

노쇠의 평가와 관리

원 장 원 | 경희대학교 의과대학 가정의학교실

Evaluation and management of frailty

Chang Won Won, MD

Department of Family Medicine, Kyung Hee University College of Medicine, Seoul, Korea

Physical frailty is a state in which the functional capacity of various organs in the body drops below a certain level, making an individual vulnerable to a variety of stresses; as a result, frail individuals are more likely to experience geriatric diseases, falls, decreased activities of daily living, disability, hospitalization, and mortality. Comprehensive assessments for frail patients are needed, but a simple and rapid screening test such as the FRAIL (fatigue, resistance, ambulation, illness, and loss of weight) scale can be used in busy outpatient clinics. Physical frailty can be reversible and preventable. Frailty can potentially be prevented or treated with specific modalities, such as exercise, protein-calorie supplementation, vitamin D, and reducing polypharmacy.

Key Words: Frailty; Exercise; Vitamin D; Supplementation; Polypharmacy

서론

세계보건기구에서는 건강노화를 노인에서 질병이 없는 상태가 아닌 안녕을 가능하게 하는 기능들을 개발하고 유지하는 것으로 정의하고 있다. 여기서 말하는 기능이란 개인의 내적 수용력이 얼마나 되며 연관된 환경이 어떤가에 달려 있다고 설명하고 있다. 그런데 노쇠(frailty)의 발생이 바로 이 내적 수용력의 예비량이 감소한 상태를 말하며, 그로 인해 노쇠한 상태는 스트레스에 매우 취약하게 되고 스트레스를 받으면 결국 기능 장애로 타인에 의존상태가 되게 된다고 언급하고 있다[1]. 따라서, 건강노화를 위해서는 질병 예방 및 관리뿐 아니라 노쇠한 상태를 예방하거나 관리하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

국내에서 frailty는 통일된 용어로 사용되고 있지 않으며, 연구자에 따라 노쇠, 허약, 노약, 취약, 심신 기능 손상, 그리고 도움이 필요한 등의 다양한 용어와 의미로 사용되고 있었으며 최근에는 노쇠, 허약으로 가장 많이 사용되고 있으나 어떤 단어도 frailty의 의미를 모두 담고 있지는 못하다고 생각된다. 따라서 노쇠든 허약이든 의학적으로 사용할 때는 frailty를 병기해야 정확한 의미 전달이 가능할 것으로 보인다. 본 논문에서는 frailty를 노쇠라고 기술하고자 한다[2].

노쇠의 정의

노쇠란 노화에 따른 전반적인 기능 저하와 더불어 개체의 항상성을 유지할 수 있는 생리적인 예비능력이 감소하여 외부 자극에 대한 반응이 저하됨으로써 여러 질환에 이환될 위험이 높아지며, 그 결과 기능의존이나 입원의 가능성이 증가된 상태이다[3]. 노쇠가 발생하는 원인은 노화 자체뿐만 아니라 운동부족, 영양섭취 감소, 각종 질환, 복용 중인 약물, 사

Received: January 30, 2017 Accepted: February 9, 2017

Corresponding author: Chang Won Won
E-mail: chunwon@khmc.or.kr

© Korean Medical Association

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

회적 고립 등 복합적이다. 따라서 노쇠는 반드시 질병으로 인해 발생하는 것은 아니다. 즉, 질병이 많은 경우 노쇠한 경우가 많지만 질병이 없더라도 노쇠 현상을 보이는 경우가 32%에 달한다[4].

2012년 전 세계 6개 학술단체의 합동회의에서는 신체적 노쇠를 “다양한 원인과 유발 요인에 의해 체력, 지구력, 생리적 기능의 저하로 의존성과 사망을 초래하는 개인의 취약성을 증가시키는 의학적 증후군”으로 정의한 바 있다[5]. 노쇠를 질병이 아닌 일종의 노인증후군으로 규정한 것이다. 노인증후군이란 노인에 흔한 문제이면서도 원인이 하나가 아닌 다수이며 그로 인해 많은 좋지 않은 의학적 예후를 보이는 경우를 말한다. 따라서 다른 노인증후군처럼 노쇠의 경우도 그 원인을 찾기 위해 포괄기능평가가 대개 필요하다[6].

노쇠의 평가

노쇠를 평가하는 방법은 크게 몇 가지 이상의 현상이 나타나면 진단하는 방법과 다양한 조사항목 중 이상이 있는 항목들의 총점의 점수로 나타내는 방법으로 나눌 수 있다. 전자는 Fried 기준[4]이 가장 유명하며 후자는 Rockwood frailty index [7]가 가장 대표적이다. Fried의 노쇠 진단기준은 의도하지 않은 체중감소, 자가 보고한 탈진, 근력약화, 보행속도 감소, 신체활동 감소 중 3개 이상을 만족할 때 노쇠라고 진단하고 1,2개만 이상이 있는 경우를 전노쇠, 그리고 하나도 이상이 없는 경우를 건강이라고 정의하는 것이다. Fried 기준은 Cardiovascular Health Study (CHS) 코호트 분석에서 나쁜 건강 결과들을 예측하는 인자로서 개발되었기 때문에 CHS frailty index라고 불리기도 한다. Rockwood의 frailty index는 70개 항목으로 구성되어 있으며 이에는 신체적인 질병이나 장애뿐 아니라 인지정신적 질병 또는 장애, 일상생활기능 장애, 신체진찰소견 이상, 혈액검사 결과 이상 등이 총망라된 포괄적인 평가도구이다. Rockwood의 frailty index는 얼마나 노쇠 상태가 심한 정도인가를 표시한다고 할 수 있다. Rockwood의 frailty index는 예를 들어, 70개 항목 중에 7개에 이상이 있다면

0.1점으로 표시하며 총점은 1점이며 점수가 높을수록 노쇠의 정도가 심한 경우이다.

Fried의 노쇠 진단기준은 신체적인 변화에 초점을 맞춘 신체표현형 노쇠평가도구라고 할 수 있으며 그 평가내용이 단순하고 적용하기에 용이하나 인지기능이나 사회기능 등을 평가하지 못해 평가결과 해석에 제한이 발생한다는 점과 더불어 악력과 보행속도를 직접 측정해야 한다는 단점이 있어서 진료현장에서 쉽게 사용하기는 어려운 점이 있다. 한편, Rockwood의 노쇠평가도구는 신체적인 변화뿐 아니라 정신인지적, 사회적 변화 등의 포괄형 평가도구이며, 평가항목이 너무 광범위하고 평가항목들이 국가마다 사회문화적으로 차이를 보일 수가 있기 때문에 보편적으로 적용하기가 어려운 점이 있다[8]. 우리나라에서 개발되어 타당도 조사가 시행된 노쇠평가도구로는 대한노인병학회가 개발한 한국형 노쇠측정도구[9]와 분당서울대병원 연구진들이 개발한 KLoSHA frailty index가 있다[10]. 대한노인병학회가 개발한 한국형 노쇠측정도구는 우리나라 국민에게 적용하기 위한 노쇠평가도구로 국내에서는 처음 개발한 의의가 있으나, 전향적인 연구결과를 통해 나쁜 건강결과를 예측하는데 유용한지를 검증할 필요가 있다. 한국인의 건강과 노화에 대한 전향적 연구를 통해 개발된 KLoSHA frailty index는 일개지역의 주민들을 대상으로 한 연구이어서 이를 통한 연구결과를 일반화하기에는 아직 어렵다고 판단되며 혈중 알부민 농도, 간이인지기능검사, 일상생활기능평가와 더불어 보행속도, 의자에서 5회 반복 일어서기, 균형감을 평가하는 단축형 신체기능 측정도구(Short Physical Performance Battery, SPPB)가 포함되어 있어서 외래에서 간단히 실시하기는 다소 어려운 평가도구이다.

임상에서 쉽게 적용될 수 있고 측정시간도 최소화된 노쇠 평가도구로 fatigue, resistance, ambulation, illness, loss of weight (FRAIL) scale을 권장할 만하다[11]. 이는 5가지 영역으로 구분되어 있고, 국내에서도 타당도 조사가 시행된 바 있다[12]. 한국형 FRAIL 설문지는 다음과 같다. (1) Fatigue (피로): 지난 한 달 동안 피곤하다고 느낀 적이 있습니까? 1=항상 그렇다 2=거의 대부분 그렇다 3=종종 그렇다 4=가끔씩 그렇다 5=전혀 그렇지 않다 (1, 2로 답변하면 점수는 1점, 이외에는 0점); (2) Resistance (저항): 도움이 없

이 혼자서 쉬지 않고 10개의 계단을 오르는데 힘이 듭니까? 예=1점, 아니오=0점; (3) Ambulation (이동): 도움이 없이 300미터를 혼자서 이동하는데 힘이 듭니까? 예=1점, 아니오=0점; (4) Illness (지병): 의사에게 다음 질병이 있다고 들은 적이 있습니까? (고혈압, 당뇨, 암, 만성 폐 질환, 심근 경색, 심 부전, 협심증, 천식, 관절염, 뇌경색, 신장 질환) 0-4개는 0점, 5-11개는 1점; (5) Loss of weight (체중 감소): 현재와 1년 전의 체중은 몇 kg이었습니까? 1년 간 5% 이상 감소한 경우에 1점, 5% 미만 감소한 경우에 0점. 한국형 FRAIL 설문지는 총점이 3점 이상이면 노쇠, 1-2점이면 노쇠 전단계, 0점이면 정상으로 판정한다.

노쇠의 유병률

국내에서 전국민을 대표하는 표본을 대상으로 노쇠의 유병률 조사한 자료로는 보건복지부에서 2007년에 실시한 전국 노인실태조사가 가장 대표적이다. 전국 노인실태조사에서는 Fried의 기준에 따라 조사하였는데, 한국 노인 중 건강군 42.4%, 노쇠 전단계 49.3%, 그리고 노쇠군이 8.3%이었다[13]. 노쇠 유병률은 연령에 따라 증가하는 경향을 보여 85세 이상의 19.9%가 노쇠, 62.4%가 전노쇠에 해당하였다. Choi 등[14]은 전 세계의 지역사회 거주 노인에서의 신체적 노쇠의 유병률을 조사한 결과 전노쇠는 4.9-27.3%, 노쇠는 34.6-50.9%의 유병률을 보인다고 보고하였다.

노쇠의 건강결과

노쇠는 나쁜 건강결과(낙상, 입원, 기능저하, 골절, 사망)를 유발하기 때문에 예방적인 관리가 매우 중요하다[4]. 저자가 포함된 연구진들이 발표한 논문에서도 신체적인 노쇠가 인지기능 저하의 주요한 위험요인이었다[15]. 또한 노쇠는 의료비에도 영향을 미치는데, 노쇠 노인이 정상 노인에 비해 본인부담 의료비가 증가하였다[16].

노쇠의 관리

노쇠는 다행히도 상당수에서 예방이 가능할 뿐 아니라 노쇠 상태로 진행된 경우도 일부에서 이전 상태로 회복이 가능하다고 알려져 있어서 적극적인 개입과 관리가 도움이 될 수 있다. Lee와 Park[17]은 수원시 종적 노화연구(Suwon Longitudinal Aging Study)에서 기능제한(노쇠) 상태에서 정상으로 회복되는 백분율이 29.0%나 된다고 보고하였다. 한편 노쇠를 예방할 경우 노년기 사망의 3-5%를 지연시킬 수 있을 것으로 예상된다[18].

2013년에 전세계의 6개 유관학회의 대표자가 모여서 노쇠에 대해 합의한 4가지 내용 중 노쇠의 관리에 대해 다음과 같이 기술하고 있다[5]. “신체의 노쇠는 운동, 단백질·칼로리 보충, 비타민D, 그리고 다약제 사용의 감소와 같은 특정한 방법들을 통해 예방하거나 치료할 수 있다.” 그런데 노쇠한 상태는 여러 요인이 동시에 작용해 발생하는 경우가 많으므로 포괄적인 평가에 기초해 관리를 해주면 상당한 개선 효과가 있다는 것이 잘 알려져 있다. 포괄적인 평가와 중재의 효과는 지역사회, 가정, 급성기 병원, 요양시설을 막론하고 모두 노쇠의 관리에 효과가 있는 것으로 알려져 있다[19].

1. 영양

노인에서 체중감소는 각종 질병에 의한 것 외에도 흔히 노화에 따른 식욕부진 때문일 수 있다. 노화에 따라 미각과 후각의 변화, 위장 배출 지연, 저작이나 삼킴 작용의 장애 그리고 식욕조절 호르몬의 변화가 나타나며 이로 인해 식욕부진이 흔해진다. 물론 복용 중인 약물들의 부작용 때문인 경우도 적지 않다. 체중감소가 동반된 노쇠 환자는 당연히 열량과 단백질 보충이 필요하다. 체중감소가 없더라도 나이가 들면 근력이 10년에 3-8% 감소하는 근감소증이 흔히 나타나는데 이는 노화 현상과 더불어 부적절한 영양섭취, 특히 불충분한 단백질 섭취가 한 원인으로 지적되고 있다. 2010 한국인 영양섭취기준에 의하면, 65세 이상 노인에게 최소 권장량으로 체중 kg당 0.8 g 단백질을 권하고 있다. 그러나 고령에서는 근감소증을 예방하거나 치료하기 위해서는 현재의 권고량보다 많은 체중 kg당 1.0 g 이상(최대 1.5 g)의 단백

질을 섭취해야 한다는 것이 전문가들의 의견이다. 노인의 경우 식사를 통한 단백질 섭취 후 골격근 단백질 합성 반응이 둔화되는 동화작용 저항성 현상이 있을 뿐 아니라 각종 만성 질환으로 인해 단백질 요구량이 증가한다. 단백질 섭취는 하루 중에 식사마다 골고루 나눠 섭취하는 것이 한번에 폭식하는 것보다 근육 생성에 더 효과적이다[20]. 다만, 신장질환이 있는 노인 환자들은 신장기능 보호를 위해 보다 적은 단백질 섭취를 권한다. 그러나 이러한 노인에 대한 영양지침에도 불구하고 영양중재의 효과에 대한 결과들은 아직 확실한 결론을 내리기에는 연구결과가 부족한 편이다.

1) 단백질 또는 특정 아미노산 공급

노쇠한 노인에게 단백질 공급은 근육량과 기능의 향상에 일정한 결과를 보이지는 못했다. 현재까지 노쇠한 노인을 대상으로 실시된 무작위대조임상시험이 많지 않으며 그나마 대부분 노쇠가 아닌 근감소증이나 건강한 노인을 대상으로 한 것들이다[21]. 더구나 단백질 보충제나 고단백질 식이에 관련한 중재연구들이 주로 체중변화와 근육량 변화에 초점을 맞추고 있다.

기능개선 효과에 대한 연구들은 결과가 일관되지 않다. 몇몇 연구에서 근육량 증가와 신체기능의 향상을 보고하였으나 다른 연구들에서는 근력과 기능을 개선시키지 못하였다[22]. 몇 가지 중요한 연구결과들을 소개하면 다음과 같다. 65세 이상 노쇠한 노인을 대상으로 아침과 점심에 15 g 단백질을 3개월 추가 제공한 무작위대조임상시험 결과, 하지근력과 신체기능(SPPB)이 개선되었다는 보고가 있다[23]. 국내 연구에서 영양이 불량한 노쇠한 노인을 대상으로 12주간의 단백질 보충제(에너지 400 kcal, 단백질 25 g, 필수아미노산 9.4 g, 물 400 mL)를 섭취하도록 한 결과, 대조군에 비해 신체기능 및 보행 속도에서 유의한 향상이 보고된 바 있다[24].

노쇠한 노인에게 아미노산제제를 공급하는 것이 도움된다는 보고들이 있다. 특히 필수아미노산 중 몇몇 연구에서 노인이 류신(leucine)을 강화한 아미노산제제를 보충하면 신체기능이 향상된다고 알려졌다[25]. 류신은 단백질 공급원으로서의 기능뿐 아니라 mRNA 전사를 상향 조절하는 등 골격근의 단백질 합성 과정에도 작용하는 효과도 알려져 있다[26]. 또한 류신을 포함한 필수아미노산 공급과 류신의 대사

물인 β -hydroxy- β -methyl butyrate (HMB) 공급이 근육량과 기능을 일부 개선시킨다는 보고들이 있다. 류신은 세포 내에서 HMB로 대사되는데 HMB를 보강한 단백질 제품을 먹으면 근육량과 근력, 기능 등이 개선된다는 보고들이 있다 그러나 그렇지 않다는 연구결과들도 있는 만큼 더 큰 규모의 연구들이 더 필요한 실정이다[27].

2) 특정 식이

몇몇 역학연구에서 건강한 식이(예: 과일, 야채, 생선, 곡류가 많이 든 지중해식)를 하면 노쇠의 위험 감소 혹은 근력이나 기능의 향상과 관련이 있다는 보고들이 있다[28]. 그러나 대조임상시험을 통한 증명이 필요하다.

3) 비타민D 복용

노쇠한 노인들은 비타민D가 부족한 경우가 흔하며 낙상과 사망률 증가와 관련이 있다[29]. 일반적으로 노쇠한 노인에게 하루 800–1,000 IU의 비타민D를 보조제로 복용하는 것을 추천한다.

2. 운동

신체활동을 노년기에 시작해도 기능적 자립성을 증진시키고 사망률을 감소시킨다. Yamada 등[30]이 지역사회에 노쇠한 노인을 대상으로 운동훈련을 시킨 결과, 노쇠의 진행과 장애발생을 비용효과적으로 예방할 수 있었다. Theou 등[31]은 체계적 고찰에서 45–60분의 운동을 1주에 3회 하는 것이 노쇠 노인에 긍정적인 효과를 보인다고 제시하였다. 한 체계적 고찰 연구에서 운동중재가 근력과 신체기능을 향상시키는데 중등도의 질적 증거가 있다고 밝힌 바 있다[32].

노쇠한 노인에게는 근력운동뿐 아니라 균형과 유산소운동도 권장된다. 균형운동은 낙상에 대한 두려움을 줄여주고 이동성과 균형감을 증진시키게 된다. 대규모 임상연구인 LIFE (Lifestyle Interventions and Independence for Elders) [27]에서는 비활동적 생활습관과 이동장애의 고위험(SPPB 9점 이하)을 지닌 1,635명의 지역사회 거주 노인을 대상으로 주 2회의 센터방문 운동과 주 3–4회의 재가운동(유산소, 저항, 그리고 유연성 복합운동)을 실시한 실험군과 보건교육만을 받은 대조군의 400 m 보행능력으로 측정된 이동 장애

을 비교하였다. 평균 2.6년의 추적시점에서 이동 장애율이 실험군의 경우 30.1%로, 대조군의 35.5%보다 유의하게 낮았다. 따라서 이 연구를 통해 노인이 신체활동을 통해 노쇠의 유병률과 중증도를 감소시키며, 그 효과는 더 노쇠한 대상자에서 크게 나타났다[33].

그러나 아직까지 어떤 운동특성(형태, 빈도, 강도, 기간, 환경, 복합운동)이 가장 효과적인지를 알기 위해서는 지역 사회 노쇠 노인을 대상으로 한 더 대단위 연구가 필요하다. 한 체계적 고찰에서 노쇠, 전노쇠 노인을 대상으로 한 최적의 복합운동 빈도는 주 2-3회란 보고가 있다. 1주에 2회 미만의 운동은 효과가 없을 수 있으며, 주 3회를 초과하면 운동이 과도하고 흥미를 잃게 만들 위험이 있다[34]. 1회 운동 시 최적의 시간은 노쇠한 노인은 30-45분, 전노쇠 노인은 45-60분이라고 알려져 있다[31].

노쇠한 노인에게는 복합운동 프로그램이 체력증진에 가장 효과적일 것으로 생각된다. 그 이유는 노쇠하면 여러 기관이 동시에 취약해지기 때문이다. 특히 노쇠한 노인에게 보행에 중요한 하지 근육운동을 강조하는 것이 좋다. 하지 근육이란 둔근뿐 아니라 무릎 굴곡근(햄스트링)과 신전근(대퇴사두근)을 지칭한다. 복합운동을 할 때는 유산소운동을 먼저 실시하는 것이 좋다. 그래야 심폐기능을 저항운동을 견딜 수 있도록 미리 향상시킬 수 있기 때문이다.

3. 영양과 운동의 병합요법

몇몇 연구에서 운동(혹은 신체활동)과 영양공급을 병합하는 것이 근육량 증가와 신체활동 개선을 가장 많이 증가시키고 노쇠 유병률을 줄여준다고 알려져 있다[35]. 근감소증이 있는 75세 이상의 지역사회 노인을 대상으로 3개월간의 운동과 필수아미노산(leucine 등)을 제공한 그룹은 운동 또는 영양요법을 각각 실시한 군에 비해 하지 근육량, 보행속도, 하지 근력에서 가장 높은 향상률을 보였다[36].

4. 남성호르몬(테스토스테론)

노쇠하고 혈중 테스토스테론 농도가 낮거나 낮은 정상에 해당되는 노인에서 테스토스테론을 투여하면 근육량은 증가시키고 지방량을 감소시키지만 근력이나 신체기능을 개선

한다는 확실한 증거는 없다. 테스토스테론 투여 후의 근육량 증가도 근육 내 수분량의 증가나 수축력이 없는 단백질만 축적되기 때문이란 연구가 있다[37].

유럽과 한국의 노쇠 코호트연구 현황

유럽에서 노쇠와 근감소증의 진단기준을 연구하는 코호트 연구로 SPRINTT (Sarcopenia & Physical Frailty in Older People: Multicomponent Treatment)가 진행 중인데 이는 신체활동, 영양상담, 혁신기술을 이용하여 지역사회 노인의 이동성 장애 예방효과를 검증하기 위해 1,500명의 대상자를 모집하여 2년간 추적조사를 계획 중인 대규모 임상시험 연구로 유럽의 13개국이 참여하고 있다[38].

한국에서도 저자 등이 '한국 노인 노쇠 코호트 구축 및 중재 연구'를 2015년부터 시작하였고 이를 통해 노쇠의 원인과 진단방법, 그리고 관리방법에 대해 도출하고 한국 노인의 노쇠 관리지침을 개발할 예정이다[39].

결론

노쇠란 노화에 따른 전반적인 기능저하와 더불어 개체의 항상성을 유지할 수 있는 생리적인 예비능력이 감소하여 외부 자극에 대한 반응이 저하됨으로써 여러 질환에 이환될 위험이 높아지며, 그 결과 기능의존이나 입원의 가능성이 증가된 상태이다. 노쇠의 평가는 신체노쇠를 진단하는 Fried 기준을 가장 많이 사용하나 Rockwood frailty index처럼 포괄형 노쇠평가도구도 많이 이용된다. 그러나 바쁜 외래에서는 이들 도구보다는 Frail scale같은 간단한 설문형 평가도구가 추천된다. 노쇠는 회복되거나 예방될 수 있으며 특히, 운동, 단백질·칼로리 보충, 비타민D, 그리고 다약제 사용의 감소와 같은 특정한 방법들이 제시되고 있다.

찾아보기말: 노쇠; 운동; 비타민D; 보충; 다약제처방

ORCID

Chang Won Won, <http://orcid.org/0000-0002-6429-4461>

REFERENCES

- World Health Organization. World report on ageing and health [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2015 [cited 2015 Sep 30]. Available from: <http://www.who.int/ageing/publications/world-report-2015/en/>.
- Won CW. Korean terminology for frailty. *J Korean Geriatr Soc* 2012;16:51-54.
- Fried LP, Ferrucci L, Darer J, Williamson JD, Anderson G. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59:255-263.
- Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA; Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56:M146-M156.
- Morley JE, Vellas B, van Kan GA, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, Cesari M, Chumlea WC, Doehner W, Evans J, Fried LP, Guralnik JM, Katz PR, Malmstrom TK, McCarter RJ, Gutierrez Robledo LM, Rockwood K, von Haehling S, Vandewoude MF, Walston J. Frailty consensus: a call to action. *J Am Med Dir Assoc* 2013;14:392-397.
- Won CW, Yoo HJ, Yu SH, Kim CO, Dumlao LCI, Dewiasty E, Rowland J, Chang HH, Wang J, Akishita M, Tan TL, Lum C, Prakash O. Lists of geriatric syndromes in the Asian-Pacific geriatric societies. *Euro Geriatr Med* 2013;4:335-338.
- Rockwood K, Song X, MacKnight C, Bergman H, Hogan DB, McDowell I, Mitnitski A. A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *CMAJ* 2005;173:489-495.
- Sternberg SA, Wershof Schwartz A, Karunanathan S, Bergman H, Mark Clarfield A. The identification of frailty: a systematic literature review. *J Am Geriatr Soc* 2011;59:2129-2138.
- Hwang HS, Kwon IS, Park BJ, Cho B, Yoon JL, Won CW. The validity and reliability of Korean frailty index. *J Korean Geriatr Soc* 2010;14:191-202.
- Jung HW, Kim SW, Ahn S, Lim JY, Han JW, Kim TH, Kim KW, Kim KI, Kim CH. Prevalence and outcomes of frailty in Korean elderly population: comparisons of a multidimensional frailty index with two phenotype models. *PLoS One* 2014;9:e87958.
- Abellan van Kan G, Rolland YM, Morley JE, Vellas B. Frailty: toward a clinical definition. *J Am Med Dir Assoc* 2008;9:71-72.
- Jung HW, Yoo HJ, Park SY, Kim SW, Choi JY, Yoon SJ, Kim CH, Kim KI. The Korean version of the FRAIL scale: clinical feasibility and validity of assessing the frailty status of Korean elderly. *Korean J Intern Med* 2016;31:594-600.
- Lee Y, Kim J, Han ES, Ryu M, Cho Y, Chae S. Frailty and body mass index as predictors of 3-year mortality in older adults living in the community. *Gerontology* 2014;60:475-482.
- Choi J, Ahn A, Kim S, Won CW. Global prevalence of physical frailty by Fried's criteria in community-dwelling elderly with national population-based surveys. *J Am Med Dir Assoc* 2015;16:548-550.
- Jeon SY, Won CW, Choi HR, Kim BS, Kim SY, Hur JH. Physical frailty predicts cognitive decline in elderly people: prospective findings from the living profiles of older people survey in Korea. *Korean J Fam Pract* 2015;5:702-707.
- Son JH, Kim SY, Won CW, Choi HR, Kim BS, Park MS. Physical frailty predicts medical expenses in community-dwelling, elderly patients: three-year prospective findings from living profiles of older people surveys in Korea. *Euro Geriatr Med* 2015;6:412-416.
- Lee Y, Park KH. Health practices that predict recovery from functional limitations in older adults. *Am J Prev Med* 2006;31:25-31.
- Shamliyan T, Talley KM, Ramakrishnan R, Kane RL. Association of frailty with survival: a systematic literature review. *Ageing Res Rev* 2013;12:719-736.
- Cesari M, Prince M, Thiagarajan JA, De Carvalho IA, Bernabei R, Chan P, Gutierrez-Robledo LM, Michel JP, Morley JE, Ong P, Rodriguez Manas L, Sinclair A, Won CW, Beard J, Vellas B. Frailty: an emerging public health priority. *J Am Med Dir Assoc* 2016;17:188-192.
- Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, Phillips S, Sieber C, Stehle P, Teta D, Visvanathan R, Volpi E, Boirie Y. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *J Am Med Dir Assoc* 2013;14:542-559.
- Bendayan M, Bibas L, Levi M, Mullie L, Forman DE, Afilalo J. Therapeutic interventions for frail elderly patients: part II. Ongoing and unpublished randomized trials. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;57:144-151.
- Goisser S, Guyonnet S, Volkert D. The role of nutrition for the prevention and treatment of frailty [Internet]. Toulouse: Global Aging Research Network; 2017 [cited 2017 Mar 28]. Available from: <http://www.garn-network.org/documents/WHITEBOOKONFRAILITY-USVERSION.pdf>.
- Tieland M, van de Rest O, Dirks ML, van der Zwaluw N, Mensink M, van Loon LJ, de Groot LC. Protein supplementation improves physical performance in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc* 2012;13:720-726.
- Kim CO, Lee KR. Preventive effect of protein-energy supplementation on the functional decline of frail older adults with low socioeconomic status: a community-based randomized controlled study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2013;68:309-316.
- Bauer JM, Verlaan S, Bautmans I, Brandt K, Donini LM, Maggio M, McMurdo ME, Mets T, Seal C, Wijers SL, Ceda GP, De Vito G, Donders G, Drey M, Greig C, Holmback U, Narici M, McPhee J, Poggiogalle E, Power D, Scafoglieri A, Schultz R, Sieber CC, Cederholm T. Effects of a vitamin D and leucine-enriched whey protein nutritional supplement on measures of sarcopenia in older adults, the PROVIDE study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Am Med Dir Assoc* 2015;16:740-747.

26. Leenders M, van Loon LJ. Leucine as a pharmaconutrient to prevent and treat sarcopenia and type 2 diabetes. *Nutr Rev* 2011;69:675-689.
27. Fitschen PJ, Wilson GJ, Wilson JM, Wilund KR. Efficacy of β -hydroxy- β -methylbutyrate supplementation in elderly and clinical populations. *Nutrition* 2013;29:29-36.
28. Bonnefoy M, Berrut G, Lesourd B, Ferry M, Gilbert T, Guerin O, Hanon O, Jeandel C, Paillaud E, Raynaud-Simon A, Ruault G, Rolland Y. Frailty and nutrition: searching for evidence. *J Nutr Health Aging* 2015;19:250-257.
29. Halfon M, Phan O, Teta D. Vitamin D: a review on its effects on muscle strength, the risk of fall, and frailty. *Biomed Res Int* 2015;2015:953241.
30. Yamada M, Arai H, Sonoda T, Aoyama T. Community-based exercise program is cost-effective by preventing care and disability in Japanese frail older adults. *J Am Med Dir Assoc* 2012;13:507-511.
31. Theou O, Stathokostas L, Roland KP, Jakobi JM, Patterson C, Vandervoort AA, Jones GR. The effectiveness of exercise interventions for the management of frailty: a systematic review. *J Aging Res* 2011;2011:569194.
32. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zuniga C, Arai H, Boirie Y, Chen LK, Fielding RA, Martin FC, Michel JP, Sieber C, Stout JR, Studenski SA, Vellas B, Woo J, Zamboni M, Cederholm T. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age Ageing* 2014;43:748-759.
33. Pahor M, Guralnik JM, Ambrosius WT, Blair S, Bonds DE, Church TS, Espeland MA, Fielding RA, Gill TM, Groessl EJ, King AC, Kritchevsky SB, Manini TM, McDermott MM, Miller ME, Newman AB, Rejeski WJ, Sink KM, Williamson JD; LIFE study investigators. Effect of structured physical activity on prevention of major mobility disability in older adults: the LIFE study randomized clinical trial. *JAMA* 2014;311:2387-2396.
34. Cadore EL, Rodriguez-Manas L, Sinclair A, Izquierdo M. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Res* 2013;16:105-114.
35. Ng TP, Feng L, Nyunt MS, Feng L, Niti M, Tan BY, Chan G, Khoo SA, Chan SM, Yap P, Yap KB. Nutritional, physical, cognitive, and combination interventions and frailty reversal among older adults: a randomized controlled trial. *Am J Med* 2015;128:1225-1236.
36. Kim HK, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kobayashi H, Kato H, Katayama M. Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2012;60:16-23.
37. O'Connell MD, Wu FC. Androgen effects on skeletal muscle: implications for the development and management of frailty. *Asian J Androl* 2014;16:203-212.
38. Landi F, Cesari M, Calvani R, Cherubini A, Di Bari M, Bejuit R, Mshid J, Andrieu S, Sinclair AJ, Sieber CC, Vellas B, Topinkova E, Strandberg T, Rodriguez-Manas L, Lattanzio F, Pahor M, Roubenoff R, Cruz-Jentoft AJ, Bernabei R, Marzetti E; SPRINTT Consortium. The "Sarcopenia and Physical frailty IN older people: multi-component Treatment strategies" (SPRINTT) randomized controlled trial: design and methods. *Aging Clin Exp Res* 2017;29:89-100.
39. Won CW, Lee YH, Choi JK, Kim KW, Park YS, Park HT, Oh IH, Ga H, Kim YS, Jang HC; Korean Frailty Cohort and Intervention Study Group. Starting construction of frailty cohort for elderly and intervention study. *Ann Geriatr Med Res* 2016;20:114-117.

Peer Reviewers' Commentary

본 원고는 노년기 건강관리의 핵심요소로 부각되고 있는 노쇠의 개념과 평가방법 및 그 관리방안을 설명하는 종설논문이다. 노인 건강관리의 목표는 단순히 질병관리에 그치는 것이 아니라 일상 생활을 독립적으로 영위할 수 있도록 신체 및 정신적 기능을 함께 유지시킴으로써 건강노화를 달성하는 것이며, 이를 위해서는 노쇠(frailty)의 예방이 가장 중요하다는 점을 다양한 국제적 연구와 논의 결과를 바탕으로 설명하고 있다. 특히 임상현장에서 손쉽게 적용할 수 있는 노쇠평가방법과 노쇠예방을 위한 핵심적 관리방안에 대하여 주요 연구결과를 바탕으로 제시하고 있다. 향후 우리나라의 심각한 고령화 추세에 따라 급격하게 늘어날 노인환자 건강관리를 위하여, 또한 노인의학 지식의 확산을 위하여 참고할 주요지침이 될 수 있는 논문이라고 판단된다.

[정리: 편집위원회]