

노인 신체 기능 평가 및 일상생활 동작 평가

이종화

동아대학교 의과대학 재활의학교실

Assessment of Physical Function and Activities of Daily Living of the Elderly

Jong Hwa Lee, M.D., Ph.D.

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Dong-A University College of Medicine, Busan 49201, Korea

Abstract

In the elderly, decreasing physical function and ability to perform activities of daily living may be a general aging process. It is very important not only at the personal level but also from a social perspective to prepare for the risk of injuries such as falls or the degree to which care is needed around them. Various assessment methods have been developed and have since been modified and supplemented in a more suitable manner according to changes in social perception and the need for additional items. Handgrip strength and Jebsen hand function tests are representative of upper limb function tests, and lower limb function evaluation includes Timed up and go, Gait speed, Short physical performance battery, Functional learning test, Berg balance scale, Modified Barthel Index, Functional independence measure can be used to evaluate activities of daily living. It seems clinically necessary to fully understand the types and methods of these various tools and prepare evaluation criteria appropriate for the subject. Assessment and management strategies for promoting independence in self-care represent one of the most practical and important aspects of rehabilitation.

Key Words

Physical function, Activities of daily living, Assessment, Elderly

접수일 : 2023년 4월 12일

게재 승인일 : 2023년 4월 24일

교신저자 : 이종화

주소 : 부산광역시 서구 대신공원로 26,
동아대학교병원 재활의학교실

Tel : 82 51 240 5690

Fax : 82 51 240 5690

e-mail : jhlee08@dau.ac.kr

서론

노화의 과정에서 흔히 신체적 기능저하가 나타나게 되며, 이로 인해 점차 일상생활 동작(activities of daily living, ADL) 수행에 어려움을 겪는 경우가 많다. 이러한 변화들은 다양한 질환들의 발생 가능성을 높일 뿐 아니라, 낙상과 같은 안전 사고의 원인을 제공하기도 한다. 급성 손상과 달리 노화에 의한 변화들은 속도가 느리고 점진적인 경향을 보이기 때문에 평가의 시기와 경과 관찰 주기를 주의 깊게 판단하고 실행하는 것이 필요하다.

노인들에서 적절한 기능 상태와 수행 능력을 평가하는 것은 향후 치료와 예방 활동을 준비하는 데 있어 매우 중요한 정보를 제공할 수 있을 것이다.¹ 평가를 위한 도구와 방법들은 매우 다양하며, 아직 표준화된 검사법이 마련되어 있지는 않은 상태이다. 대개 노인들에 특정한 검사가 있다기보다 기능저하를 보이는 대상자들에게 함께 적용할 수 있는 검사들로 이루어진다. 환자의 기능 수준이나 평가 수행 능력을 고려하여 적합한 검사 방법을 선택하는 것도 임상 의사들의 중요한 역할이라고 할 수 있다. 여기에서는 노인들에게

흔히 적용해볼 수 있는 신체 기능 평가와 일상생활 동작 평가들의 방법에 대해 알아보고 이를 통해 임상 적용에 도움이 되는 정보를 제공하고자 한다.

본론

노인들에서 나타나는 다양한 문제들을 밝혀내기 위해 우선 포괄적 노인 평가(comprehensive geriatric assessment, CGA)를 시행하는 것이 필요하다.² 나이 그 자체는 결과의 예측 인자가 아니기 때문에 노인들에서 이러한 평가를 통해 필요한 치료 계획의 방향을 잡고, 특정한 치료를 통해 얻을 수 있는 이점이 무엇일지를 구분하는 것은 도움이 된다. 포괄적 노인 평가는 치료와 장기간 경과 관찰을 목적으로 조화롭고 통합적인 계획을 발전시켜 나가기 위해 노인들의 의학적, 정신적, 그리고 기능적 능력치를 결정하고자 만든 다면적, 다학제적인 진단 과정이다.³ 평가에서 기본적인 구성 요소로 의학적 평가(동반 증상과 질환의 심한 정도, 시력/청력/구강/배뇨 상태, 복용 약물, 영양 상태), 기능 평가(기본 일상생활 동작, 도구적 일상생활 동작, 활동 및 운동 상태, 보행과 균형), 정신적 평가(인지 평가, 우울증 검사), 사회적 평가(사회적 지지, 돌봄 및 재정적 평가), 환경적 평가(가정 내 안전, 이동 및 원격 의료) 등이 있으며 간단한 설문 형식을 통해 정보를 얻게 된다.² 이러한 선별 평가를 시행한 뒤, 결과에 따라 개별 특성에 맞는 각각의 기능 평가를 추가적으로 시행하는 것이 효율적이다.

1) 신체 기능 평가

(1) 상지 기능 평가

가) 악력(Handgrip strength)

악력은 손가락으로 물건을 쥐 때의 근력을 말하며, 여러 가지 일상생활 동작 수행을 위해 필요한 기능이다. 다양한 임상적 상황에서 유용한 지표로 사용될 수 있으며 저렴한 비용으로 쉽게 측정할 수 있는 장점이 있다. 일반적으로 악력은 일부 만성질환, 인지저하, 사망률 등과 연관성이 있으며, 특히 신체적 활동의 감소와 함께 점진적이고 전신적인 골격근량(skeletal muscle mass)과 근력의 감소를 특징으로 하는 근감소증(sarcopenia)의 진단에 주요한 인자 중 하나이다.⁴ 악력의 측정은 대개 악력계(dynamometer)를 사용하게 되는데,

악력계를 선택할 때 고려해야할 점은 악력의 높고 낮음에 상관없이 재현성이 높고(reproducible) 정밀한(accurate) 측정이 가능하여야 하며, 손의 크기에 영향을 받지 않고 대상자가 편안하게 사용할 수 있으면서 이동이 간편하도록 크기가 작아야 한다는 것이다.⁵ 악력은 자세에 따라 결과가 달라질 수 있는데, 관련 근육이 힘을 전달하는 주된 길이와 축이 달라지기 때문이다. 아직 표준화된 방식이 규정되어 있지 않지만, 대개 등받이와 팔걸이가 있는 의자에 팔을 얹은 상태로 등을 기대고 앉아 어깨를 내전시키고 팔꿈치를 90도 굴곡, 전완을 중립위로 두고 손목을 0-30도 사이 신전, 0-15도 척추 굴곡한 자세로 측정하거나,^{6,7} 양발을 어깨 넓이로 벌리고 서서 팔을 아래로 곧게 펴고 몸통과 팔을 15도로 유지한 자세로 측정할 수 있다. 근감소증의 진단에 사용되는 하위 악력 절사값(cut-off value)은 연구자와 대상 그룹들에 따라 일부 차이를 보이며, 대표적으로 유럽 연구자들(European working group on sarcopenia in older people, EWGSOP)의 최근 연구 결과(EWGSOP II)⁹는 남성 < 27 kg, 여성 < 16 kg, 우리나라에서 적용하기에 적절한 아시아 연구자들(Asian working group for sarcopenia, AWGS)의 최근 연구 결과(AWGS II)⁹는 남성 < 28 kg, 여성 < 18 kg이다. 참고로 국내 연구자들이 측정한 한국인의 평균 악력은 남성 40.3-42.3 kg, 여성 25.1-26.5 kg이다.⁴

나) 잼슨 손 기능 검사(Jebsen hand function test)

잼슨 손 기능 검사는 원위부 상지 기능을 평가할 때 가장 흔하게 사용하는 방법 중 하나로, 일상생활 동작에서 흔히 사용되는 7가지 손 동작을 수행하는 데 걸리는 시간을 측정하는 방식이다.¹⁰ 평가는 속도에 대해서만 이루어지며 수행의 질적인 부분을 따로 고려하지 않고, 속도가 느리면 수행 능력이 떨어진다고 판단한다. 검사를 위해 약간의 도구들이 필요하며 짧은 시간에 비교적 객관적인 평가가 가능하다는 장점이 있다. Fig. 1에서 보는 것과 같이 각각의 동작을 비우세손(non-dominant hand)과 우세손(dominant hand)의 순서로 구분하여 수행한다. 걸리는 시간에 따라 남녀 각각의 기준을 적용하여 0-15점을 부여하며 7항목에 대해 총 105점 만점으로 한다. 실제로는 남녀별 수행 속도 평균 차이가 통계적 의미가 없는 수준이라는 연구 결과에 따라 보정된 통합 점수를 적용할 수도 있다.¹¹ 검사 시간은 대략 15분에서 45분 가량이 소요되며 항목에 따른 평균값은 Table 1과 같다.¹¹

항목	비우세손		우세손	
	시간(초)	점수	시간(초)	점수
짧은 문장 쓰기 (Writing)				
카드 뒤집기 (Simulated page turning)				
작은 물건 옮기기 (Lifting small objects)				
먹는 흉내내기 (Simulated feeding)				
장기 말 쌓기 (Stacking)				
크고 가벼운 물건 옮기기 (Lifting large, light objects)				
크고 무거운 물건 옮기기 (Lifting large, heavy objects)				

Fig. 1. Jebsen hand function test.

Table 1. Mean Score of Jebsen Hand Function Test¹¹

	Non-dominant hand	Dominant hand
Writing	24.05 ± 8.48	8.80 ± 2.91
Cards turning	3.50 ± 0.50	3.25 ± 0.45
Lifting small objects	5.85 ± 1.06	5.55 ± 0.99
Feeding simulation	8.45 ± 1.40	7.20 ± 1.25
Stacking checkers	3.50 ± 1.19	3.20 ± 0.92
Lifting large light objects	3.25 ± 0.51	3.10 ± 0.56
Lifting large heavy objects	3.15 ± 0.45	3.00 ± 0.56

Values are population mean ± population standard deviation.
Units are seconds.

(2) 하지 기능 평가

노화에 따라 근력뿐 아니라 균형감각의 저하가 진행되므로 하지 기능 평가는 이로 인한 노인들에서의 낙상 위험성을 사전에 평가하고 예방하기 위한 중요한 목적을 가진다.

가) 일어나 걷기 검사(Timed up and go, TUGT)

팔걸이가 없는 의자에 앉은 자세에서부터 시작하여 일어나 3 m 거리에 있는 반환점을 최대한 빨리 걸어 갔다가 다시 되돌아와서 원래 의자에 앉기까지의 시간을 측정한다. 일반적으로 10초 이내에 수행이 가능하면 기능적 운동성 정상, 10초에서 20초 사이이면 일상생활 동작 수행에 어려움 증가, 그

리고 20초를 넘게 되면 구조적 일상생활 동작 수행에 어려움 가능성이 높아 추가적인 검사가 필요하다. 연령에 따른 기준치(범위)는 60-69세 8.1(7.1-9.0)초, 70-79세 9.2(8.2-10.2)초, 80-99세 11.3(10.0-12.7)초 수준이다.¹² 대상자의 상태에 따른 기준 절사값을 살펴보면 고관절 골절 수술 후 퇴원 시점에서 24초를 넘을 경우 골절 6개월 이내 낙상 위험이 있음을 나타내며, 노쇠한(frail) 노인들에서 30초 이상일 경우 보행을 위해 보조기가 필요하며 일상생활 동작 수행 시 의존적(dependent)일 가능성이 높음을 암시한다.¹³

나) 보행 속도(Gait speed)

여러 동작들이 포함되는 검사 수행이 어려운 경우, 단순히 타인의 도움 없이 일정한 거리를 걷는 시간이나 속도를 측정하는 것으로 하지 기능을 평가할 수 있다. 10 m 보행 검사는 편안하게 걸을 수 있는 속도로 10 m 거리를 보행하게 하여 그 시간을 측정하며, 보행능력이나 재활치료 후 효과를 간편하게 판단하는 데 유용하다. 만약 시간이 13초 이상 소요될 경우 낙상 위험이 2배 가량 증가하는 것으로 간주한다. 연령에 따른 평균 속도(m/s)는 60-69세 남자 1.34, 여자 1.24, 70-79세 남자 1.26, 여자 1.13, 80-89세 남자 0.97, 여자 0.94 정도이다.¹⁴ 6분 보행 검사는 6분 동안 자신의 속도로 걸을 수 있는 최대 거리를 측정하는 것으로 심폐지구력과 보행 능력, 그리고 일상생활 능력을 잘 반영한다. 30 m 가량의 직선 거리를 반환점을 돌아 반복해서 걷게 하고 해당 시간 동안 이동 거리를 측정한다. 연령과 성별에 따른 평균거리(범위)(m)는 Table 2에서와 같다.¹⁵

다) 간단 신체 수행 검사(Short physical performance battery, SPPB)

간단 신체 수행 검사는 a) 균형 검사(balance test)(양발 붙인 자세, 반일렬 자세(semi-tandem stance), 일렬 자세(tandem stance)), b) 보행 속도 검사(gait speed test)(4 m 걷기), c) 의자 일어서기 검사(chair stand test)(5회 반복)의 3가지 영역에 대해 각각 4점 만점, 총 12점 만점으로 구성된다(Fig. 2).¹⁶ 총점이 10점 이상인 경우 근감소증이 없고 이동 장애가 없는 건강한 상태(robustness)를 나타내며, 3-9점 사이인 경우 근감소증의 가능성이 있으나 이동 장애는 없는 노쇠한(frailty) 상태, 2점 이하인 경우 근감소증을 가지고 있으며, 이동 장애를 가지는 장애 상태(disabled)를 나타낸다.

라) 기능적 팔 뻗기 검사(Functional reach test)

양발을 편하게 벌리고 선 채 팔을 어깨 높이로 90도 굴곡시킨 상태에서 앞으로 최대한 뻗었을 때 신체 균형을 유지할 수 있는 최대 지점까지의 길이를 측정하는 검사이다. 뻗은 길이가 처음 위치로부터 25 cm 미만일 경우 추가적인 낙상 위험도 검사를 시행한다. 나이에 따른 평균값(cm)은 41-69세 남자 42.5, 여자 37.2, 70-87세 남자 33.4, 여자 26.6 가량이다.¹⁷

마) 한 발로 서기 검사(single leg stance test)

한쪽 발을 들고 최대한 서있는 시간을 측정하는 검사이다. 올리는 다리의 높이는 선 다리의 내측 복사뼈 상방 5 cm 정도가 되도록 유지한다. 한쪽 발을 들고 측정한 뒤 반대쪽 발로 측정하고, 다시 원래 발을 측정하는 식으로 총 3회 평가 후 가

Table 2. Six-Minute Walk Test Distances: Means, Standard Deviations (SD), and Confidence Intervals (CI) by Age and Gender (in Meters)¹⁵

Age (y)	Gender	Means	SD	CI
60-69	Male	572	92	521-623
	Female	538	92	497-579
70-79	Male	527	85	478-575
	Female	471	75	440-507
80-89	Male	417	73	356-478
	Female	392	85	345-440

장 오래 버틴 시간을 채택한다. 나이에 따른 평균 시간(초)은 60-69세 22.5 ± 8.6 , 70-79세 14.2 ± 9.3 이다.¹⁸

바) 버그 균형 검사(Berg balance scale)

균형 능력 평가를 위해 다양한 대상들에서 널리 사용되는 검사로 비용이나 시간이 적게 들고 필요한 장비도 간단하여 쉽게 반복 검사가 가능하며 앉거나 서기가 힘든 대상들도 참여가 가능한 장점이 있다. 해당 항목들은 일상생활 동작을 응용하여 크게 자세의 유지 능력, 자발적 운동의 조절 능력, 외부 요인에 대한 반사 능력의 3개 영역으로 나눌 수 있고, 총 14개의 평가항목(앉은 상태에서 서기, 도움 없이 서 있기, 기대지 않고 스스로 앉기, 선 상태에서 앉기, 이동하기, 눈 감고 서 있기, 양발을 모으고 서 있기, 선 자세에서 팔을 펴고 뻗기, 선 상태에서 바닥에서 물건 잡아 올리기, 서서 양쪽 어깨를 넘어 뒤돌아보기, 360도 돌기, 서 있는 동안 발판에 양발을 교대로 놓기, 한 발을 다른 발 앞에 놓고 지지 없이 서 있기, 한 발로 서 있기)으로 이루어져 있다. 각 항목은 피검자가 독립적으로 수행할 수 있는지 여부나 수행에 필요한 시간 혹은 요구한 거리에 따라 최하 0점에서 최고 4점의 5단계로 나누어지며 총 56점 만점으로 이루어진다.¹⁹ 0-20점은 의자차 보행이 가능하며 낙상 위험이 높고, 21-40점은 보조기의 도움으로 보행이 가능하며 중등도의 낙상 위험을 가지고, 41-56점은 독립적 보행이 가능하며 낙상 위험이 낮을 것으로 판단한다.²⁰

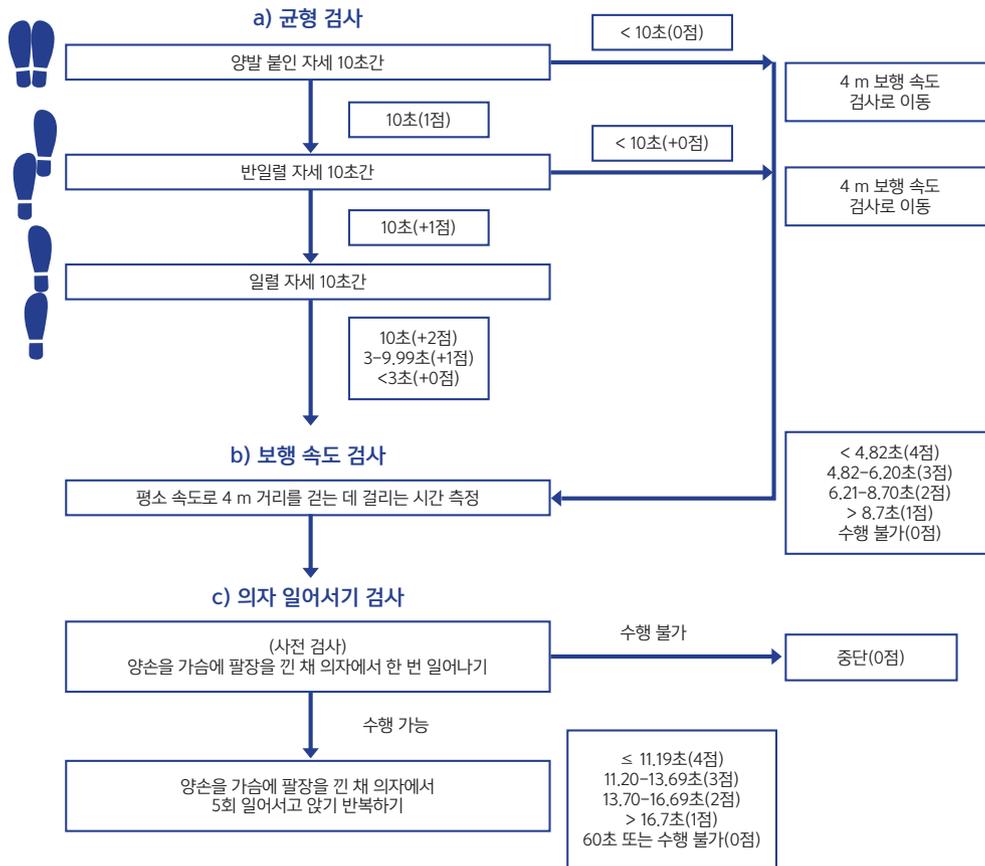


Fig. 2. Short physical performance battery.

2) 일상생활 동작 평가

일상생활 동작은 인간의 일상활동에 필요한 기술을 말하며, 세부적인 여러 가지 개념을 이해하는 것이 평가에 도움이 된다. 위생관리, 식사하기, 목욕하기, 옷 입기, 이동하기와 같이 자신의 몸 관리에 초점을 둔 가정 내 활동 능력을 나타내는 기본적 일상생활 동작(basic activities of daily living, BADL)과 아기 돌보기, 음식 준비, 세탁하기, 전화 사용, 재무 관리 등 사람을 만나고 집단에 참여하는 등 사회생활을 유지하기 위해 도구를 이용하는 복합적인 수행 능력을 일컫는 확장 일상생활 동작(extended activities of daily living, EADL) 또는 도구적 일상생활 동작(instrumental activities of daily living, IADL)으로 나눌 수 있다. 기본적 일상생활 동작을 평가하는 대표적인 도구로 수정바델지수(Modified Barthel Index, MBI)나 카츠지수(Katz index) 등이 있고, 도구적 일상생활 동작 평가에 사용되는 운동과 과정 기술의 평

가(assessment of motor and process skills, AMPS)와 노팅엄 확장 일상생활 동작 지수(Nottingham extended activities of daily living, NEADL) 등이 있다. 기능적 독립성 평가(functional independence measure, FIM)는 기본적 평가에 도구적 일상생활 동작 평가가 일부 더해진 구성으로 이루어진다.

가) 수정바델지수(Modified Barthel Index, MBI)

1965년 Barthel과 Mahoney가 일상생활 동작의 수준을 평가하기 위해 개발한 바델지수를 1989 Shah 등이 수정 보완하여 수정바델지수를 도입하였다.²¹ 국내에서는 이를 한글로 번역하고 표준화한 한글판 수정바델지수(Korean version of MBI, K-MBI)를 2007년에 발표하였다.²² 수정바델지수는 일상생활 동작을 10개의 세부 항목(개인위생, 목욕하기, 식사하기, 용변 처리, 계단 오르내리기, 옷 입기, 배변 조절, 배뇨 조절, 보행, 의자/침대 이동)으로 나누고 각 항목은 도움의 정도

Table 3. Functional Independence Measure

Motor Component	
Self-care	Eating/ Bathing/ Dressing-(Upper/ Lower body)/ Toileting
Sphincter control	Bladder management/ Bowel management
Transfer	Bed, chair, wheelchair/ Toilet/ Tub, shower
Locomotion	Walk, wheelchair/ Stairs
Cognitive component	
Communication	Comprehension/ Expression
Social cognition	Social interaction/ Problem solving/ Memory
Levels	
7. Complete independence (Timely, Safely)	NO HELPER
6. Modified independence (Device)	
Modified dependence	HELPER
5. Supervision (Subject = 100%+)	
4. Minimal assist (Subject = 75%+)	
3. Moderate assist (Subject = 50%+)	
Complete dependence	
2. Maximal assist (Subject = 25%+)	
1. Total assist (Subject = less than 25%)	

에 따라 과제를 수행할 수 없는 경우, 최대의 도움이 필요한 경우, 중등도의 도움이 필요한 경우, 최소의 도움이나 감시가 필요한 경우, 그리고 완전히 독립적인 경우의 5단계로 분류하였다. 기능 수행의 정도에 따라 최소 점수 0점, 최대 점수는 100점의 점수체계를 가진다.

나) 기능적 독립성 척도(Functional Independence Measure, FIM)

기능적 독립성 척도는 1983년 Granger 등에 의해 개발되어 주로 대상자들이 경험하게 되는 장애의 정도와 재활치료 프로그램의 과정을 결정하는 목적으로 사용되어왔다.²³ 크게 총 6항목 중 운동능력 4항목과 인지능력 2항목으로 구성되며, 이를 다시 18개의 세부 항목으로 구분하였다. 운동능력 항목은 자신의 몸 관리(self-care), 괄약근 조절(sphincter control), 이동(transfer), 보행(locomotion)으로 이루어지며, 인지능력 항목은 의사소통(communication)과 사회인식(social cognition)으로 구성된다. 각 항목에 대한 독립적 수행 가능 정도를 7단계(1점-7점)로 나누어 점수를 부여하는 방

식으로 최저 18점, 최대 126점을 얻게 된다(Table 3).

결론

노인들에서 신체 기능이나 일상생활 동작 수행 능력이 떨어지는 것은 일반적인 노화의 과정일 수 있으나, 낙상 등 부상의 위험성이나 주변의 돌봄이 필요한 정도를 미리 평가하여 대비하는 것은 개인적 차원뿐 아니라 사회적인 관점에서도 매우 중요한 일이다. 다양한 방식의 평가가 개발되었으며, 이후 사회적 관점의 변화와 추가 항목 필요성 등에 따라 보다 적합한 방식으로 수정 보완되어 왔다. 상지와 하지의 기능을 각각 구분하여 평가하고, 포괄적으로 일상생활에서의 독립적 기능 수행 정도를 평가하는 도구의 종류와 방법들을 충분히 숙지하여 대상자에게 적합한 기준을 마련해두는 것이 임상적으로 필요해 보인다.

REFERENCES

1. Merchant RA, Morley JE, Izquierdo M. Editorial: exercise, aging and frailty: Guidelines for increasing function. *J Nutr Health Aging* 2021;25:405-409
2. Wieland D, Hirth V. Comprehensive geriatric assessment. *Cancer Control* 2003;10:454-462
3. Bernabei R, Venturiero V, Tarsitani P, Gambassi G. The comprehensive geriatric assessment: when, where, how. *Crit Rev Oncol Hematol* 2000;33:45-56
4. Lee SH, Gong HS. Measurement and interpretation of handgrip strength for research on sarcopenia and osteoporosis. *J Bone Metab* 2020;27:85-96
5. Solgaard S, Kristiansen B, Jensen JS. Evaluation of instruments for measuring grip strength. *Acta Orthop Scand* 1984;55:569-572
6. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing* 2011;40:423-429
7. Pryce JC. The wrist position between neutral and ulnar deviation that facilitates the maximum power grip strength. *J Biomech* 1980;13:505-511
8. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyere O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2019;48:601
9. Chen LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Chou MY, Iijima K, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc.* 2020;21:300-307.e2
10. Jepsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardized test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil* 1969;50:311-319
11. Kim JH, Kim IS, Han TR. New scoring system for Jepsen hand function test. *Ann Rehabil Med* 2007;31:623-629
12. Bohannon RW. Reference values for the timed up and go test: a descriptive meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther* 2006;29:64-68
13. Kristensen MT, Foss NB, Kehlet H. Timed "up & go" test as a predictor of falls within 6 months after hip fracture surgery. *Phys Ther* 2007;87:24-30
14. Iqbal MZ, Rochette A, Mayo NE, Valois MF, Bussieres AE, Ahmed S, et al. Exploring if and how evidence-based practice of occupational and physical therapists evolves over time: A longitudinal mixed methods national study. *PLoS One* 2023;18:e0283860
15. Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-minute walk test, Berg balance scale, timed up & go test, and gait speeds. *Phys Ther* 2002;82:128-137
16. Seeman TE, Charpentier PA, Berkman LF, Tinetti ME, Guralnik JM, Albert M, et al. Predicting changes in physical performance in a high-functioning elderly cohort: MacArthur studies of successful aging. *J Gerontol* 1994;49:M97-108
17. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990;45:M192-197
18. Linens SW, Ross SE, Arnold BL, Gayle R, Pidcoe P. Postural-stability tests that identify individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train* 2014;49:15-23
19. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 1992;83:S7-11
20. Elliott J. The clinical uses of the Berg balance scale. *Physiotherapy* 1997;83:363
21. Shah S, Vanclay F, Cooper B. Improving the sensitivity of the Barthel index for stroke rehabilitation. *J Clin Epidemiol* 1989;42:703-709
22. Jung HY, Park BK, Shin HS, Kang YK, Pyun SB, Paik NJ. Development of the Korean version of modified Barthel index (K-MBI): Multi-center study for subjects with stroke. *Ann Rehabil Med.* 2007;31:283-297
23. Granger CV, Hamilton BB, Linacre JM, Heinemann AW, Wright BD. Performance profiles of the functional independence measure. *Am J Phys Med Rehabil* 1993;72:84-89