우 심혈관 질환 발병가능성이 높다고 하였다. Wilson, Ryan, & Boyle(2006)과 Martins et al.(2010)의 운동과 CRP에 관련된 연구를 보면 65세 이상의 남·녀 45명을 대상으로 16주간 유산소운동 후 CRP를 분석한 결과 10%가 감소, 저항운동 후에는 11%가 감소 양상을 보였으며, 중년비만여성을 대상으로 12주간, 주 3회, 1시간씩 복합운동을 실시한 후 CRP 농도가 감소하였다고 보고도 하였다(김동희 등, 2010). CRP는 심한 염증 때 수치가 올라가기 때문이다. 혈중 CRP가 올라가면 급성 감염이나 염증을 의미한다. 따라서 수술 후 염증이나 염증 관련 증상에 의해 급성 염증을 의심할 수 있으나 선행연구들에서 CRP 농도의 감소는 장기간의 규칙적인 운동으로 인한 항염증 현상에 의한 CRP 농도의 감소 현상으로 사료 된다.

4. 근감소증의 개요

1) 근감소증(sarcopenia)의 정의

근감소증(sarcopenia)은 근육이라는 뜻의 사코(sarco)와 감소(penia)를 의미하는 합성어로 1988년 Baumgartner 등에 의해 근감소증(sarcopenia)이라는 용어가 처음으로 소개되었으며, 근감소증의 발현 원인은 개인마다 다른 양상을 보이지만 가장 흔한 원인은 노화로, 동반된 호르몬 부족에 의하여 서서히 근육량과 근력이 저하되며 필수 아미노산의 섭취 및 흡수 부족과 운동량 부족, 스트레스 등으로 인하여 근감소증이 나타나는 비율이 매우 높다. 또 다른 원인으로는 당뇨병, 감염증, 암 등 퇴행성 질환 등에 의하여 자주 발생하기도 하며, 근감소증의 발생은 여러 가지 요인들의 상호적 작용으로 일어난다(Morley, 2008; Jones et al., 2009; Cleasby, Jamieson, & Atherton, 2016). 첫째, 노년기에는 성장 호르몬이나 성호르몬 분비가 급격히 감소하여 단백질 합성 저하로 근감소증이 발생하게 된다(jones et al., 2010; Morley, 2017). 두 번째, 노년기에 단백질을 충분히 섭취하지 못해 영양 불균형이 초래되어 근육합성 감소로 근감소증이 발생하게 된다(Cleasby et al., 2013; Calvan et al., 2014). 세 번째 노년기에는 인슐린에 대한 저항성이 생겨 근육생성이 저하되어 근감소증을 유발하는 원인으로 작용한다(Petersen et al., 1994). 네 번째 노년기에는 염증성 사이토카인 수치가 증가되어 염증을 조절하는데 어려움을 겪게 된다(Rea et al., 2018). 특히, 염증성 사이토카인 TNF- α 와 IL-6는 인슐린 저항성을 증가시키고 단백질 분해를 가속화시켜 근감소증을 일으키는 요인으로 보고하였다(Bian et al., 2017). 근감소증의 가장 직접적 원인은 노화로, 신체적 기능 저하로 발현되며 근육 세포가 현저히 줄어들고 그로 인하여 신체 활동력의 저하, 질환, 환경적 요인, 호르몬의 변화 등 다양한 양상의 발병 요인을 보인다. 근감소증은 노인의 자립성을 저하하고, 결국에는 건강관리에 대한 비용이 현저히 증가하게 되는 결과를 초래한다(곽현과 김상범, 2007). 따라서 WHO(2016)는 국제 질병 분류(International classified diseases)에 근감소증(sarcopenia)에 질병코드(코드명: M62.84)를 부여하기에 이르렀고, 근감소증이 근육만의 문제가 아니라 신경계의 활동 감소가 많은 영향을 미치는 중후군으로, 향후 신경학적인 접근을 통한 운동 관련 연구의 필요성이 강조되고 있다.

2) 근감소증 진단기준

근감소증을 진단하기 위해서는 크게 3가지(근육량, 근력, 신체활동 수행 능력)의 측정을 통하여 진단기준을 마련하고 있는데, 구체적으로 근육량은 신체 전기저항 분석법, DEXA, 인체측정법, 근력은 악력(handgrip Strength), 신체활동 수행 능력은 Short Physical Performance Battery(SPPB)를 채택하여 측정(문연실과 한설희, 2017)하였고, 근감소증을 진단하는 할 수 있는 변인으로 악력이 제시되면서, 악력 측정 방법에 대한 중요도가 높아졌고, Sousa-Santos, A. R., & Amaral, T. F.(2017)의 연구에서는 악력 프로토콜 간의 차이를 확인하는 연구를 수행하였다. 악력을 측정한 72

개의 연구에 대한 메타분석을 수행하였으며, 악력 도구 및 측정 자세에 대한 비교 결과를 보고하였다. 악력은 근감소증을 진단하는 기준의 한 부분으로써 활용되고 있음을 확인할 수 있다.

최근 발표된 근감소증 판단기준은 2010년 EWGSOP(european working group on sarcopenia in older people)이 발표한 기준과 2014년 AWGS(asia working group on sarcopenia)가 발표한 진단기준을 사용하고 있다. EWGSOP(European working group on sarcopenia in older people)는 근감소증의 정의, 진단, 알고리즘 및 진단 기준을 제안하였으며, 진행 정도에 따라 전 근감소증, 근감소증, 중 근감소증으로 분류하였다. EWGSOP를 기준으로 아시아인의 기준에 적용하여 제시한 AWGS(asia working group on sarcopenia)는 근육량 감소와 근력(악력: 남성<26kg, 여성<18kg) 및 신체기능 저하(보행 속도 $\leq 0.8\text{m/s}$)로 나타내며, 골격근지수(skeletal muscle index, SMI)의 측정 방법으로는 사지 근육량의 총 합(kg)을 신장(m^2)로 나눈 값($\text{ASM}/\text{height}^2$)으로(Harada et al., 2017), 남성($< 7.0 \text{kg}/\text{m}^2$)은, 여성($< 5.7\text{kg}/\text{m}^2$)의 경우 근감소증으로 정의하고 있다. AWGS(Asia working group on sarcopenia 두 단체 보고에서는 근감소증 진단기준으로는 근육량, 근력, 신체수행능력 이 세 가지 항목을 진단기준으로 제시하였으며, 근감소증을 진단하는데 있어서 근육량과 근력은 포함되어야 한다고 보고하였다(Cruz-Jentoft et al., 2010).

근감소증은 선행연구에서 그 이유는 근육량과 근력 사이에 명확한 선형 관계가 없고 관찰연구에서 근력이 근육량보다 더 정확한 기준으로 보고되고 있다(Cederholm et al., 2011). 또 근력을 측정하는 데 있어 악력이 유용한 지표로 이용되는 이유는 악력이 하지 근력과 높은 상관관계를 보여 왔기 때문이다(Jeong JY, et al., 2016). 근감소증은 선행연구에서 그 이유는 근육량과 근력 사이에 명확한 선형 관계가 없고 관찰연구에서 근력이 근육량보다 더 정확한 기준으로 보고되고 있다(Cederholm et al. 2011). 또 근력을 측정하는 데 있어 악력이 유용한 지표로 이용되는 이유는 악력이 하지 근력과 높은 상관관계를 보여 왔기 때문이다(Jeong JY, et al., 2016).

<표 1> 근감소증 진단 기준(AWGS)

| Study Group | Muscle Mass | | Muscle Strength | | Physical Performance |
|---|--|---|--------------------------|--------------------------|---|
| | Male | Female | Male | Female | |
| EWGSOP 2010 | DXA ASM/ht ² ≤ 7.23 kg/m ² | DXA ASM/ht ² ≤ 5.67 kg/m ² | Grip strength < 30 kg | Grip strength < 20 kg | Gait speed ≤ 0.8 m/s |
| IWGS 2011 | DXA ASM/ht ² ≤ 7.23 kg/m ² | DXA ASM/ht ² ≤ 5.67 kg/m ² | | | Gait speed ≤ 1.0 m/s |
| AWGS 2014 | DXA ASM/ht ² ≤ 7.0 kg/m ² | DXA ASM/ht ² ≤ 5.4 kg/m ² | Grip strength < 26 kg | Grip strength < 18 kg | Gait speed ≤ 0.8 m/s |
| FNIHSP 2014 | DXA ASM/BMI ≤ 0.789 | DXA ASM/BMI ≤ 0.512 | Grip strength < 26 kg | Grip strength < 16 kg | Gait speed ≤ 0.8 m/s |
| ESPEN special interest group | Muscle mass % ≥ 2 SD below mean in individuals aged 18–39 years in NHANES III cohort | | | | Walking speed ≤ 0.8 m/s in 4 min test or reduced performance in any functional test used for comprehensive geriatric assessment |
| Society of sarcopenia, cachexia and wasting disorders | ASM/ht ² ≥ 2 SD below mean of healthy persons aged between 20 and 30 years of same ethnic group | | | | Gait speed ≤ 1.0 m/s or walking distance < 400 m during 6 min walk |

ASM: appendicular skeletal muscle(사지근육량), BMI: body-mass index(체질량지수),

3) 근감소증 진단 방법

근감소증의 진단 방법과 기준은 Baumgartner R, N, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, Garry PJ, Lindeman RD(1998)가 제시한 근감소증 진단 기준에서 에너지 X선 흡수법 또는 미국국립보건원의 기술 평가 회의(1994)에서 발표한 신체 전기저항법을 사용하여 측정한다(안수정 등, 2011). 사지 근육량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)은 신체의 팔, 다리 골격근의 질량을 키의 제곱으로 나눈 값(kg/m²)이 젊은 그룹에 비해 2.0 표준편차 이하인 경우를 진단 기준 값으로 한다. 보행 속도를 측정할 때에는 특정 거리를 걷게 한 후 시간을 측정하여 계산하게 된다(Petrs et al, 2013). 유럽의 경우는 근감소증 기능 평가 절단 값으로 악력(남성: 27kg, 미만, 여성: 16kg 미만), 5회 일어서 앉기(15초 초과) 등을 제시한다. 아시아는 악력(남성: 28kg, 여성: 18kg 미만)과 5회 일어서 앉기(12초 초과)를 제시하고 있다. 우리나라의 경우 근육량의 측정은 BIA, DXA, 신체 계측을 이용할 것을 권장하고 있다(장학철, 2011). 종합적인 하지성능을 입증하기 위한 지표로는 균형검사(balance test), 보행 속도, 의자 일어서기 검사(chair rise test) 등 3가지 항목으로 구성된 SPPB(short physical performance battery)가 있다. 항목 각각 4점 만점을 기준으로 평가해 0~12점으로 평가되며(GuralnikB et al., 1994; 조비룡, 2005), 합한 점수인 총 점수가 9점 이하일 경우 근감소증으로 진단하고 있다(Henderson et al., 2016; Fielding et al., 2017; Santanasto et al., 2017; Henderaon et al., 2018). 본 연구에서는 하지 보행능력측정은 SPPB 검사와 근력검사는 악력, 근육량 검사는 종아리 둘레를 측정한 값을 진단 기준으로 사용하였다.

5. 근감소증 진단 요소

1) 사지 근육량(Skeletal muscle Mass Index, SMI)

근력은 근육량보다 더 빨리 감소하여 70세 이후에는 10년에 25-35%가 감소하게 되며 여성보다 남성에서 더 빨리 감소한다(원장원, 2020). 근육의 감소는 근력의 감소와 더불어 신체기능 저하로 이어질 수도 있다. 노화로 인한 질환 중 근감소증은 팔다리의 근육량이 감소하고 근력이 저하되며 걷기능력 등 신체활동이 현저히 떨어지는 노인질환이다. 근감소증이 있으면 기능에 장애가 오면서 신체 능력이 감소하고 삶의 질 저하뿐만 아니라 낙상으로 인한 사망률 그리고 높은 의료비용의 지출을 초래하는 것으로 알려져 있다. 미국 국민보건영양조사(NHANES) III의 조사 결과에서도 근감소증의 유병률은 신체장애와 연관성이 있고 60세 이상 성인 남자는 7%, 여자는 10%라고 보고하였다(Janssen, Heymsfield & Ross, 2002). 고령 여성의 사지 골격근의 근육량이 의미 있게 감소한 상태인지를 평가하기 위해서는 참여 대상자의 체격을 보정하여 표시한 지수가 필요하다. 아시아(2019)에서는 사지 근육량(appendicular skeletal muscle mass, ASM)을 신장의 제곱 값으로 나눈 것 또는 DXA로 측정된 값 중 사지의 뼈와 지방을 제외한 값으로 정의 하고 있으며, 사지골격근량을 체질량지수(body mass index, BMI)로 보정한 값이 장애나 기능저하를 예측하는데 더 좋다는 보고들을 함께 발표하고 있다(Baumgartner et al., 2000; Baker, et, al., 2018; Chen, et al., 2019). 김선미(2013)의 연구에서도 한국인을 비롯한 동양인에서는 $ASM/height(\%)$ 로 근감소증을 진단하여 정하는 것이 더욱 적합한 것으로 보고하면서, $ASM/height^2$ 측정된 값이 클수록 근감소증의 유병 확률이 적음을 의미한다고도 하였다. 본 연구에서는 근감소증 진단을 위해 AWGS(2019)의 아시아 사지 근육량의 기준 DXA로 측정 시 남자 <7.0 kg/m², 여자 <5.4 kg/m², BIA로 측정 시 남자 <7.0 kg/m², 여자 <5.7 kg/m² 감소를 적용하고 있으며, 종아리 둘레는 탄력성 있는 줄자를 이용해 종아리의 가장 넓은 부위를 재고, 측정된 종아리 둘레가 남자는 34 cm 미만, 여자는 33 cm 미만이라면 근감소증으로 진단하는 아시아 기준을 적용하였다.

2) 악력(grip strength) 검사

노인에 있어 노년기 독립적인 삶을 위한 다양한 영역에서의 일상 활동과 관련된 근력과 손 기능은 기능적 움직임을 수행하는데 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다. 특히 악력은 손과 손가락의 힘을 의미하며, 일상생활에서 손과 손가락을 활용한 일을 하는데 관여하는 노인의 건강지표로 신체기능과 비례하며 사망률과도 관련이 있다.

고령 여성 노인의 악력을 측정하기 위해 사용된 지표는 악력 지수이다. 악력 지수는 악력계(TANITA NO6103, Tokyo, Japan)를 사용하여 양손의 악력을 각각 2번씩 측정된 값들의 전체 평균값을 이용하고, 손이 불편할 경우 반대쪽 손만 측정된 값을 이용할 것이다. 악력은 아시아 근감소증 연구회(Asian Working Group of Sarcopenia) 기준에 따라 남성의 경우 악력 지수 26kg, 여성의 경우 악력 지수 18kg

을 기준으로 하여 수치가 클수록 악력이 높음을 의미한다.

3) 간편 신체기능 검사(SPPB)

신체기능(Physical Performance) 또는 체력(Physical Fitness)을 평가하는 방법은 여러 가지가 있다. 가장 흔하게 사용되는 것으로 체력을 이루고 있는 각각의 기능을 평가하여 합산하거나 평균하여 구하는 방법이다. 이때 평가되는 항목들로는 지구력, 근력, 유연성, 순발력, 신체구성 등 체력을 구성하는 항목들이다. 최근 미국의 NIA에서 주관한 다기관 연구인 Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly(EPESE) 연구에서 기존의 알려진 노인 신체 기능평가 방법 중 유용하면서 쉽게 측정할 수 있다고 생각되는 객관적인 기능평가 세 가지(보행 속도, 의자에서 일어나기, 균형)를 묶어 놓은 SPPB(Short Physical Performance Battery) 간편 신체기능 검사가 개발되었다. 1987년 이후부터 현재까지 5,000건 이상의 연구에 사용되었고, 그 유용성이 보고되면서 임상 상황에서 많이 활용되고 있는 추세이다(McDermitt et al., 2007; Ostir et al., 2007; 이경순, 2012). 특히 SPPB는 미국 국립노화연구소(national institute of aging)가 채택한 기존에 알려진 고령자 신체기능검사 방법 중 보다 쉽게 측정할 수 있는 하지 기능의 객관적 평가로(신경균, 2005; 조비룡, 2003) 만성 질병, 건강 자가 평가, 사회적 지지의 정도, 병원 사용량 등과는 독립적으로 삶의 질과 장애의 위험성을 예측할 수 있다는 점이 가장 큰 장점이라 할 수 있다. 이 방법은 누구에서나 사용할 수는 있으나, 주로 노인들에서 사용되던 방법으로 일상생활의 기능 또는 장애와 관련이 많거나 예측할 수 있는 기능을 평가한다. 고령 노인은 전반적인 체력의 향상보다는 장애를 예방하기 위한 체력 또는 기능 관리가 더 긴급히 요구되기 때문이다(조비룡, 2005).

현재까지 해오던 것과는 다른 새로운 위험 평가영역이어서 상호보완적이며, 신체 기능평가를 하고 이에 따른 조치를 하였을 경우는 더욱더 건강하게 오래 살 수 있다는 것이다. 이러한 신체 기능평가와 가장 밀접한 관련을 가지고 있는 질병과 사건은 ‘낙상’이다. 실제로 대부분의 신체 기능평가는 그 시도가 낙상 예방 또는 위험성 평가를 위해 연구, 개발된 것이어서 이에 특이성을 가장 많이 가지지만, 최근 낙상뿐만 아니라, 사망, 입원, 장기 요양, 독립성 등과 큰 관련성이 있다는 것이 보고되면서 새로운 위험 평가 또는 진단의 영역으로 확장되고 있는 것이다.

그 외에도 객관적 검사의 장점인 타당도, 재현성, 변화에 대한 민감도, 다른 특성을 가진 대상들의 비교에서 유리하다는 특징들도 장점으로 볼 수 있다.



신체 구성

노인 기초체력 및 신체 기능검사

[그림 1] 서비스 대상자 체력 및 위험 요인 분석

(1) SPPB(short physical performance battery)의 평가기준

SPPB는 고령자 균형과 관련된 신체 기능검사로 노인성 질환으로 가동성 상실을 예측하는 데 사용되고 있으며, 고령자 신체기능 검사방법 중 쉽게 측정할 수 있는 하지 기능을 객관적으로 평가하는 수행검사로 직립 균형 검사, 보행 속도, 의자에서 일어나기 3가지 항목으로 평가를 한다. 평가 기준은 각 과제마다 수행 불능 0점, 수행 차이에 따라 1점에서 4점까지 점수를 부여해 각 과제당 4점씩 모두 성공했을 경우 12점 만점으로 한다. 본 연구에서는 SPPB 12점 만점 중 9점 이하일 경우 근감소증이라 정의하였다.

① 정적 균형 검사(standing balance test)

균형 능력 검사는 일렬 자세(Tandem Stance), 반 일렬 자세(Semi-tandem Stance), 일반 자세(Side-by-side Stance) 순으로 10초 이상 유지할 수 있는냐로 평가하는데, 일반자세와 반 일렬 자세를 10초 이상 유지할 경우는 각각 1점씩, 일렬 자세의 경우는 3초 이상 유지하면 1점, 10초를 유지하면 2점을 부여받고 만점을 4점으로 한다. 3점 이하의 점수를 받으면 균형 감각이 저하되어 있음을 의미한다.

② 보행 속도 검사(gait velocity test)

보행 능력과 보행 속도는 순발력, 인지기능뿐만 아니라 하지근력과 연관이 있으며, 노쇠의 발생을 예측할 수 있다. 경희대학 가정의학과 김선영 교수팀은 국내 노인 657명을 대상으로 한 연구결과에서, 온몸의 근육량은 종아리 둘레에 비례하는 경향이 있고, 종아리는 지방이 적고 보행에 직접적인 영향을 미치는 부위라 근감소증을 진단하는데 적합한 부위라고 하고, 65세 이상이며, 키나 성별과 관련 없이 종아리 둘레가 32cm 미만이라면 근감소증을 의심해봐야 한다는 결론을 내렸다.

독일 베를린에서 열린 유럽 노인병 학회에서의 '근감소증 새로운 진단 기준'에 포함된 내용을 보면 노인의 보행 속도는 근감소증의 심한정도 즉 중증도를 판단하는

기준이 되며, 걷는 속도가 0.8m/초 이하 이거나 400cm를 걷는데 6분 이상 걸리는 등 보행 속도가 느리면 중증 정도의 근감소증으로 판단할 수 있다고 한다. 보행 속도의 기준은 2019년 아시아 지침에서 남녀노인 모두 동일하게 1.0 m/sec 미만인 경우에 보행 속도가 느리다고 평가하고 있는데 이는 2014년의 0.8 m/sec보다 상향 조정된 기준을 적용한 것이다(원장원, 2020).

보행 속도 측정은 검사 결과 값을 총 4점하는데, 4m 보행에 4.8초 이하의 시간이 소요되면 4점, 4.8~6.2초가 소요되면 3점, 6.2 ~8.7초가 소요되면 2점을, 8.7초 이상이 소요되면 1점을 부여받게 된다. 3점 이하의 점수를 받게 되면 0.8m/s 이하에 해당하여 신체 노화가 동반되어 있을 가능성이 큰 것으로 평가한다. 국민 체력 100에서 실시한 한국성인 및 노인 건강 체력 기준 3년 차 결과보고서(박영옥, 2016)를 살펴본 바에 따르면 5m 보행 속도 수준에 따른 노쇠와의 관련성에서 노인 남녀 모두에서 5m 보행 속도 수준이 높을수록 노쇠 유병률이 감소하였고, 노쇠의 유병률의 위험이 남자에서 9.7배, 여자에서 10.6배 높은 것으로 보고하고 있다.

6. 근 신경조절운동

운동·감각의 통합은 환경적 변화 요구에 대한 특정한 수의적인 운동 행동의 실행(Machado et al, 2010)으로 미세하고 복잡한 신경계 조절 처리 과정에서 일어난다.

감각을 통합하는 과정은 주로 대뇌 곁질이 역할을 하고 있는데, 주의력 집중과 기억, 감정, 계획과 같은 인지적인 측면에서 조정되고 사지 근육에 대한 운동 명령도 함께 출력이 된다(Wolpert & Flanagan, 2001).

최근 들어 100세 시대 활기찬 인생을 준비하는 사람들이 개인의 건강관리 측면에서 운동의 필요성을 인식하기 시작하였고, 특히 노년기에는 노화 과정으로 인한 신체활동 부족으로 하지와 상지근력이 저하되고, 순발력과 민첩성, 지구력의 감소로 보행과 이동의 제한 등에서 낙상 사고를 경험하고, 그로 인한 사망과의 관련성을 심각하게 보고하고 있다. 보건복지부가 한국보건사회연구원에 의뢰해 2017년 4~11월 전국 65세 이상 1만299명을 대상으로 실시한 '2017년 노인실태조사' 보고서에서도, 노인의 15.9%는 낙상 경험이 있고, 2016년 1년 동안 낙상 횟수는 평균 2.1회이며, 연령이 높을수록 대체로 만성질환 유병률도 증가하여 65~69세 연령군은 84.3%로 가장 낮고, 80~84세 연령군은 95.5%로 가장 높다. 복합 만성질환 유병률은 65~69세 연령군 64.8%, 70~74세 연령군 71.8%, 75~79세 연령군 79.9%로 80세 미만 연령군 간에서는 큰 차이를 보이고, 75세 이상 고 연령군 간은 서로 유사한 수준으로 보고되고 있다(정경희 등, 2017). 이런 이유로 노년기에 체력을 유지하고 독립적인 일상생활을 수행하기 위해서는 근 신경에 의한 신체기능이 원활하게 작용해야 할 것이며, 신체기능 요소인 균형 능력과 보행 기능은 근육량, 근력과 깊은 관련성이 있기 때문에 노년기 고령 여성을 위한 신체 기능적 저하를 예방하고 기능적 활동을 호전시키기 위해(배하석, 2018) 맞춤형 다양한 운동 중재 방법은 노년층에게 지대한 관심을 확대시키고 있다. 경제성장과 의학의 발달로 평균 수명이 늘어나면서 건강수명이 2030년 여성 91세, 남성 84세로 세계 최고의 수준으로 길어질 것이 예상되

면서(오승렬과 임재영, 2018) 세계에서 가장 장수하는 국가가 될 것으로 전망된다.

본 연구에서는 노인의 체력 및 일상생활 활동(ADL & IADL)에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 요소인 자세, 근력, 균형, 유연성, 지구력 운동 등으로 구성된 근 신경 조절운동 프로그램으로 탄성 밴드 운동과 페달로 운동을 적용하여 운영하고자 한다.

7. 신경조절운동

신경조절운동에는 짐볼이나 미니볼을 이용한 운동과 걷기, 조깅운동, 페달로를 이용한 기구 운동 등이 있으며, 본 연구에서는 신경조절운동을 위해 페달로(Pedalo[®])를 이용한 운동을 실시하였다.

1) 페달로 운동

페달로는 1962년 독일에서 설립된 목제용 운동 기구를 생산하는 회사인 Holz-Hoerz의 브랜드이다. 1987년 대학 및 전문가와의 연구를 통해 소아, 노인 재활을 위한 운동 기구인 PERTARA를 출시하였고, 2009년에는 친화적인 자작나무와 스프링, 베어링을 활용한 다양한 밸런스 놀이 운동 기구를 소개하였다. 페달로는 독일에서 물리치료의 목적으로 고안되어 처음 출시된 후 운동 기능과 인지능력을 촉진시키기 위한 놀이형 기구로 밸런스 운동의 장점과 중요성을 인지하고 그 장점을 극대화 시키면서 발전되어 왔다. 현재는 즐거움과 재미, 재활 등 목적에 따라 다양한 제품이 개발되면서 소아과, 신경과, 노인 병리학에 널리 사용되고 있다. 우리나라에서는 2012년 국제세미나를 통해 프로그램과 기구가 소개되었으며, 주로 스포츠 도구나 치료 도구, 놀이 도구로 재활병원이나 스포츠 현장, 장애인시설 등에서 많이 사용되고 있다. 특히 학교체육에서는 다양하게 응용이 가능하므로 보편적 운동 도구로 활용하고, 학생들의 쉬는 시간에도 신체활동을 유발시키는 재미있는 놀이 기구로 즐겁게 단계적 운동을 즐길 수 있어 인기가 많다. 페달로 운동 시스템은 시각 시스템과 동작 시스템의 유기적인 상호작용을 통해 체성감각을 자극하면서 신체 자체에 대한 정보 전달역할을 수행하면서 몸 감각에 매우 중요한 정보를 전달한다(정재훈, 2017). 몸 감각 통합 작용의 과정은 외부 또는 피부에 대한 자극을 감각수용기가 받아들이면서 감각은 감각뉴런을 통해 중추신경계로 전달되고, 중추신경계는 정보를 해석하고 운동 반응을 결정하거나 적당한 운동 반응이 반사적으로 시작되게 한다. 운동 자극이 중추신경계로부터 운동 뉴런으로 전달되면 운동에서의 자극이 근섬유에 이르면 반응이 일어나게 된다. 페달로(Pedalo[®])를 이용한 운동은 움직임 및 고유수용감각 학습 과정에서 신체의 축에 따라 포괄적인 훈련을 통해 평형감각, 주의력, 중추신경계, 고유 수용 감각 기능 등의 움직임의 기능향상과 근력, 유연성, 지구력, 반응 능력의 촉진(Gunther, 1999)에도 기여도가 높은 매우 효과적인 운동 도구이다.

2) 페달로 운동 프로그램의 특징 및 효과

사람의 몸은 좌·우의 조화가 반드시 필요한 좌우 균형 기계와 같다. 모든 관절이 사람의 몸 중심선을 중심으로 균형 있게 정렬되면서 근육의 배열, 강도 및 기능과 신체의 상/하도 조화를 이루어야 건강한 몸이라 할 수 있다. 근 신경 통합을 위한 페달로 운동 프로그램은 그동안에는 노년기 노인의 재활을 목적으로 많이 활용하였지만, 다양한 연령층을 대상으로 실시한 연구 결과가 요추의 기능안정에 영향을 미치는 횡 방향 복부 근육과 요추 다지 근육 두께, 골반 ROM, 고유수용감각, 균형의 변화와 척추, 사지 근 기능의 안정성 확보 및 자세 조절 능력 유지에 긍정적인 효과가 보고됨에 따라 다양한 연령층에도 그 활용도가 높아지고 있다.

페달로 운동 프로그램을 운영하여 신체 구성과 체력에 미치는 효과 검증을 한 공진희(2016)는 페달로 운동 프로그램이 남성 체력에 비해 비교적 낮은 체력 수준을 가진 여성에게서 신체 구성과 신체 둘레, 건강관련체력이 유의하게 증가하였다고 한다. 정재훈(2017)도 페달로(Pedalo[®])를 이용한 전정감각 통합훈련이 중년여성의 횡복근과 요추 다지근의 두께를 유의하게 증가시켰고, 골반 ROM과 고유수용성, 균형성의 향상은 물론이며 척추 안정성을 회복하는데 유용한 도구(이윤복 등, 2013)라고 추천하였다. 특히 페달로 운동 적용 후 체력요인에서 항목별 증가 경향이 나타났는데, 근력 요인보다는 근지구력 요인에 더 큰 향상이 있어 기능성 운동을 강조하였다(Noe & Paikkard, 2005; Marshall & Murphy, 2005). 최근 들어 신경 근육의 운동 조절, 체간과 척추의 중립적 조절을 통한 요추의 동적 안정화 및 균형 조절 능력 증진 등 특히 코어 운동과 고유 감각 수용성 운동 효과를 지지하는 연구(고대식 등, 2011; Noe & Paikkard, 2005; Marshall & Murphy, 2005; 강형숙과 전정희, 2014; 공진희와 김기진, 2017)들이 증가하고 있다.

8. 저항운동

저항운동의 종류는 웨이트 트레이닝(기구, 맨손), 플라이오메트릭 운동, 스트레칭, 밴드나 튜빙, 짐스틱을 이용한 소도구 저항운동 등이 있으며, 본 연구에서는 저항운동을 실시하기 위하여 탄성밴드를 이용하였다.

1) 탄성밴드 운동(Elastic band training)의 개요

탄성밴드 운동은 노인들에게 안전하고 효과적으로 근력을 증가시킬 수 있고, 운동의 효과를 효율적으로 극대화시킬 수 있는 최상의 운동이라 할 수 있다. 탄성밴드 운동은 특히 저항성 훈련의 한 형태로 주목을 받고 있으며, 여러 가지 응용이 가능하여 노인 맞춤형 운동으로 적합하다(김아영, 2010; 송낙훈, 2008).

탄성 밴드를 이용한 운동에서 부하의 강도는 밴드의 색상, 잡은 위치, 수행 동작 등에 따라 강도를 임의로 자유롭게 조절할 수 있으며, 자신의 근력이나 체력에 맞추어 안전하고 다양하게 운동할 수 있다(박성학 등, 2000).

탄성밴드를 사용 할 경우 운동의 전 범위에서 근육을 최대한 활성화시키고 다양한 각도에서 동작을 실시하여도 운동 시 주어지는 충격이 최소이고(박성학, 2003; Page, 2000), 무엇보다도 부하가 중력의 영향을 거의 받지 않아 개인의 강도를 자유

롭게 노인들의 건강 수준에 맞게 조절할 수 있기 때문에 근력 강화는 물론이며 흥미와 의욕을 유발하여 운동에 대한 부담감을 해소할 수 있어 고령자 운동으로는 매우 적합하다고 한다(양점홍 등, 2005; 박은영, 2005; 최상웅 등, 2005). 또한 탄성밴드를 이용한 전신운동은 여성의 체중, 체지방량, 체지방률에 영향을 주어 체지방량의 감소와 체지방량의 증가로 인해 체중이 감소하였다고 하고, 박정민(2005)과 박상갑 등(2007), 황봉연(2005)의 연구에서도 동적 평형성 및 민첩성과 근력, 근지구력에 유의한 향상 효과가 나타났다고 보고했다.

2) 탄성밴드 운동의 특징과 효과

탄성밴드 운동은 중력의 저항을 받지 않고 당겨지는 길이에 따라 저항을 발생시킴으로 운동의 전 범위에서 저항을 줄 수 있는 장점으로 근력 증진에 적합하다.

밴드의 색상이나 잡는 위치에 따라 자신의 근력이나 체력에 맞추어 강도를 자유롭게 조절할 수 있고, 부피가 작고 무게가 가벼워 휴대와 사용이 용이 하다. 또한 신체의 전 범위의 근육을 최대한 활성화시키고 다양한 각도에서 동작을 실시 할 수 있어 기능적 동작 발달에 효과적이다(Mikesky et al., 1994; Page 2000). 근력 훈련이나 스포츠 외상 장애의 재활치료 등에도 폭넓게 사용(Skelton et al., 1995; 박성학, 2003; 조병모 2005; 유병현, 2007; 안동영, 2007; 윤진환, 2012; 정복자, 2014)되고 있다.

밴드 운동은 관절과 근육의 고유수용성 감각을 자극시켜 관절의 위치와 움직임의 정보를 대뇌에 전달하여 보다 올바른 자세를 유지하도록 도와줄 뿐만 아니라 근력이 향상(Fiatarone et al., 1990; 야마모토 토시하루, 2000; 김현갑, 2003; 김종대 등, 2004; 유승희 등, 2007)된다고 하였으며, 산화적 에너지 대사 능력의 향상을 유도하여 기초대사량을 높이고 이로 인하여 지방이 에너지원으로서 산화되기 쉬워지기 때문에 심혈관계 질환으로 인한 유병률을 감소(Kokkinos et al., 2001; 김디근, 2005; 김덕중, 2008; 김아영, 2010)에도 효과적이다. 뿐만 아니라 고유수용성 감각을 자극시켜 관절의 위치와 움직임의 정보를 대뇌에 전달(정준현, 2004)하여 올바른 자세와 안정성을 유지하도록 도와주는 또 다른 장점이 있다. 이러한 효과 때문에 고령 여성의 건강증진 체력의 증가를 위한 운동 수단으로 권장되고 있다.

고령 여성을 대상으로 탄성 밴드를 이용한 운동 프로그램의 효과를 연구한 선행 연구로는 61세에서 75세 노인 여성을 대상으로 고유수용성 신경근 촉진 운동패턴을 적용한 탄성 밴드 저항운동을 8주간 주 3회 실시한 결과 노인 여성의 일상생활 독립에 필요한 체력요인들을 향상시키는데 효과가 있음을 보고하였고, 하해영(2004)과 나팔(2009)도 65세 이상 노인 여성을 대상으로 8주간의 탄력밴드 운동을 실시한 후 신체 조성 및 근력, 유연성, 평형성이 증가되었다고 하였다. 또 다른 연구로는 12주간의 탄성밴드운동이 노인 여성의 신체 조성은 유의한 변화를 줄 수 없으나 건강관련 체력과 하지 근력은 향상에 대한(전종귀, 2007; 송낙훈, 2008)연구에서도 탄성 밴드를 이용한 규칙적인 탄성저항운동이 척수손상 환자의 심폐기능, 혈 역학적 요인, 혈중지질 및 항산화 효소에 긍정적인 영향을 미쳤음을 보고하였다. 박혁과 김대열

(2017)은 탄성 밴드 저항운동이 고령 여성의 신체 조성, 혈관 탄성도 및 낙상 위험도 지수에 미치는 영향을 연구한 결과 여성 노인들의 탄력밴드 저항운동이 체중과 BMI를 감소시키고 혈관 탄성에 긍정적인 효과와 대사증후군, 심혈관 질환, 낙상사고의 발생률을 낮출 수 있는 매우 효과적인 운동이라 하였다.

탄성 밴드 운동 및 유산소성 운동을 병행한 복합운동 프로그램이 노인 여성의 체력, 혈중지질 그리고 혈관 염증반응 지표에 어떠한 영향을 미치는가를 규명하는 연구(김경태와 조지훈, 2013)에서는 체력 중 근력 및 근지구력의 증가를 유발한 탄성 밴드 운동과 유산소성 운동의 복합형태 운동 적용은 혈중지질의 개선 효과를 도출하였으며, 임창훈과 고유민(2015)의 연구에서도 복합운동 프로그램이 여성 노인의 체력과 항노화 호르몬에 미치는 영향을 검증한 결과 체력 향상과 항노화 호르몬의 긍정적인 영향으로 적극적이고 건강한 노년기를 맞이할 수 있어 삶의 질이 높아질 것이라고 보고하였다. 선행연구와 같이 탄성밴드를 이용한 운동 프로그램은 노인에게 안정적이고 긍정적인 영향은 물론이며 향상된 트레이닝 효과를 줄 수 있을 것으로 판단된다.

Ⅲ. 연구의 방법

본 연구를 수행하기 위한 연구 대상자의 선정, 연구 설계 및 절차, 측정기기, 측정 항목 및 측정 방법 그리고 자료 분석 방법은 다음과 같다.

1. 연구의 대상

본 연구의 대상자 선정 기준은 U시에 거주하며, M 복지관을 이용하는 노인으로서 근감소증 진단 요소에 부합하는 대상자를 선정하기 위해 사전 검사를 통해 SMI와 간편 기능 검사(SPPB), 보행 속도, 악력을 측정하였다.

산출된 근감소증 지표 값을 바탕으로 근 감소 수준이 5.2 수치 이하인 기준으로 최초 선정 인원은 36명을 선정하였으며, 이후 코로나19로 인한 중도 포기자 8명을 제외하여 신경조절운동 그룹 9명, 저항성 운동 그룹 10명, 통제그룹 9명으로 구성하였다. 본 연구는 2014년 AWGS(asia working group on sarcopenia)가 발표한 진단기준을 이용하여 대상자를 선정하였으며, 홍상모와 최응환(2012)의 연구와 김연표(2016)의 연구를 참고하였다.

연구의 대상자를 선정하기 전에 모든 대상자를 소집 후 연구동의 설명회를 통하여 연구 진행절차 및 측정 방법에 대하여 충분히 소개 하였으며 연구에 참여하고자 지원자로부터 IRB에서 승인된 연구동의서를 작성 서명 후 연구에 참여하도록 하였다.

<표 2> 연구 대상자의 근감소 진단기준

| 근감소증 지표 | 진단 기준 |
|-------------------------|---|
| SMI(kg/m ²) | SMM(kg)/height(m ²) ≤5.2kg/m ² |
| 악력(kg) | <18kg |
| 보행 속도(m/s) | ≤0.8m/s |

SMI: Skeletal muscle Mass Index(사지근육량 지수), SMM: Skeletal Muscle Mass(사지근육량)

연구 대상자의 참여 기준은 다음과 같다.

- 첫째. SMI, 악력, 보행 속도가 <표 2>의 기준에 모두 해당하는 자
- 둘째. 대상자 중 청력과 시력에 이상이 없고 동작을 따라 하는데 의사소통이 가능한 자
- 셋째. 신경 외과적 또는 정형 외과적 제한이 없는 자
- 넷째. 연구 참여에 대한 동의를 얻은 자이며, 보호 장구나 다른 사람의 도움 없이 10m 이상 독립보행이 가능한 자

다섯째, 모든 변인에서 그룹 간의 차이는 없었다.

대상자의 신체적 특성은 <표 3>과 같다.

<표 3> 연구 대상자의 신체적 특성

| 변인 | 평균±표준편차 | | |
|--------------------------|------------|------------|------------|
| | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
| 연령 (세) | 74.22±6.32 | 74.90±3.84 | 76.00±3.94 |
| 체중 (kg) | 61.34±6.52 | 54.36±7.25 | 57.49±9.78 |
| BMI (Kg/m ²) | 25.66±3.54 | 23.06±2.33 | 23.03±3.07 |
| 골격근량 (kg) | 18.33±4.48 | 19.64±3.03 | 20.37±2.29 |

<표 4> 연구 대상자의 근감소증 선정 기준

| 진단기준 | 평균±표준편차 | | |
|--------------------------|------------|------------|------------|
| | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
| SMI (kg/m ²) | 5.09±0.40 | 4.85±0.39 | 4.97±0.31 |
| 악력 (kg) | 16.96±1.24 | 16.41±2.43 | 15.16±2.02 |
| 보행 속도 (m/s) | 0.50±0.13 | 0.43±0.10 | 0.42±0.07 |

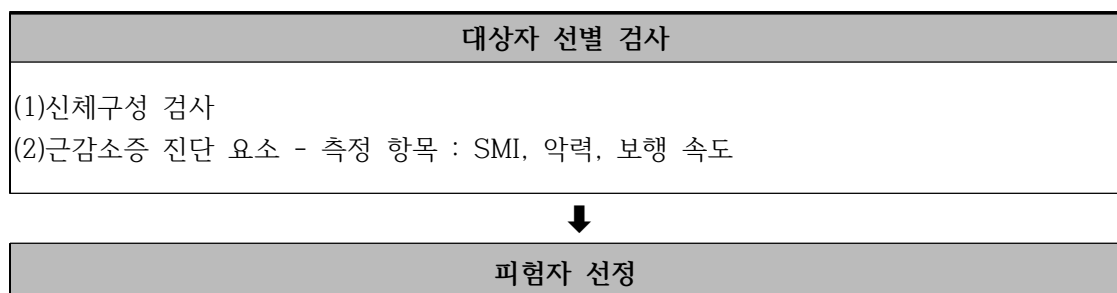
2. 연구 설계 및 절차

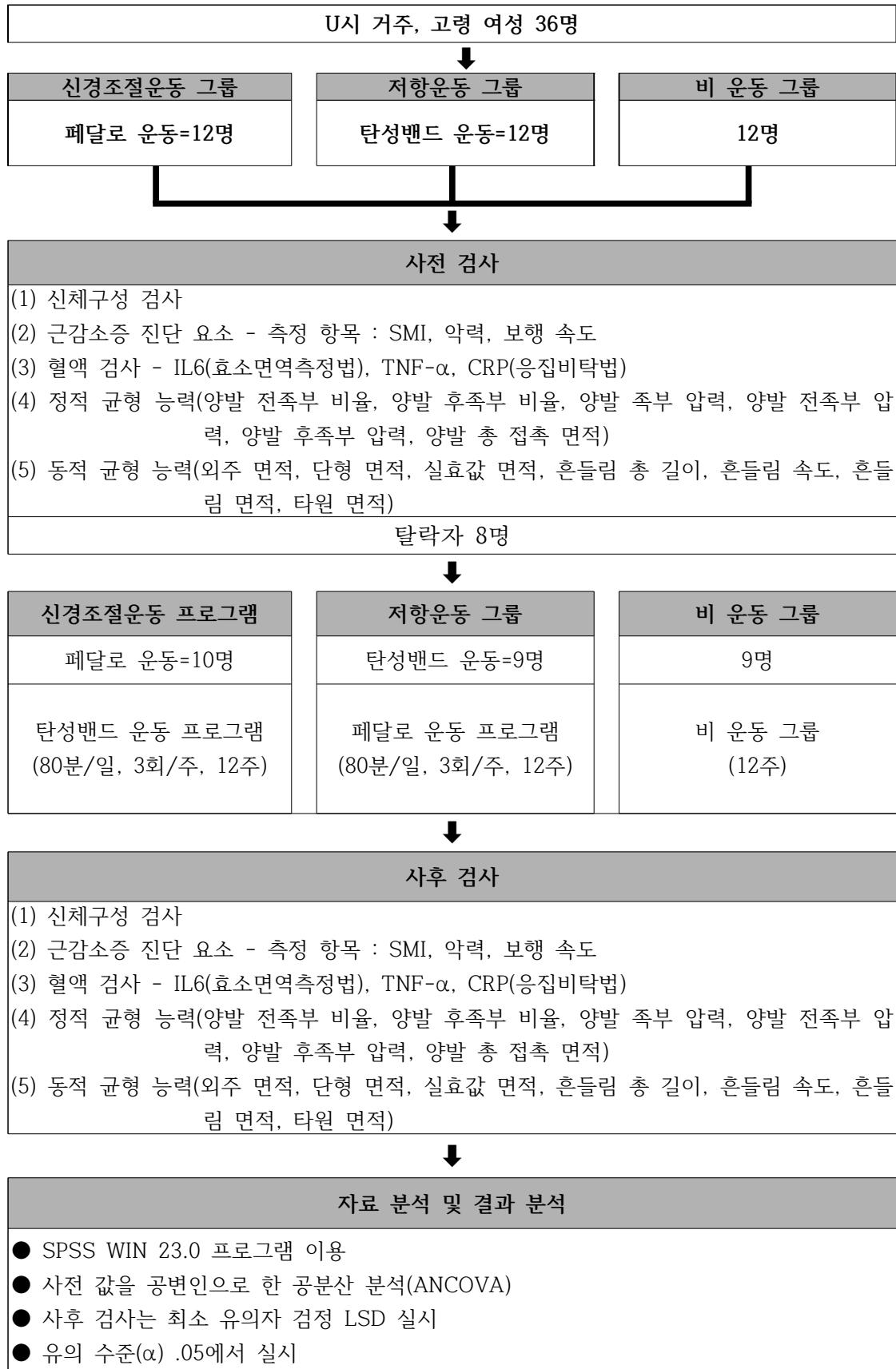
본 연구는 근 신경통합 운동 프로그램을 지역사회 복지관을 이용하는 고령 여성 노인을 대상으로 운영, 근 기능과 근 감소에 미치는 영향을 검증하기 위한 운동군 2그룹과 통제군의 전, 중, 후 시차 설계를 이용한 실험 연구이다.

본 연구의 독립변인은 집단(신경조절운동 그룹, 저항운동 그룹, 통제그룹)이며 종속변인은 근감소증 진단 요소, 염증반응 지표, 정적 균형 능력 및 동적 균형 능력이다.

2.1. 실험 절차

본 연구의 실험 절차는 [그림 2]과 같다.





[그림 2] 연구 설계 및 절차

3. 측정기기

본 연구에서 사용한 측정기기는 다음<표>과 같다.

<표 5> 측정 항목

| 측정 항목 | 측정 변인 | 기구명 | 모델명 | 비고 |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------|---|----|
| 근감소증 진단요소 | 보행 속도, 악력, 사지 근육량 | 악력계, 초시계, 줄자, 체성분 검사 | 덤벨, 초시계 (casio hs-3), 콘(star sports), 악력계(TANITA NO6103, Tokyo, Japan), 줄자 (알파공구, CR-5H90E) InBody MW 470 | |
| 혈액검사 | IL-6 TNF- α hs-CRP | Molecular device DiaSorin Roche | Versa Max Liaison XL c702 | |
| 균형 능력 | 정적 균형 동적 균형 | 게이트 뷰 (주)알푸스 AFA-50 초시계, 줄자 | AFA-50 | |

4. 측정 항목 및 측정 방법

1) 근감소증 진단 요소 측정 방법

근감소증 진단 요소의 측정 방법 및 순서와 유의 사항은 다음과 같다.

(1) SMI 측정 방법 및 순서

사지 근육량 지수(skeletal muscle mass index, SMI)는 Inbody470을 이용하여 측정하였다. SMI 산출을 위하여 체중과 신장을 측정한 후, 맨발로 전극판 위에 올라서서 양쪽 손잡이를 잡고 팔을 벌린 후 체질량 지수를 측정하였다. 측정 결과 중 사지 근육량(skeletal muscle mass, SMM)과 신장을 SMI 공식[SMM(kg)/height(m)²]에 대입하여 결과를 산출하였다.

(2) 악력(Grip strength) 측정 방법 및 순서

악력은 대상자들이 주로 사용하는 우세측(오른쪽)을 악력계(TANITA)를 이용하여 측정하였다.

가. 측정 방법

측정 방법 및 순서는 다음과 같다.

- ① 악력계의 손잡이를 손가락 둘째 마디로 잡는다. 손잡이가 맞지 않을 때는 알맞게 조절나사로 조정한다.
- ② 팔을 곧게 펴고 몸통과 팔을 15°로 유지하면서 힘껏 잡아당긴다.
- ③ 좌우 교대로 2회씩 실시하며 각각 최고치를 0.1kg 단위로 측정한 뒤 높은 수치를 기록한다.

나. 유의 사항

악력 측정 시 악력계가 몸에 닿지 않도록 해야 하며, 측정 시 헨들은 반드시 네 번째 손가락 중간에 있어야 한다.



[그림 3] 악력 측정

(3) 보행 속도 검사 방법

본 연구에서 보행 속도 측정은 노인 체력검사 평가를 위한 간편 신체 기능검사(SPPB)를 사용하여 측정하였다.

보행속도는 순발력, 인지기능 뿐만아니라 하지근력과 밀접한 연관이 있으며 노화에 따른 하지기능의 정도를 예측할 수 있다.

가. 측정 방법

측정 방법 및 순서는 다음과 같다.

- ① 보행속도 검사는 시작과 끝점의 거리는 4m로 거리 측정 후 표시한다,
- ② 시작점에서 준비 후 시작과 동시에 출발하여 4m까지 보행한 시간을 측정한다.
- ③ 측정의 판단기준은 4m까지 보행한 시간이 4.8초 이하의 시간이 소요되면 4점을, 4.8~6.2초가 소요되면 3점, 6.2~8.7초가 소요되면 2점을, 8.7초 이상이 소요되면

1점을 받게 되며. 본 연구에서는 3점 이하의 점수를 받게 되면 0.8% 이하에 해당되며, 신체 노화의 진행되어있을 가능성을 판단할 수 있다.

나. 유의 사항

본 연구에서 대상자는 고령 노인임을 감안하여 낙상이 발생할 수 있으므로 대상자를 보조할 수 있는 연구보조자가 필요하다.

(4) 정적 균형 능력 검사 방법

본 연구에서 정적 균형 능력 검사로는 일반자세, 반일렬자세, 일렬자세를 실시하였다. 정적 균형 능력 검사는 SPPB 검사방법을 사용하였다.

가. 측정 방법

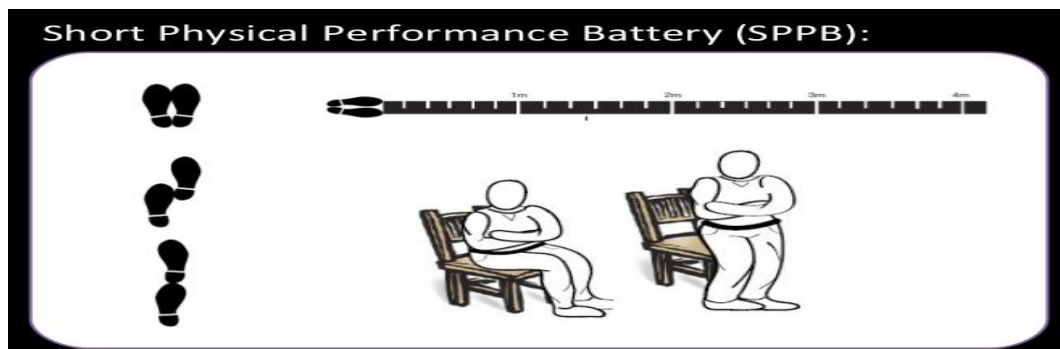
측정 방법 및 순서는 다음과 같다.

- ① 일반자세는 양발을 11자로 붙이고 선 자세로, 측정의 판단기준은 10초간 균형을 잃지 않고 자세를 유지하는가이며, 이를 완수할 시 1점을 부여한다.
- ② 반일렬자세는 양발을 붙인 채로 한발은 발끝을 반대발 아치에 위치하도록 내밀고 선 자세로, 측정의 판단기준은 일반자세와 같다.
- ③ 일렬자세는 한발의 끝을 반대발 뒤꿈치에 붙이고 선 자세로, 측정의 판단기준은 일반자세와 동일하다. 일렬자세의 경우 10초간 유지할 경우 2점, 3-9.9초간 유지할 경우 1점을 부여한다.

나. 유의사항

본 연구에서 대상자는 고령 노인임을 감안하여 낙상이 발생할 수 있으므로 대상자를 보조할 수 있는 연구 보조자가 필요하다.

보행속도 검사와 정적 균형 검사는 SPPB를 사용하였으며, 검사 기준표는 <표 6>과 같다.



[그림 4] SPPB 측정

<표 6> 보행속도 및 균형 검사 기준표

| 검사 항목 | | 평가 기준 | 점수 | 만점 |
|------------|------------------------|--------------|----|----|
| 균형 검사 | 일반자세 반일렬 자세 일렬자세 | >10초 | 1 | 4 |
| | | >10초 | 1 | |
| | | 3~10초 | 1 | |
| | | >10초 | 2 | |
| 보행 속도 | 4m 걸음 | <4.82초 | 4 | 4 |
| | | 4.82~6.20초 | 3 | |
| | | 6.21~8.70초 | 2 | |
| | | >8.70초 | 1 | |
| 의자 앉아 일어나기 | 5회 반복 | <11.19초 | 4 | 4 |
| | | 11.20~13.69초 | 3 | |
| | | 13.7~16.69초 | 2 | |
| | | >16.7 | 1 | |
| | | >60초 | 0 | |

2) 혈액 검사

혈액 검사를 위한 측정 방법 및 유의 사항은 다음과 같다.

가. 측정 방법

- ① 대상자 연구실에 도착 후 30분간 안정을 취하게 한다.
- ② 일회용 주사기를 이용하여 상완정맥에서 20ml의 혈액을 채취한다.
- ③ 분석항목에 따라 항응고 처리 및 3,000rpm으로 10분간 원심분리 처리한다.
- ④ 혈장 및 혈청 분리 후 각각의 보관 튜브에 넣어 냉동 보관한다.
- ⑤ (주)GCCL 검사 기관에 의뢰하였다.

나. 유의 사항

- ① 채혈 10시간 전부터 대상자는 금식, 금연, 금주할 수 있도록 한다.
- ② 채혈이 완료된 후 채혈 부위를 문지르지 않도록 한다.
- ③ 채혈 후 24시간 동안 채혈 부위에 물이 닿지 않도록 한다.

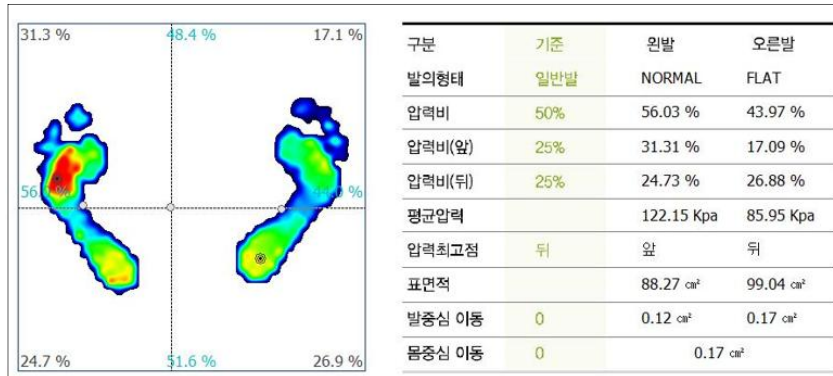
3) 정적 균형 능력 측정 방법 및 순서

본 연구에서는 정적 균형 능력을 알아보기 위해 SPPB의 균형검사와 (주)알푸스사의 게이트 뷰 AFA-50을 이용하여 대상자의 발의 압력분포와 면적 값을 측정하였으며, SPPB의 검사항목 중 반일렬자세, 일렬자세를 사용하여 측정하였다. 게이트 뷰를 이용한 검사는 몸의 무게 중심과 전후좌우의 압력분포에 대해 측정하는데, 좌우:

좌측 50%(전_20%/후_30%), 우측 50%(전_20%/후_30%), 전후: 전족부 40%(좌_20%/우_20%), 후족부 60%(좌_30%/우_30%)를 기준으로 전후좌우 몸의 무게 중심이 $\pm 5\%$ 이상 차이가 날 경우 자세가 불균형한 것을 의미한다.

가령, 서있는 자세가 불균형하다면 한쪽에 과도한 압력에 의해 장기적으로 자세 이상을 나타낼 수 있는데, 물리적 수치 면적(surface area) 등이 차이를 나타낼 수 있다. 이 면적값은 자세를 고려한 운동요법을 시행 전후를 비교할 때 의미 있는 수치로서 이는 발바닥이 접촉하고 있는 면적이 넓고(surface area) 자세와 관련한 근육의 톤(pressure)이 증가한다면 개선되었다고 본다.

아래의 차트에 내용은 해석해보자면, 좌우 면적에 차이가 있으며 오른발이 면적이 약 11cm² 가 크며, 평균압력이 왼발에 비해 37kpa 압력이 낮은 것으로 나타남. 따라서 자세교정 운동을 통해 우측 발의 평균압력이 37kpa 높아진다면 운동효과가 있다고 할 수 있다.



[그림 5] 정적 균형 능력 검사 결과표

가. 측정 방법

측정 방법 및 순서는 다음과 같다.

- ① 발을 한발씩 떼어서 다시 놓는다.
- ② 발은 가능하면 '11' 자로 서게 하는 것이 더 정확한 결과를 얻을 수 있다.
- ③ 체중이 충분히 실릴 시간으로 10초 정도 기다린 후 측정한다.

나. 유의 사항

설정된 검사 시간 동안 피검사자의 시선은 정면을 주시하여야 하며, 좌·우로 고개를 돌리는 경우 정확하지 못한 결과를 얻을 수 있으므로 고개를 고정하도록 한다.

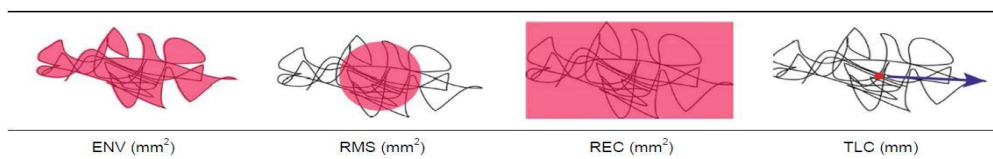


[그림 6] 균형 능력 측정 도구

4) 동적 균형 능력 측정 방법 및 순서

본 연구에서는 동적 균형 능력을 알아보기 위해 정적 균형 능력과 마찬가지로 (주)알푸스사의 게이트 뷰 AFA-50을 이용하여 압력 중심점(COP)을 기준으로 한 신체의 동요(Sway)를 평가하였으며, 동적 균형 능력의 변화를 보기 위해 외주면적, 단형면적, 실효값 면적, 흔들림 속도, 흔들림 면적, 단위 외주면적 궤적장, 타원면적, 압력중심점(COP)의 총 이동 길이를 측정하였다.

기립자세에서 나타나는 압력중심점(center of pressure, COP) 궤적의 외피면적을 의미하는 외주면적(envelope area, ENV)은 측정하는 시간 동안 압력중심점이 궤적을 그리며 만든 면적으로, 면적이 단위가 작을수록 평형 능력이 좋아진 것을 의미한다. 프레임별 압력중심점의 최대 왼쪽, 오른쪽, 위쪽, 아래쪽 4방향을 연결한 사각형의 면적을 의미하는 단형면적(Rectangle, REC)은 면적단위가 작을수록 신체동요가 적다고 할 수 있으며, 프레임별 압력 중심점의 위치값과 평균값을 통해 상대적으로 많이 위치한 영역의 면적을 의미하는 실효값면적(Root mean square, RMS)은 면적 단위가 작을수록 평형 능력이 좋아진 것을 의미한다. 총 궤적장 값을 검사 시간으로 나눈 흔들림 속도(sway velocity)는 신체 중심이 흔들리는 속도로 측정값(mm/s)이 작게 나온 것은 안정적이라고 할 수 있다. 압력중심점의 평균점에서 각각의 프레임별 압력의 중심점까지의 거리를 모두 합산한 값인 중심점거리(total length to COP, TLC)를 측정하는 것이다. 또 단위 외주면적 궤적장(length/ENV)은 총궤적 장을 외주면적으로 나눈 값으로 압력중심점의 동요가 적고 안정적일수록 높은 값을 보이게 된다. 압력중심점 궤적의 총 길이를 의미하는 총 궤적장(total length)은 검사 시간 동안 움직인 거리로 일정 시간 동안 얼마나 흔들림이 있는지를 알 수 있는 항목이다.



[그림 7] 동적 균형 능력 검사 결과지

단위 외주면적 궤적장, 단형면적, 실효값면적, 흔들림 면적, 총 궤적장, 흔들림 속도 등의 6가지 변인에서 압력중심점의 이동면적이 작게 나온 것은 평형성이 좋아진 것을 의미하며, 평형검사결과의 외주면적과 총 궤적장은 수치가 클수록, 안정성 점수는 점수가 낮을수록 신체 동요가 많이 발생한 것을 의미한다.

가. 측정 방법

동적 균형 능력의 측정 방법 및 순서는 다음과 같다.

- ① 잘못된 자세와 균형을 검사하는 기계로 보행자의 발바닥에 가해지는 압력을 측정하여 자세와 체형의 불균형을 정도를 평가한다.
- ② 보행 시 발의 형태나 전·후·좌·우 압력, 발의 각도, 3박자 보행 유무 및 발의 쓰러짐 등의 평균 압력의 변화율을 분하고 평가한다.
- ③ 하지의 걷는 양상의 특이점을 파악한다.

나. 유의 사항

실험 진행 전 게이트 뷰 검사의 목적을 충분히 설명하여 자연스러운 보행을 할 수 있도록 사전 교육을 실시해야 하며, 피검자가 검사를 의식하여 게이트 뷰의 발판을 눈으로 확인하고 밟아야 하는 과정으로 인하여 팔의 흔들림 등이 제한되어 부자연스러운 보행이 유발될 수도 있으므로 실제 보행처럼 전방을 바라보고 팔을 흔들 상태에서 테스트를 시행한다. 측정 시 정지된 상태에서 시작하여 1보 또는 2, 3보에서 반영된 것이므로 실제 보행과는 차이가 나타날 수 있으며, 게이트 뷰 plate가 너무 멀리 있을 경우 step을 맞춰야 하므로 1보 후방에서 첫걸음이 바로 plate를 밟고 지나가도록 한 후 실험을 진행해야 한다.

5. 신경조절 및 저항운동 프로그램

1) 신경조절운동 프로그램

페달로(Pedalo[®]) 운동 프로그램은 진동운동, 회전운동, 안정화 운동이 적절하게 능률적으로 잘 배합이 된 운동으로 여러 감각기관을 통해 수용하고 인지하여 원활히 수행할 수 있도록 신체를 잘 훈련시킬 수 있다. 페달로는 다양한 형태로 조립하여 사용할 수 있는 운동기구들이 활용되는데, 특히 안정성 훈련을 통해 균형 능력을 확보하고, 관절 기능 훈련으로는 신경근 효율성을 만들어 신경, 근육 간의 상호작용 기능을 향상시키게 된다(Anrich, 2014).

이에 본 연구에서 80여 가지의 페달로 운동 기구 중에서 3D Vestibular-Moter-Coordination-Course 프로그램을 응용하여 스테빌라이저 T, 베스트매드 32와 50, Classic, 레하바 및 벨런스 박스 등을 사용하였다. 프로그램 마지막에는 팀게임 박스를 이용한 놀이형 운동으로 근육간의 협응과 움직임의 기능 촉진, 신경 근육간의 상호작용 정도를 확인하면서 최적의 운동 효율성을 이끌어내하고자 하였다.

페달로(Pedalo[®]) 운동 중 스테빌라이저를 사용한 운동은 1-2주차에 기구 적응을 위해 안전바를 잡은 상태로 양발 서기를 시행하였으며, 이후 1-4주차는 11자로 서서 무릎 굽혔다 펴기를 5회씩 3회 반복, 4-5주차에는 11자로 서서 공받기를 5회씩 3회 반복하였다. 방법은 [그림 8]에 나타내었다.

베스트매드 32를 사용한 운동은 6-10주차에 왼쪽, 오른쪽 각각의 다리로 한발서기, 90도를 목표로 양발 번갈아 무릎 들어올리기, 베스트매드에 올라섰다 내려오기를 진행하였으며, 베스트매드 50을 사용한 운동은 4-12주차에 베스트매드 버드 독, 싱글 레그 브릿지, 고관절 외전, 스쿼트, 베스트매드 트위스트, 수영 및 바닥 터치를 실시하였다. 방법은 [그림 9]에 나타내었다.

레하바 및 클라식을 사용한 운동은 4-12주차에 실시하였으며, 기구 적응을 위해 사전에 동작을 미리 익혔으며 1주차에서 안전바를 잡고 전방 방향으로 레하바 타기, 8-12주차에는 레하바 타고 불을 던지고 받기를 실시하였다. 방법은 [그림 10]에 나타내었다.

밸런스 박스를 이용한 운동은 4-12주차에 원형돌기, 3초간 원형으로 돌며 안정화 운동, 노래하며 징검다리 건너기를 실시하였다. 방법은 [그림 11]에 나타내었다. 페달로(Pedalo[®])운동 프로그램은 <표 8>과 같다.



[그림 8] 스테빌라이저



[그림 9] 복합운동(베스트매드)



[그림 10] 레하바



[그림 11] 밸런스 박스

페달로(Pedalo[®])운동 프로그램 진행을 위한 도구는 <표 7>과 같다.

<표 7> 페달로 Pedalo[®] (Pedalo[®], Germany)

| | |
|---|--|
|  <p><스태빌라이저 T></p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 낙상 예방, 반응 시간, 단축 등의 트레이닝 가능 ○ 평형감각 능력과 반응 능력의 향상 ○ 고유 수용 감각기능 향상 ○ 자세 무너짐 개선과 자세 제어 능력 향상 ○ 동작 감각 향상(족 저 미세움직임 조절 향상) ○ 안전바를 사용함으로 노인스포츠, 재활 트레이닝에 적용 가능 |
|  <p><베스트매드 32 / 50 ></p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 보드판의 자극을 통해 신경 및 근육조직의 기능 개선 극대화 ○ 뇌, 척수, 신경조직과 복부, 팔, 다리의 근육조직 자극/ 모든 연령층에서 사용 가능한 전신 기구 ○ 굴절운동 및 직립 자세 운동 기능 ○ 고유 수용 감각 기능 훈련 적용 ○ 복합적이고 최적화된 운동 적용 |
|  <p><Classic / 레하바></p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 관절 운동 및 가동력 향상 ○ 발목관절의 안정성 및 유연성 강화 ○ 전신 자세 및 동작 감각 향상 ○ 근육 강화 및 유연성 향상 ○ Coordination / Proprioception 기능향상 |
|  <p><밸런스 박스/ 팀게임 박스></p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 자극 촉진, 집중력 향상 ○ 난이도가 다른 9개의 결합 운동 기구 ○ 기립 시 평형감각, 평형 기구 평형감각, 회전 평형감각 향상 ○ 발목, 무릎, 힙 근력 및 유연성 확보 ○ 발바닥 아치 유지 개선 ○ 훈련을 통한 서기, 걸기의 안정감 향상 (낙상 예방) ○ 사용 목적에 따라 다양한 운동 프로그램 응용 적용이 가능함 |

<표 8> 페달로 운동 프로그램

| 운동 시간 | 운동 강도 | 운동 방법 | 운동 형태 | 운동 빈도 |
|-----------------|--------------------------------|--|---|--------------------------|
| 준비운동 (10분) | 1~12주 | 밸런스 탑 | 골반 안정화 | Rotation |
| | 1~2주 | Balance Fulcrum | 좌, 우 골반 안정화 | |
| | 1~4주 | Vestimed 50 | 양발서기/다리들기 | |
| | 4~5주 | Balance box | 균형 잡고 걷기 | |
| 본 운동 (60분) | 6~10주 | Stabilizer | 안전바 잡고 양발 서기 1단계 : 11자로 서서 무릎 굽혔다 펴기(5회 / 3번 반복) 2단계 : 11자로 서서 공받기(5회/ 3번 반복) | Rotation 3 Set |
| | | | 4~12주 | Vestimed 32 |
| | Balance box | 원형 돌기 원형 돌며 안정화 운동 (3초 버티기) 노래하며 징검다리 건너기 | | Rotation |
| | Vestimed 50 | 베스트매드 트위스트 버드 독 싱글 레그 브릿지 수영/ 바닥 터치 고관절 외전 | | Rotation 10회/ 3set |
| | 8~12주 | 레하바 / Classic | 고정 장치 위에서 발목관절 연습 동작 익히기 1단계: 안전바 잡고 레하바 타기 2단계: 레하바 타고 볼 던지고 다시 받기 | Rotation Rotation |
| 정리운동 (10분) | 1~12주 | Vestimed 50 | 엉덩이 좌우 흔들기 | Rotation |
| | | | 발바닥 고정하고 구르기 | |
| | | Balance box | 징검다리 건너기(풍당풍당) | |
| | | | 원형으로 손잡고 기구 위에 오르내리기(동적 반복 수행) | |
| | | Classic | Classic타고 천천히 서클 돌기 | |
| | | Foot Fulcrum | 스트레칭 및 호흡 안정화 | |
| | 게임박스 놀이 운동과 함께 참여 대상자 상태 확인 | | | |
| 주의사항 공지 및 수업 종료 | | | | |

2) 탄성밴드 저항운동

운동 프로그램 운영은 12주 동안 주 3회, 1일 80분의 탄성 밴드 운동 프로그램과 페달로 통합 감각 운동 프로그램을 실시 할 것이며, 준통제(10분), 본 운동(60분 운동), 정리운동(10분) 순으로 진행을 한다. 체력 수준에 따라 초기운동 강도를 조절하여 실시할 것이며, 탄성밴드 운동의 경우는 고령 여성임을 감안하여 저항력은 대상 노인의 체력 수준에 따라 적절한 Thera-band(노랑색, 적색)를 사용하고, 밴드를 최대 늘렸을 때의 길이는 60cm로 설정하여 사용하였다. 색의 선택은 사전 검사를 통해 실험 전에 운동 강도 설정과 운동군의 운동 적응단계를 지난 후 본 운동 프로그램에 대해 운동 자각도(RPE)를 이용하여 11~15 범위 내에서 한 동작을 10회 이상을 할 수 있는 강도로 선택하여 운동 프로그램을 진행 시키며, 측정 오차를 줄이기 위해 동일한 시간대에 운동을 실시하도록 한다. 처치되는 프로그램은 처음 4주는 적응단계, 4주째부터는 앞서 진행한 동작들과 새롭게 진행되는 동작을 함께 병행하여 반복적으로 적용하며, 대상자가 정확한 자세로 따라 실시할 수 있도록 연구자가 직접 앉은 자세(또는 선 자세)에서 시범을 보이며, 대상자의 자세 교정을 위해 보조 트레이너와 함께 실시한다. 동작을 수행하는데 있어서 무리가 되지 않는 수준이라고 판단이 되면, 운동 프로그램은 과다한 에너지를 발산시켜 주며, 체력과 운동 기능 유지 및 회복, 소화와 수면에도 도움을 주고 항상 걸어 다니거나 외출하고 싶어 하는 치매 환자의 특성(문성숙, 2004; 이한숙과 김현나, 2005; 하권익, 1997)에 부합되는 강도로 실시하게 되면 운동효과를 높여 위험인자 개선에 변화를 줄 수 있다고 사료된다. 탄성밴드 운동 프로그램은 <표 9>, <표 10>과 같이 노란 밴드와 적색 밴드를 사용하여 운동 프로그램에 따라 실시한다.

<표 9> 탄성 밴드의 종류 및 강도

| | 밴드의 종류 | | 밴드를 늘린 길이 | | |
|---------------------|--------|---------------|-----------|------|------|
| | 색상 | 강도 | 20cm | 40cm | 60cm |
| 저 항 력 (kg) | 노란색 | thin | 0.7 | 1.0 | 1.1 |
| | 적색 | medium | 0.9 | 1.6 | 2.0 |
| | 녹색 | heavy | 1.1 | 1.9 | 2.3 |
| | 청색 | extra heavy | 1.4 | 2.8 | 3.4 |
| | 검정색 | special heavy | 1.8 | 3.4 | 4.1 |
| | 은색 | super heavy | 2.8 | 4.4 | 5.9 |
| | 금색 | max | 3.4 | 5.9 | 7.6 |



Thera-Band
Exercise Bands

<표 10> 탄성밴드 운동 프로그램

| 운동 시간 | 운동 강도 | 운동 형태 | 운동 빈도 |
|---------------|--|--|-------|
| 준비운동 (10분) | 10-11 | 스트레칭 | 3회/주 |
| 본 운동 (60분) | 1단계 (1~3주) 12-13 (노란색) | <u>1번</u> 의자 앉기 양손 뒤로 넘기기 양손 깍지 끼고 숙였다 몸 세우기 오른쪽, 왼쪽 반복 실시 밴드 머리 위에서 어깨 높이로 당기며 내리기(5회씩, 5번 반복) <u>2번</u> 상체 앞으로, 뒤로 천천히 반복 실시 밴드 걸어서 쉬운 보트 자세 나비자세(반복 실시) | |
| | 2단계 (4~7주) 13-14 (노란색, 적색) | <u>3번</u> 어깨돌리기(8회 반복) 밴드 몸에 걸어 대각선 뺨기(오른쪽, 왼쪽) 밴드 몸에 걸어 양팔 앞으로 뺨기 나비자세 기도자세 Twist(4회 반복) 1번~3번을 음악에 맞추어 반복 실시 | |
| | 3단계 (7~9주) (노란색, 적색) | <u>4번</u> 등 펴기(앉은 고양이 자세) 사이드밴드 양 무릎 펴기 의자 앉아 무릎 당기기 자세(오른쪽) 의자 앉아 무릎 당기기 자세(왼쪽) 의자 앉아 무릎 당기기 자세(양 무릎) 1번~4번 음악 맞추어 반복 실시 | |
| | 4단계 (9~12주) (노란색, 적색) | <u>5번</u> - 네발 기기 자세에서 밴드 걸어 수평 들기(오른팔, 왼 다리/ 왼팔 오른 다리) <u>6번</u> - 의자 앉아서-양발 밴드 걸어 뒤꿈치로 원 그리기(5회, 5번 반복/ 안쪽, 바깥쪽) 일어서서-밴드 골반 넓이로 밝은 자세에서 양팔 밴드 잡고 오른쪽, 왼쪽 회전 | |
| 정리운동 (10분) | 1~12주 | 맨손 스트레칭 / 의자 활용 스트레칭 | |

6. 자료 분석

본 연구의 자료 분석 수집된 자료는 SPSS window(version 23.0) 통계프로그램을 이용하여 분석하였으며, 자료 처리의 구체적인 방법은 다음과 같다.

- 첫째, 변인들에 대한 기술통계량을 알아보기 위해 평균과 표준편차를 산출하였다.
- 둘째, 각각의 운동 프로그램 실시 후의 변화를 알아보기 위해 사전 값을 공변인으로서 한 공분산 분석을 실시하였다.
- 셋째, 통계적으로 유의할 시 사후검사로 최소유의차 검정(LSD)을 실시하였다.
- 넷째, 유의수준(α)은 .05로 설정하였다.

IV. 연구 결과

저항운동 그룹, 신경조절운동 그룹과 통제 그룹에 대한 변인의 통계적 평균 차이를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 근감소증 진단 요소

1) 사지근육량 지수(SMI)

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항운동을 실시한 후 사지 근육량의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났고($p < .01$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 11>과 같다.

<표 11> 그룹 간 사지근육량 지수의 변화 (단위: kg/m^2)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| pre | 5.09 ± 0.40 | 4.85 ± 0.39 | 4.97 ± 0.31 |
| post | 5.34 ± 0.60 | 5.09 ± 0.62 | 5.10 ± 0.64 |
| 조정 평균 | 5.23 ± 0.18 | 5.20 ± 0.17 | 5.10 ± 0.18 |

| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
|-----|--------|----|-------|--------|------|----------|
| pre | 3.049 | 1 | 3.049 | 11.040 | .003 | |
| 그룹 | 0.081 | 2 | 0.040 | .146 | .865 | |
| 오차 | 6.627 | 24 | 0.276 | | | |
| 합계 | 10.053 | 27 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $5.09 \pm 0.40 \text{kg}/\text{m}^2$ 으로, 사후 값은 $5.34 \pm 0.60 \text{kg}/\text{m}^2$ 으로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $4.85 \pm 0.39 \text{kg}/\text{m}^2$ 으로, 사후 값은 $5.09 \pm 0.62 \text{kg}/\text{m}^2$ 으로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $4.97 \pm 0.31 \text{kg}/\text{m}^2$ 으로, 사후 값은 $5.10 \pm 0.64 \text{kg}/\text{m}^2$ 으로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $5.23 \pm 0.18 \text{kg}/\text{m}^2$ 으로, 저항운동 그룹에서는 $5.20 \pm 0.17 \text{kg}/\text{m}^2$ 으로, 통제 그룹에서는 $5.10 \pm 0.18 \text{kg}/\text{m}^2$ 으로 나타났다.

사지 근육량의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .865로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

2) 악력

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 악력의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났고($p < .001$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 12>와 같다.

<표 12> 그룹 간 악력의 변화

(단위: kg)

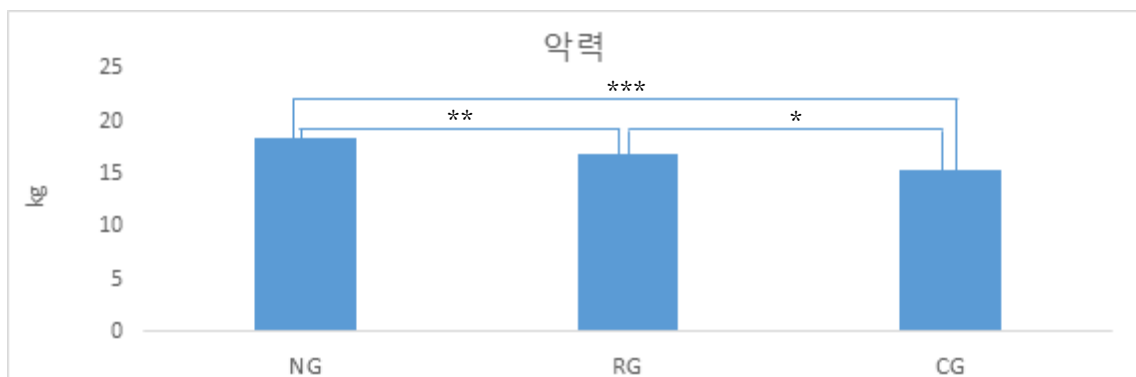
| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|------------|------------|------------|-------|------|----------|
| pre | 16.96±1.24 | 16.41±2.43 | 15.16±2.02 | | | |
| post | 19.17±2.09 | 17.07±2.67 | 14.37±1.64 | | | |
| 조정 평균 | 18.42±0.38 | 16.85±0.35 | 15.36±0.38 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 91.52 | 1 | 91.52 | 75.98 | .000 | |
| 그룹 | 36.82 | 2 | 18.41 | 15.28 | .000 | NG>RG>CG |
| 오차 | 28.91 | 24 | 1.20 | | | |
| 합계 | 224.69 | 27 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 16.96±1.24kg으로, 사후 값은 19.17±2.09kg으로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 16.41±2.43kg으로, 사후 값은 17.07±2.67kg으로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 15.16±2.02kg으로, 사후 값은 14.37±1.64kg으로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 18.42±0.38kg으로, 저항운동 그룹에서는 16.85±0.35kg으로, 통제 그룹에서는 15.36±0.38kg으로 나타났다.

악력의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .000으로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

사후검정 결과 신경조절운동 그룹과 저항운동 그룹에서 유의한 차이가 나타났고 (p<.01), 신경조절운동 그룹과 통제 그룹에서도 유의한 차이가 나타났으며(p<.001), 저항운동 그룹과 통제 그룹에서도 p<.05로 유의한 차이가 나타났다.



[그림 12] 그룹 간 악력의 조정 평균

3) 보행 속도

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 보행 속도의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차

이가 나타났고($p < .01$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 13>과 같다.

<표 13> 그룹 간 보행 속도의 변화 (단위: m/s)

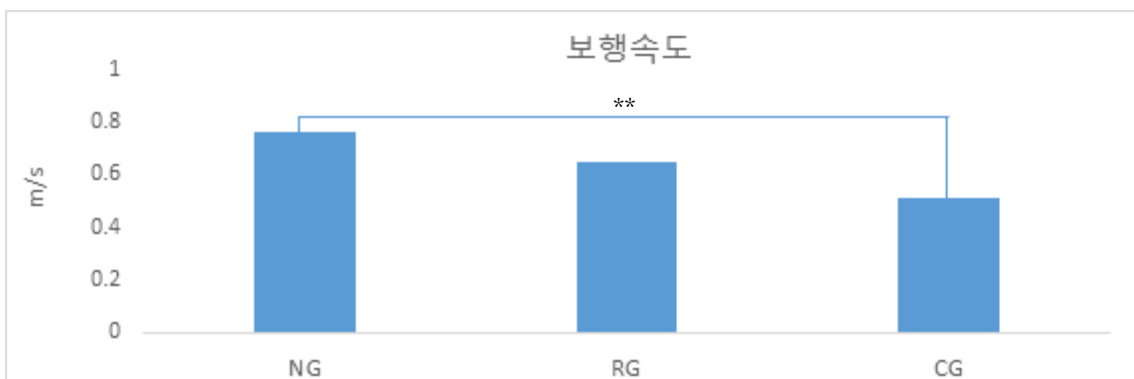
| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| pre | 0.50±0.13 | 0.43±0.10 | 0.42±0.07 |
| post | 1.00±0.81 | 0.61±0.21 | 0.48±0.13 |
| 조정 평균 | 0.76±0.05 | 0.65±0.05 | 0.51±0.05 |

| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
|-----|-------|----|------|-------|------|----------|
| pre | .219 | 1 | .219 | 8.962 | .006 | |
| 그룹 | .264 | 2 | .132 | 5.406 | .012 | NG>CG |
| 오차 | .586 | 24 | .024 | | | |
| 합계 | 1.307 | 27 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $0.50 \pm 0.13 \text{m/s}$ 로, 사후 값은 $1.00 \pm 0.81 \text{m/s}$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $0.43 \pm 0.10 \text{m/s}$ 로, 사후 값은 $0.61 \pm 0.21 \text{m/s}$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $0.42 \pm 0.07 \text{m/s}$ 로, 사후 값은 $0.48 \pm 0.13 \text{m/s}$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $0.76 \pm 0.05 \text{m/s}$ 로, 저항운동 그룹에서는 $0.65 \pm 0.05 \text{m/s}$ 로, 통제 그룹에서는 $0.51 \pm 0.05 \text{m/s}$ 로 나타났다.

보행 속도의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .012로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, 사후검정 결과 신경조절운동 그룹과 통제 그룹에서 유의한 차이가 나타났($p < .01$).



[그림 13] 그룹 간 보행속도의 조정평균

2. 염증반응 지표

염증반응 지표의 변인은 IL-6, TNF- α , hs-CRP이다. 통계분석 결과는 다음과 같다.

1) IL-6

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 IL-6의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났으며($p < .01$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 14>와 같다.

(단위: pg/mL)

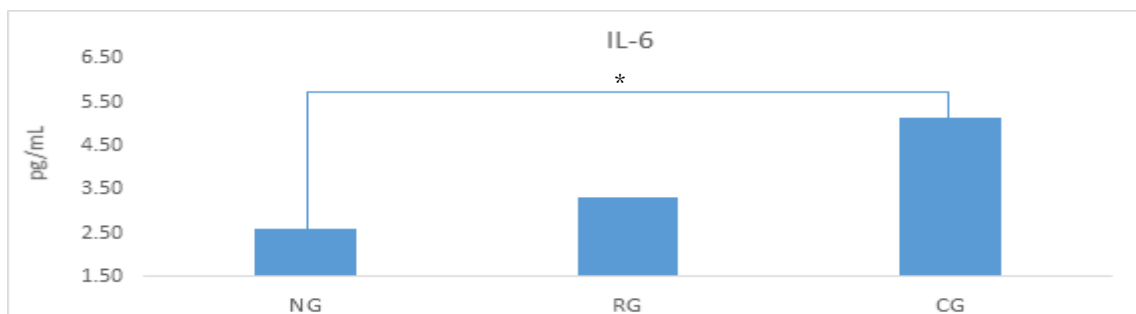
| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| pre | 1.33±.34 | 2.10±2.81 | 3.72±2.84 |
| post | 1.88±1.12 | 3.55±3.16 | 5.64±3.49 |
| 조정 평균 | 2.60±.68 | 3.33±.63 | 5.16±.67 |

| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
|-----|---------|----|---------|--------|------|----------|
| pre | 102.929 | 1 | 102.929 | 26.160 | .000 | |
| 그룹 | 29.742 | 2 | 14.871 | 3.780 | .037 | NG<CG |
| 오차 | 94.431 | 24 | 3.935 | | | |
| 합계 | 641.423 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 1.33±.34pg/mL로, 사후 값은 1.88±1.12pg/mL로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 2.10±2.81pg/mL로, 사후 값은 3.55±3.16pg/mL로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 3.72±2.84pg/mL로, 사후 값은 5.64±3.49pg/mL로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 2.60±.68pg/mL로, 저항운동 그룹에서는 3.33±.63pg/mL로, 통제 그룹에서는 5.16±.67pg/mL로 나타났다.

IL-6의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .037로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며 사후검정 결과 신경조절운동 그룹과 통제 그룹에서 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).



[그림 14] 그룹 간 IL-6의 조정 평균

2) TNF- α

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 TNF- α 의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났으며($p < .05$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 15>와 같다.

(단위: pg/mL)

| 〈표 15〉 그룹 간 TNF- α 의 변화 | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|------|----------|
| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
| pre | .62 \pm .15 | .86 \pm .36 | .97 \pm .38 | | | |
| post | .81 \pm .35 | 1.97 \pm 1.96 | 2.76 \pm 2.61 | | | |
| 조정 평균 | 1.30 \pm .62 | 1.87 \pm .56 | 2.38 \pm .61 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 16.121 | 1 | 16.121 | 5.238 | .031 | |
| 그룹 | 4.308 | 2 | 2.154 | .700 | .507 | |
| 오차 | 73.872 | 24 | 3.078 | | | |
| 합계 | 203.328 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 .62 \pm .15pg/mL로, 사후 값은 .81 \pm .35pg/mL로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 .86 \pm .36pg/mL로, 사후 값은 1.97 \pm 1.96pg/mL로 증가하는 경향을 보였으며 통제 그룹의 사전 값은 .97 \pm .38pg/mL로, 사후 값은 2.76 \pm 2.61pg/mL로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 1.30 \pm .62pg/mL로, 저항운동 그룹에서는 1.87 \pm .56pg/mL로, 통제 그룹에서는 2.38 \pm .61pg/mL로 나타났다.

TNF- α 의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .507로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3) hs-CRP

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 hs-CRP의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 16>과 같다.

<표 16> 그룹 간 hs-CRP의 변화 (단위: mg/dL)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
|----------|----------|-----------|----------|
| pre | .07±.05 | .06±.03 | .07±.05 |
| post | .11±.11 | .05±.01 | .07±.03 |
| 조정 평균 | .11±.02 | .06±.02 | .07±.02 |

| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
|-----|------|----|------|-------|------|----------|
| pre | .001 | 1 | .001 | .279 | .602 | |
| 그룹 | .013 | 2 | .006 | 1.557 | .231 | |
| 오차 | .099 | 24 | .004 | | | |
| 합계 | .277 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $.07 \pm .05 \text{mg/dL}$ 로, 사후 값은 $.11 \pm .11 \text{mg/dL}$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $.06 \pm .03 \text{mg/dL}$ 로, 사후 값은 $.05 \pm .01 \text{mg/dL}$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $.07 \pm .05 \text{mg/dL}$ 로, 사후 값은 $.07 \pm .03 \text{mg/dL}$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $.11 \pm .02 \text{mg/dL}$ 로, 저항운동 그룹에서는 $.06 \pm .02 \text{mg/dL}$ 로, 통제 그룹에서는 $.07 \pm .02 \text{mg/dL}$ 로 나타났다.

hs-CRP의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .231로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3. 정적 균형 능력

균형 능력 중 정적균형의 변인은 균형평가 반일렬자세, 균형평가 일렬자세, 왼발 전족부 비율, 오른발 전족부 비율, 왼발 후족부 비율, 오른발 후족부 비율, 왼발 족부 압력, 오른발 족부 압력, 왼발 전족부 압력, 오른발 전족부 압력, 왼발 후족부 압력, 오른발 후족부 압력, 왼발 총 접촉 면적, 오른발 총 접촉 면적이다. 통계분석 결과는 다음과 같다.

1) 균형평가 반일렬자세

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 균형평가 반일렬자세의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 17>과 같다.

<표 17> 그룹 간 균형평가 반일렬자세의 변화 (단위: 점)

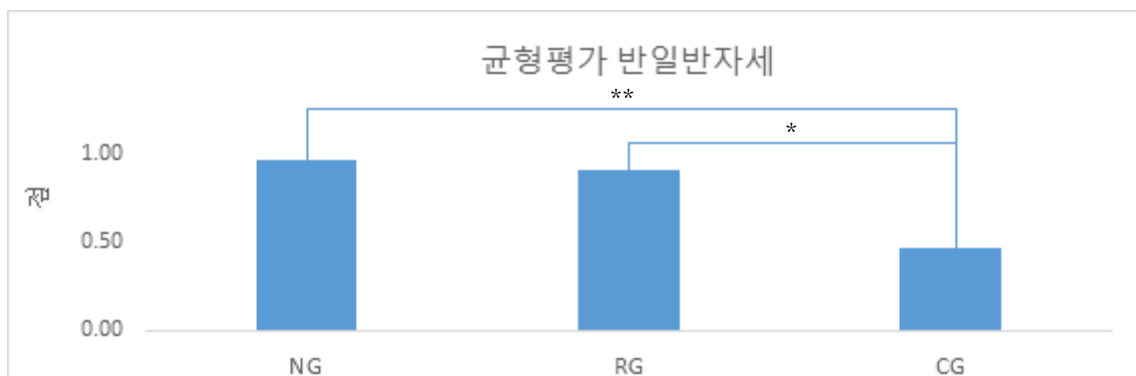
| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
|----------|----------|-----------|----------|
| pre | .44±.53 | .30±.48 | .22±.44 |
| post | 1.00±.00 | .90±.62 | .44±.53 |
| 조정 평균 | .97±.12 | .91±.11 | .47±.11 |

| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
|-----|--------|----|------|-------|------|-----------------|
| pre | .339 | 1 | .339 | 2.921 | .100 | |
| 그룹 | 1.322 | 2 | .661 | 5.699 | .009 | NG>CG, RG>CG |
| 오차 | 2.783 | 24 | .116 | | | |
| 합계 | 22.000 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 .44±.53점으로, 사후 값은 1.00±.00점으로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 .30±.48점으로, 사후 값은 .90±.62점으로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 .22±.44점으로, 사후 값은 .44±.53점으로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 .97±.12점으로, 저항운동 그룹에서는 .91±.11점으로, 통제 그룹에서는 .47±.11점으로 나타났다.

균형평가 반일렬자세의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .009로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, 사후검정 결과 신경조절운동 그룹과 통제 그룹에서 유의한 차이가 나타났으며(p<.01), 저항운동 그룹과 통제 그룹에서도 유의한 차이가 나타났(p<.05).



[그림 15] 그룹 간 균형평가 반일렬자세의 조정 평균

2) 균형평가 일렬자세

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 균형평가 일렬자세의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 13>과 같다.

<표 18> 그룹 간 균형평가 일렬자세의 변화 (단위: 점)

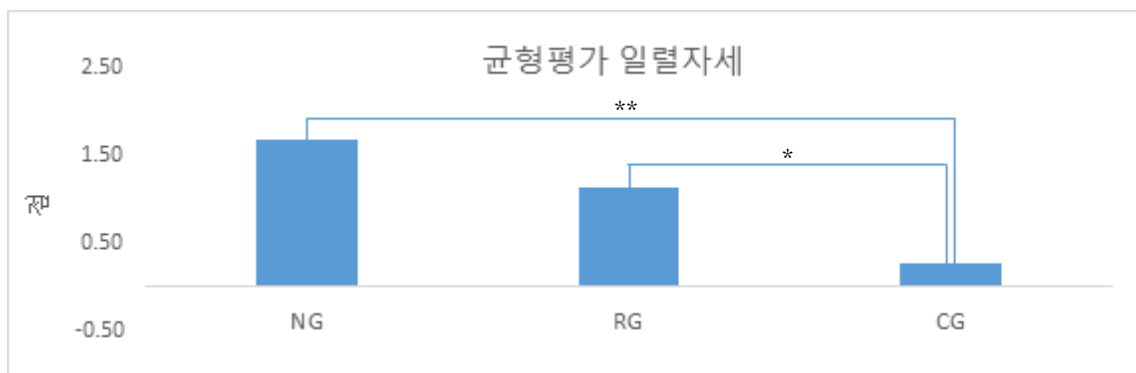
| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
|----------|----------|-----------|----------|
| pre | .00±.00 | .00±.00 | .11±.33 |
| post | 1.67±.71 | 1.10±.88 | .33±.71 |
| 조정 평균 | 1.69±.26 | 1.13±.25 | .28±.27 |

| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
|-----|--------|----|-------|-------|------|----------|
| pre | .500 | 1 | .500 | .833 | .370 | |
| 그룹 | 8.563 | 2 | 4.281 | 7.136 | .004 | NG>CG |
| 오차 | 14.400 | 24 | .600 | | | RG>CG |
| 합계 | 53.000 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 .00±.00점으로, 사후 값은 1.67±.71점으로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 .00±.00점으로, 사후 값은 1.10±.88점으로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 .11±.33점으로, 사후 값은 .33±.71점으로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 1.69±.26점으로, 저항운동 그룹에서는 1.13±.25점으로, 통제 그룹에서는 .28±.27점으로 나타났다.

균형평가 일렬자세의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .004로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, 사후검정 결과 신경조절운동 그룹과 통제 그룹에서 유의한 차이가 나타났으며(p<.01), 저항운동 그룹과 통제 그룹에서도 유의한 차이가 나타났다(p<.05).



[그림 16] 그룹 간 균형평가 일렬자세의 조정 평균

3) 원발 전족부 비율

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 원발 전족부 비율의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 19>와 같다.

<표 19> 그룹 간 왼발 전족부 비율의 변화 (단위: %)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|------------|------------|------------|-------|------|----------|
| pre | 15.04±3.44 | 29.97±7.54 | 21.08±7.16 | | | |
| post | 16.66±5.78 | 16.43±8.19 | 12.69±5.36 | | | |
| 조정 평균 | 18.82±2.62 | 14.46±2.58 | 13.06±2.18 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 89.497 | 1 | 89.497 | 2.126 | .158 | |
| 그룹 | 128.691 | 2 | 64.346 | 1.529 | .237 | |
| 오차 | 1010.236 | 24 | 42.093 | | | |
| 합계 | 7743.163 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 15.04±3.44%로, 사후 값은 16.66±5.78%로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 29.97±7.54%로, 사후 값은 16.43±8.19%로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 21.08±7.16%로, 사후 값은 12.69±5.36%로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 18.82±2.62%로, 저항운동 그룹에서는 14.46±2.58%로, 통제 그룹에서는 13.06±2.18%로 나타났다.

왼발 전족부 비율의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .237로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4) 오른발 전족부 비율

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 오른발 전족부 비율의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 20>과 같다.

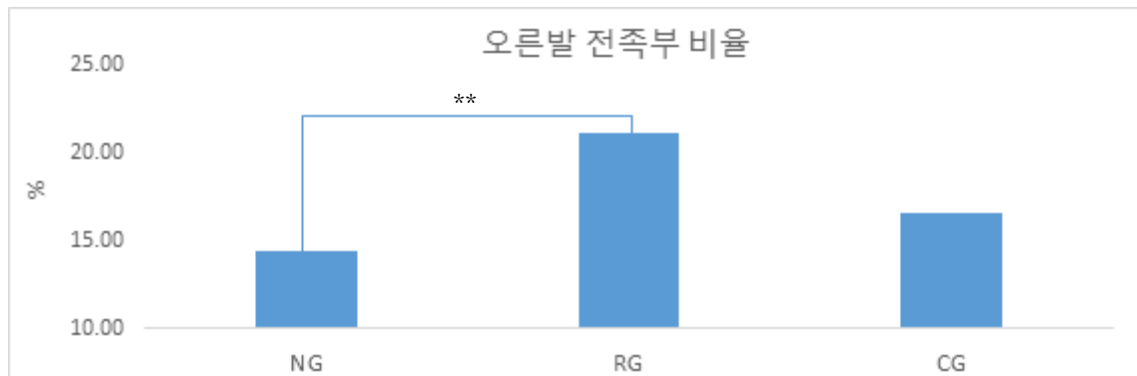
<표 20> 그룹 간 오른발 전족부 비율의 변화 (단위: %)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|------------|------------|------------|-------|------|----------|
| pre | 15.33±5.91 | 16.14±4.08 | 11.85±3.53 | | | |
| post | 14.78±6.91 | 21.89±3.85 | 15.42±4.54 | | | |
| 조정 평균 | 14.42±1.65 | 21.18±1.60 | 16.56±1.74 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 98.795 | 1 | 98.795 | 4.077 | .055 | |
| 그룹 | 222.774 | 2 | 111.387 | 4.597 | .020 | NG<RG |
| 오차 | 581.552 | 24 | 24.231 | | | |
| 합계 | 9577.161 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $15.33 \pm 5.91\%$ 로, 사후 값은 $14.78 \pm 6.91\%$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $16.14 \pm 4.08\%$ 로, 사후 값은 $21.89 \pm 3.85\%$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $11.85 \pm 3.53\%$ 로, 사후 값은 $15.42 \pm 4.54\%$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $14.42 \pm 1.65\%$ 로, 저항운동 그룹에서는 $21.18 \pm 1.60\%$ 로, 통제 그룹에서는 $16.56 \pm 1.74\%$ 로 나타났다.

오른발 전족부 비율의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .020으로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며 사후검정 결과 신경조절운동 그룹과 저항운동 그룹에서 유의한 차이가 나타났다($p < .01$).



[그림 17] 그룹 간 오른발 전족부 비율의 조정 평균

5) 왼발 후족부 비율

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 왼발 후족부 비율의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났고($p < .05$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 21>과 같다.

<표 21> 그룹 간 왼발 후족부 비율의 변화 (단위: %)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|------------------|------------------|------------------|-------|------|----------|
| pre | 32.14 ± 5.34 | 30.47 ± 6.12 | 37.90 ± 9.95 | | | |
| post | 31.64 ± 7.06 | 27.01 ± 5.06 | 32.84 ± 3.99 | | | |
| 조정 평균 | 32.09 ± 1.66 | 28.04 ± 1.61 | 31.24 ± 1.76 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 170.971 | 1 | 170.971 | 6.994 | .014 | |
| 그룹 | 83.123 | 2 | 41.561 | 1.700 | .204 | |
| 오차 | 586.685 | 24 | 24.445 | | | |
| 합계 | 26765.646 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $32.14 \pm 5.34\%$ 로, 사후 값은 $31.64 \pm 7.06\%$ 로 나타

났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $30.47 \pm 6.12\%$ 로, 사후 값은 $27.01 \pm 5.06\%$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $37.90 \pm 9.95\%$ 로, 사후 값은 $32.84 \pm 3.99\%$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $32.09 \pm 1.66\%$ 로, 저항운동 그룹에서는 $28.04 \pm 1.61\%$ 로, 통제 그룹에서는 $31.24 \pm 1.76\%$ 로 나타났다.

왼발 후족부 비율의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .204로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

6) 오른발 후족부 비율

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 오른발 후족부 비율의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났으며($p < .01$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 22>와 같다.

<표 22> 그룹 간 오른발 후족부 비율의 변화 (단위: %)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| pre | 37.49 ± 4.53 | 23.42 ± 5.19 | 29.17 ± 6.99 |
| post | 36.92 ± 4.44 | 34.68 ± 9.64 | 39.05 ± 8.22 |
| 조정 평균 | 31.57 ± 2.98 | 39.10 ± 2.69 | 39.49 ± 2.31 |

| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
|-----|-----------|----|---------|-------|------|----------|
| pre | 384.194 | 1 | 384.194 | 8.020 | .009 | |
| 그룹 | 206.104 | 2 | 103.052 | 2.151 | .138 | |
| 오차 | 1149.760 | 24 | 47.907 | | | |
| 합계 | 39552.595 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $37.49 \pm 4.53\%$ 로, 사후 값은 $36.92 \pm 4.44\%$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $23.42 \pm 5.19\%$ 로, 사후 값은 $34.68 \pm 9.64\%$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $29.17 \pm 6.99\%$ 로, 사후 값은 $39.05 \pm 8.22\%$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $31.57 \pm 2.98\%$ 로, 저항운동 그룹에서는 $39.10 \pm 2.69\%$ 로, 통제 그룹에서는 $39.49 \pm 2.31\%$ 로 나타났다.

오른발 후족부 비율의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .138로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

7) 왼발 족부 압력

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 왼발 족부 압력의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났으며($p < .001$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 23>과 같다.

<표 23> 그룹 간 왼발 족부 압력의 변화 (단위: kgf)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|-------------|-------------|-------------|--------|------|----------|
| pre | 77.73±9.74 | 88.65±10.31 | 81.41±20.84 | | | |
| post | 80.07±10.23 | 77.46±13.49 | 77.83±16.50 | | | |
| 조정 평균 | 83.56±3.27 | 73.45±3.13 | 78.79±3.20 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 2445.398 | 1 | 2445.398 | 26.590 | .000 | |
| 그룹 | 437.366 | 2 | 218.683 | 2.378 | .114 | |
| 오차 | 2207.228 | 24 | 91.968 | | | |
| 합계 | 176860.732 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 77.73±9.74kgf로, 사후 값은 80.07±10.23kgf로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 88.65±10.31kgf로, 사후 값은 77.46±13.49kgf로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 81.41±20.84kgf로, 사후 값은 77.83±16.50kgf로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 83.56±3.27kgf로, 저항운동 그룹에서는 73.45±3.13kgf로, 통제 그룹에서는 78.79±3.20kgf로 나타났다.

왼발 족부 압력의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .114로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

8) 오른발 족부 압력

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 오른발 족부 압력의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 24>와 같다.

<표 24> 그룹 간 오른발 족부 압력의 변화 (단위: kgf)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|-------------|-------------|-------------|------|------|----------|
| pre | 87.14±24.97 | 62.68±14.44 | 53.60±8.89 | | | |
| post | 84.67±14.69 | 94.52±16.24 | 92.02±13.08 | | | |
| 조정 평균 | 85.91±6.06 | 94.21±4.84 | 91.15±5.58 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 30.320 | 1 | 30.320 | .134 | .718 | |
| 그룹 | 242.183 | 2 | 121.091 | .535 | .593 | |
| 오차 | 5436.507 | 24 | 226.521 | | | |
| 합계 | 235575.508 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $87.14 \pm 24.97\text{kgf}$ 로, 사후 값은 $84.67 \pm 14.69\text{kgf}$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $62.68 \pm 14.44\text{kgf}$ 로, 사후 값은 $94.52 \pm 16.24\text{kgf}$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $53.60 \pm 8.89\text{kgf}$ 로, 사후 값은 $92.02 \pm 13.08\text{kgf}$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $85.91 \pm 6.06\text{kgf}$ 로, 저항운동 그룹에서는 $94.21 \pm 4.84\text{kgf}$ 로, 통제 그룹에서는 $91.15 \pm 5.58\text{kgf}$ 로 나타났다.

오른발 족부 압력의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .593으로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

9) 왼발 전족부 압력

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 왼발 전족부 압력의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났고($p < .01$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 25>와 같다.

<표 25> 그룹 간 왼발 전족부 압력의 변화 (단위: kgf)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|------|----------|
| pre | 43.96 ± 9.03 | 77.59 ± 12.47 | 51.43 ± 15.44 | | | |
| post | 50.00 ± 15.29 | 51.96 ± 19.38 | 39.90 ± 20.65 | | | |
| 조정 평균 | 61.13 ± 6.55 | 37.11 ± 7.12 | 45.26 ± 5.69 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 2361.670 | 1 | 2361.670 | .001 | .006 | |
| 그룹 | 1476.825 | 2 | 738.413 | 2.814 | .080 | |
| 오차 | 6296.918 | 24 | 262.372 | | | |
| 합계 | 72483.146 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $43.96 \pm 9.03\text{kgf}$ 로, 사후 값은 $50.00 \pm 15.29\text{kgf}$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $77.59 \pm 12.47\text{kgf}$ 로, 사후 값은 $51.96 \pm 19.38\text{kgf}$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $51.43 \pm 15.44\text{kgf}$ 로, 사후 값은 $39.90 \pm 20.65\text{kgf}$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $61.13 \pm 6.55\text{kgf}$ 로, 저항운동 그룹에서는 $37.11 \pm 7.12\text{kgf}$ 로, 통제 그룹에서는 $45.26 \pm 5.69\text{kgf}$ 로 나타났다.

왼발 전족부 압력의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .080으로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

10) 오른발 전족부 압력

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 오른발 전족부 압력의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 26>과 같다.

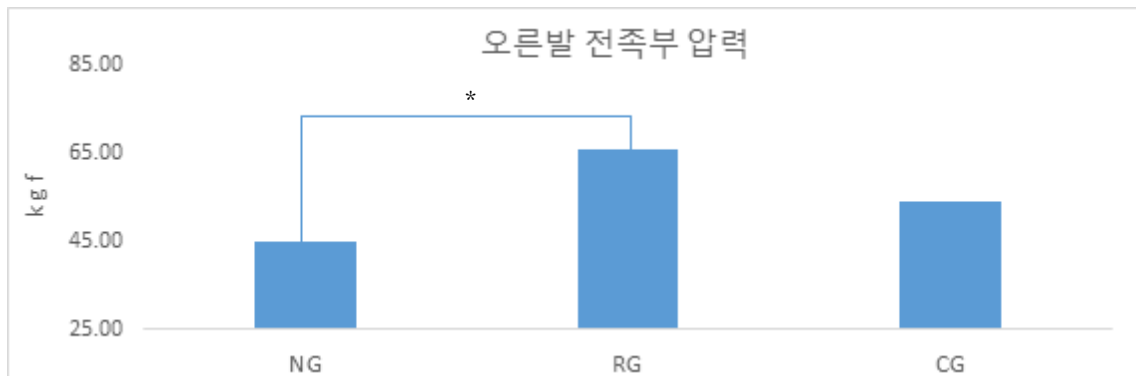
<표 26> 그룹 간 오른발 전족부 압력의 변화 (단위: kgf)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------|------|----------|
| pre | 55.44±25.83 | 46.89±11.52 | 29.39±9.96 | | | |
| post | 47.78±19.73 | 67.55±11.84 | 49.22±20.91 | | | |
| 조정 평균 | 44.84±5.87 | 65.91±5.43 | 53.99±6.21 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 981.460 | 1 | 981.460 | 3.417 | .077 | |
| 그룹 | 2124.778 | 2 | 1062.389 | 3.699 | .040 | NG<RG |
| 오차 | 6892.717 | 24 | 287.197 | | | |
| 합계 | 95856.622 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 55.44±25.83kgf로, 사후 값은 47.78±19.73kgf로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 46.89±11.52kgf로, 사후 값은 67.55±11.84kgf로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 29.39±9.96kgf로, 사후 값은 49.22±20.91kgf로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 44.84±5.87kgf로, 저항운동 그룹에서는 65.91±5.43kgf로, 통제 그룹에서는 53.99±6.21kgf로 나타났다.

오른발 전족부 압력의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .040으로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며 사후검정 결과 신경조절운동 그룹과 저항운동 그룹에서 유의한 차이가 나타났다(p<.05).



[그림 18] 그룹 간 오른발 전족부 압력의 조정 평균

11) 왼발 후족부 압력

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 왼발 후족부 압력의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났고(p<.001), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 27>과 같다.

<표 27> 그룹 간 왼발 후족부 압력의 변화 (단위: kgf)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------|------|----------|
| pre | 118.32±16.96 | 100.50±23.45 | 114.83±39.83 | | | |
| post | 114.97±23.56 | 105.75±22.58 | 120.70±23.61 | | | |
| 조정 평균 | 110.70±5.76 | 111.66±5.54 | 118.42±5.71 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 6506.821 | 1 | 6506.821 | 22.361 | .000 | |
| 그룹 | 320.794 | 2 | 160.397 | .551 | .583 | |
| 오차 | 6983.798 | 24 | 290.992 | | | |
| 합계 | 375408.308 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 118.32±16.96kgf로, 사후 값은 114.97±23.56kgf로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 100.50±23.45kgf로, 사후 값은 105.75±22.58kgf로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 114.83±39.83kgf로, 사후 값은 120.70±23.61kgf로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 110.70±5.76kgf로, 저항운동 그룹에서는 111.66±5.54kgf로, 통제 그룹에서는 118.42±5.71kgf로 나타났다.

왼발 후족부 압력의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .583으로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

12) 오른발 후족부 압력

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 오른발 후족부 압력의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났고(p<.001), 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 28>과 같다.

<표 28> 그룹 간 오른발 후족부 압력의 변화 (단위: kgf)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|--------------|--------------|--------------|------|------|----------|
| pre | 127.35±32.77 | 79.97±22.32 | 73.51±16.21 | | | |
| post | 122.51±22.07 | 124.26±31.49 | 138.33±18.23 | | | |
| 조정 평균 | 123.61±10.76 | 123.75±8.61 | 137.81±9.05 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 17.533 | 1 | 17.533 | .027 | .870 | |
| 그룹 | 1079.673 | 2 | 539.837 | .838 | .445 | |
| 오차 | 15462.536 | 24 | 644.272 | | | |
| 합계 | 477194.499 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $127.35 \pm 32.77\text{kgf}$ 로, 사후 값은 $122.51 \pm 22.07\text{kgf}$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $79.97 \pm 22.32\text{kgf}$ 로, 사후 값은 $124.26 \pm 31.49\text{kgf}$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $73.51 \pm 16.21\text{kgf}$ 로, 사후 값은 $138.33 \pm 18.23\text{kgf}$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $123.61 \pm 10.76\text{kgf}$ 로, 저항운동 그룹에서는 $123.75 \pm 8.61\text{kgf}$ 로, 통제 그룹에서는 $137.81 \pm 9.05\text{kgf}$ 로 나타났다.

오른발 후족부 압력의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .445로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

13) 왼발 총 접촉 면적

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 왼발 총 접촉 면적의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났고($p < .001$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 29>와 같다.

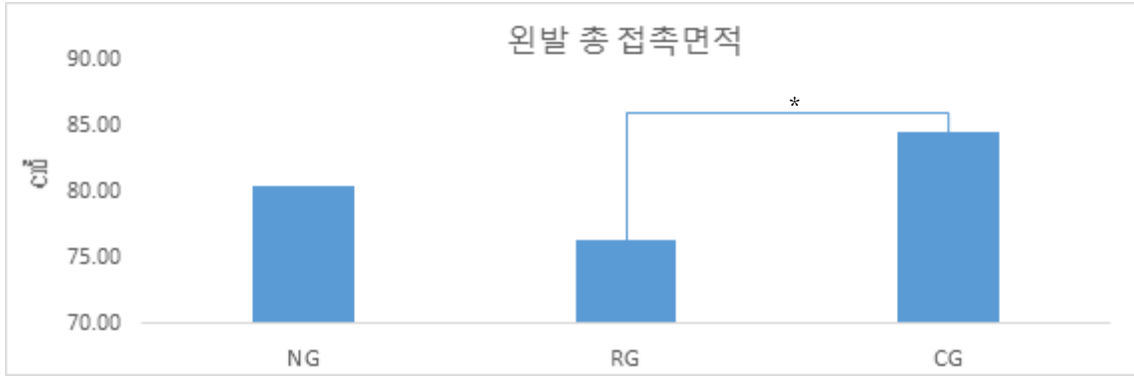
<표 29> 그룹 간 왼발 총 접촉 면적의 변화 (단위: cm^2)

| 그룹 | NG (n=9) | | RG (n=10) | | CG (n=9) | |
|----------|-------------------|----|-------------------|--------|------------------|----------|
| pre | 83.72 ± 11.39 | | 82.31 ± 8.81 | | 83.01 ± 6.35 | |
| post | 81.09 ± 10.37 | | 75.78 ± 12.11 | | 84.60 ± 8.86 | |
| 조정 평균 | 80.41 ± 2.20 | | 76.41 ± 2.09 | | 84.59 ± 2.20 | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 1765.786 | 1 | 1765.786 | 40.640 | .000 | |
| 그룹 | 316.418 | 2 | 158.209 | 3.641 | .042 | RG<CG |
| 오차 | 1042.784 | 24 | 43.449 | | | |
| 합계 | 183846.724 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $83.72 \pm 11.39\text{cm}^2$ 로, 사후 값은 $81.09 \pm 10.37\text{cm}^2$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $82.31 \pm 8.81\text{cm}^2$ 로, 사후 값은 $75.78 \pm 12.11\text{cm}^2$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $83.01 \pm 6.35\text{cm}^2$ 로, 사후 값은 $84.60 \pm 8.86\text{cm}^2$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $80.41 \pm 2.20\text{cm}^2$ 로, 저항운동 그룹에서는 $76.41 \pm 2.09\text{cm}^2$ 로, 통제 그룹에서는 $84.59 \pm 2.20\text{cm}^2$ 로 나타났다.

왼발 총 접촉 면적의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .042로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며 사후검정 결과 저항운동 그룹과 통제 그룹에서 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).



[그림 19] 그룹 간 왼발 총 접촉 면적의 조정 평균

14) 오른발 총 접촉 면적

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 오른발 총 접촉 면적 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이가 나타났고($p < .01$), 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 30>과 같다.

<표 30> 그룹 간 오른발 총 접촉 면적의 변화 (단위: cm²)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
|-------|---------------|---------------|--------------|
| pre | 85.87 ± 10.02 | 77.72 ± 10.13 | 85.64 ± 5.15 |
| post | 82.37 ± 8.40 | 81.32 ± 14.43 | 84.92 ± 6.13 |
| 조정 평균 | 80.23 ± 2.90 | 85.09 ± 2.87 | 82.95 ± 2.89 |

| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
|-----|------------|----|---------|--------|------|----------|
| pre | 997.023 | 1 | 997.023 | 13.746 | .001 | |
| 그룹 | 97.709 | 2 | 48.855 | .674 | .519 | |
| 오차 | 1740.817 | 24 | 72.534 | | | |
| 합계 | 194937.232 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $85.87 \pm 10.02 \text{ cm}^2$ 로, 사후 값은 $82.37 \pm 8.40 \text{ cm}^2$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $77.72 \pm 10.13 \text{ cm}^2$ 로, 사후 값은 $81.32 \pm 14.43 \text{ cm}^2$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $85.64 \pm 5.15 \text{ cm}^2$ 로, 사후 값은 $84.92 \pm 6.13 \text{ cm}^2$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $80.23 \pm 2.90 \text{ cm}^2$ 로, 저항운동 그룹에서는 $85.09 \pm 2.87 \text{ cm}^2$ 로, 통제 그룹에서는 $82.95 \pm 2.89 \text{ cm}^2$ 로 나타났다.

오른발 총 접촉 면적의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .519로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4. 동적 균형 능력

균형 능력 중 동적균형의 변인은 외주 면적, 단형 면적, 실효값 면적, 흔들림 총 길이, 흔들림 속도, 흔들림 면적, 타원 면적이다. 통계분석 결과는 다음과 같다.

1) 외주 면적

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 외주 면적의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 31>와 같다.

<표 31> 그룹 간 외주 면적의 변화 (단위: mm²)

| 그룹 | NG (n=9) | | RG (n=10) | | CG (n=9) | |
|----------|---------------|----|---------------|------|---------------|----------|
| pre | 179.01±114.10 | | 257.49±122.56 | | 206.68±135.05 | |
| post | 266.17±219.88 | | 165.13±90.67 | | 241.53±188.30 | |
| 조정 평균 | 263.52±59.55 | | 168.11±56.85 | | 240.87±58.69 | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 1982.788 | 1 | 1982.788 | .064 | .802 | |
| 그룹 | 44324.321 | 2 | 22162.161 | .716 | .499 | |
| 오차 | 742422.183 | 24 | 30934.258 | | | |
| 합계 | 2179729.730 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 179.01±114.10mm²로, 사후 값은 266.17±219.88mm²로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 257.49±122.56mm²로, 사후 값은 165.13±90.67mm²로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 206.68±135.05mm²로, 사후 값은 241.53±188.30mm²로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 263.52±59.55mm²로, 저항운동 그룹에서는 168.11±56.85mm²로, 통제 그룹에서는 240.87±58.69mm²로 나타났다.

외주 면적의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .499로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

2) 단형 면적

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 단형 면적의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 32>와 같다.

<표 32> 그룹 간 단형 면적의 변화 (단위: mm²)

| 그룹 | NG (n=9) | | RG (n=10) | | CG (n=9) | |
|----------|----------------|----|-----------------|------|----------------|----------|
| pre | 1203.26±803.19 | | 2435.29±1800.17 | | 1482.35±518.55 | |
| post | 1305.53±622.65 | | 1311.61±1343.51 | | 1540.84±881.98 | |
| 조정 평균 | 1266.00±354.36 | | 1364.02±346.39 | | 1522.14±345.34 | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 203120.352 | 1 | 203120.352 | .192 | .665 | |
| 그룹 | 300747.343 | 2 | 150373.672 | .142 | .868 | |
| 오차 | 25366789.046 | 24 | 1056949.544 | | | |
| 합계 | 79480426.147 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 1203.26±803.19mm²로, 사후 값은 1305.53±622.65mm²로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 2435.29±1800.17mm²로, 사후 값은 1311.61±1343.51mm²로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 1482.35±518.55mm²로, 사후 값은 1540.84±881.98mm²로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 1266.00±354.36mm²로, 저항운동 그룹에서는 1364.02±346.39mm²로, 통제 그룹에서는 1522.14±345.34mm²로 나타났다.

단형 면적의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .868로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3) 실효값 면적

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 실효값 면적의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 33>과 같다.

<표 33> 그룹 간 실효값 면적의 변화 (단위: mm²)

| 그룹 | NG (n=9) | | RG (n=10) | | CG (n=9) | |
|----------|---------------|----|-----------------|------|---------------|----------|
| pre | 562.74±353.69 | | 1489.75±1132.73 | | 951.49±436.38 | |
| post | 679.10±335.80 | | 707.09±751.12 | | 721.46±431.29 | |
| 조정 평균 | 714.59±196.79 | | 670.44±188.71 | | 726.69±185.14 | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 85237.540 | 1 | 85237.540 | .277 | .603 | |
| 그룹 | 14317.947 | 2 | 7158.974 | .023 | .977 | |
| 오차 | 7382522.513 | 24 | 307605.105 | | | |
| 합계 | 21302639.404 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $562.74 \pm 353.69 \text{mm}^2$ 로, 사후 값은 $679.10 \pm 335.80 \text{mm}^2$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $1489.75 \pm 1132.73 \text{mm}^2$ 로, 사후 값은 $707.09 \pm 751.12 \text{mm}^2$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $951.49 \pm 436.38 \text{mm}^2$ 로, 사후 값은 $721.46 \pm 431.29 \text{mm}^2$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $714.59 \pm 196.79 \text{mm}^2$ 로, 저항운동 그룹에서는 $670.44 \pm 188.71 \text{mm}^2$ 로, 통제 그룹에서는 $726.69 \pm 185.14 \text{mm}^2$ 로 나타났다.

실효값 면적의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .977로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4) 흔들림 총 길이

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 흔들림 총 길이의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 34>와 같다.

<표 34> 그룹 간 흔들림 총 길이의 변화 (단위: mm²)

| 그룹 | NG (n=9) | | RG (n=10) | | CG (n=9) | |
|----------|--------------------|----|--------------------|------|--------------------|----------|
| pre | 148.75 ± 51.11 | | 186.83 ± 59.22 | | 153.93 ± 33.64 | |
| post | 155.33 ± 41.42 | | 145.21 ± 72.10 | | 161.91 ± 62.73 | |
| 조정 평균 | 156.69 ± 20.93 | | 143.16 ± 20.34 | | 162.81 ± 20.73 | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 493.058 | 1 | 493.058 | .129 | .722 | |
| 그룹 | 1747.132 | 2 | 873.566 | .229 | .797 | |
| 오차 | 91498.079 | 24 | 3812.420 | | | |
| 합계 | 755901.581 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전 값은 $148.75 \pm 51.11 \text{mm}^2$ 로, 사후 값은 $155.33 \pm 41.42 \text{mm}^2$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전 값은 $186.83 \pm 59.22 \text{mm}^2$ 로, 사후 값은 $145.21 \pm 72.10 \text{mm}^2$ 로 나타났고 통제 그룹의 사전 값은 $153.93 \pm 33.64 \text{mm}^2$ 로, 사후 값은 $161.91 \pm 62.73 \text{mm}^2$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $156.69 \pm 20.93 \text{mm}^2$ 로, 저항운동 그룹에서는 $143.16 \pm 20.34 \text{mm}^2$ 로, 통제 그룹에서는 $162.81 \pm 20.73 \text{mm}^2$ 로 나타났다.

흔들림 총 길이의 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .797로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

5) 흔들림 속도

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 흔들림 속도의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로

로 한 공분산 분석결과는 <표 35>와 같이 나타났다.

<표 35> 그룹 간 흔들림 속도의 변화 (단위: mm/s)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) |
|----------|------------|-------------|-------------|
| pre | 29.75±8.28 | 37.37±11.84 | 30.79±6.73 |
| post | 31.07±8.28 | 29.04±14.42 | 32.38±12.55 |
| 조정 평균 | 31.34±4.19 | 28.63±4.07 | 32.56±4.15 |

| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
|-----|-----------|----|---------|------|------|----------|
| pre | 19.722 | 1 | 19.722 | .129 | .722 | |
| 그룹 | 69.885 | 2 | 34.943 | .229 | .797 | |
| 오차 | 3659.923 | 24 | 152.497 | | | |
| 합계 | 30236.063 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전평균은 29.75±8.28mm/s로, 사후평균은 31.07±8.28mm/s로 나타났고 저항운동 그룹의 사전평균은 37.37±11.84mm/s로, 사후평균은 29.04±14.42mm/s로 나타났고 통제 그룹의 사전평균은 30.79±6.73mm/s로, 사후평균은 32.38±12.55mm/s로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 31.34±4.19mm/s로, 저항운동 그룹에서는 28.63±4.07mm/s로, 통제 그룹에서는 32.56±4.15mm/s로 나타났다.

흔들림 속도의 사전 값에 대한 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .797로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

6) 흔들림 면적

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 흔들림 면적의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 36>과 같이 나타났다.

<표 36> 그룹 간 흔들림 면적의 변화 (단위: /mm)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|----------|-----------|----------|------|------|----------|
| pre | 1.01±.34 | .88±.43 | .97±.41 | | | |
| post | .84±.41 | .97±.30 | .86±.30 | | | |
| 조정 평균 | .84±.11 | .98±.11 | .86±.11 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | .064 | 1 | .064 | .550 | .465 | |
| 그룹 | .113 | 2 | .057 | .486 | .621 | |
| 오차 | 2.800 | 24 | .117 | | | |
| 합계 | 25.407 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전평균은 1.01±.34/mm로, 사후평균은 .84±.41/mm로 나타났고 저항운동 그룹의 사전평균은 .88±.43/mm로, 사후평균은 .97±.30/mm으로 나타났고 통제 그룹의 사전평균은 .97±.41/mm로, 사후평균은 .86±.30/mm으로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 .84±.11/mm에서 저항운동 그룹에서는 .98±.11/mm에서 통제 그룹에서는 .86±.11/mm로 나타났다.

흔들림 면적의 사전 값에 대한 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .621로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

7) 타원 면적

12주간 근감소증 노인에 신경조절운동과 저항성 운동을 실시한 후 타원 면적의 차이를 검정하기 위하여 공분산분석을 실시하였다. 세 그룹의 사전 값이 유의한 차이로(p<.01)인해 사전 값을 공변인으로 한 공분산 분석결과는 <표 37>과 같이 나타났다.

<표 37> 그룹 간 타원 면적의 변화 (단위: mm²)

| 그룹 | NG (n=9) | RG (n=10) | CG (n=9) | | | |
|----------|----------------|-----------------|----------------|------|------|----------|
| pre | 870.85±620.59 | 2062.25±1365.22 | 1198.75±601.81 | | | |
| post | 1054.90±642.15 | 850.74±740.12 | 1249.63±819.99 | | | |
| 조정 평균 | 1080.54±64.10 | 818.85±259.44 | 1259.43±252.54 | | | |
| 소스 | SS | df | MS | F | p | Post-Hoc |
| pre | 53054.784 | 1 | 53054.784 | .762 | .004 | |
| 그룹 | 795929.455 | 2 | 397964.727 | .705 | .055 | |
| 오차 | 13554814.918 | 24 | 564783.955 | | | |
| 합계 | 44915016.324 | 28 | | | | |

NG: 신경조절운동 그룹, RG: 저항운동 그룹, CG: 통제 그룹

신경조절운동 그룹의 사전평균은 $870.85 \pm 620.59 \text{mm}^3$ 로, 사후평균은 $1054.90 \pm 642.15 \text{mm}^3$ 로 나타났고 저항운동 그룹의 사전평균은 $2062.25 \pm 1365.22 \text{mm}^3$ 로, 사후평균은 $850.74 \pm 740.12 \text{mm}^3$ 로 나타났고 저항운동 그룹 사전평균은 $1198.75 \pm 601.81 \text{mm}^3$ 로, 사후평균은 $1249.63 \pm 819.99 \text{mm}^3$ 로 나타났다. 이들의 조정 평균값의 경우 신경조절운동 그룹에서는 $1080.54 \pm 64.10 \text{mm}^3$ 에서 저항운동 그룹에서는 $818.85 \pm 259.44 \text{mm}^3$ 에서 통제 그룹에서는 $1259.43 \pm 252.54 \text{mm}^3$ 로 나타났다.

타원 면적의 사전 값에 대한 공분산 분석결과 그룹 간 유의확률은 .055로 세 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

V. 논의

세계보건기구(World Health Organization)에서의 건강한 노화는 정상적인 인지 및 신체 기능을 유지하는 한편 사회적으로도 활발한 활동을 지속하며 늙어가는 것을 의미하며 인간의 노화에 다차원적으로 접근하고 있다(Hsu, 2007; 한가영 등, 2016). 이러한 가운데 고령화 사회의 노년기 삶의 질 향상을 위한 다양한 운동 프로그램이 연구, 개발되고 있으며(장윤희, 2015; 송현경, 2017; 허준원 등, 2017; 김남수와 이소은, 2019), 특히 노화로 인한 근감소증이 오히려 비만보다 더 심각하게 영향을 미친다는 주장(Siparsky et al., 2014; Kohara, K., 2014)과 함께 노화성 근감소증 예방 운동 프로그램을 적용하는 환경에 대한 새로운 방향성이 제시되기도 하였다(천성욱과 신상근, 2019; 차은주와 김지영, 2019). 고령 노인들의 신체활동과 운동의 부족은 신체 움직임의 수행할 수 있는 안정된 능력과 독립성이 떨어져 신체적으로 허약할 수 있어 운동 적용 시 더욱 세심한 검증과 접근이 필요하다(ACSM, 2009; 지현석 등, 2019).

근감소증은 2010년 European working group on sarcopenia in older people (EWGSOP)에서 근감소증을 노화로 인한 과도한 근육량의 감소 외에 근력 저하를 포함한 신체기능의 저하로 정의되었고, 최근 2016년 세계보건기구로부터 질병코드(ICD-10-CM CODE)를 부여받아 독립적인 질환으로 분류되었다(Cao & Morley, 2016). 근감소증은 정도에 따라 근감소증 전단계(presarcopenia stage), 근감소증 단계(sarcopenia stage), 고도 근감소증 단계(severe sarcopenia stage)로 구분(Santill et al., 2014)하고 있으며, 임상적 진단기준의 대안으로 이용하고 있는 허벅지·종아리 둘레, 상완둘레, 사지 근육량을 측정하는 방법이 제시되고 있다(Moon et al., 2018).

이 연구에서는 근감소증 예방을 목적으로 12주간 신경조절운동과 저항운동 프로그램이 근감소증 고령 여성의 근감소증 진단 요소, 염증반응 지표, 정적 균형 능력, 동적 균형 능력에 미치는 영향에 대해 논의하고자 한다.

1. 근감소증 진단 요소의 변화

본 연구에서는 고령 노인을 대상으로 체력이 많이 소모되지 않고 간편하게 측정할 수 있는 신체기능의 평가 방법들 중 하지 기능을 평가하는 수행검사로 간편 신체수행검사(short physical performance battery SPPB)를 사용하였다. SPPB는 미국의 NIA(national institute of aging)가 노인의 역학연구 설립을 위한 연구에서 처음 사용하였으며 보행 속도, 의자에서 일어나기, 균형 검사 세 가지로 구성 되어있는 노인의 신체기능을 객관적으로 평가하기 쉽고 유용한 검사 방법이다(최경훈과 한승완, 2020).

유수정(2017)의 연구에서의 보행 속도와 의자 일어서기에서는 시간과 그룹 간 상호작용이 통계적으로 유의한 차이가 나타났다고 보고하였으며, 최경훈과 한승완(2020)은 장기간 사회서비스 신체활동 프로그램에 참여하는 여성 노인의 신체조성과

신체기능 및 심폐지구력에 미치는 효과를 검증한 결과 체력항목 중 의자 일어서기와 SPPB 총 점수에서 유의하게 증가하였다고 보고하였고, 65세에서 74세 여성 노인에게 12주간 복합 하지 근력 운동 프로그램을 통해 BBS 점수의 유의한 향상을 검증한 연구는(백순기와 최혜정(2015), 지체장애 노인을 대상으로 창작무용을 적용하여 신체 수행력, 균형, 이동성에 미치는 영향을 검증한 연구에서 이동시간이 유의하게 단축되는 경향을 보였으며, 보행 속도, 균형이 유의하게 증가하였다고 보고한 정희정 등(2019)의 연구 등 앞서 설명한 선행연구들은 보행 속도에서 긍정적인 효과를 나타낸 본 연구의 결과를 지지하고 있다. 이 연구에서 이러한 긍정적인 효과를 나타낸 그 이유는 하지 기능을 자극하는 동작을 수행하는 기구를 이용한 신경조절운동과 근육에 저항을 유발하는 밴드를 이용한 저항운동의 반복적인 수행으로 체중부하와 저항력을 늘린 운동 프로그램이 하지 기능을 평가하는 항목에 주요한 영향을 미쳤을 것이라고 판단된다. 이외에도 대부분의 선행연구에서 노인 수준에 맞는 효율적인 운동 참여는 일상생활 체력 전반에 걸쳐 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 제시하였는데, 이러한 보고는 이 연구의 결과를 뒷받침해주고 있다(Gremeaux et al., 2012; Balachandran et al., 2014; Shahar et al., 2013; 정원상과 이만균, 2017). 반면 홍예주(2010)는 평균 70세의 여성 노인을 대상으로 12주간 한국무용을 실시한 결과, 보행 속도와 종합 점수에서 효과가 있었으나, 의자 일어서기에서 효과가 나타나지 않았다는 결과를 보고하였는데 이는 운동 프로그램으로 한국무용을 적용하여 보다 확실한 운동의 효과가 나타나지 않았던 것이 이유인 것으로 사료된다.

본 연구에서는 65세 이상의 여성노인에게 신경조절운동과 저항운동을 적용하였을 때 근감소증 진단 요소에 미치는 효과에 대해 규명하고자 했다. 보행 속도에서는 신경조절운동그룹이 통제 그룹보다 유의하게 증가한 것으로 나타났다.

신경조절운동의 경우 하지기능 및 신경을 조절하는 동작이 수행되어 신경근 조절능력의 향상이 나타났기 때문으로 생각된다. 또한 체중을 부하로 이용하여 반복적으로 이용한 것이 신경근 조절 능력을 향상시킨 것으로 판단된다. 그리고 운동의 부하 역시 단계적으로 적용하도록 처방하여 점진적인 부하훈련을 통하여 신경자극 체계에 상호 협응이 원활하게 이루어져 근력의 증가뿐만 아니라 보행 속도의 향상에도 긍정적 영향을 미쳤다고 판단된다. 사지 근육량의 감소가 두드러지게 발생하여 나타나는 근육감소 현상은 근감소증(sarcopenia)의 중요한 위험인자 중 하나이다. 이 연구의 결과 12주간의 신경조절운동과 저항운동 프로그램에 참여한 고령여성의 사지 근육량의 변화에는 유의한 차이변화가 나타나지 않아 근감소증 진단 요소 변화에 영향을 미치지 못하였다. 본 연구와 상반된 결과로는 근감소증 여성노인의 12주간의 복합운동 참여 후 근육지수에 미치는 영향에 대한 연구 결과 사지 근육량과 근육지수의 모든 변인에서 유의한 주효과가 나타났다고 한 홍지영, 조지훈(2015)과 사지 근육량의 증가를 보고한 Park et al.(2011) 그리고 노인여성의 근육의 횡단면적의 증가를 보고한 홍지영(2012)의 연구가 있다. 이상의 선행 결과는 참여 대상자가 본 연구의 대상노인보다 평균 연령이 낮았고, 또한 무산소성 근력운동 적용이 가능하였으며 운동 전 근육지수가 상대적으로 낮아 다른 연구들에 비해 근력의 증가 폭

이 크게 나타난 것으로 보여진다. 이에 반해 근감소증을 동반한 노인여성에게 규칙적인 저항운동을 실시한 결과 상지근육량에서 유의한 차이가 없다고 한 홍지영과 옥정석(2013)의 연구와 탄력밴드운동을 적용하여 체력 변화가 나타나지 않았다는 소위영 등(2009)은 이 연구를 지지하고 있다.

이러한 결과로 볼 때 근감소증을 동반한 노인의 운동 프로그램을 구성할 때에는 상지와 하지를 적절히 사용할 수 있는 저항운동과 전신의 근육이 동원될 수 있는 복합적인 운동이 포함되어지는 것이 필요하다 하겠다.

근감소증 진단 요소에서 악력은 종아리의 근육량과 잘 일치할 뿐 아니라 하지근육의 근력과 잘 일치하고 있다(Marzetti et al., 2017)는 연구결과가 있다. 신체 한 부위의 근력은 다른 부위의 근력과 연관되는데 그 중 악력은 하지 근력 측정을 대신할 수 있고 다리 근력과 비슷하게 예후를 예측할 수 있다는 점에서 근감소증을 진단하는 중요한 도구로 활용된다. 본 연구에서의 악력의 긍정적 효과는 운동 프로그램 모두 도구를 이용하는 운동 프로그램을 적용하였고, 특히 저항운동의 경우는 밴드를 잡고 하는 동작이 대부분이어서 악력 향상에 영향을 주었을 것으로 사료된다. 본 연구의 결과와 일치하거나 유사한 향상 효과를 보고한 선행연구로는 장학철(2011), 문연실과 한설희(2017) 그리고 정원상과 이만균(2017)의 연구가 있다. 더하여 노인에게 고강도 인터벌 트레이닝을 적용한 결과 고강도인터벌 트레이닝은 지속적 트레이닝에 비해서 근육량 증가 및 악력 향상은 더욱 높게 나타남으로서 고령자의 근감소증 예방에 효과적이라는 김기진, 김홍수(2020)는 노인들에게 저항도 운동은 근력 향상과 유지에 긍정적 변화를 주지 못한다고 발표한 바 있다.

페달로(Pedalo[®])를 이용한 신경조절운동과 탄성밴드를 사용한 저항성 근력운동 모두 근감소증을 예방하고 일상생활 체력을 증진할 수 있다는 것을 12주간 고령 노인에게 운동 프로그램 적용을 통해 입증하였다. 많은 고령 노인을 위한 어떤 운동을 어느 강도로 얼마나 해야 되는지에 대해선 아직까지 표준화된 프로그램은 없다. 또한 아직까지도 근감소증에 대한 인식도 부족한 실정이다. 하지만 운동이나 신체 활동 감소는 근력 감소로 이어지고 악력의 약화로 이어질 수 있어 적절한 강도 선택과 규칙적인 운동 참여는 노년기 삶에 있어서 필수가 되어야 할 것으로 생각된다.

2. 염증반응 지표의 변화

염증을 유발하는 사이토카인에는 혈중 인터루킨-6(Interleukin-6, IL-6) 및 종양괴사인자- α (Tumor necrosis factor- α , TNF- α), C-반응성 단백질(C-reactive protein, CRP)등과 같은 물질들이 있다. 이와 같은 사이토카인들은 근육 내 중성지방과 지방조직이 증가할 때 주로 발현된다. 이러한 염증성 사이토카인은 단백질 분해를 촉진하는 반면, 단백질 합성은 감소시키므로 근육량의 저하와 연관이 있으며 비만에 의해서도 유발된다(Leng et al., 2002). 사이토카인은 글루코스와 지방의 대사, 면역기능, 혈관기능, 인슐린 감수성과 같은 생리기능에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Broom et al., 2007; Fruhbeck, 2004; Gradner et al., 2007).

허약 노인에서는 인슐린 저항성 및 근감소증과 관련된 염증인자의 발현이 중요하

게 제시되고 있다(Barzilay et al., 2007; Zamboni et al., 2008). 근감소증으로 인한 골격근량의 감소, 복부 지방의 축적은 지방세포에서 발현되는 염증성 사이토카인을 증가시켜 심장질환 발병의 위험을 높이기 때문이다(Maurel et al., 2007; Roth et al., 2006). 허약 노인의 IL-6, TNF- α , CRP와 같은 사이토카인은 근기능 저하와 직접적인 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(Schaap et al., 2006; Visser et al., 2002).

최근 선행연구들의 결과에 따르면 허약 노인에게서 보이는 만성 염증 상태의 원인들 중 하나를 염증성 사이토카인으로 보고하고 있다(Leng et al., 2002; Walston et al., 2002; Roubenoff et al., 2003). 적절한 운동은 허약 노인에게서 발생하는 근감소증의 예방 및 지연에 도움이 된다. 다양한 형태의 운동은 비만 방지와 근력의 유지 및 증가와 더불어 염증성 사이토카인의 감소를 유발하며 골격근 근육세포의 단백질 분해 및 사멸을 억제하여 노화에 따른 근감소증 현상을 예방하거나 지연할 수 있음을 보고하고 있다(Strasser, Arvandi & Siebert, 2012). 신체활동의 부재는 염증반응을 유발하지만 운동을 통한 항염증 효과가 염증성 사이토카인 활성을 억제시키는 것으로 알려져 있다(Pedersen & Pedersen, 2005). 박상갑 등(2011)의 연구에서는 24주간 유산소와 저항성 운동에 의해 근감소증 고령 여성의 IL-6와 TNF- α 감소에 효과적으로 나타났다. Kohut et al.(2006)은 유산소성 운동만이 노인의 혈중 사이토카인의 농도를 개선시킨다고 주장하였으며, 강설중(2014)의 결과에서는 유산소와 저항성 운동이 허약 여성노인의 골격근량을 증가시켰음에도 불구하고 IL-6, TNF- α 및 CRP에서 유의한 차이를 나타내지 않았다는 결과를 보고하였다. 따라서 이 연구에서는 고령의 근감소증 여성 노인들을 대상으로 12주간 신경조절운동과 저항운동을 실시한 후 염증반응 지표의 어떠한 변화가 나타났는지 알아보하고자 하였다.

IL-6는 근력, 체지방량, 골격근량 및 신체기능과 큰 연관성이 있으며, 체지방량이 증가할 경우 염증성 사이토카인의 분비가 활발해짐에 따라 근육의 이화작용을 촉진시키는 결과를 초래한다(Schrager et al., 2007). 최근에는 근감소증과도 매우 밀접한 관계가 있다고 보고되었다(Dutra et al., 2017). IL-6는 단발성 중강도 운동 혹은 고강도 운동 이후에 다량으로 생산되는데(Febbario & Pedersen, 2002; Woods et al., 2009), 근육에서 마이오카인(myokine)이 다량으로 생성되고 혈액에서 순환된다(Bruunsgaard, 2005). 운동 강도 및 시간 빈도수에 비례하게 발현되며 편심성 수축에 한정되지 않고(Febbario & Pedersen, 2002) 중강도 심폐지구성 운동 시 동심성 수축으로도 생성된다(Bruunsgaard, 2005). 만성적으로 증가된 IL-6는 CRP와 마찬가지로 사망률 예측에 도움이 되며 일부 암과 관련이 있다. 또 비만 및 제2형 당뇨병의 예측 변수이기도 하다(Bruunsgaard, 2005; Febbario & Pedersen, 2002; Ford, 2002; Handschin & Spiefelman, 2008). 따라서 IL-6는 친염증성 물질임과 동시에 중요한 항염증성 효과 또한 갖고 있다. IL-6는 TNF- α 발현 억제, 뇌하수체-부신축 자극 및 항염증성 사이토카인의 생산을 자극하며, 중강도 운동의 효과와 관련된 주요 항염증성 물질 중 하나라 보고하고 있다(Bruunsgaard, 2005; Gleeson, 2007; Handschin & Spiefelman, 2008; Pedersen, 2007).

운동 형태 및 강도에 따른 IL-6의 변화에 대한 연구들을 살펴보면 김나리 등(2010)의 연구에서는 12주간의 유산소 운동과 저항성 운동, 두 운동을 병행한 복합 운동은 IL-6의 발현을 감소시키고 IL-2의 발현을 증가시키는 것으로 나타났으며, 실시한 운동으로 인한 근육량의 증가와 지방의 감소가 IL-6의 발현을 감소시켰을 것으로 사료된다는 결과를 제시하여 본 연구와 같은 결과를 제시하였다. 김동우(2014)의 연구에서도 그룹과 운동기간에 따른 IL-6의 유의한 차이가 있었다는 결과를 제시하였으며, 주 5회 저강도 저항운동을 실시하였을 때, 근력과 근육량이 증가하여 CRP와 함께 사망률 예측이 가능한 염증증성 인자인 IL-6가 증가하였으며 여러 항염증성 물질(IL-10, IL-1Ra)의 생산을 적극적으로 자극할 것으로 사료 된다는 결과(천성욱, 2018)를 제시하며 본 연구와 동일한 결과를 제시하였다.

Goldhammer et al.(2005)은 심장 질환의 위험성이 높은 환자의 경우에도 유산소운동을 통해 IL-6 농도를 감소시킬 수 있다는 결과를 보고하였으며, 정원상 등(2017)의 연구에서는 65세 이상의 노인 여성 100명을 대상으로 근감소증 집단, 비만집단, 근감소증+비만집단, 정상집단, 총 네 개의 집단을 구성한 후 염증반응 지표의 특성을 비교하였을 때 IL-6은 근감소증+비만집단과 비만집단이 정상집단에 비해 유의하게 높았다는 결과가 나타났다. 박상갑 등(2011)은 65세 이상 근감소증이 진행 중인 노인을 대상으로 저항성 운동과 유산소성 운동을 복합적으로 1회 80분, 주 3회, 24주간으로 실시하였다. 그 결과 IL-6은 실험군이 대조군보다 유의하게 감소하였다는 결과를 제시하였다.

이 연구에서는 근감소증이 있는 고령여성에게 12주간의 신경조절운동과 저항운동을 적용한 결과 염증성 사이토카인 IL-6에서의 변화는 운동그룹이 통제 그룹보다 통계적으로 유의하게 낮은 결과가 나타내면서 신경조절운동그룹이 저항운동그룹에서 보다 통계적 수치의 증가가 현저하게 더 낮게 나타났다. 이는 선행연구들의 결과를 뒷받침하고 있으며, 본 연구의 운동 프로그램의 구성, 기간, 적용 강도에 따라 나타난 결과로 사료된다. 신경조절운동그룹의 더 낮은 증가는 고유수용 감각 자극과 함께 신경계와 근육군의 잘 적응된 협응에 따른 결과로 판단되어진다. IL-6의 낮은 폭의 증가 경향은 의미가 있지만, 보다 긍정적인 효과 규명을 위해서는 향후 고령 노인의 운동 트레이닝은 장기간의 운동 프로그램을 적용하는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

염증성 사이토카인 중 하나인 TNF- α 는 앞서 설명한 바와 같이 인슐린 저항성 증가와 함께 단백질 분해 가속화를 유발하여 근감소증을 일으키는 요인 중 하나로 보고되고 있다(Bian et al., 2017). 정원상 등(2017)의 연구에서는 65세 이상의 노인 여성 100명의 신체구성 및 염증반응 지표를 분석하였을 때 나머지 세 집단보다 정상집단에서 낮게 나타났다. 이처럼 비만 혹은 근감소증을 가지고 있는 노인들은 기본적으로 정상집단보다 신체에 부정적인 영향을 미치는 염증성 사이토카인의 농도가 높게 나타나는 경향을 보이며 항염증성 효과를 일으키는 적정 강도의 운동을 실시해야 할 필요가 있다고 사료된다.

박상갑 등(2011)은 근감소증이 진행 중인 65세 이상의 노인을 대상으로 유산소와

저항성 운동을 포함한 복합운동을 해당 80분씩 주 3회를 24주간으로 실시하였다. 그 결과 실험군의 TNF- α 수치가 대조군보다 유의하게 감소하였다는 결과를 제시하였으며, 김나리 등(2010)은 12주간의 저항성 운동과 유산소 운동, 두 형태의 운동을 병행한 복합운동은 TNF- α 의 발현을 증가시키는 것으로 나타났으며, 운동을 진행함에 따라 발생한 근육량 증가, 지방감소가 TNF- α 의 감소를 유발했을 것이라는 결과를 보고하였다. 하지만 이승엽과 정제순(2013)은 65세 이상 남녀 노인들 대상으로 15분간 유산소성 걷기운동, 기구를 이용한 저항성운동, 평형성운동을 실시하는 복합운동으로 24주간 주2회 본 운동 40분간 실시한 결과 TNF- α 에서 상호작용 효과가 없는 것으로 보고하면서 본 연구와 결이 같은 결과를 제시하였다. 본 연구에서는 TNF- α 에서 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나 신경조절 운동 그룹이 나머지 그룹보다 낮아지는 경향을 보였는데 이는 본 연구의 대상자가 평균 75세 이상의 신체활동이 충분하지 않은 고령 노인 여성으로 염증성 사이토카인이 만성적으로 축적되어 있었을 것으로 사료되며, 운동의 강도와 기간이 부족했던 것이 그 원인으로 예상된다.

hs-CRP는 체내에서 생성되는 염증의 반응 물질이며 급성 반응성 단백질로 전신 염증반응의 표지자로 알려져 있다. 대식세포 혹은 지방세포에서 발현되는 IL-6와 같은 염증성 사이토카인 중 하나이며 혈액에서 생성된다(Bruunsgaard, 2005; Ford, 2002). 체내 hs-CRP가 증가할 경우, 혈중 콜레스테롤 수치의 증가, 고밀도지단백질 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)의 감소로 인한 혈관내피세포의 기능저하, 비만, 우울증, 당뇨, 동맥경화 등의 부정적인 영향을 미친다. 따라서 심혈관질환의 예견인자(Lagrand et al., 1999; Festa et al., 2000)로도 사용되며, 여러 가지의 성인병이 복합적으로 발생하는 대사증후군과도 깊은 상관관계가 있다고 보고하고 있다(김도경과 박원화, 2010). 운동과 혈중 염증표지(CRP등)에 관련된 선행연구들을 살펴보면 중강도 운동은 항염증 반응을 통해 혈액 내 염증 및 자유기를 감소시키는 것으로 알려져 있으며, 고강도 운동은 순간적으로 체내 염증을 증가시키는 것으로 보고하고 있다. 이에 따라 만성적 질환을 앓고 있는 대부분의 사람들에게는 적절한 강도의 운동처방을 통해 염증성 질환의 완화가 중요하다고 보고하였다(Ford et al., 2007; Hamer, 2006; Plaisance & Grandjean, 2006).

허약 노인의 일반적으로 높은 염증 수준을 가지고 있으며 이는 효율적인 단백질 합성을 방해하여 골격근 형성에 부정적인 영향을 미치며(Cleasby et al., 2016), 골격근량의 감소를 유발한다(Kalinkovich & Livshits, 2017). 그에 따른 인슐린 저항성의 상승은 인슐린 민감도 또한 감소시킨다. Atkins et al.(2014)과 Kim et al.(2013)의 연구에서는 정상집단보다 근감소증 혹은 비만을 앓고 있는 집단의 hs-CRP가 유의하게 높았다고 보고하였다. Sara et al.(2017)은 노인들의 만성적인 염증은 심혈관 질환 발병과 매우 밀접한 연관성이 있으며, 그 중에서도 hs-CRP는 동맥경화증, 고지혈증 지표와 높은 상관관계가 있다고 보고한 바 있다. Goldhammer et al.(2005)은 심장질환의 발병률이 높은 환자의 경우에도 유산소운동을 통해 hs-CRP의 농도를 감소시킨다고 보고하면서 본 연구와는 상이한 결과를 나타냈다.

반면 이승엽과 정제순(2013)은 65세 이상의 노인 남녀들을 대상으로 24주간 주2회, 15분의 유산소 운동, 저항운동, 평형성 운동 포함한 복합성 운동 40분간 11-13회를 실시하였을 때, *hs*-CRP에서 유의한 상호작용 효과가 없는 것으로 보고 하면서 본 연구와 같은 결과를 제시하였다.

이 연구에서는 평균 65세 이상의 여성 노인들에게 12주간 신경조절운동과 저항성 운동을 적용하였을 때, *hs*-CRP에서 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. *hs*-CRP에서 유의한 차이가 나타나지 않은 이유로 운동의 강도가 *hs*-CRP에 영향을 미칠 만큼 충분하지 않았던 것과, 신체 구성이 좋아지는 경향을 보였음에도 불구하고 체중이 충분히 감소되지 않았기 때문인 것으로 사료 된다.

인슐린 유사 성장호르몬(Insulin-like Growth Factor, IGF-1)은 뇌하수체 전엽에서 생성되는 성장호르몬(growth hormone, GH)으로 혈액으로 방출될 경우 간에서 IGF-1의 생성을 촉진한다(정원상, 2017). 또 여러 가지 염증반응 지표 반응에 관여하기도 하며(Hameed et al., 2002), 근성장과 매우 밀접한 관계가 있다(Weltman et al., 2001). 노화로 인한 단백질 합성수준의 감소는 GH 및 골격근량의 감소를 초래하고, 결과적으로는 성장과 축진을 조절하는 IGF-1의 감소로 이어진다. 염증성 사이토카인은 이러한 호르몬을 감소시켜 허약 노인들의 근감소증을 유발하게 된다(Clemmons, 2012; Kim et al., 2017). 고령 여성을 대상으로 한 연구는 상해와 손상 방지를 위해 반드시 운동 적용 기간을 두어야 할 중요성이 있어 향후 근감소증 노인을 대상으로 한 연구에서는 장기간의 적절한 강도의 운동 프로그램 적용이 제시되어야 한다고 판단된다.

3. 정적 균형 능력의 변화

본 연구에서는 균형 능력의 변화를 보기 위한 정적균형검사로 게이트 뷰 측정 기구를 이용하여 검사를 하였다. 고령여성의 FOOT TYPE:평발(flat), 요족(high), 정상(normal)적인 발의 압력분포를 측정한 결과의 면적 값은 운동 프로그램 전후를 비교할 때 매우 의미 있는 수치로 받아들여진다. 평발인 노인인 경우 발바닥은 지면에 접촉하는 면적이 넓고 자세와 관련해서는 근육의 톤이 떨어지는데 적절한 방향에서 운동이 되었다면 Surface area(발바닥이 접촉한 총 면적)은 줄어들고 근육의 톤(pressure)은 더 증가하는 양상으로 보이게 되면서 전체적인 자세 개선이 이루어지는 것으로 판단할 수 있다. 본 연구에서 살펴본 정적 검사 항목은 왼발 전족부 비율, 오른발 전족부 비율, 왼발 후족부 비율, 오른발 후족부 비율, 왼발 족부 압력, 오른발 족부 압력, 왼발 전족부 압력, 오른발 전족부 압력, 왼발 후족부 압력, 오른발 후족부 압력, 왼발 총 접촉 면적, 오른발 총 접촉 면적을 측정하였으며, 균형검사 항목으로는 외주 면적, 단형 면적, 실효값 면적, 흔들림 총길이, 흔들림 속도, 흔들림 면적, 타원 면적을 검증 평가하였다.

본 연구에서는 12주간 근감소증 노인에게 페달로 도구를 이용한 신경조절운동 프로그램과 탄성밴드를 이용한 저항운동 프로그램을 적용한 후 그 효과를 증명하였다. 정적 균형변화에서 오른 발바닥 전족부 압력의 세 그룹 간에서 통계적으로 유

의한 차이가 나타났으며, 오른 발바닥 전족부에 가해진 압력 비율에서도 저항운동 그룹, 신경조절운동 그룹과 통제 그룹의 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 전족부 압력과 압력 비율의 유의한 차이 변화는 보행 속도와 보행동작에 도움을 주는 것으로 보고되고 있으며(이중숙 등, 2009; 공재철 등, 2012), 전족부와 후족부의 압력분포 비율에 따라 전신 체형 문제, 만성통증 및 평형감각 이상으로 인한 어지럼증, 낙상, 두통 등의 불편함으로 연결될 수 있다는 보고도 있다(김창범과 신준용, 2007). 또한 공재철 등(2012)은 보행 시 발의 전족부, 후족부 압력의 비는 비율이 낮을수록 추진력이 떨어지는 발로 보아야 하고, 척추의 기능이 좋을수록 압력 비율이 높아지는 경향이 있어 전족부에 집중될 수 있다고 하였다. 이런 점에서 전족부의 지지 비율의 증가를 나타낸 본 연구의 결과와 일치하는 결과이며, 이중숙 등(2009)과 김창범과 신준용(2007), 이운상 등(2017)의 연구에서도 전족부 압력 비율이 증가하여 보행 시 추진력을 증가시켜 보행 속도에 긍정적인 영향을 주었다고 하여 본 연구를 지지하고 있다. 왼 발바닥이 접촉한 총면적에 대한 사전 값 분석 결과에서도 유의한 차이 변화를 나타내었는데, 특히 오른 발바닥 전족부 압력과 압력 비율의 경우는 세 그룹 중 신경조절운동 프로그램을 실시한 고령 여성들에게서 더 향상된 증진 효과를 보였다. 이는 Pedalo[®]의 진동운동, 회전운동, 안정화 운동, 발목 굽힘근 강화운동 등을 잘 배합한 통합적인 운동 프로그램과 Pedalo[®]기구에 단계적으로 적응을 하면서 반복적인 동작을 수행하는 과정에서 고유수용감각 자극과 함께 신경계와 근육군의 협응으로 이루어낸 결과라 생각된다.

본 연구에서 사용된 Pedalo[®] 도구의 스테빌라이저와 레하바, 와와고, 클라식, 벨런스 박스 등의 도구를 선택하여 정적인 자세와 보행 시 자연스러운 신체의 좌·우 체중 이동 운동 참여 전 후를 비교한 결과 고유수용성 감각과 보행능력 개선에 긍정적 효과를 보고한 김도연(2015),과 Pedalo[®] 전정감각통합훈련으로 만성 요통 중년 여성의 복횡근 및 다열근의 두께를 증가시키고, 골반 ROM과 고유수용성 감각, 다열근과 국소안정성을 제공하는 복횡근의 강화가 벨런스를 향상시킬 수 있었다고 보고한 정재훈(2018), 그리고 노인 파킨슨 환자를 대상으로 한 자전거 타기운동 후 체간 근육의 근력이 증가하여 고유 수용성 감각이 향상되었고, 한정적 균형의 향상으로 자세 조절과 보행에 긍정적 효과를 보였다고 발표한 이진수(2016), 등의 연구는 본 연구 결과에서의 정적균형의 향상 및 개선 효과와 유사하거나 일치하는 결과이다.

페달로(Pedalo[®])운동 기구 운동의 클라식과 와와고, 양손으로 안전바를 잡고 타는 페밀리는 자전거 타기와 유사한 움직임들이 많다. 굴곡과 신전의 교차적 근육을 사용하게 되고 발목관절의 족배와 족저 움직임이 많아 실제적으로는 전신을 모두 동원할 수 밖에 없어 균형 능력을 향상 시키는데 효과적으로 기여하였을 것으로 사료된다. 그리고 스테빌라이저에서 외발서기, 기울어진 스프링보드 위에서 걷기, 수평 유지하기, 앉은 상태에서 팔다리 교차 들기, 기구를 타고 움직이면서 페달링하는 동작 수행 등은 몸의 체성감각을 집중적으로 단련시키는(공용수, 2014; 정재훈, 2018) 효과가 있었다. 또한 Pedalo[®] 기구에 적응하면서 동작 수행이 안정화됨에 따라 골

격근의 완벽한 협응을 통해, 신경 근육 간의 상호작용을 향상시키고 효과적인 운동 제어 능력이 수반되어 불안정성을 개선 시켰을 것으로 생각된다(Danneels et al., 2001; Anrich, 2014; 이진수, 2014; 정재훈, 2018). 탄성밴드를 사용한 저항운동은 근 저항과 유산소성 운동이 적절이 배합된 프로그램으로 이루어져 있어 12주간의 규칙적인 반복 수행 결과 골반의 안정화와 체간 근육 및 하체 근육의 근력이 증가되면서 신체적 안정화를 이루어낸 결과로 보여진다. 신승민 등(2006)은 고령노인에게 탄성밴드를 이용한 저항운동을 적용 한 후 평형성, 하지 근지구력, 보행기능 개선에 효과적이었다고 하고, 김의재(2017)도 소도구로 사용한 탄력밴드 운동으로 노인 여성의 체력 및 평형성과 협응력에 미치는 영향을 규명한 결과에서 긍정적인 향상 효과를 발표하였다. 이외에도 고령 여성 노인의 탄력밴드 운동 참여 후 균형성, 조정력, 하지 근력과 보행기능 개선에 향상을 발표한 서영환과 나승희(2013), 복합운동 프로그램으로 노인의 신체 수행능력과 보행 변인의 관련 연구에서 긍정적으로 영향을 주었다고 보고한 박양성과 정제순(2016)도 이 연구와 유사하거나 일치하는 결과를 발표하고 있다. 최경훈과 한승완(2020)은 장기간 사회서비스 신체활동 프로그램에 참여하는 여성노인의 신체조성과 신체기능 및 심폐지구력에 미치는 효과를 검증한 결과 신체기능의 변화에서 운동군은 균형 능력 항목 중 일반자세와 반일렬자세, 체력항목 중 의자 일어서기와 SPPB 총 점수에서 유의하게 증가하였다고 보고하였고, 유수정(2017)의 연구에서는 균형검사와 종합 점수는 사전보다 사후에 증가하는 경향이 나타났다고 보고하였으며, 이러한 긍정적인 결과는 누구나 쉽게 접할 수 있는 탄력밴드를 이용한 운동에서 프로그램 구성 시 저항성 운동이 포함되어 있어 근력의 향상을 나타내었고 근력 향상의 결과에 따라 협응력에 긍정적 효과를 주어 평형성이 개선된 것으로 판단되어진다.

반면 홍예주(2010)는 평균 70세의 여성 노인을 대상으로 12주간 한국무용을 실시한 결과 균형검사에서 효과가 나타나지 않았다는 결과를 보고하였는데 한국무용을 이용한 운동 프로그램 적용으로 인해 운동의 효과가 나타나지 않았던 것이 이유인 것으로 사료된다.

본 연구에서는 12주간 여성 노인을 대상으로 신경조절운동과 저항운동을 실시한 결과 균형평가 반일렬자세와 일렬자세에서 신경조절운동 그룹과 저항운동 그룹이 운동 후에 유의하게 증가하였고 일렬자세의 경우 그룹 간 비교에서 신경조절운동 그룹, 저항운동 그룹이 통제 그룹보다 증가한 것으로 나타났고, 신경조절운동 그룹보다 저항운동 그룹이 더 효과적이라는 결과가 나타났다.

4. 동적 균형 능력의 변화

동적균형에서의 각 검사 항목은 압력 중심점(COP)을 기준으로 하여 신체의 동요(Sway)를 평가한다. 또한 검사자의 균형 능력의 정도를 수치로 객관화 하여 나타내어주며 신체 동요(Sway)의 정도(Stability Score)는 5단계(우수/양호/보통/미달/나쁨)로 분류하여 제시된다. 본 연구에서는 동적 균형의 변화를 보기 위해 외주면적, 단형면적, 실효값 면적, 흔들림 속도, 흔들림 면적, 단위 외주면적 궤적장, 타원면적, 압력

중심점(COP)의 총 이동 길이를 보았다. 신경조절운동그룹과 저항운동그룹에서 실효 값 면적과 압력중심점의 총길이에서 수치적으로는 차이가 있는 듯 보였으나 통계적으로는 유의한 효과는 나타나지 않았다. 통제 그룹에서는 항목별에서 다소 감소하는 경향을 보였으나 세 그룹 모두 통계적으로 나타나는 유의한 효과는 나타나지 않았다. 이는 탄성밴드를 사용한 운동 후 저항 중심의 근체력 운동, 코어강화 위주의 운동 그리고 근섬유의 신장, 단축성 이외에도 연속된 등척성 수축 운동 과정에서 신체 움직임 조절하는데 매우 효과적이었다는 선행 연구(송채훈 등, 2016; Tsuzuku et al., 2018; 이지설, 2018)와는 상반되는 결과이다. 특히 체감형 댄스게임을 여성 노인에게 적용하여 균형 능력 효과를 검증한 이지설(2018)의 연구는 댄스게임이 하지 근육 움직임과 상지 근육 움직임이 많아 근 활성화에 기여한 결과로 사료 된다.

노인 여성에게 스위스 볼과 전신 진동기를 이용한 교각안정화 운동을 적용 후 균형과 보행에 미치는 영향에서 김택훈과 최홍식(2011)은 좌우 기울이기와 방향별 안정성향게 변화에서 긍정적 향상효과가 없었다고 보고하였고, 김은자 등(2016)은 불안정한 지지면 운동으로 여성 노인의 균형과 하지 근활성에 미치는 영향을 알아본 결과 한 다리로 서기, 일어나 걸어가기의 운동 전후와 그룹 간에서의 유의한 차이가 나타나지 않았다고 하고, 근 활성화에서도 유의한 차이 변화가 나타나지 않았다고 하여 본 연구를 지지하고 있다.

따라서 본 연구에서 이용한 Pedalo[®]나 소도구와 도구를 이용한 기존의 운동 프로그램의 구성을 효율적으로 보완하여 고령 여성에게 적용한다면 신경조절운동과 저항운동은 정적 및 동적 균형 능력 개선에 효과적일 것으로 생각된다. 노인들의 일상생활 중 안전한 움직임의 기능들을 수행하기 위해서는 온몸의 근육도 중요하지만, 하체의 근력 또한 전신의 균형을 잡고 보행능력을 유지하며, 낙상을 위험을 감소시키는데 매우 중요하다. 하지만 이는 근력과 신경계의 협응이 조화롭게 균형을 이룰 때 가능할 수 있는 효과이다. 우리 몸은 노화가 진행되면서 신체활동이 느려지게 되고 쉽게 지치게 된다. 특히 고령 노인의 경우는 잘 움직이지 않는 생활이 이어지기 쉽다. 또한 스스로 움직이지 않을수록, 팔다리 근육을 사용하지 않을수록 점점 근육이 굳어지며 감소한다는 것을 비운동 그룹의 연구 결과를 통해 알 수 있었다.

근력과 운동협응, 체성감각의 저하는 운동 반응이 저하로 이어지며(Deliagina et al., 2008), 노화성으로 인한 균형 조절 능력의 손상은 비정상적인 자세 반응 패턴, 반응시간 지연, 안정성의 장애를 일으킬 수 있다는 선행연구 결과도 보고된 바이다(Boucher, Teasdale, & Courtenmanche, 1995).

실제 이 연구 기간 중에도 이러한 상황에 있는 참여 고령 여성들이 각 운동 프로그램 적용 기간 동안에 약간의 어려움과 불편함을 호소하였고, 모두 동일하게 적용하기 어려운 점이 있었다. 추후 연구 시 이 점을 고려하는 것이 필요할 것이다. 그러나 규칙적인 운동 프로그램 참여는 고령노인의 균형 자신감과 낙상 위험 및 독립적인 일상생활 수행에 있어서의 두려움을 감소시킬 수 있으며 노년기 자존감 향상

과 삶의 질 향상에 기여 할 수 있을 것으로 사료 된다.

VI. 결론 및 제언

본 연구에서는 65세 이상의 근감소증 고령 여성을 대상으로 하여 12주간 Pedalo를 이용한 신경조절운동과 탄성밴드를 이용한 저항운동을 규칙적으로 적용하였을 때 근감소증 진단 요소(악력, 보행 속도, 사지 근육량)와 염증반응 지표(IL-6, TNF- α , hs-CRP, IGF-1), 균형 능력(양발 전족부 비율, 양발 후족부 비율, 양발 족부 압력, 양발 전족부 압력, 양발 후족부 압력, 양발 총 접촉 면적, 외주 면적, 단형 면적, 실효값 면적, 흔들림 총 길이, 흔들림 속도, 흔들림 면적, 타원 면적)에 미치는 영향을 규명하고 근감소증 노인들의 운동 방법에 대한 기초자료를 제공하고자 하였으며, 본 연구에서의 결과를 통해 다음과 같은 결론을 내렸다.

첫째, 12주간의 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성 노인의 근감소증 진단 요소 중 악력과 보행 속도에서는 신경조절운동이 가장 긍정적인 영향을 주었다.

둘째, 12주간의 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성 노인의 염증반응 지표 중 IL-6에서는 신경조절운동이 가장 긍정적인 영향을 주었다.

셋째, 12주간의 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성 노인의 정적 균형 능력 중 균형평가 반일렬자세, 균형평가 일렬자세, 오른발 전족부 비율, 오른발 전족부 압력, 왼발 총 접촉 면적에서는 저항운동이 가장 긍정적인 영향을 주었다.

넷째, 12주간의 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성 노인의 동적 균형 능력에 영향 미치지 못하였다.

본 연구에서는 12주간의 신경조절운동과 저항운동이 근감소증 고령 여성의 근감소증 진단 요소와 염증반응 지표, 정적 균형 능력과 동적 균형 능력에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 하였고, 그 결과를 종합하여 보면 근감소증 진단 요소와 염증반응 지표에서는 신경조절운동 그룹이 저항운동 그룹보다 향상된 결과를 볼 수 있었으며, 정적 균형 능력의 변화에서는 균형평가 반일렬자세와 일렬자세에서 저항운동 그룹이 신경조절운동 그룹보다 향상된 효과를 볼 수 있었다. 결론적으로 신경조절운동이 노인 여성의 근감소증 진단 요소와 염증반응 지표의 개선에도 성공적으로 기여했음을 알 수 있었으며, 저항운동이 정적 균형 능력에 긍정적인 영향을 미쳤다는 사실을 알 수 있다.

본 연구에서 나타난 결과와 논의를 바탕으로 한 후속 연구를 위해 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 고령의 노인들을 대상으로 긍정적인 신체 변화를 도출하기 위해서는 대상

자가 적극적으로 참여할 수 있을 정도의 적절한 강도 적용과 흥미를 유발할 수 있는 다양한 운동 프로그램의 연구와 보급이 필요할 것이다.

둘째, 본 연구의 신경조절운동과 저항운동이 고령 노인에게 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 토대로 두 운동 방법을 적절하게 병행하는 복합운동 프로그램의 개발이 절실히 필요하며, 이를 적용한 차후 과제들이 활발히 진행되어 노인들의 건강 증진에 기여할 것을 제언하는 바이다.

참 고 문 헌

- 강설중 (2014). 유산소와 저항성 운동이 허약 여성 노인의 근육감소증 지표, 염증 사이토카인 및 인슐린 저항성에 미치는 영향. **한국체육학회지**. 53(2), 497-508.
- 강현식, 안의수 (2011). 유산소 걷기 운동이 중년여성의 복부피하지방조직의 사이토카인 유전자 발현에 미치는 영향. **운동과학**. 20(1), 11-26.
- 강형숙, 전정희 (2014). 필라테스 운동이 노인 여성의 슬관절 등속성 근력, 고유수용성 감각 및 정적균형에 미치는 영향. **한국생활환경학회지**. 21(2), 205-213.
- 고대식, 김찬규, 정대인 (2011). 스위스볼 요부안정화운동에 따른 뇌졸중 환자 하지의 경직도와 균형 분석. **한국콘텐츠학회지**. 11(3), 262-270.
- 고성경, 류호상, 권영우, 안나영, 김진형, 권광선, 김권섭 (2011). 다른 강도의 일회성 운동이 염증인자 및 CK에 미치는 영향. **운동과학**. 20(4), 367-376
- 공용수 (2014). **교각운동 방법 차이에 의한 만성요통환자의 체간근 활성화도, 근 두께 및 고유수용성감각에 미치는 영향**. 대구가톨릭대학교 대학원 박사학위 논문.
- 공재철, 문수정, 조동찬, 고연석, 송용선, 이정환 (2012). 만성 요통 환자의 골반지표와 발의 생체역학적 특징 연구. **동의생리병리학회지**. 26(1), 81-87.
- 공진희, 김기진 (2017). 페달로 트레이닝이 성인 여성의 신체 구성 및 체력에 미치는 영향. **코칭능력개발지**. 19(4), 90-96.
- 공현아, 성창순, 김현수 (2016). 근감소증 진단지표의 효율성에 관한 연구. **운동학술지**. 18(4).
- 곽현, 김상범 (2007). 고관절 보호 보장구. **대한골다공증학회지**. 5(1), 7-9
- 곽인숙 (2013). 노인과 예비 노인의 가정 건강성과 행복에 관한 연구. **대한가정학회지**. 51(1), 1-16.
- 구교동 (2007). **프라이오메트릭 훈련이 펜싱선수의 순발력과 민첩성에 미치는 영향**. 호남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 구봉오, 심제명, 이상열, 김형수, 이명희, 박민철 (2010). 기능적 체중 지지 훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향. **대한물리의학회지**. 5(1), 36.
- 권익 (1997). 전방십자인대 손상의 치료 원칙. **대한관절경학회지**. 1(1), 36-40.
- 김경룡, 방현석 (2006). 남녀 체육학생 관절 부위별 등속성 근기능의 성차에 관한 연구. **한국발육발달학회지**. 14(4), 27-42.
- 김경태, 조지훈 (2013). 탄성 밴드 운동 및 유산소성 운동을 병행한 복합운동 프로그램이 노인 여성의 체력, 혈중지질 및 혈관 염증반응 지표에 미치는 영향. **대한운동학회지**. 5(2), 129-138. .
- 김기진, 김홍수 (2020). 노인의 고강도인터벌운동 및 중강도지속운동의 트레이닝 효과 비교. **코칭능력 개발지**. 22(4), 165-171.
- 김나리, 박혜연, 남상남 (2010). 운동형태에 따른 노인 여성의 세포성 면역 물질의 변화. **한국발육발달학회지**. 18(3), 163-170.
- 김남수, 이소은 (2019). 경도인지장애노인을 위한 한국무용프로그램의 효과. **한국체**

- 육과학회지. 28(2), 955-965.
- 김대열 (2016). 리듬운동이 고령여성의 신체조성과 혈관탄성에 미치는 영향. **한국산학기술학회논문지**. 17(5), 243-250.
- 김도경, 박원화 (2010). 노인 남성에서 C반응성단백질(CRP)과 근력과의 관련성. **대한스포츠의학회지**. 28(1), 44-49.
- 김도연 (2015). **페달로를 이용한 훈련이 뇌졸중 환자의 보행, 균형, 고유수용성 감각 및 낙상 위험도에 미치는 효과**. 가천대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김동우 (2014). **밴드운동이 노인의 Sarcopenia 및 Myokin에 미치는 영향**. 한양대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김동희, 국두홍, 이하얀, 김명기, 신현재 (2010). 복합운동이 중년비만여성의 염증 표지인자, Leptin과 Adiponectin에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 18(1), 25-30
- 김디근 (2005). **탄력밴드 운동이 중년 비만 여성의 신체 구성 및 혈중지질에 미치는 영향**. 국민대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김미정, 이수아, 김상규 (1994). 뇌졸중 환자의 보행 속도에 관한연구. **대한재활의학회지**. 18(4), 736-741.
- 김상훈 (2009). 간헐적인 걷기가 고령 여성의 건강관련체력과 대사증후군 위험요인에 미치는 영향. **한국노년학회지**. 29(4), 1397-1411.
- 김아영 (2010). **탄성 밴드를 이용한 근력 강화 운동이 여성 노인의 건강 체력 및 골밀도에 미치는 영향**. 한국체육대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김연표, 강경은, 구보경, 임미진 (2016). 여성 노인에서 신장과 건강관련 삶의 질 간 상관관계: 제5기 (2010-2011년) 국민건강영양조사 자료 이용. **가정의학**, 6(3), 142-147.
- 김영숙 (2003). **시니어 에어로빅 운동이 고령자의 신체 효능감 및 정신건강에 미치는 영향**. 동덕여자대학교 대학원 박사학위 논문.
- 김예영, 임수, 최순미, 이만균 (2012). 12주간의 유산소운동과 저항성운동이 여성 노인 당뇨병환자의 복부지방, 체력, 아디포카인 및 염증반응 지표에 미치는 영향. **체육과학연구**. 23(3), 489-501.
- 김완수 (2018). **운동검사·운동처방지침**. 서울: 도서출판 한미의학.
- 김완수, 강서정, 강현주, 고성경, 김명화, 김연수, 박동호, 박세정, 석민화, 안근옥, 옥해인, 유재현, 윤신중, 이용수, 이종철, 이한, 이한준, 임백빈, 장석암, 정수련, 최현희 (2014). **운동검사·운동처방지침**. 서울: 도서출판 한미의학.
- 김은자, 최영덕, 김명준 (2016). 불안정한 지지면 운동이 여성 노인의 균형과 하지 근활성에 미치는 영향. **대한신경치료학회지**. 20(2), 17-23
- 김의재 (2017). **소도구운동이 노인여성의 체력 및 평형성과 협응력에 미치는 영향**. 조선대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김종대, 배일학, 차금숙, 김지상, 안효상, 이승훈, 신승용, 김은주 (2004). **탄성 저항의 원리와 치료적 적용**. 서울: 대한미디어.

- 김중성 (2012). **여성 노인의 체력 및 하지 등속성 기능과 골밀도의 상관관계**. 단국대학교 대학원 박사학위 논문
- 김주호, 이병희 (2020). 뇌졸중 환자에게 하지 근력강화 프로그램이 균형, 보행과 상지 기능에 미치는 효과. **한국콘텐츠학회지**. 20(6), 114-123.
- 김지용, 임길병 (2018). 노인의 스포츠 손상과 예방. **대한노인재활의학회지**. 8(1), 16-21.
- 김창범, 신준용 (2007). 12주간 수중운동이 낙상 경험 여성 노인들의 보행에 미치는 영향. **한국운동역학회지**. 17(4), 9-16.
- 김택훈, 최홍식 (2011). 4주간의 스위스 볼과 전신 진동기를 이용한 교각안정화 운동이 노인 여성의 균형과 보행에 미치는 효과. **한국전문물리치료학회지**. 18(3), 49-58.
- 김현갑 (2003). **탄성 밴드를 이용한 무릎관절 근력강화운동이 노인들의 균형 조절 능력에 미치는 영향**. 단국대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김현수 (2015). **예비 여성 노인의 발레 바(Barre) 운동이 균형, 하지 근지구력 파워에 미치는 영향**. 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김현주, 최종환 (2004). PNF와 웨이트 트레이닝이 노인의 하지근력과 유연성에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 12(1), 125-134.
- 김현주, 최종환 (2004). 발육발달 : Perception-action coupling 운동이 노인들의 자세 균형에 미치는 영향. **한국체육학회지**. 44(5), 950-951.
- 김현태, 김남정 (2012). 필라테스 매트운동이 근위축 비만 노인의 심혈관질환 위험요인과 염증반응 지표에 미치는 영향. **한국체육학회지**. 51(4).
- 김현희, 김정순, 유정옥 (2014). 지역사회 거주 남녀 노인의 근감소증 관련요인. **노인간호학회지**. 16(2), 170-179.
- 김희라, 김명준, 서병도, 박래준, 허진강, 양영애, 김희완, 윤태형, 김윤신 (2010). 신경근 통합운동 프로그램이 노인의 체력 및 일상생활 활동에 미치는 영향. **대한물리의학회지**. 5(3), 308-309.
- 김희재, 윤동현, 소병훈, 손준석, 송한솔, 김대영, 황수승, 강민지, 이동원, 한가영, 송욱 (2015). 근감소증 예방을 위한 저항성 운동의 실제적 적용. **대한노인영양학회지**. 19(4), 205-217.
- 나팔 (2009). **탄성 밴드 트레이닝이 노인 여성의 근력, 유연성, 평형성 및 신체 조성에 미치는 영향**. 경기대학교 대학원 석사학위 논문.
- 문성숙(2004). **치매 노인의 복지 실태와 개선방안**. 광운대학교 대학원 석사학위 논문.
- 문연실, 한설희 (2017). 근감소증의 진단과 신경학적 견해. **대한신경과학회지**. 35(4), 16-19.
- 문은미 (2007). **탄성밴드 저항운동과 균형 운동이 여성 노인의 보행 능력에 미치는 효과**. 국민대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박상갑 (2011). 복합운동이 근육감소증 고령 여성의 자립 생활 체력, IL-6, TNF- α

- 와 경동맥 혈관에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**. 45, 771-772.
- 박상갑, 권유찬, 김은희 (2007). 복합운동이 고령 여성의 신체 구성과 혈청 지질 및 자립생활 체력에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**. 29, 397-407.
- 박상갑, 박진기, 권유찬, 김은희 (2011). 복합운동이 근육감소증 고령여성의 자립생활체력, IL-6, TNF- α 와 경동맥 혈관에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**. 45(2), 771-781.
- 박서연 (2018). 근감소증 노인을 위한 범 이론적 모델 적용 복합운동 프로그램 개발 및 효과 검증. 경상대학교 대학원 박사학위 논문.
- 박석원 (2016). 노인진료에 필요한 진료 지침 : 근감소증의 진단 및 치료. **대한내과학회지 춘계학술대회**, 308-314.
- 박성학 (2003). 근관절 가동프로그램이 운동수행력과 상해에 미치는 영향 : 여성 초보 골퍼를 대상으로. 계명대학교 대학원 박사학위 논문.
- 박성학, 김효철, 박우영 (2000). **밴드트레이닝과 재활치료**. 서울: 도서 출판 푸른 솔.
- 박양선, 이성노 (2012). 노인 하지근력 불균형에 따른 보행과 계단 내리기 보행의 변인 분석. **한국발육발달학회지**. 20(2), 127-132.
- 박양선, 정제순 (2012). 복합운동 프로그램이 노인의 신체수행능력과 보행변인의 관련성에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 20(3), 185-192.
- 박영아 (2010). **아쿠아로빅 운동이 노인의 대사증후군 요인과 건강 체력에 미치는 영향**. 전남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박영옥 (2016). 한국성인 및 노인의 건강 체력 기준 제시, 3차년도 보고서. 국민체육진흥공단 한국스포츠개발원.
- 박우영 (2020). 스위스 볼과 탄성밴드를 이용한 저항성 운동이 여성 노인의 체력 및 근감소증 지표에 미치는 영향. **한국응용과학기술학회지**. 37(6), 1465-1474.
- 박은영 (2005). **혼합운동 프로그램이 노인의 체력 및 우울증에 미치는 영향**. 이화여자대학교 대학원 박사학위 논문.
- 박익렬 (2004). 복합운동 프로그램이 비만 여중생의 신체조성과 성장호르몬 및 IGF-1에 미치는 영향. **한국체육학회지**. 43(6), 419-427.
- 박정민 (2006). **탄성 밴드를 이용한 전신운동이 여성의 체중, 체지방량, 제지방량에 미치는 영향**. 단국대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박정호 (2017). 노인 보행의 특징; 정상과 비정상. **대한신경과학회지**. 35(4), 1-4.
- 박혁, 김대열 (2017). 탄성 밴드 저항운동이 고령 여성의 신체 조성, 혈관 탄성 및 낙상위험도 지수에 미치는 영향. **한국산학기술학회지**. 18(3), 199-208.
- 배지철, 김만겸, 김성철, 김홍 (2010). 16주간 복합운동 프로그램 적용이 고령 남성 노인의 신체 구성, 심혈관 기능 및 최대근력에 미치는 효과. **운동과학**. 19(4), 381-390.
- 배철영 (2004). 노화 방지 클리닉의 실제 가이드. **대한임상노인의학회지**, 5(3), 393-399.
- 배하석 (2018). 노인에서의 운동처방. **대한노인재활의학회지**. 8(1), 7-15.

- 백순기, 최혜정 (2015). 여성노인에게 적용한 12 주간 복합하지근력 운동 프로그램이 낙상위험도에 미치는 영향. **디지털융복합연구**. 13(10), 533-539.
- 서영일 (2004). 류마티스 질환의 이해. **가정의학회지**. 25, 880
- 서영환, 나승희 (2013). 탄력밴드 운동이 여성 노인의 보행 기능과 근 기능에 미치는 효과. **한국발육발달학회지**, 21(2), 151-155.
- 서태범, 김창주, 김태운, 김보균, 이재민, 지은상 (2014). 노인성 뇌 혈관질환에 대한 운동의 효과. **한국체육과학연구원**. 139-800.
- 성혜련, 양점홍, 김미숙 (2005). 복합운동이 파킨슨병 환자의 기능적 체력에 미치는 영향. **대한스포츠의학회지**. 23(1), 78-82.
- 성혜련, 양점홍, 김미숙, 강문선, 강주성 (2005). 스위스 볼 운동이 양로원 남성 고령자의 기능적 체력 및 자세 동요에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 13(1), 91-99.
- 소위영, 송미순, 조비룡, 박연환, 김연수, 임재영, 송 욱 (2009). 탄력밴드 운동이 노인의 신체조성과 체력에 미치는 지속적 효과. **한국노년학회지**. 29(4), 1247-1259.
- 송낙훈 (2008). 탄성 저항운동이 척수손상 환자의 심폐기능, 혈 역학적 요인, 혈중지질 및 항산화효소 활성도에 미치는 영향. 경기대학교 대학원 박사학위 논문.
- 송제호 (2011). 노화와 근육운동. **스포츠과학지**. 117, 32-37.
- 송현경 (2017). 폼롤러 운동이 여성노인의 통증, Fullerton 상급균형 및 기능체력에 미치는 영향. 부산대학교 대학원 석사학위 논문.
- 신경균 (2005). 일차선별평가의 방법과 기술. **가정의학회지**. 26(4), 296-299.
- 신동원, 전종귀 (2007). 12주간 탄성 밴드 운동이 여성 노인의 신체 구성 및 건강관련체력에 미치는 영향. **체육과학연구지**. 25(1), 161-174.
- 신승민, 안나영, 김기진 (2006). 탄성 밴드를 이용한 저항운동이 여성 고령자의 평형성 및 보행기능에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 14(3), 45-56.
- 신영희, 홍영혜, 김혜옥 (2016). 지역사회 거주 여성노인들의 근감소증 실태와 일상생활능력, 영양상태, 및 우울과의 관련성 연구.
- 심재헌 (2015). 엉덩근육 강화와 허리분절 안정화 운동이 만성요통환자의 허리 근력 및 균형에 미치는 영향. 대구대학교 대학원 석사학위 논문.
- 안나영, 김기진 (2012). 노화 과정의 근감소증 방지를 위한 근 기능 강화 운동. **대한비만학회지**. 21(4), 187-196.
- 안동영 (2007). 지체장애인을 위한 운동 프로그램 내용분석. 한국체육대학교 대학원 박사학위 논문.
- 안수정, 추상희, 정혜정 (2016). 지역사회 거주 노인의 근감소증 유병률, 인지기능과의 관계 및 중재연구 동향 체계적 문헌고찰. **한국노년학회지**. 36(3), 727-749.
- 야마모토 토시하루 (2000). **밴드트레이닝과 재활치료**. 서울: 도서출판 푸른솔.
- 오병택, 황영시, 이준영, 박상균, 홍승완, 서영성, 김대현 (2017). 한국 노인에서 악력 저하와 관련된 요인. **대한임상노인의학회지**. 18(1). 22-29.

- 오상은 (2020). 노인 대상 운동 프로그램이 근감소증(sarcopenia) 예방에 미치는 효과 메타분석의 적용. 한국체육대학교 대학원 석사학위 논문.
- 오승렬, 임재영 (2018). 노인에게 운동 시 고려 사항과 운동 효과. **대한노인재활의학회지**. 8(1), 2-4.
- 우상구 (2019). 노인의 균형 자신감과 골밀도 및 근감소증 지표와의 연관성. **한국스포츠학회지**. 17(1), 377-385.
- 원장원 (2020). 일차의료에서 근감소증의 진단. *Journal of the Korean Medical Association*. 63(10), 633-641.
- 위성식 (2001). 노인체육 전공 지도자 양성을 위한 교육과정의 개발. **한국사회체육학회지**. 15, 77-94.
- 위성식, 성영호, 이제홍, 백광 (2002). **최신 사회체육 프로그램론**. 서울: 대경북스.
- 유병현 (2007). 탄성 밴드와 웨이트 기구 운동이 척수손상 장애인의 암 에르고미터에 의한 유산소 능력에 미치는 영향. 한남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 유수정 (2017). 12주간 한국무용에 기반한 낙상예방 프로그램 참여가 노인의 균형감각, 보행기능, 낙상효능감에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 유태우 (2003). 한국인의 노화 방지. **대한비만학회지**. 21(1).
- 윤진환 (2012). 노인의 근감소성 비만에 대한 저항성 운동전략. **대한비만학회지**. 21(1), 5-10.
- 이경옥, 최규정, 김소영 (2014). 노인의 자세 역학과 체력과의 관계. **한국운동역학회지**. 24(3), 259-267.
- 이대회 (2011). 균형운동과 신장운동이 두부 전방전위 자세에 미치는 영향. 대구대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이순현, 이용주 (2017). PNF를 이용한 하지근력 강화운동이 뇌졸중 환자의 보행 및 균형 능력에 미치는 영향-단일사례연구. **대한고유수용성신경근축진법학회**. 15(1), 97-104.
- 이승엽, 정제순 (2013). 24주간 복합 트레이닝이 고령자들의 근력, 에너지기질과 염증인자에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 21(3), 237-242.
- 이은, 김연수 (2018). 한국 노인의 근력감소와 건강 관련 삶의 질 간의 연관성. **대한스포츠의학학회지**. 36(1), 15-23.
- 이윤복, 김진범, 이규창 (2013). 페달로 도구를 이용한 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향. **대한물리의학회지**. 8(3) 387-395.
- 이윤상, 탁사진, 박지유, 최원재, 이승원 (2017). 배꼽 넣기 동안 의식적인 골반저근의 수축이 체간 근육에 미치는 영향. **대한물리의학회지**. 12(4), 123-132.
- 이은경 (2017). 뇌졸중 환자의 활동성 증진이 보행 기능과 심폐기능에 미치는 영향. 한림대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이재구, 권정형 (2010). 8주간 근 신경계 활성화를 위한 근력운동이 고령자의 심혈관계질환 위험요인, 당대사관련변인에 미치는 영향. **한국체육과학회지**. 19(2), 1317-1324.

- 이재문, 이재영 (2010). 10주간의 저항성 운동이 고령 여성의 등속성 근력 및 보행능력, 균형 능력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**. 19(3), 1259-1268.
- 이종숙, 양정옥, 이범진, 박상목 (2009). 12주간 복합운동이 여성 노인의 족저압력에 미치는 영향. **한국운동역학회지**. 19(1), 117-126.
- 이지설 (2018). 체감형 댄스게임이 여성노인의 균형 능력에 미치는 효과. **융합정보논문지**. 8(4), 73-80
- 이진수 (2016). **전정재활운동과 감각운동훈련이 파킨슨 환자의 자세 조절과 보행에 미치는 영향**. 동신대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이진욱 (2021). 노인여성의 운동유형에 따른 신체조성과 신체기능체력비교연구. **한국컴퓨터정보학회**. 26(3), 133-142.
- 이한숙 (2005). 치매 노인을 위한 치료레크리에이션 요법과 활용방안. **한국여가레크리에이션학회지**. 28, 227-239.
- 이혁중, 송창호, 이경진, 이용우, 이규창, 신원섭, 이승원 (2017). 복합운동 프로그램이 노인의 하지근력, 근지구력, 균형 능력, 보행 능력에 미치는 효과. **한국사회체육학회지**. 41(2), 935-947.
- 이현정, 김정애 (2020). 노인의 근감소증에 운동요법, 영양요법 및 건강교육 관련 중재 요법이 미친 효과 크기의 메타분석. **한국노인복지학회**. 75(1), 67-68.
- 임창훈, 고유민 (2015). 복합운동 프로그램이 여성 노인의 체력과 항노화 호르몬에 미치는 영향. **대한물리의학회지**. 10(1), 53-61.
- 장경태, 이정숙 (2007). **트레이닝 방법론**. 서울: 대한미디어.
- 장경호 (2017). 노인 허약 예방 프로그램이 경로당 이용 노인의 주관적 건강 상태, 우울, 체력 및 삶의 질에 미치는 효과. **한국산학기술학회지**. 18(5), 47-58.
- 장명재, 유승희, 김정원, 변재훈 (2007). 12주년간의 탄생 저항운동 트레이닝이 태권도 선수의 등속성 근력과 자세 조절 기능에 미치는 영향. **한국체육학회지**. 46(2), 399-408.
- 장운호 (2015). **16주간 Otago 운동이 노인여성의 기능체력 및 Fullerton 상급균형 척도에 미치는 영향**. 부산대학교 대학원 석사학위 논문.
- 장학철 (2011). 근감소증과 근감소성 비만. **대한노인병학회지**. 15(1), 1-7.
- 전찬복 (2012). **탄성 밴드 운동이 경도인지장애(MCI) 고령 여성의 기능 체력, 치매 척도 및 심혈관계 위험인자에 미치는 영향**. 울산대학교 대학원 박사학위 논문.
- 정경희, 오영희, 강은나, 김경래, 이윤경, 오미애, 황남희, 김세진, 이선희, 이석구, 홍송이 (2017). 2017년도 노인실태조사. 한국보건사회연구원.
- 정복자 (2014). 허약한 노인을 위한 운동 재활. **임상노인의학회지**. 15(1), 9-13.
- 정양숙 (2005). **노인에게 적용된 운동 프로그램 효과에 대한 메타분석**. 이화여자대학교 대학원 박사학위 논문.
- 정원상, 이만균 (2017). 12 주간의 순환운동이 근감소증 노인 여성의 신체구성과 주요 생활습관병 지표에 미치는 영향. **한국체육과학회지**. 26(6), 1113-1124.

- 정재순 (2011). 다리근육이 노인 여성의 유연성과 평형성 및 보행 특성에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 19(3), 233-239.
- 정재훈 (2017). PEDALO® 전정감각 통합훈련이 중년여성 요통 환자의 요추부 근육 기능 안정화에 미치는 영향. 부산외국어대학교 대학원 박사학위 논문.
- 정주하, 박차욱, 양점홍 (2013). 운동중재가 근감소증 비만여성 고령자의 인슐린 저항성 및 염증 인자에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 21(3), 243-249
- 정준현 (2003). 유산소 운동과 근력 강화 운동이 노인 당뇨병 환자에 미치는 영향. 충남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 정훈교 (2003). 노인건강을 위한 장수 체조 프로그램 개발. **한국스포츠리서치**. 14(5), 1313-1322.
- 정희정, 김동민, 이용호 (2019). 창작무용이 노인 지체장애인의 신체수행력, 균형, 이동성에 미치는 영향. **한국특수체육학회지**. 27(4), 131-144.
- 조문석 (2014). **순발력(Power) 검사의 표준화 작업을 위한 연구**. 한양대학교 대학원 박사학위 논문.
- 조병모 (2005). 탄성밴드를 이용한 기능적 근력 증진 운동 프로그램이 척수손상 환자의 상지 기능에 미치는 효과. 계명대학교 대학원 박사학위 논문.
- 조비룡 (2005). 노인의 신체기능 평가. **대한가정의학회지**. 24(8), 689-690.
- 조상근, 이정필, 오재근, 김호성 (2006). 12주간의 근력 및 스트레칭 병합 운동이 노인 여성들의 평형 능력에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**. 20(1), 53-64.
- 조영미, 백영호 (2017). 리듬-밴드운동이 여성노인의 신체조성, 노인체력 및 혈중지질에 미치는 영향. **한국체육과학회지**. 26(2), 1199-1211.
- 조유향 (1995). **노인 보건**. 서울: 현문사.
- 지현석, 허정빈, 김종희 (2019). 근감소증과 노쇠의 전임상 모델 및 운동 효과. **한국체육학회지**. 58(4), 423-433.
- 차은주, 김지영 (2019). 노인 치매예방을 위한 커뮤니티무용의 다감각환경 (multisensory environment)적 접근 가능성 탐색. **한국예술연구**. 25, 283-305.
- 천성욱 (2018). **저강도 유산소운동과 저항운동의 빈도에 따른 근감소증 비만 여성노인의 염증인자 및 기능체력의 변화**. 부산대학교 대학원 박사학위 논문.
- 천성욱, 신상근 (2019). 16주간 저강도 운동의 유형과 빈도가 근감소증 비만 여성노인의 기능체력에 대한 변화. **한국발육발달학회지**. 27(1), 35-41.
- 최경훈, 한승완 (2020). 여성노인의 장기간 사회서비스 신체활동 프로그램이 신체조성과 신체기능 및 심폐지구력에 미치는 효과. **한국특수체육학회지**, 28(1), 69-81.
- 최상웅, 이재상, 구현정, 이대택 (2005). 저항성 및 평형성 운동이 낙상 경험 여성노인의 보행 형태에 미치는 영향. **한국체육학회지**. 44(1), 287-292.
- 최종환 (2010). Sensory-motor 기능 훈련이 노인들의 낙상 관련 근기능, 이동성, 평형성에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**. 18(3), 211-216.
- 최형규 (2005). **복합운동이 성장기 여학생의 비만 지표, 근력, 유연성 및 키 성장에**

- 미치는 영향. 고려대학교 대학원 박사학위 논문.
- 통계청 (2019). 2019 고령자 통계.
- 통계청 (2019). 통계로 보는 보장사회 2019.
- 하해영 (2004). 고유수용성 신경근 촉진 운동패턴을 적용한 탄성 밴드 저항운동이 노인 여성의 체력에 미치는 영향. 단국대학교 대학원 석사학위 논문.
- 한가영, 오영삼, 김영선 (2016). 음악 활동이 노인의 건강노화에 미치는 영향. *보건사회연구*. 36(3), 363-392.
- 한승완, 최경훈 (2020). 여성노인의 장기간 사회서비스 신체활동 프로그램이 신체조성과 신체기능 및 심폐지구력에 미치는 효과. *한국특수체육학회지*. 28(1), 69-80.
- 허준원, 노미현, 박동호, 강주희, 곽효범 (2017). 노화성 근감소증과 운동, *대한운동학회지*. 19(2), 43-59.
- 허준원, 한신희 (2002). 노인의 건강증진을 위한 통합 운동 프로그램 개발, *성인간호학회지*. 14(3), 418-417.
- 홍상모, 최용환 (2012). Sarcopenia의 최신지견: 근감소증. *대한내과학회지*. 3(4), 444-446.
- 홍애림 (2013). 저항운동이 CNTF 유전자 다형에 따른 근 기능에 미치는 효과. 단국대학교 대학원 석사학위 논문.
- 홍예주 (2015). 한국무용이 비만여성노인의 비만관련 변인과 심폐기능에 미치는 효과. *한국무용과학회지*. 32(2), 103-114.
- 홍지영 (2012). 12주 유산소·저항·복합 운동이 비만 여성 노인의 생리·심리 요인에 미치는 영향: 근감소증과 낙상효능감을 중심으로. 단국대학교 대학원 박사학위 논문.
- 홍지영, 옥정석 (2013). 12주 유·무산소성 복합운동이 비만 여성 노인의 체력 및 신체조성, 근육지수, 혈중지질에 미치는 영향. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity*. 22(1). 30-38.
- 홍지영, 조지훈 (2015). 근감소증 여성 노인의 복합운동이 근육 지수와 균형 척도에 미치는 영향. *운동학학술지*. 17(3), 21-22.
- 황봉연 (2005). 탄력밴드 저항성 운동이 고령 여성의 활동 체력 및 신체 구성에 미치는 영향. 국민대학교 대학원 석사학위 논문.
- 황인걸, 한미란, 손경현, 임재현, 이문규 (2009). 고유수용신경근촉진법이 편마비환자의 보행 능력에 미치는 영향, *대한고유수용성신경근촉진법학회*. 7(1), 1-8.
- Anrich, C.(2014). Supertrainer: Vestibulärmotorik. ARS SPORTIVI Germany
- Atchley, R. C., & Barusch, S. A. (2000). Social forces and aging: An introduction to gerontology.
- Atkins, J. L., Whincup, P. H., Morris, R. W., Lennon, L. T., Papacosta, O., & Wannamethee, S. G. (2014). Sarcopenic obesity and risk of cardiovascular disease and mortality: a population-based cohort study of older men. *Journal*

- of the American Geriatrics Society*, 62(2), 253-260.
- Balachandran, A., Krawczyk, S. N., Potiaumpai, M., & Signorile, J. F. (2014). High-speed circuit training vs hypertrophy training to improve physical function in sarcopenic obese adults: A randomized controlled trial. *Experimental gerontology*, 60, 64-71.
- Barzilay, J. I., Blaum, C., Moore, T., Xue, Q. L., Hirsch, C. H., Walston, J. D., & Fried, L. P. (2007). Insulin resistance and inflammation as precursors of frailty: the Cardiovascular Health Study. *Archives of Internal Medicine*, 167(7), 635-641.
- Baker, J. F., Long, J., Leonard, M. B., Harris, T., Delmonico, M. J., Santanasto, A., Satterfield, S., Zemel, B., Weber, D. R. (2018). Estimation of skeletal muscle mass relative to adiposity improves prediction of physical performance and incident disability. *The Journals of Gerontology: Series A*. 73(7), 946-952.
- Baumgartner, R. N. (2000). Body composition in healthy aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904(1), 437-448.
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., Garry, P. J., & Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology*, 147(8), 755-763.
- Berger, L., Klein, C., Commandeur, M. (2008). Evaluation of the immediate and midterm effects of mobilization in hot spa water on static and dynamic balance in elderly subjects. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 51(2), 84-95.
- Bian, A. L., Hu, H. Y., Rong, Y. D., Wang, J., Wang, J. X., & Zhou, X. Z. (2017). A study on relationship between elderly sarcopenia and inflammatory factors IL-6 and TNF- α . *European journal of medical research*, 22(1), 1-8.
- Boucher, P., Teasdale, N., Courtemanche, R., Bard, C., & Fleury, M. (1995). Postural stability in diabetic polyneuropathy. *Diabetes care*, 18(5), 638-645.
- Broom, D. R., Stensel, D. J., Bishop, N. C., Burns, S. F., & Miyashita, M. (2007). Exercise-induced suppression of acylated ghrelin in humans. *Journal of applied physiology*, 102(6), 2165-2171.
- Bruunsgaard, H. (2005). Physical activity and modulation of systemic low-level inflammation. *Journal of Leukocyte Biology*, 78(4), 819-835.
- Calvani, R., Martone, A. M., Marzetti, E., Onder, G., Saveria, G., Lorenzi, M., erafini, E., Brenabei, R., & Landi, F. (2014). Pre-hospital dietary intake correlates with muscle mass at the time of fracture in older hip-fractured patients. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6, 269.
- Campbell, G. S. (1997). Growth-hormone signal transduction. *The Journal of*

- pediatrics*, 131(1), S42-S44.
- Cao, L., & Morley, J. E. (2016). Sarcopenia is recognized as an independent condition by an international classification of disease, tenth revision, clinical modification (ICD-10-CM) code. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(8), 675-677.
- Cederholm, T. E., Bauer, J. M., Boirie, Y., Schneider, S. M., Sieber, C. C., & Rolland, Y. (2011). Toward a definition of sarcopenia. *Clinics in geriatric medicine*, 27(3), 341-353.
- Chen, L. K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T. W., Chou, M. Y., Iijima, K., Jang, H. C., Kang, L., Kim, M., Kim, S., Kojima, T., Kuzuya, M., Lee, JSW, Lee, S. Y., Lee, W. J., Lee, Y., Liang, C. K., Lim, J. Y., Lim, W. S., Peng, L. N., Sugimoto, K., Tanaka, T., Won, C. W., Yamada, M., Zhang, T., Akishita, M., Arai, H. (2020). Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(3), 300-307.
- Chen, L. K., Liu, L. K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T. W., Bahyah, K. S., ... & Arai, H. (2014). Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15(2), 95-101.
- Chester, V. (2009). Using waveform analyses to develop pediatric gait indices. *Exercise and sport sciences reviews*, 37(4), 211-217.
- Christiansen, T., Paulsen, S. K., Bruun, J. M., Pedersen, S. B., & Richelsen, B. (2010). Exercise training versus diet-induced weight-loss on metabolic risk factors and inflammatory markers in obese subjects: a 12-week randomized intervention study. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 298(4), E824-E831.
- Cleasby, M. E., Jamieson, P. M., & Atherton, P. J. (2016). Insulin resistance and sarcopenia: mechanistic links between common co-morbidities. *Journal Endocrinol*, 229(2), R67-R81.
- Clemmons, D. R. (2012). Metabolic actions of insulin-like growth factor-I in normal physiology and diabetes. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 41(2), 425-443.
- Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL.(1993). A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Physical therapy*, 73(6), 346-351.
- Combs-Miller, S. A., Kalpathi Parameswaran, A., Colburn, D., Ertel, T., Harmeyer, A., Tucker, L., & Schmid, A. A. (2014). Body weight-supported treadmill training vs. overground walking training for persons with chronic stroke: a pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 28(9), 873-884.

- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J. P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M., & Zamboni, M.(2010). Sarcopenia: european consensus on definition and diagnosis report of the european working group on sarcopenia in older people. *Age and Ageing*, 39(4), 412-423.
- Danneels, L. A., Vanderstraeten, G. G., Cambier, D. C., Witvrouw, E. E., De Cuyper, H. J., & Danneels, L.(2000). CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects, *European Spine Journal*, 9(4) 266-272.
- Deliagina, T. G., Beloozerova, I. N., Zelenin, P. V., & Orlovsky, G. N.(2008). Spinal and supraspinal postural networks. *Brain Research Reviews*, 57(1), 212-221.
- Doherty, T. J. (2003). Invited review: aging and sarcopenia. *Journal of applied physiology*.
- Donovan MH, Yamaguchi M, Eisch AJ. (2008). Dynamic expression of TrkB receptor protein on proliferating and maturing cells in the adult mouse dentate gyrus. *Hippocampus*. 18, 435-439.
- Dutra, M. T., Gadelha, A. B., Nóbrega, O. T., & Lima, R. M. (2017). Body adiposity index, but not visceral adiposity index, correlates with inflammatory markers in sarcopenic obese elderly women. *Experimental Aging Research*, 43(3), 291-304.
- Eckardt, K, Görgens, S. W., Raschke, S., & Eckel, J.(2014). Myokines in insulin resistance and type 2 diabetes. *Diabetologia*, 57(6), 1087-1099.
- Fabre, C., Chamari, K., Mucci, P., Masse-Biron, J., & Prefaut, C. (2002). Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. *International Journal of Sports Medicine*, 23(06), 415-421.
- Febbraio, M. A., & Pedersen, B. K. (2002). Muscle-derived interleukin-6: mechanisms for activation and possible biological roles. *The FASEB Journal*, 16(11), 1335-1347.
- Febbraio, M. A., Hiscock, N., Sacchetti, M., Fischer, C. P., & Pedersen, B. K.(2004). Interleukin-6 is a novel factor mediating glucose homeostasis during skeletal muscle contraction. *Diabetes*, 53, 1643-1648.
- Festa, A., D' Agostino Jr, R., Howard, G., Mykkanen, L., Tracy, R. P., & Haffner, S. M. (2000). Chronic subclinical inflammation as part of the insulin resistance syndrome: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study (IRAS). *Circulation*, 102(1), 42-47.
- Fiatarone, M.A., O'Neill, E.F., Ryan, N.D., Clements, K.M., Solares, G.R., Nelson,M.E., Roberts, S.B., Kehayias, J.J., Lipsitz, L.A., & Evans, W.J(1994).

- Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in veryelderly people. *New England Journal of Medicine*, 330, 1769-1775.
- Fielding RA, Guralnik JM, King AC, Pahor M, McDermott MM, Tudor-Locke C, Manini TM, Glynn NW, Marsh AP, Axtell RS, Hsu FC, Rejeski WJ.(2017). Dose of physical activity, physical functioning and disability risk in mobility-limited older adults: Results from the LIFE study randomized trial. *PLoS One* 12: 0182155.
- Florini, J. R., Ewton, D. Z., Falen, S. L., & Van Wyk, J. J. (1986). Biphasic concentration dependency of stimulation of myoblast differentiation by somatomedins. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 250(5), C771-C778.
- Ford, E. S. (2002). Does exercise reduce inflammation? Physical activity and C-reactive protein among US adults. *Epidemiology*, 561-568.
- Ford, E. S., Ajani, U. A., Croft, J. B., Critchley, J. A., Labarthe, D. R., Kottke, T. E., ... & Capewell, S. (2007). Explaining the decrease in US deaths from coronary disease, 1980-2000. *New England Journal of Medicine*, 356(23), 2388-2398.
- Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., ... & McBurnie, M. A. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(3), M146-M157.
- Frühbeck, G. (2004). The adipose tissue as a source of vasoactive factors. *Current Medicinal Chemistry-Cardiovascular & Hematological Agents*, 2(3), 197-208.
- Gardner, C. D., Kiazand, A., Alhassan, S., Kim, S., Stafford, R. S., Balise, R. R., ... & King, A. C. (2007). Comparison of the Atkins, Zone, Ornish, and LEARN diets for change in weight and related risk factors among overweight premenopausal women: the A TO Z weight loss study: a randomized trial. *JAMA*, 297(9), 969-977.
- Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *Journal of Applied Physiology*, 103(2), 693-699.
- Go, S. W., Cha, Y. H., Lee, J. A., & Park, H. S. (2013). Association between sarcopenia, bone density, and health-related quality of life in Korean men. *Korean Journal of Family Medicine*, 34(4), 281-288.
- Goldhammer, E., Tanchilevitch, A., Maor, I., Beniamini, Y., Rosenschein, U., & Sagiv, M. (2005). Exercise training modulates cytokines activity in coronary heart disease patients. *International Journal of Cardiology*, 100(1), 93-99.
- Gómez-Pinilla, F., So, V., & Kesslak, J. P. (1998). Spatial learning and physical activity contribute to the induction of fibroblast growth factor: neural

- substrates for increased cognition associated with exercise. *Neuroscience*, 85(1), 53–61.
- Gremeaux, V., Gayda, M., Lepers, R., Sosner, P., Juneau, M., Nigam, A. (2012). Exercise and longevity. *Maturitas*, 73(4), 312–317.
- Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper, C. F., Leveille, S. G., Markides, K. S., Ostir, G. V., & Wallace, R. B(2000). Lower extremity function and subsequent disability: Consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the Short Physical Performance Battery. *Journal of Gerontology*, 55(A), M221–M231.
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., ... & Wallace, R. B. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journal of Gerontology*, 49(2), M85–M94.
- Hagobian, T. A., Sharoff, C. G., Stephens, B. R., Wade, G. N., Silva, J. E., Chipkin, S. R., & Braun, B. (2009). Effects of exercise on energy-regulating hormones and appetite in men and women. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 296(2), R233–R242.
- Hamaoui, A., Do, M. C., & Bouisset, S. (2004). Postural sway increase in low back pain subjects is not related to reduced spine range of motion. *Neuroscience letters*, 357(2), 135–138.
- Hameed, M., Harridge, S. D., & Goldspink, G. (2002). Sarcopenia and hypertrophy: a role for insulin-like growth factor-1 in aged muscle?. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(1), 15–19.
- Hamer, M. (2006). Exercise and psychobiological processes. *Sports Medicine*, 36(10), 829–838.
- Handschin, C., & Spiegelman, B. M. (2008). The role of exercise and PGC1 α in inflammation and chronic disease. *Nature*, 454(7203), 463–469.
- Harvey, N. C., Johansson, H., Odén, A., Karlsson, M. K., Rosengren, B. E., Ljunggren, Ö., et al.(2016). FRAX predicts incident falls in elderly men: findings from MrOs Sweden. *Osteoporosis International*, 27(1), 267–274.
- Hawley, J. A.(2004). Exercise as a therapeutic intervention for the prevention and treatment of insulin resistance. *Diabetes Metabolism Research and Reviews*, 20, 383–393.
- Henderson, R. M., Lovato, L., Miller, M. E., Fielding, R. A., Church, T. S., Newman, A. B., ... & LIFE Study Investigators. (2016). Effect of statin use on mobility disability and its prevention in at-risk older adults: the LIFE

- study. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 71(11), 1519–1524.
- Henderson, R. M., Miller, M. E., Fielding, R. A., Gill, T. M., Glynn, N. W., Guralnik, J. M., ... & LIFE Study Investigators. (2018). Maintenance of physical function 1 year after exercise intervention in at-risk older adults: follow-up from the LIFE study. *The Journals of Gerontology: Series A*, 73(5), 688–694.
- Hicks, G. E., Fritz, J. M., Delitto, A., & McGill, S. M. (2005). Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(9), 1753–1762.
- Ho, K. Y., Evans, W. S., Blizzard, R. M., Veldhuis, J. D., Merriam, G. R., Samojlik, E., Furlanetto, R., Rogol, A. D., Kaiser, D. L., Thorner, M. O., (1987). Effects of sex and age on the 24-hour profile of growth hormone secretion in man: importance of endogenous estradiol concentrations. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 64, 51–58.
- Hotamisligil, G. S., Shargill, N. S., & Spiegelman, B. M. (1993). Adipose expression of tumor necrosis factor- α : Direct role in obesity-linked insulin resistance. *Science*, 259, 87–89.
- Hsu, H. (2007). Exploring elderly people's perspectives on successful ageing in taiwan. *Ageing and Society*, 27(1), pp.87–102.
- Jahreis, G., Kauf, E., Frohner, G., Schmidt, H. E. (1991). Influence of intensive exercise on insulin-like growth factor I, thyroid and steroid hormones in female gymnasts. *Growth Regul*, 1 95–99.
- Jamurtas, A. Z., Theocharis, V., Koukoulis, G., Stakias, N., Fatouros, I. G., Kouretas, D., & Koutedakis, Y. (2006). The effects of acute exercise on serum adiponectin and resistin levels and their relation to insulin sensitivity in overweight males. *European Journal of Applied Physiology*, 97(1), 122–126.
- Janssen, I. (2011). The epidemiology of sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 27(3), 355–363.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(5), 889–896.
- Jeong JY, Yoon JH, Oh JK. (2016). The correlation between hand grip strength and knee strength, proprioception and balance in elderly. *Sport Science* 34: 55–62.
- Jones, T. E., Stephenson, K. W., King, J. G., Knight, K. R., Marshall, T. L., &

- Scott, W. B.(2009). Sarcopenia-mechanisms and Treatments. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 32(2), 39-45.
- Jung, H .S., & Park, K. S.(2004). Adiponectin and Diabetes Mellitus. The Graduate school Seoul National University Department of Internal Medicine.
- Jürimäe, J., Kums, T., & Jürimäe, T. (2008). Adipocytokine and ghrelin levels in relation to bone mineral density in physically active older women: longitudinal associations. *European Journal of Endocrinology*, 160(3), 381-385.
- Jurimae, J., Ramson, R., Maestu, J., Purge, P., Arciero, P. J., & Duillard, S. P. (2009). Adipocytokine and ghrelin levels inrelations to bone mineral density in physically active older women. *Medical Science Sports Exercise*, 41(4), 137-143.
- Kahn, S. E., Zinman, B., Haffner, S . M., O’ Neill, M .C., Kravitz, B. G., Yu, D., Freed, M. I., Herman, W. H., Holman, R. R., Jones, N. P., Lachin, J. M., & Viberti, G. C.(2006). Obesity is a major determinant of the association of C-reactive protein levels and the metabolic syndrome in type 2 diabetes. *Diabetes*, 55, 2357-2364
- Kalinkovich, A., & Livshits, G. (2017). Sarcopenic obesity or obese sarcopenia: a cross talk between age-associated adipose tissue and skeletal muscle inflammation as a main mechanism of the pathogenesis. *Ageing Research Reviews*, 35, 200-221.
- Kanaley, J. A., Weltman, J. Y., Pieper, K. S., Weltman, A., & Hartman, M. L. (2001). Cortisol and growth hormone responses to exercise at different times of day. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86(6), 2881-2889.
- Kang, K. J., Lee, J. S., Yang, J. O., Park, J. S., & Han, K. H. (2020). Effect of Aquatic Walking Exercise on Gait and Balance Parameters of Elderly Women. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 30(1), 73-81.
- Kannus, P., Sievänen, H., Palvanen, M., Järvinen, T., & Parkkari, J. (2005). Prevention of falls and consequent injuries in elderly people. *The Lancet*, 366(9500), 1885-1893.
- Kershaw, E. E., & Flier, J. S.(2004). Adipose tissue as an endocrine organ. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(6),2548-2556.
- Kikkert, L. H. J., de Groot, M. H., van Campen, J. P.,Beijnen, J. H., Hortobágyi, T., Vuillerme, N.,et al.(2017). Gait dynamics to optimize fall risk assessment in geriatric patients admitted to an outpatient diagnostic clinic. *PLoS One*, 12(6), e0178615.
- Kim, H., Kim, M., Kojima, N., Fujino, K., Hosoi, E., Kobayashi, H., Somekawa, S., Niki, Y., Yamashiro, Y., & Yoshida, H.(2017). Exercise and Nutritional

- Supplementation on Community-dwelling Elderly Japanese Women with Sarcopenic Obesity: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(11), 1011-1019.
- Kim, K. (2016). Effects of exercise training with instrument on abdominal and thigh fat, physical fitness and obesity-related cytokines in obese elderly subjects. *Kinesiology*, 18(2), 81-91.
- Kim, M., & Won, C. W. (2019). Sarcopenia Is Associated with Cognitive Impairment Mainly Due to Slow Gait Speed: Results from the Korean Frailty and Aging Cohort Study (KFACS). *Journal of Environmental and Public Health*, 16(9), 1491.
- Kim, M., Kim, M., Lee, Y. J., Song, H. J., Shim, J. K., Chang, D. H., ... & Lee, J. H. (2017). Supplementation with nutrients modulating insulin-like growth factor-1 negatively correlated with changes in the levels of pro-inflammatory cytokines in community-dwelling elderly people at risk of undernutrition. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 30(1), 27-35.
- Kim, T. N., Park, M. S., Kim, Y. J., Lee, E. J., Kim, M. K., Kim, J. M., ... & Won, J. C. (2014). Association of low muscle mass and combined low muscle mass and visceral obesity with low cardiorespiratory fitness. *PLoS One*, 9(6), e100118.
- Kohara, K. (2014). Sarcopenic obesity in population: current status and directions for research. *Endocrine*, 45(1), 15-25.
- Kohara, K. (2014). Sarcopenic obesity in aging population: current status and future directions for research. *Endocrine*, 45(1), 15-25.
- Kohut, M. L., McCann, D. A., Russell, D. W., Konopka, D. N., Cunnick, J. E., Franke, W. D., ... & Vanderah, E. (2006). Aerobic exercise, but not flexibility/resistance exercise, reduces serum IL-18, CRP, and IL-6 independent of β -blockers, BMI, and psychosocial factors in older adults. *Brain, Behavior and Immunity*, 20(3), 201-209.
- Lagrand, W. K., Visser, C. A., Hermens, W. T., Niessen, H. W., Verheugt, F. W., Wolbink, G. J., & Hack, C. E. (1999). C-reactive protein as a cardiovascular risk factor: more than an epiphenomenon. *Circulation*, 100(1), 96-102.
- Landi, F., Liperoti, R., Russo, A., Giovannini, S., Tosato, M., Capoluongo, E., ... & Onder, G. (2012). Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: results from the iSIRENTE study. *Clinical Nutrition*, 31(5), 652-658.
- Lang, T., Streeper, T., Cawthon, P., Baldwin, K., Taaffe, D. R., & Harris, T. B. (2010). Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporosis International*, 21(4), 543-559.
- Lawrence, R. H., & Jette, A. M. (1996). Disentangling the disablement process. *The*

Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 51(4), S173-S182.

- Lee, K., Shin, Y., Huh, J., Sung, Y. S., Lee, I. S., Yoon, K. H., & Kim, K. W. (2019). Recent issues on body composition imaging for sarcopenia evaluation. *Korean Journal of Radiology*, 20(2), 205-217.
- Lee, S. W., Cho, H. H., Kim, M. R., Kwon, D. J., Kim, E. J., You, Y. O., & Kim, J. H. (2010). Original Articles : Therelationship between serum Leptin Level and metabolicsyndrome in postmenopausal women. *Obstetrics & Gynecology Science*, 53(3), 254-263.
- Lee, Y. H., & Pratley, R. E. (2007). Abdominal obesity and cardiovascular disease risk: the emerging role of the adipocyte. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 27(1), 2-10.
- Leng, S., Chaves, P., Koenig, K., & Walston, J. (2002). Serum interleukin-6 and hemoglobin as physiological correlates in the geriatric syndrome of frailty: a pilot study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(7), 1268-1271.
- Libby, P. (2002). Atherosclerosis: the new view. *Scientific American*, 286, 47-53.
- Lihavainen, K., Sipilä, S., Rantanen, T., Sihvonen, S., Sulkava, R., & Hartikainen, S.(2010). Contribution of musculoskeletal pain to postural balance in community-dwelling people aged 75 years and older. *The Journal of Gerontology A, Biological Sciences and Medical Science*, 65(9), 990-996.
- Lim KB, Na YM, Lee HJ, Joo SJ.(2003). Comparison of posturalcontrol measures between older and younger adults usingbalance master system. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine* 27 :418-423.
- Machado, S., Araújo, F., Paes, F., Velasques, B., Cunha, M., Budde, H., ... & Ribeiro, P. (2010). EEG-based brain-computer interfaces: an overview of basic concepts and clinical applications in neurorehabilitation. *Reviews in the Neurosciences*, 21(6), 451-468.
- Mårin, P., Kvist, H., Lindstedt, G., Sjöström, L., & Björntorp, P. (1993). Low concentrations of insulin-like growth factor-I in abdominal obesity. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 17(2), 83-89.
- Marshall, P. W., & Murphy, B. A.(2005). Core stability Exerciseon and off a Swiss ball. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(2), 242-249.
- Martins, R. A., Neves, A. P., Coelho-Silva, M. J., Verissimo, M.T., & Teixeira, A. M.(2010). The effect of aerobic versus strength-based training on high-sensitivity C-reactive protein in older adults. *European Journal of Applied Physiology*, 110 (1): 161-169.
- Marzetti E, Calvani R, Tosato M, Cesari M, Di Bari M, Cherubini A, Collamati A,

- D'Angelo E, Pahor M, Bernabei R, Landi F(2017). Sarcopenia: an overview. *Aging Clinical and Experimental Research*. 29. 11-17.
- Matsuda, M., Shimomura, I., Sata, M., Arita, Y., Nishida, M., Maeda, N., ... & Matsuzawa, Y. (2002). Role of adiponectin in preventing vascular stenosis: the missing link of adipo-vascular axis. *Journal of Biological Chemistry*, 277(40), 37487-37491.
- Maurel, S., Hamon, B., Taillandier, J., Rudant, E., Bonhomme-Faivre, L., & Trivalle, C. (2007). Prognostic value of serum interleukin-6 (IL-6) levels in long term care. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 45(1), 65-71.
- Mcdermtt, M. M., Guralnik, J. M., Tian, L., Ferrucci, L., Liu, K., Liao, Y. & Crique, M. H.(2007). Baseline functional performance predicts the rate of mobility loss in persons with peripheral arterial disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 50(10), 974-982.
- Mikesky, A. E., Topp, R., Wigglesworth, J. K., Harsha, D. M., & Edwards, J. E. (1994). Efficacy of a home-based training program for older adults using elastic tubing. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 69(4), 316-320.
- Minn YK, Suk SH. Higher skeletal muscle mass may protect against ischemic stroke in community-dwelling adults without stroke and dementia: the PRESENT project. *BMC Geriatr*. 17, 45.
- Misra, R., Choi, S. M., Guerrero, J., & Lee, S. (2016). Association of physical activity with cardiovascular risk factors among Mexican-American immigrants with type 2 diabetes. *Kinesiology*, 18(3), 51-63.
- Moon, J. J., Park, S. G., Ryu, S. M., & Park, C. H. (2018). New skeletal muscle mass index in diagnosis of sarcopenia. *Journal of Bone Metabolism*, 25(1), 15-21.
- Morley, J. E.(2008). Sarcopenia: Diagnosis and Treatment. *The Journal of Nutrition Health and Aging*, 12(7), 452.
- Nakamura, E., & Miyao, K. (2003). Further evaluation of the basic nature of the human biological aging process based on a factor analysis of age-related physiological variables. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(3), B196-B204.
- Noe, F., & Paillard, T.(2005). Is postural control affected by expertise in alpine skiing? *British Journal of Sports Medicine*. 39(11), 835-837.
- Ostir, G. V., Ottenbacher, K. J., Fried, L. P., & Guralnik, J. M.(2007). The effect of depressive symptoms on the association between functional status and social participation. *Social Indication Research*, 80(2), 379 ~ 392.
- Page, P, A., Labbe, & Topp, R.(2000). "Clinical Force production of Thera-Bands.

- Elastic Bands. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 30(1), A47:8.
- Park, S. K., Park, J. K., Kwon, Y. C., & Kim, E. H.(2011). The Effects of Combined Training on Self-reliance Physical Fitness, IL-6, TNF α and Carotid Artery in Older Women with Sarcopenia. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 45(2): 771-781.
- Pedersen, B. K. (2007). IL-6 signalling in exercise and disease. *Biochemical Society Transactions*, 35(5), 1295-1297.
- Peters, D. M., Fritz, S. L., & Krotish, D. E.(2013). Assessing the Reliability and Validity of a Shorter Walk Test Compared with the 10-Meter Walk Test for Measurements of Gait Speed in Healthy, Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 36(1), 24-30.
- Petersen, M. C., & Shulman, G. I.(2018). Mechanisms of insulin action and insulin resistance. *Physiological Reviews*, 98(4), 2133-2223.
- Plaisance, E. P., & Grandjean, P. W. (2006). Physical activity and high-sensitivity C-reactive protein. *Sports Medicine*, 36(5), 443-458.
- Poehlman, E. T., Copeland, K. C.,(1990) Influence of physical activity on insulin like growth factor-I in healthy younger and older men. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 71,1468-1473.
- Poggiogalle, E., Lubrano, C., Gnessi, L., Mariani, S., Lenzi, A., & Donini, L. M. (2016). Fatty liver index associates with relative sarcopenia and GH/IGF-1 status in obese subjects. *PloS one*, 11(1), e0145811.
- Rasmussen, M. H., Frystyk, J., Andersen, T., Breum, L., Christiansen, J. S., Hilsted, J..(1994) The impact of obesity, fat distribution, and energy restriction on insulin like growth factor-1(IGF-1), IGF-binding protein-3, insulin, and growth hormone. *Metabolism*, 43(3), 315-319.
- Rea, I. M., Gibson, D. S., McGilligan, V., McNerlan, S. E., Alexander, H. D., & Ross, O. A.(2018). Age and Age-related Diseases: Role of Inflammation Triggers and Cytokines. *Frontiers in Immunology*, 9, 586
- Reid, M. B., & Li, Y. P.(2001). Tumor necrosis factor-alpha and muscle wasting a cellular perspective. *Respiratory Research*, 2, 269-272.
- Rolland, Y., Lauwers-Cances, V., Cournot, M., Nourhashe, F., Reynish, W., Rive, D, Vellas, B., & Grandjean, H.(2003). Sarcopenia, calf circumference and physical function of elderly women: a cross-sectional study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(8): 1120-1124.
- Rose, D. J. (2010). *Fallproof!: a comprehensive balance and mobility training program*. Human Kinetics.
- Rosenberg, I. H. (1989). Summary Comments. *The American Journal of Clinical*

- Nutrition*, 50(5), 1231-1233.
- Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. *The Journal of Nutrition*, 127(5), 990S-991S.
- Rosendal, L., Blangsted, A. K., Kristiansen, J., Sjøgaard, K., Langberg, H., Sjøgaard, G., & Kjaer, M.(2004). Interstitial muscle lactate, pyruvate and potassium dynamics in the trapezius muscle during repetitive low-force arm movements, measured with microdialysis. *Journal of Applied Physiology*, 182, 379-388.
- Roth, S. M., Metter, E. J., Ling, S., & Ferrucci, L. (2006). Inflammatory factors in age-related muscle wasting. *Current Opinion in Rheumatology*, 18(6), 625-630.
- Rotter, V., Nagaev, I., & Smith, U.(2003) Interleukin-6 (IL-6) induces insulin resistance in 3T3-L1 adipocytes and is, like IL-8 and tumor necrosis factor-alpha, overexpressed in human fat cells from insulin-resistant subjects. *The Journal of Biological Chemistry*, 278, 45777-45784.
- Roubenoff, R.(2004). Sarcopenic obesity: The confluence of two epidemics. *Obesity Research*, 12(6), 887-888.
- Roubenoff, R., Parise, H., Payette, H. A., Abad, L. W., D'Agostino, R., Jacques, P. F., ... & Harris, T. B. (2003). Cytokines, insulin-like growth factor 1, sarcopenia, and mortality in very old community-dwelling men and women: the Framingham Heart Study. *The American Journal of Medicine*, 115(6), 429-435.
- Rudman, D., Kutner, M. H., Rogers, C. M., Lubin, M. F., Fleming, G. A., Bain, R. P.(1981) Impaired growth hormone secretion in the adult population: relation to age and adiposity. *Journal of Clinical Investigation*, 67, 1361-1369.
- Ryerson, S., & Levit, K. (1997). *Functional movement reeducation: a contemporary model for stroke rehabilitation*. Churchill Livingstone.
- Sakamoto, K., Arnolds, D. E., Ekberg, I., Thorell, A., & Goodyear, L. J.(2004). Exercise regulates Akt and glycogen synthase kinase-3activities in human skeletal muscle. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 319, 419-425.
- Santanasto, A. J., Glynn, N. W., Lovato, L. C., Blair, S. N., Fielding, R. A., Gill, T. M., ... & LIFE Study Group. (2017). Effect of physical activity versus health education on physical function, grip strength and mobility. *Journal of the American Geriatrics Society*, 65(7), 1427-1433.
- Santilli, V., Bernetti, A., Mangone, M., & Paoloni, M. (2014). Clinical definition of sarcopenia. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 11(3), 177.

- Sara, J. D., Prasad, M., Zhang, M., Lennon, R. J., Herrmann, J., Lerman, L. O., & Lerman, A. (2017). High-sensitivity C-reactive protein is an independent marker of abnormal coronary vasoreactivity in patients with non-obstructive coronary artery disease. *American Heart Journal*, 190, 1-11.
- Sarcopenia and sarcopenic obesity in Spanish community-dwelling middle-aged and older women: Association with balance confidence, fear of falling and fall risk. *Maturitas*, 107, 26-32
- Schaap, L. A., Pluijm, S. M., Deeg, D. J., & Visser, M. (2006). Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. *The American Journal of Medicine*, 119(6), 526.e9-526.e7.
- Scherbakov, N., Sandek, A., & Doehner, W. (2015). Stroke-related sarcopenia: specific characteristics. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(4), 272-276.
- Scherer, P. E., Williams, S., Fogliano, M., Baldini, G., & Lodish, H. F. (1995). A novel serum protein similar to C1q, produced exclusively in adipocytes. *Journal of Biological Chemistry*, 270(45), 26746-26749.
- Schrager, M. A., Metter, E. J., Simonsick, E., Ble, A., Bandinelli, S., Lauretani, F., & Ferrucci, L. (2007). Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study. *Journal of Applied Physiology*, 102(3), 919-925.
- Scott, D., Hayes, A., Sanders, K. M., Aitken, D., Ebeling, P. R., Jones, G. (2014). Operational definitions of sarcopenia and their associations with 5-year changes in falls risk in community-dwelling middle-aged and older adults. *Osteoporosis International*, 25(1), 187-193.
- Sesso, H. D., Wang, L., Buring, J. E., Ridker, P. M., & Gaziano, J. M. (2007). Comparison of interleukin-6 and C-reactive protein for the risk of developing hypertension in women. *Hypertension*, 49(2), 304-310.
- Shahar, S., Kamaruddin, N. S., Badrasawi, M., Sakian, N. I. M., Manaf, Z. A., Yassin, Z., et al.(2013). Effectiveness of exercise and protein supplementation intervention on body composition, functional fitness, and oxidative stress among elderly Malays with sarcopenia. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 1365-1375.
- Shephard, R. J.(1987). *Physical Activity and Aging*, 2nd ed. Rockville, Maryland.
- Short, K. R., Vittone, J. L., Bigelow, M. L., Proctor, D., N., & Nair, K.S.(2004). Age and aerobic exercise training effects on whole body and muscle protein metabolism. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 28(1), E92-101.
- Siparsky, P. N., Kirkendall, D. T., & Garrett Jr, W. E. (2014). Muscle changes in aging: understanding sarcopenia. *Sports Health*, 6(1), 36-40.

- Siparsky, P. N., Kirkendall, D. T., Garrett Jr, W. E. (2014). Muscle changes in aging: understanding sarcopenia. *Sports health*, 6(1), 36-40.
- Skelton, D. A., Yong, A., Greig, C. A., & Malbut, K. E.(1995). Effects of Resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women Aged 75 and older. *Journal of the American Geriatric Society*, 43(10), 1081-7.
- Skelton, d., & Dinan, S.(1999). Exercise for falls management: Rationale for an exercise programme aimed at erducing portural instability. *Physiotherapy Theory and Practice*, 15(2), 105-120.
- Smith, A. T., Clemmons, D. R., Underwood, L. E., Ben, E. V., McMurray, R..(1987) The effect of exercise on plasma somatomedin-C/insulinlike growth factor 1 concentrations. *Metabolism*, 36 533-537.
- Smith, E. L., & Gilligan, C.(1984). Physical activity for the older adult. *Family Practice Recrertification*, 6(12). 89-107.
- Sousa-Santos, A. R., & Amaral, T. F. (2017). Differences in handgrip strength protocols to identify sarcopenia and frailty-a systematic review. *BMC Geriatrics*, 17(1), 238
- Steensberg, A., Keller, C., Starkie, R. L., Osada, T., Febbraio, M .A., & Pedersen, B. K.(2002). *American Journal of Physiology*, E1272-E1278.
- Stefanyk, L. E., & Dyck, D. J. (2010). The interaction between adipokines, diet and exercise on muscle insulin sensitivity. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 13(3), 255-259.
- Strasser, B., Arvandi, M., & Siebert, U. (2012). Resistance training, visceral obesity and inflammatory response: a review of the evidence. *Obesity Reviews*, 13(7), 578-591.
- Suetta, C., Andersen, J. L., & Dalgas, U.(2008). Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and musclefunction in elderly postoperative patients. *Journal of Applied Physiology*, 105, 159-170.
- Taaffe, D. R.(2006). Sarcopenia: Exercise as atreatment strategy. *Australian Family Physician*, 35(3), 130-133.
- Tinetti, M. E., Baker, D. I., McAvay, G., Claus, E. B.,Garrett, P., Gottschalk, M., et al.(1994). Amultifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in thecommunity. *The New England Journal of Medicine*, 331(13), 821-827.
- Vettor, R., Milan G, Rossato M, Federspil G.(2005). Review article: adipocytokines and insulin resistance. *Alimentary Pharmacolo gyand Therapeutics*, 22(2), 3-10.
- Villareal, D. T., Banks, M., Siener, C., Sinacore, D. R., & Klein, S.(2004). Physical

- frailty and body composition in obese elderly men and women. *Obesity Research*, 12, 913-920.
- Visser, M., Pahor, M., Taaffe, D. R., Goodpaster, B. H., Simonsick, E. M., Newman, A. B., ... & Harris, T. B. (2002). Relationship of interleukin-6 and tumor necrosis factor- α with muscle mass and muscle strength in elderly men and women: the Health ABC Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(5), M326-M332.
- Walston, J., McBurnie, M. A., Newman, A., Tracy, R. P., Kop, W. J., Hirsch, C. H., ... & Cardiovascular Health Study Investigators. (2002). Frailty and activation of the inflammation and coagulation systems with and without clinical comorbidities: results from the Cardiovascular Health Study. *Archives of Internal Medicine*, 162(20), 2333-2341.
- Williams, T. F. (1986). Assessment of mobility and hand function in the elderly. *Israel Journal of Medical Sciences*, 22(3-4), 220-224.
- Williamson, W. M. (1988). Exercise: Benefits, Limits and Adaptations. *British Journal of Sports Medicine*, 22(2), 80.
- Wilson, A. M., Ryan, M. C., & Boyle, A. J. (2006). The novel role of C-reactive protein in cardiovascular disease: risk marker or pathogen. *International Journal of Cardiology*, 106(3), 291-297.
- Wojtaszewski, J. F., Hansen, B. F., Gade Kiens, B., Markuns, J. F., Goodyear, L. J., & Richter, E. A. (2000). Insulin signaling and insulin sensitivity after exercise in human skeletal muscle. *Diabetes*, 49, 325-331.
- Wojtaszewski, J. F., Nielsen, J. N., Jørgensen, S. B., Frøsig, C., Birk, J. B., & Richter, E. A. (2003). Transgenic models- α scientific tool to understand exercise-induced metabolism: The regulatory role of AMPK (5'-AMP-activated protein kinase) in glucose transport and glycogen synthase activity in skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*, 178, 321-328.
- Wolf, A. M., Wolf, D., Avila, M. A., Moschen, A. R., Berasain, C., Enrich, B., ... & Tilg, H. (2006). Up-regulation of the anti-inflammatory adipokine adiponectin in acute liver failure in mice. *Journal of Hepatology*, 44(3), 537-543.
- Wolpert, D. M., & Flanagan, J. R. (2001). Motor prediction. *Current Biology*, 11(18), R729-732.
- Woods, J. A., Keylock, K. T., Lowder, T., Vieira, V. J., Zelkovich, W., Dumich, S., ... & McAuley, E. (2009). Cardiovascular exercise training extends influenza vaccine seroprotection in sedentary older adults: the immune function intervention trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(12), 2183-2191.

- Wu, C. W., Chang, Y. T., Yu, L., Chen, H. I., Jen, C. J., Wu, S. Y., ... & Kuo, Y. M. (2008). Exercise enhances the proliferation of neural stem cells and neurite growth and survival of neuronal progenitor cells in dentate gyrus of middle-aged mice. *Journal of Applied Physiology*, 105(5), 1585-1594.
- Yamamoto, Y., Hirose, H., Saito, I., Nishikai, K., & Saruta, T. (2004). Adiponectin, an adipocyte-derived protein, predicts future insulin resistance: two-year follow-up study in Japanese population. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(1), 87-90.
- Yates, F. E.(2002). Complexity of a human being: changes with age. *Neurobiol Aging*, 23(1), 17-19.
- Zamboni, M., Mazzail, G., Fantin, F., Rossi, A., & Di Francesco, V(2008). Sarcopenia obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Disease*, 18, 388-395.

Abstract

The Effects of 12 Weeks Neuromodulation Exercise and Resistance Exercise on Sarcopenia Diagnostic Factors, Inflammatory Index and Balance Ability in Elderly Women with Sarcopenia

Hong
Graduate School, University of Ulsan
Major in Physical Education

The purpose of this study was to investigate the effect of 12-weeks neuromodulation exercise and resistance exercise on sarcopenia diagnostic factor (SPPB, grip strength, and extremity muscle mass), inflammatory index (IL-6, TNF- α , hs-CRP) and balance ability in elderly women with sarcopenia.

In this study, two treatment methods, neuromodulation exercise using Pedalo[®] and Resistance exercise using elastic band were administered to 28 elderly women with sarcopenia for 80 minutes, 3 times a week for 12 weeks, and variables were measured before and after 12 weeks. The mean and the standard deviation of each variable were calculated by using SPSS ver. 23.0, and the ANCOVA that used the pre-test value as a covariate was chosen because there was a difference among groups. Post-verification of LSD was conducted when there is a statistically significant difference. The level of significance was decided at $\alpha = .05$.

The conclusion obtained from this study indicated as follows. First, in the sarcopenia diagnostic factors, neuromodulation exercise had an effect on grip strength and walking speed ($p < .05$). Second, in the inflammatory index, neuromodulation exercise had an effect on IL-6 ($p < .05$). Third, in the case of static balance, resistance exercise had an effect on fore-foot ratio and pressure, and surface area ($p < .05$). Fourth, in the case of dynamic balance, there was no statistically significant difference between groups.

Thus, if a neuromodulation & resistance combined exercise program is implemented, it is expected to have a positive effect on preventing sarcopenia and health.

key word: neuromodulation exercise, resistance exercise, sarcopenia, sarcopenia
diagnosis factors, inflammatory index, static & dynamic balance

[부록 1]

PAR - Q 설문지

규칙적인 운동은 우리를 재미있고 건강하게 해줍니다. 그리고 더 많은 사람들이 매일 더 활동적으로 되기 위해서 운동을 시작하고 있습니다. 더 활동적으로 되는 것은 대부분의 사람들에게 매우 안전합니다. 그러나 어떤 분들은 신체가 활동적으로 되기 전에 의사의 검진을 받아야만 합니다.

만일 여러분이 지금보다 훨씬 더 활동적으로 되기를 계획하고 있다면 다음의 7가지 사항에 대해서 응답해 주시기 바랍니다. 만일 나이가 65세 이상 노인이라면 PAR-Q 설문지는 귀하가 운동을 시작하기 전에 의사와 상담을 해야 하는지에 대해 점검해 줄 것입니다.

만약 설문지 상 모든 항목 중 1가지 이상 '예'라고 답하였다면 협력병원(온산정형외과)의 의사의 진료 후 운동이 가능하다고 판정된 자만 운동 프로그램에 참여할 수 있습니다.

다음 질문에 대한 대답을 '예', '아니오'로 정직하게 답해 주시기 바랍니다.

| 예 아니오 |
|--|
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1. 의사가 귀하에게 심장질환이 있다고 말하거나 의사가 추천한 신체 활동만 해야 한다고 말을 한 적이 있습니까? |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2. 귀하는 운동을 할 때 가슴에 통증을 느낀 적이 있습니까? |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 3. 귀하는 지난달에 운동을 하지 않았는데 가슴에 통증을 느낀 적이 있습니까? |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 4. 귀하는 현기증 때문에 몸의 균형을 잃거나 의식을 잃은 적이 있습니까? |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 5. 귀하는 신체활동의 변화로 인해 더 나빠질 수 있는 뼈나 관절의 문제 (예: 허리, 무릎, 엉덩이)를 가지고 있습니까? |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 6. 귀하는 현재 혈압이나 심장 관련 관계로 의사로부터 약을 처방받고 있습니까? |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 7. 그밖에 귀하가 운동을 하지 말아야 하는 이유가 있습니까? |

이 부분은 법적 또는 행정적인 목적으로 사용될 수 있습니다. “나는 읽고 이해했으며 설문지에 대답하였습니다. 내가 했던 질문들은 모두 만족스런 답변을 받았습니다.”

2021년 월 일
성 명: (인)

[부록 2]

참여 대상자 모집 공고

▶ 연구 목적

본 연구의 목적은 65세 이상의 근감소증 고령 여성을 대상으로 12주간 규칙적인 저항운동(근력운동)과 신경조절운동(균형운동)프로그램을 적용하여 근감소증 진단 요소 및 염증반응 지표에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하고 근감소증 노인운동 방법에 대한 기초자료를 제공하기 위해 시행되는 연구입니다.

▶ 참여 기준

- 신경 외과적 또는 정형 외과적 제한이 없는 어르신
- 대상자 중 청력과 시력에 이상이 없고 동작을 따라 하는데 의사소통이 가능한 어르신
- 보호 장구나 다른 사람의 도움 없이 10m 이상 독립보행이 가능한 어르신
- 선별검사 후 5.2 수치 이하로 근감소증이라고 판단된 어르신

▶ 참여 기간

| 사전검사 | 운동기간 | 사후검사 |
|--|--|--|
| 신체계측 채혈 후 혈액검사 1회 노인 간편 체력검사 보행 능력 검사 | 12주 (주 3회) 페달로 신경조절운동 탄성밴드 저항운동 통제군(일상생활) | 신체계측 채혈 후 혈액검사 1회 노인 간편 체력검사 보행 능력 검사 |

▶ 참여 장소 및 시간

장소 : 울주군 남부노인복지관 대 강당

시간 : 월, 수, 금 (10:00)

▶ 책임자 및 문의처

연구책임자 : 울산대학교 스포츠 의학실 박사과정 홍성진(010-3879-6060) 문의 사항 및

지원자는 남부노인복지관 김보리 대리(010-6588-0282)에게 연락 바랍니다.

▶ 참여시 제공사항

운동에 참여하시는 분에게는 검사와 상담을 1:1로 받으실 수 있으며 건강 관리를 체계적으로 받으실 수 있습니다.

본 연구에 하시는 모든 분에게(운동에 참여하지 않는 어르신도 포함) 안전한 운동 수행을 위해 미끄럼 방지 양말과 탄성밴드를 제공할 것이며, 운동 종료 후 3만원 상당의 상품권을 제공할 것입니다.

▶ 참여시 다음의 코로나 방역수칙을 준수하여야 합니다.

코로나 방역지침서 (실내체육시설)

※이용자수칙

- 발열 또는 호흡기 증상(기침, 인후통 등)이 있는 경우 연구 참여 제한
- 다른 사람과 2m(최소 1m) 이상 거리 두기
- 흐르는 물과 비누로 30초 이상 손을 씻거나 손 소독제로 손 소독하기
- 기침이나 재채기를 할 때는 휴지, 옷소매로 입과 코 가리기
- 침방울이 튀는 행위(노래부르기, 소리지르기 등)나 신체접촉(악수, 포옹 등) 자제하기
- 운동복, 수건 및 휴대용 운동기구 등은 개인물품을 사용하기
- 탈의실, 샤워실 등 공용시설 이용 자제하기 • 운동기구를 이용한 후에 운영자가 비치한 소독용품 등으로 기구표면 닦기
- 고위험군은 시설이용 자제, 불가피하게 방문할 경우 마스크 착용하기* 고위험군 : 65세 이상 어르신, 임신부, 만성질환자 등
- 출입 시 증상 여부(발열, 호흡기 증상 등) 확인 및 명부(전자 또는 수기) 기록 관리(4주 보관 후 폐기) 등 방역에 협조하기

※책임자, 종사자수칙

- 체육지도자, 강습자 및 이용자 마스크 착용 지도 및 신체접촉 자제하기
- 운동복, 수건, 운동장비(개인별 휴대가능용품) 등 개인물품 사용 권고, 공용물품 제공 시에는 소독 철저히 하기
- 탈의실(락커룸), 샤워실, 대기실(휴게실) 등 부대시설 소독 철저히 하기
- 방역관리자 지정 및 지역 보건소 담당자의 연락망을 확보하는 등 방역협력체계 구축하기
- 공동체 내 밀접 접촉이 일어나는 동일 부서, 동일 장소 등에 유증상자 발생 시 유증상자가 코로나19 검사를 받도록 안내하며, 유증상자가 추가 발생 시 보건소에 집단감염 가능성을 신고하기
- 종사자가 발열 또는 호흡기 증상이 있는 경우 출근 중단 및 즉시 퇴근 조치하기
- 사람 간 간격을 2m(최소 1m) 이상 거리 두기
- 손을 씻을 수 있는 시설 또는 손 소독제를 비치하고, 손 씻기 및 기침 예절 준수 안내문 게시하기 ▲ 4㎡ 당 1명으로 인원 제한 ▲ 음식 섭취 금지 ▲ 21시 이후 운영 중단 ▲ 집합금지

- 자연 환기가 가능한 경우 창문을 상시 열어두고, 에어컨 사용 등으로 상시적으로 창문을 열어두기 어려운 경우 2시간마다 1회 이상 환기하기
- 공용으로 사용하는 물건(출입구 손잡이, 키보드, 마우스 등) 및 표면은 매일 2회 이상 자주 소독하기
- 마스크를 상시 착용하고, 이용자가 마스크 착용 등 방역수칙을 준수하도록 안내하기
- 발열 또는 호흡기 증상이 있거나 최근 14일 이내 해외여행을 한 경우 방문 자제 안내하기
- 실내흡연실은 이용하지 않도록 닫아두고 실외 흡연실 이용 권고하기- 흡연실 내에서는 사람 간 거리 유지, 대화 자제하도록 안내하기
- 공용물품, 부대시설 소독 대장 작성하기(일시·관리자 확인 포함)※ 시설 내 실내체육시설, 음식점·카페, '공중화장실 등 이용 시 해당 유형의 지침을 준용
- 개인위생수칙 준수, 생활 속 거리 두기의 필요성 등에 대한 주기적으로 교육 및 홍보하기
- 시설 내 이용자 간 2m(최소 1m) 이상 적정 간격 유지 될 수 있도록 입장 인원 관리하기
- 탈의실(락커룸), 샤워실, 대기실 등 부대시설 적정 사용 인원 관리하기



울산대학교 생명윤리위원회
University of Ulsan Institutional Review Board

심의서식 10호 (VER.2.1, 2014.03.28)

연구대상자 동의서

연구과제명 : 12주간 저항운동과 신경조절 운동이 근감소증 고령 여성의
근감소증 진단요소 및 생화학적지표에 미치는 영향
IRB 승인번호 : 1040968-A-2021-014

• 본인은 본인과 연구자 및 울산대학교 사이에 본인의 연구 참여 결정에 영향을 줄 수 있는 어떠한 관계도 없습니다.

확인 시 체크하세요.

• 본인은 연구 관련자로부터 이 연구에 대해 충분한 설명을 들은 후, 본인이 직접 설명문을 읽고 이해하였으며, 궁금한 사항에 대해 적절한 답변을 들었습니다.

확인 시 체크하세요.

• 아무런 강압 없이 자발적으로 본 동의서를 작성하며 이에 본 연구에 참여한다는 것을 서명으로 확인합니다.

확인 시 체크하세요.

(날짜 및 서명은 반드시 자필로 작성)

| | | | |
|-------------|--------------------|--------------|-------------|
| 연구대상자 | (성명) _____ | (자필서명) _____ | (서명일) _____ |
| 법정대리인(해당 시) | (성명) _____ | (자필서명) _____ | (서명일) _____ |
| | (연구대상자와의 관계) _____ | | |
| 입회인(해당 시) | (성명) _____ | (자필서명) _____ | (서명일) _____ |
| 연구책임자 | (성명) _____ | (자필서명) _____ | (서명일) _____ |

본 연구는 울산대학교 생명윤리위원회(UOU IRB)에서 심의하여 승인된 동의서만을 이용합니다.

VALID DURATION

2021.06.03 - 2022.05.31