노쇠진행예방을 위한 운동효과분석

양정옥¹, 박이섭²

¹신라대학교 웰빙체육학과, ²동의대학교 체육학과

The Exercise-Based Analysis of the Frail Prevention in the Elderly

Jeong-Ok Yang¹, Yi-Sub Kwak²

¹College of Health and Welfare, Department of Kinesiology, Silla University, Busan; ²DEU-Exe-Physio Lab, Department of Physical Education, Dong-Eui University, Busan, Korea

PURPOSE: Frailty is a condition of weakness that includes an enhanced hazards of drawback and disability in elderly people. It is featured by reduced physical fitness, and also recognized as reduced psycho-physiological and immunological functions. Therefore, we need to develop more efficient methods to detect frailty and also needs to prevent and treat frailty.

METHODS: PubMed database was searched from January to April 2019 using predefined search terms “elderly and frailty”, “elderly and exercise”. Based on reference search, 89 articles were identified whereas 40 papers (22 references) met the inclusion criteria and were well connected with frailty and exercise. We analyzed the connections between exercise and frailty with many variables, and dealt with frailty-prevention exercise programs in the main text.

RESULTS & CONCLUSIONS: With aging, decreased skeletal muscle power, malnutrition, feeling of loneliness, fall, and osteoporosis were identified with an important factors to frailty. Among these, osteoporosis and related frailty fractures are a serious health problem in the elderly frailty. Osteoporosis is the most prevalent and major bone disorder, which is featured by progressive bone weakening and an increased risk of frailty fractures especially in the frail elderly. And also, physiotherapy can play a vital role in the management and intervention following frailty fractures. Osteoanabolic exercise (aerobic, resistance, and combined) also recommended to prevent, management and treatment of bone mineral density of osteoporotic females and frail elderly. More studies are urgently needed to determine which mode and duration exercises were best suited and effective for frail elderly.

Key words: Frailty, Aging, Elderly, Osteoanabolic exercise

서론

노인 인구의 비율이 높아지고 있는 한국은 전 세계적으로 가장 빠른 속도로 고령화가 진행되고 있으며, 2060년에는 65세 이상의 노인 인구가 우리나라 전체 인구의 41.0%를 차지할 것으로 예상되어 건강과 관련된 문제들을 분석하고 해결해야 할 중요한 시점에 놓여있다[1]. 특히, 65세 이상 절반이 노쇠위험을 지니며, 노쇠의 간호 및 재활비가 많이 드는 것을 고려하면, 시급히 해결되어야 할 과제로 생각된다. 인간은 20대 이후 점차 근육을 포함한 신체 장기 기능이 떨어지는 노화가

진행된다. 누구나 나이가 들면 신체 변화와 기능 저하가 나타나게 되고, 이러한 노화 현상이 특정 요인에 의해 급속하게 진행되어 걷기나 외출하기, 식사 준비 등의 일상생활을 혼자서 수행하기가 힘들게 되는 상태가 오는데 이러한 상태를 노쇠라 하며, 노쇠의 개념은 노화와는 별개로 구분되어[2], 1992년에 Buchner에 의해 최초로 제안되었고, 노쇠를 연약한 증후군, 손상된 이동성, 손상된 균형감각 등으로 정의하고 있다[3].

노쇠는 노화가 진행됨에 따라 나타나는 생물학적 증상으로 외부 자극에 대응하는 기능적 항상성의 손실로 인한 기능 저하, 영양 시설 입

Corresponding author: Yi-Sub Kwak Tel +82-51-890-1546 Fax +82-505-182-6915 E-mail ysk2003@deu.ac.kr

Keywords 노쇠, 노화, 연세가 있는, 오스티오아나볼릭 운동

Received 12 Apr 2019 Revised 20 May 2019 Accepted 23 May 2019

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

소, 낙상, 입원 및 사망 등의 부정적인 건강 상태의 결과를 초래할 가능성이 증가한 상태를 의미한다[4].

Fried는 노쇠를 의도하지 않는 체중감소로 특징지었으며 피로, 운동 능력 감소, 연약함 및 일상생활도를 포함하는 신체 활동이 낮아지는 현상이라고 하였다. 이러한 증상이 3가지 이상 나타나면 노쇠라고 하였으며 한두 가지 나타나면 노쇠 이전 단계로 주의를 기울여야 한다고 하였다[5].

최근 연구 자료에 의하면 노쇠의 종류는 크게 두 가지로 분류된다. 정상적인 노화 과정이 진행되는 과정에서 장기간에 걸쳐 식이 섭취의 불균형, 운동 부족, 다양한 스트레스로 인한 수면 부족과 우울증 등의 영향으로 일상생활능력이 부족하게 되는 과정이 일어나는데, 이를 1차성 노쇠 과정이라고 한다[5].

또한 갑작스러운 충격 또는 사고를 겪은 후나 비정상적으로 빠르게 회복능력이 저하되는 상태를 2차성 노쇠라고 부르며, 2차성 노쇠가 1차성 노쇠보다 약 2배가 더 많다고 보고되고있다[5]. 이러한 노쇠 단계로 접어들면 앞서 언급한 것처럼 갑자기 체중의 감소가 일어나게 되고, 무기력증이 나타나며, 인지력의 감소와 더불어 활동량의 감소가 일어난다. 이러한 노쇠의 악순환은 재발되며, 일단 노쇠현상이 진행되면 노화로 회복되기가 어려운 특징을 보인다[6]. 결국 이러한 노쇠는 노화로 회복되기보다는 더욱 악화되며, 노인병으로 이어지고 사망률을 증가시키게 되는 것이다[4,7].

Fried는 노쇠자는 낙상 위험이 높으며, 낙상 이후 일상 생활도가 힘들어 병원생활을 하게 된다고 밝혔으며, 이러한 현상이 3년 정도 지속하면 사망할 수 있다고 하였다[4].

이러한 병원 생활은 노화에서 노쇠로 가는 진행을 가속하며 1차성 노쇠와 2차성 노쇠를 동시에 촉진할 것으로 여겨져서 노화를 경험하는 동안 노쇠가 진행되지 않도록 충분한 수면, 적절한 영양섭취 및 스트레스 조절, 대인관계 증진과 더불어 꾸준한 유산소 운동, 저항성 운동 및 복합적 운동 활동을 통한 일상생활도의 증진 등 운동습관의 중요성이 고려된다. 또한 지역의 병원이나 보건소 및 양로원에서 운영하는 다양한 낙상 예방 프로그램의 참여가 필수적이라고 본다.

최근 다양한 원인 중에 골다공증 감소를 통한 골절이 노쇠를 유발한다는 많은 연구가 보고되고 있다[6,8]. 이러한 이유는 노화를 경험하며, 뼈 조직은 구조적으로 상당한 대사적 변화를 경험하게 되기 때문이다. 골다공증의 유발이 골절로 이어지게 된다. 골다공증은 노인에게 일어나는 가장 흔한 질환 중 하나로 골다공증이 심해지면 골절률을 높게 된다. 여성의 경우, 폐경기 이후 이러한 현상이 더욱 심해지며, 이 경우 특히, 운동 중재가 요구된다. 여성 노인에게서 운동 중재는 연령의 증가 및 폐경과 관련하는 골다공증을 예방하거나 치료하는 가장 좋은 전략 중 하나이다[8].

그리고 골밀도 유지와 더불어 심리적인 스트레스 조절이 노쇠로의

진행을 예방한다는 선행연구[9] 등을 고려할 때, 스트레스를 조절할 수 있는 팀을 이루는 운동 활동의 참여나 이웃 간의 친분을 가지며 함께 하는 취미활동의 중요성도 분석된다. 그리고 신체활동을 늘리는 것이 매우 필요하다. 노쇠 예방을 위하여 노인의 신체활동을 늘리려면 역할의 중요성을 인식하고 모든 일에서 활동 동기를 찾아야 한다. 노쇠로 인하여 신체활동이 줄었다는 사실을 인식하고 일상 생활도를 늘이며 몇 걸음부터 걸어 보기를 실천하여야 한다.

아울러 건강한 100세 시대를 위하여 노쇠를 예방할 수 있는 운동프로그램과 그 효과에 대한 연구를 통하여 노화는 피할 수 없지만, 노쇠로 가는 진행을 막을 수 있도록 하는 것이 더욱 중요할 수 있겠다[10].

하지만 이제까지 노쇠에 대한 연구로 노쇠골절은 노인에게서 중요한 문제 중 하나로, 노쇠를 일으키는 수많은 요인 중 골절 노쇠는 2차적인 노쇠요인으로서 병원생활을 하게 한다는 연구와 낙상 및 골절이 노인의 건강관리에 치명적인 요소로 작용함을 밝히고, 평소에 규칙적인 운동을 통한 골밀도 관리가 중요하다고 밝히는 연구가 있었다.

운동과 노쇠에 관한 연구로 운동 활동을 통한 골밀도 관리에 최선을 다해야 한다고 밝히는 연구[11], 골다공증과 관련된 골절은 세계적으로 중요한 건강상의 문제이고, 골밀도를 증진시키기 위한 약물을 개발하고는 있지만, 약물요법으로는 이러한 문제를 해결하기 어려워 근본적으로 근력, 힘 및 근육과 관절의 기능적인 능력을 키우는 것이 중요하다고 밝히며, 운동 트레이닝이 이러한 능력을 증진시키고 낙상을 줄이는 좋은 전략이라는 연구가 보고되었다[12].

최근 운동과 수명에 관한 한 연구에서는 운동이 항노화에 영향을 미치고, 텔로미어의 길이가 짧아지는 것을 지연시키며, 동시에 DNA 메틸레이션을 지연시키는 것을 밝히고 있어[13], 운동 활동의 수명연장 효과를 지지하는 연구들도 밝혀지고 있다.

운동은 골격근과 더불어 골밀도를 유지하며, 뼈세포의 사망을 지연시켜 준다. 이는 후성 유전학에서 주장하는 유전자에 의한 요인보다도 현재 섭취하는 식이나 환경 및 운동 활동의 중요성을 말하는 것이다[13]. 이러한 개념의 실천이 노화에서 노쇠로 가는 질환을 막아주는 데 필수적이라고 여겨진다.

이제까지 노쇠에 관한 많은 선행연구가 밝혀졌음에도 불구하고 노쇠예방에 있어 운동의 중요성을 강조한 연구들은 미미하고 노인을 중심으로 하는 운동을 통한 노화에서 노쇠로 가는 증상을 예방 및 치료하고자 하는 분석적인 연구 또한 미비한 상태에 있는 실정이다.

따라서 본 연구자는 노쇠의 질환을 다른 변인보다는 운동의 효과를 중심으로 제시하고자 하였으며, 본론에서는 노쇠와 운동의 상관관계(근육량을 중심으로) 및 노쇠예방 운동 프로그램을 분석하고자 한다.

본 론

1. 노쇠와 운동의 상관관계(근육량을 중심으로)

최근 연구보고에 따르면 증가한 운동 활동, 규칙적인 훈련이 노쇠 예방과 노쇠 치료에 중요한 전략으로 보고되고 있으며, 노쇠에 관한 대표적인 기준인 연약함, 낮은 운동 활동, 느려진 운동 동작 및 운동 부응에 대한 효험 있는 처방으로 알려져 있다[4].

이는 근 감소증과도 연관이 있으며, 근 감소증의 정의는 골격근량이 감소하며 기능이 떨어지는 일련의 현상을 포함하는 증후군이라 할 수 있다. 노인들의 삶의 질 저하, 반복되는 입원, 장애 및 사망률의 증가 등에는 노쇠증후군과 근 감소증으로 인한 노화와 깊은 관련이 있다[14].

일반적으로 신체 활동에 필요한 근육을 유지하기 위해서는 적절한 근육량이 있어야 하는 것이다. 근 감소증이 있으면 일상생활에서의 3 가지 이상의 신체장애를 동반할 위험도가 4배 정도 증가하며, 신체균형의 장애는 2.3배, 보행 장애와 지팡이 등 보조기를 이용하게 되는 경우 및 낙상의 위험은 약 2배 정도 높아진다고 알려져 있다[15]. 이러한 근 감소증을 줄이기 위해서는 큰 근육을 중심으로 운동하는 것이 필요하며, 낙상예방에 기여하는 대퇴근육, 자세를 잡아주는 종아리 근육 등의 운동이 필요하다. 특히, 다리근육군들의 강화는 밸런스 기능을 증가시켜 낙상 예방에도 도움이 된다.

그리고 영양소 섭취의 중요성도 필수적이라고 생각된다. 일반적으로 고령자는 단백질의 섭취가 중요한데, 일반성인에 비해 30% 이상 섭취하는 것이 필요하고 단백질 활용수준이 높은 우유, 달걀을 비롯한 소고기, 치즈와 같은 음식섭취가 권장된다. 하지만, 만성 콩팥병 환자는 과다한 단백질 섭취로 인해 콩팥 손상이 더 빨리 진행될 수 있으므로

체중 1 kg당 0.6-0.8 g의 단백질 섭취를 권고한다[8,12].

한편, 인지적 노쇠와 운동에 대한 코호트 연구에서 레저 활동 참여 시 치매발생의 위험이 감소함을 보고하였고, 이는 초기 인지기능 상태를 감안하고서도 유의한 차이를 나타냈다. 또한 무작위 배정 연구에서 노인에게서 6개월간의 운동 중재 이후 18개월까지 관찰했을 때에도 인지기능의 향상을 보였다[4,16,17].

규칙적인 운동 활동이 노쇠로의 전환을 지연하거나 예방함을 밝히고 있으며, 역시 뇌에서도 역할을 하여 뇌의 노쇠를 예방함을 밝히고 있다. 이는 운동의 뇌 기능 향상 기전과 연관이 있으며, 운동을 통한 뇌로의 혈류증가 및 인슐린 민감성을 통한 뇌로의 효율적인 탄수화물 이동으로 여겨진다.

우울과 관련된 연구에서는 노인의 운동 전후에 우울증 정도의 감소가 약물 중재와 비교하여 약물에 못지않은 효과가 나타났고 심지어 경도 우울장애에서는 운동 병행 집단에서 약물 단독 중재군에 비하여 더 나은 효과를 보이기도 하였다[9].

사회적 노쇠의 측면에서도 운동하는 노인이 운동과 더불어 자긍심과 삶의 만족도가 향상되고 이와 관련하여 적극적인 사회활동의 참여가 있음을 보고한 바 있으며, 이러한 신체 기능의 향상은 사회참여에 대한 물리적인 장벽을 줄여주므로 더 많은 사회참여 기회를 제공하기도 한다[4,9].

이처럼 노쇠에 있어 운동 중재는 눈에 띄는 긍정적인 영향력을 나타내며, 특히, 전 노쇠 단계에서는 운동을 통한 예방을, 노쇠 단계에서는 노쇠 극복 차원의 운동 중재가 반드시 필요하다는 점을 인지하고 개개인에게 맞는 운동 프로그램을 적용하여 노쇠로의 진행을 막아야 한다(Fig. 1). 추후 노쇠와 운동의 상관관계에 관한 기전적인 분석연구들

Fig. 1. Active life with physical exercise prevents frailty.

이 수행돼야 할 것이다. 운동을 통한 근육량의 증가가 노인들의 낙상 정도와 노쇠로의 전환에 미치는 영향들을 분석하며, 운동을 통한 자아 탄력성의 증가가 노쇠에 미치는 영향을 분석해야 할 것이다.

2. 노쇠 예방 운동 프로그램

노인의 노쇠 예방을 위해서는 심폐 지구력 향상을 위한 유산소 운동과 근력 향상을 위한 저항성 운동 두 가지 요소가 모두 필요하다. 최근에는 유산소 운동과 저항운동을 함께 수행하는 복합운동이 제안되고 있다.

우선, 유산소 운동은 주로 큰 근육의 움직임을 포함하는 운동을 10 분 이상 지속하는 것을 의미하고, 자전거타기, 걷기, 수영 등의 운동이 해당된다. 주 5-7회 약간 힘들다고 느낄 정도 또는 최대심박수의 40-60% 정도로, 한 번에 30분 이상 운동을 수행하는 것을 권장한다.

노인들은 스스로 움직일 수 있으며 낙상을 예방하는 것이 중요하기 때문에 근육군이 많은 코어근육과 하지 운동이 특히 중요하다고 할 수 있다. 근력운동은 체중 또는 다른 무게를 활용하거나 탄력밴드의 수축력을 이용하여 근력을 증가시키는 것을 의미하며, 앉았다 일어서기, 뒤꿈치 들기, 계단 오르기 등의 운동을 최소 주 2-3회 이상 하도록 권장한다.

노인운동에서 고관절 골절로 인한 심각한 예후(욕창, 기능 저하에 따른 요양기관 입원, 침상생활에 따른 흡인성 폐렴, 추가적 근력 저하)를 초래할 수 있는 낙상을 예방하기 위해서는 균형성 증진 운동을 추가로 해야만 한다[18].

정적 균형 운동과 동적 균형 운동을 함께 수행하는 것이 필요하며, 동적 균형 운동을 증가시키기 위해서는 BESS (균형과 실점수 시스템)를 이용한 균형성 테스트를 정기적으로 실시하고 운동은 따로 시간을 내어 하는 것보다는 평소에 습관적으로 실시하는 것이 필요하다[18].

또한 스트레칭, 필라테스나 요가 등 유연성을 증진시키는 운동을 유산소 운동이나 저항운동과 함께 하는 것이 필요하다고 할 수 있다. 이는 낙상 이후 손상의 정도와 밀접한 연관이 있다.

노쇠골절은 노인에게서 가장 중요한 문제 중 하나이다. 이는 50대 여

성에서 40% 정도가 척추 골절의 경험을 가질 수 있는데, 척추골절의 위험은 대퇴 골절보다 약 10배 이상 빈번한 것으로 보고된다. 따라서 척추골절의 예방을 위한 꾸준한 운동과 주의가 요구된다.

노인에게서 흔히 일어나는 낙상은 비척추 골절을 야기하지만 일반적으로 척추골절은 낙상과는 상관없이 보고되는 것으로 알려진다[19]. 비척추 골절 예방을 위해서도 낙상에 대한 꾸준한 교육참여와 운동 활동 및 주의가 요구된다.

골다공증과 관련된 골절은 세계적으로 중요한 건강상의 문제이고, 따라서 전 세계적으로도 골밀도를 증진하기 위한 약물을 개발하고 있다. 하지만 약물요법으로는 이러한 문제를 해결하기 어려워 근본적으로 근력, 힘, 기능적인 능력을 키우는 것이 중요하다고 하겠다. 운동 트레이닝은 이러한 능력을 증진시키고 낙상을 줄이는 좋은 전략으로 보고되고 있다[12].

노화를 경험하며, 뼈 조직은 구조적으로 상당한 대사적 변화를 경험하고, 골다공증을 유발하게 된다. 골다공증은 노인에게서 가장 흔한 질환 중 하나로 심해지면 골절률을 높인다. 여성의 경우, 이러한 현상이 심해지며, 운동중재가 특히 더 요구된다.

여성 노인에게서 운동중재는 연령의 증가와 더불어 폐경 이후 시기에 골다공증을 예방하거나 중재 및 치료하는 가장 좋은 전략 중 하나이다. 본 연구에서는 특히, 40대 이후 여성 운동의 중요성에 대해 말하고 있다.

최근 한 연구에서는 운동이 항 노화에 영향을 미치며, 텔로미어 길이가 짧아지는 것을 지연하며, 동시에 DNA 메틸레이션을 지연하는 것을 보고하고 있다[13]. 따라서 운동은 골격근과 더불어 골밀도를 유지하며, 뼈세포의 사멸을 지연시켜 준다. 이는 후성 유전학에서 주장하는 유전자에 의한 요인보다도 현재 섭취하는 식이나 환경 및 운동 활동의 중요성을 말하는 것이다[13].

노쇠를 일으키는 수많은 요인 중 골절 노쇠는 2차적인 노쇠요인으로 병원생활을 하게 하며, 노인의 건강관리에 치명적인 요소로 작용한다. 따라서 평소에 규칙적인 운동을 통한 골밀도 관리가 필수적이라고 본다[11]. 최근 노쇠 환자에서 일어나는 힙 골절 수술 후 물리치료

Table 1. Osteoanabolic exercises

Trials	Group A (aerobic exercises)	Group B (anaerobic exercises)	Group C (osteoanabolic exercises)
Frequency	6 days/week	3 days/week	6 days/week
Intensity	For aerobic exercises, 55-75% of maximum heart rate for 6 days	Repetition to failure (1 RM formula)	For aerobic exercises, 55-75% of maximum heart rate for 3 days and repetition to failure (1 RM formula) with moderate intensity 3 days/week
Time	30-60 minutes	Time required in performing 10-15 repetition of 10 major muscles group with low-intensity weight	30-60 minutes
Type	Treadmill, cycling, and resistance exercises	Dumbbell and weight lifting (resistant exercises)	Treadmill, cycling, and resistance exercises

의 시기를 연구한 논문이 보고되었는데, 본 연구에서 수술 후 최대한 빠르게 물리치료를 시행하는 것이 중요하다고 주장하고 있으며, 이는 사망률을 줄이는 데에도 결정적으로 작용한다고 하였다[20]. 또한 최근 연구에서 노쇠운동의 방법에 관한 연구를 수행하였는데, 본 연구에서 93명의 골다공증을 진단받은 여성을 대상으로 수행하였으며, 12주간 실시하였다. 운동의 방법을 ACSM의 근거에 준하여 수행하였고, 유산소운동 그룹, 무산소 운동 그룹 및 오스티오아나볼릭 그룹으로 분류하였는데 이 연구결과 오스티오아나볼릭 그룹에서 골밀도의 유지 및 증가가 나타남을 확인하였다[21](Table. 1).

본 운동에서 주장하는 오스티오아나볼릭 운동은 주 6회의 운동을 30분에서 1시간 동안 꾸준히 하는 것이 중요하며, 최대심박수의 50-75%의 유산소 운동과 1 RM을 이용한 주 3일간의 적당한 강도의 저항 운동을 실시하도록 강조하였다.

이 외에도 노쇠골절 이후 운동 활동을 포함하는 물리치료 요법이 골절 이후의 예후를 좋게 하고 추가적인 낙상을 예방하는 데 도움이 된다는 많은 연구들이 보고되고 있다[22].

결 과

본 연구자는 노쇠의 질환을 운동의 관점에서 제시하고자 하였으며, 본 연구의 목적을 달성하기 위하여 본론에서는 근육량을 중심으로 한 노쇠와 운동의 상관관계 및 노쇠예방 운동 프로그램을 선행연구를 중심으로 분석하였다. 결론적으로 1차적인 노쇠이든 2차적인 노쇠이든 노쇠는 노화와는 달리 질병으로 분류되며, 일단 노쇠로 가면 다시 정상적인 노화로 회복이 어렵다는 특징이 있다. 따라서 평소 습관적으로 운동을 꾸준히 하여 근육량을 증가시키며, 골밀도를 향상시켜서 골다공증을 예방하고, 동시에 낙상을 예방하는 것이 중요하다고 하겠다. 특히 노인에게 외로움이나 소외감을 포함하는 스트레스를 조절할 수 있는 함께 할 수 있는 운동이 권장되며, 낙상예방으로 위한 유연성 증진 운동과 복합운동이 권장되고 있으며, 특히 본론에서 제시되어 있는 오스티오아나볼릭 운동도 권장된다. 추후 노쇠예방 운동프로그램 개발에 관한 연구들이 진행되어야 한다고 본다.

CONFLICT OF INTEREST

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

REFERENCES

1. Korea National Statistical office. The estimated population. 2016.
2. Czibere I, Rác A, Szilvási H, Szikszai Z, Imre S. Examination of life quality, mental conditions and cognitive status of people over the age of 90: Results of a Hungarian local research. *Cent Eur J Public Health*. 2019;27(1):17-23.
3. Tignanelli CJ, Napolitano LM. The fragility index in randomized clinical trials as a means of optimizing patient care. *JAMA Surgery*. 2018;7. Epub a head of print.
4. Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. Frailty in elderly people. *Lancet*. 2013;381(9868):752-62.
5. Liu CK, Fielding RA. Exercise as an intervention for frailty. *Clin Geriatr Med*. 2011 27(1):101-10.
6. Perracini MR, Kristensen MT, Cunningham C, Sherrington C. Physiotherapy following fragility fractures. *Injury*. 2018;49(8):1413-7.
7. Park S, Ko BG, Song JH, Song HS, Chung JW, et al. Frailty, physical activity and functional fitness in the community-dwelling elderly. *Korean Journal of Sport Science*. 2016;27(2):234-44.
8. Daly RM, Dalla Via J, Duckham RL, Fraser SF, Helge EW. Exercise for the prevention of osteoporosis in postmenopausal women: an evidence-based guide to the optimal prescription. *Braz J Phys Ther*. 2019;23(2):170-80.
9. Casas Herrero Á, Cadore EL, Martínez Velilla N, Izquierdo Redin M. Physical exercise in the frail elderly: an update. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2015;50(2):74-81.
10. Ramchand SK, Cheung YM, Grossmann M. Bone health in women with breast cancer. *Climacteric*. 2019;1-7.
11. Troy KL, Mancuso ME, Butler TA, Johnson JE. Exercise early and often: effects of physical activity and exercise on women's bone health. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(5). pii: E878.
12. Daly RM, Dalla Via J, Duckham RL, Fraser SF, Helge EW. Exercise for the prevention of osteoporosis in postmenopausal women: an evidence-based guide to the optimal prescription. *Braz J Phys Ther*. 2019; 23(2):170-80.
13. Santos L, Elliott-Sale KJ, Sale C. Exercise and bone health across the lifespan. *Biogerontology*. 2017;18(6):931-46.
14. Tsekoura M, Kastrinis A, Katsoulaki M, Billis E, Gliatis J. Sarcopenia and its impact on quality of life. *Adv Exp Med Biol*. 2017;987:213-8.
15. Steihaug OM, Gjesdal CG, Bogen B, Kristoffersen MH, Lien G, et al. Sarcopenia in patients with hip fracture: A multicenter cross-sectional

- study. PLoS One. 2017;12(9):e0184780.
16. Tomporowski PD. Exercise and Cognition-2016. *Pediatr Exerc Sci*. 2017;29(1):31-4.
17. Korea Medical newspaper. Exercise prescription for prevention and management of frailty. 2016;11.
18. Aguirre LE, Villareal DT. Physical exercise as therapy for frailty. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*. 2015;83:83-92.
19. Tsuda T. Epidemiology of fragility fractures and fall prevention in the elderly: a systematic review of the literature. *Curr Orthop Pract*. 2017; 28(6):580-5.
20. Frenkel Rutenberg T, Vitenberg M, Haviv B, Velkes S. Timing of physiotherapy following fragility hip fracture: delays cost lives. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2018;138(11):1519-24.
21. Khan AA, Farhad A, Siddiqui PQR, Ansari B. Effects of osteoanabolic exercises on bone mineral density of osteoporotic females: A randomized controlled trial. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2019;13(1):9-13.
22. Perracini MR, Kristensen MT, Cunningham C, Sherrington C. Physiotherapy following fragility fractures. *Injury*. 2018;49(8):1413-7.