

Association between Hand Grip Strength Levels and Senior Fitness Test Performance in Elderly Women

Jin-Wook Lee*, Yong-Hyun Byun**

*Professor, Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University, Cheon-An, Koreaa

**Professor, Dept. of Sports Medicine, Dankook University, Cheon-An, Koreaa

[Abstract]

This study investigated differences in Senior Fitness Test(SFT) performance by hand grip strength(HGS) levels in elderly women, and evaluated HGS as a potential screening tool for overall physical function and strength decline. Participants were classified into five groups according to HGS percentiles: Group A($\geq 90\%$, $\geq 25.2\text{kg}$; $n=21$), Group B(75–89%, 22.5~25.1kg; $n=36$), Group C(50–74%, 19.5~22.4kg; $n=42$), Group D(25–49%, 16.5~19.4kg; $n=43$), and Group E($\leq 25\%$, $< 16.5\text{kg}$; $n=36$). Physical fitness was evaluated with the SFT, and group differences were analyzed. Elderly women with lower HGS exhibited significantly reduced performance in lower body strength, aerobic endurance, agility, and dynamic balance compared with higher HGS groups. Moreover, HGS showed significant associations with upper-lower strength($p<.01$), aerobic endurance($p<.01$), agility, and dynamic balance($p<.01$), highlighting HGS as a comprehensive indicator of functional capacity. This study demonstrates that HGS reflects not only grip strength but also overall physical function, excluding flexibility, and serves as a clinically meaningful and practical indicator of frailty risk in older adults. HGS can be used to identify high-risk individuals, monitor functional decline, and guide timely interventions to prevent disability and adverse health outcomes.

▶ **Key words:** Elderly women, Hand grip strength, Senior fitness test, Upper and lower body strength, Aerobic endurance, Agility, and Dynamic balance

• First Author: Jin-Wook Lee, Corresponding Author: Yong-Hyun Byun
*Jin-Wook Lee (12180386@dankook.ac.kr), Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University
**Yong-Hyun Byun (byunyh@dankook.ac.kr), Dept. of Sports Medicine, Dankook University
• Received: 2025. 09. 01, Revised: 2025. 09. 15, Accepted: 2025. 09. 25.

[요 약]

본 연구는 악력 수준에 따라 구분된 노인 여성을 대상으로 노인체력검사(SFT) 각 항목에서의 수행 능력 차이를 분석하고자 하였다. 이를 통해 악력이 단순한 근력 지표를 넘어 전반적인 신체기능과 근력 저하를 예측할 수 있는 유용한 선별 지표로 작용할 수 있는지를 알아보하고자 하였다. 연구의 대상자는 악력 수준에 따라 A그룹 90 백분위이상($\geq 25.2\text{kg}$) 21명, B그룹 75~89 백분위(22.5~25.1kg) 36명, C그룹 50~74 백분위(19.5~22.4kg) 42명, D그룹 25~49 백분위(16.5~19.4kg) 43명, E그룹 25 백분위이하($< 16.5\text{kg}$) 36명으로 분류하였고 SFT를 실시하여 체력 요소를 비교 분석하였다. 본 연구 결과 악력이 낮은 노인 여성은 악력이 높은 집단에 비해 하체 근력, 전신지구력, 민첩성 및 동적평형성에서 유의하게 낮은 수행을 보였으며, 상체근력($p < .01$)과 하체근력($p < .01$)뿐만 아니라 전신지구력($p < .01$)과 민첩성 및 동적평형성($p < .01$)도 유의한 상관성을 보여 악력이 단순한 국소 근력 지표를 넘어 유연성을 제외한 신체기능 감소를 예측할 수 있는 중요한 핵심 지표임을 확인하였다. 따라서 HGS는 노쇠에 따른 체력 변화를 평가하는데 활용될 수 있을 뿐 아니라, 고위험군을 조기에 식별하고 적절한 개입을 통해 질병 및 사망을 예방할 수 있는 실질적 근거를 제공할 것으로 판단된다.

▶ **주제어:** 노인 여성, 악력, 노인체력검사, 상체 근력, 하체 근력, 전신지구력, 민첩성 및 동적 평형성

I. Introduction

인구 고령화는 세계적으로 예측 가능한 사회적 변화이며 사회적 차원에서 중대한 건강 문제를 초래한다. 노화는 생리적 예비 능력의 점진적인 감소를 동반하며 그로 인해 노인은 다양한 질병과 기능 저하에 더욱 취약해진다. 세계보건기구(WHO)는 이러한 노화의 결과를 노쇠(frailty)로 정의하며 이는 “노화와 관련된 생리적 시스템의 쇠퇴로 인해 신체 내 예비력 감소가 발생하고 이에 따라 스트레스에 대한 저항력이 감소되며, 건강 악화의 위험이 증가하는 상태”라고 설명하고 있다[1]. 노인의 생리적 예비력이 감소함에 따라 근력 및 기능 저하[2], 낙상 및 입원 위험[3], 사망률 증가[4]와 같은 예측 가능한 건강 위기가 초래되며 이는 고령 인구의 삶의 질을 심각하게 저해하는 주요 요인으로 부각되고 있다[5].

노년기 근력 저하는 이동성 상실과 일상생활수행 능력의 약화와 직결되며 궁극적으로 사회적 고립과 정신적 건강의 저하로 이어질 수 있다. 종단적 연구에 의하면 성인기에서 노년기로의 이행 과정에서 근육량은 20세부터 60세까지 약 40% 감소하며[6], 이후로는 매년 평균 1%씩 감소하는 것으로 보고되었다[7]. 이러한 생리적 변화는 근감소증(Sarcopenia)을 비롯하여 신체기능과 인지기능 감소, 낙상 위험 및 사망률 증가로 이어질 수 있다[8-10]. 특히 근력 감소는 단순한 근육량 감소만으로 설명되지 않으며 호르몬 분비의 불균형, 신경근 전달의 효율적 저하, 만성 염증 반응 등 생리적 요인에 의해 복합적으로 영향을 받는다[11]. 일반적으로 이러한 변화 과정에서는 근육량 감소

보다 근기능의 저하가 더 현저하게 나타나는 경향이 있으며 근력과 근육량은 노인의 독립성과 이동성을 예측하는 중요한 바이오마커로 제시되고 있다[12].

따라서 근력(muscle strength)은 건강한 노화를 가능하게 하는 핵심 지표 중 하나로 강조되고 있으며[13], 특히 악력(Hand Grip Strength, HGS)은 전신 근력의 대리지표로서 임상 및 공공보건 측면에서 높은 활용 가치를 가진다[14]. 이에 따라 유럽 근감소증 평가위원회(European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP)는 2018년 개정된 진단 지침에서 HGS를 근감소증의 핵심 평가 항목으로 제시하였으며, 임상 현장에서 가장 실용적인 근력 평가 도구로 권고하고 있다[15].

따라서 HGS는 단순한 손의 근 기능을 넘어서 고령자의 신체기능 및 일상생활 수행 능력을 반영하는 중요한 생리 지표이다[16]. HGS가 감소하면 장바구니 들기, 문 밀기, 청소와 정리하기와 같은 기본적인 일상생활 동작 수행이 어려워지고 이는 삶의 질 저하로 직결된다. 특히 손의 미세 조절 기능 저하되면서 소근육 조작 능력이 감소하고 그로 인해 일상에서의 독립성이 위협받는다. 이러한 악력의 변화는 노화가 가속화된 개인의 노쇠 자체를 감지할 수 있으며 적절한 치료 및 보건의로 개입을 위한 기초자료로 활용될 수 있다[17-18].

우리나라 노인의 4명 중 1명은 HGS가 저하된 것으로 보고되며[19] 특히 노인 여성의 경우 폐경 이후 호르몬 변화와 근골격계의 생리적 퇴행이 가속화되면서 HGS의

감소가 남성보다 빠르게 나타나는 경향이 있다. 이로 인해 여성 노인은 근감소증과 기능적 장애의 위험이 상대적으로 높다[20]. 따라서 근골격계 건강에 대한 조기 평가와 적절한 개입의 중요성이 더욱 강조된다.

이러한 맥락에서 노인체력검사(Senior Fitness Test, SFT)는 고령자의 전반적인 체력 수준을 평가할 수 있는 표준화된 도구로, 유산소 지구력, 근력, 유연성, 평형성 등 일상생활 수행에 필수적인 기능적 체력을 종합적으로 측정한다[21]. 선행연구에 의하면 HGS는 SFT의 여러 항목과 밀접한 연관을 보이며 특히 근력, 이동성 낙상 위험과 유의미한 상관관계를 보이는 것으로 보고되었다[14,22].

이를 종합해 보면 노화에 따라 나타나는 근육 기능의 변화는 단순한 근육량 감소에 국한되지 않으며 근 기능 저하가 근육량 감소보다 먼저 나타나거나 더 뚜렷하게 진행되는 경우가 많다는 점에서 HGS와 신체 능력에 대한 통합적 진단이 필요하다.

따라서 본 연구는 악력 수준이 서로 다른 노인 여성을 대상으로 SFT 수행 능력의 차이를 분석하고 이를 통해 악력이 신체기능 및 근력 저하를 예측 지표로 작용할 수 있는지를 검증하고자 한다. 이 연구 결과들은 노인 여성의 기능 유지 및 근감소증 예방을 위한 맞춤형 운동 처방 전략 수립에 기초자료로 활용하고자 한다.

II. Methods

1. Subjects

연구의 대상자는 Y시와 C시에 거주하는 70세 이상 여성 노인으로 근골격계 질환이나 급성·만성 질환으로 인한 기능적 제한이 없으며 독립적인 보행이 가능한 자로 선별하였다. 연구의 목적과 절차를 충분히 설명한 후 자발적으로 참여 의사를 밝히고 동의서를 작성한 총 180명을 모집하여 측정 과정에서 통증을 호소한 2명을 제외한 178명을

최종 분석하였다. HGS에 따른 분류는 Kim 등[22]이 제시한 연령별 악력 분포 기준을 참조하여 백분위에 따라 5개 그룹으로 분류하였다. A그룹은 90 백분위 이상($\geq 25.2\text{kg}$) 21명, B그룹은 75~89 백분위(22.5~25.1kg) 36명, C그룹은 50~74 백분위(19.5~22.4kg) 42명, D그룹은 25~49 백분위(16.5~19.4kg) 43명, E그룹은 25 백분위이하($< 16.5\text{kg}$) 36명으로 분류하였다. 이 연구 대상자의 신체적 특성은 <Table 1.>과 같다.

2. Measurement

2.1 Body composition

신체조성 측정은 8시간 공복 상태에서 배뇨 후 30분 이상 안정을 취한 후 측정하였다. 신장(cm)과 체중(kg)은 신장-체중계(BSM-330, Korea)로 체지방률(Body Fat, %)과 골격근량(Skeletal Muscle Mass, kg)은 체성분분석기(InBody 270, Korea)를 사용하여 분석하였다.

2.2 Hand Grip Strength and Senior Fitness Test

HGS 및 SFT는 Rikli와 Jones[21]가 제시한 SFT 매뉴얼의 절차에 따라 실시하였다.

HGS 측정은 디지털 악력계(TKK 5401, Japan)를 사용하여 주 사용 손을 기준으로 두 번 측정하여 평균값을 분석하였다.

SFT 측정 6 항목은 상체 근력은 아령들기(Arm Curl, 2kg, counts), 하체 근력은 의자에서 일어나 앉기(Chair Stand, counts), 상체 유연성은 등 뒤에서 손잡기(Back Scratch, cm), 하체 유연성은 의자에 앉아 앞으로 굽히기(Chair Sit and Reach, cm), 전신지구력은 2분 제자리 걷기(2 Minute Step, counts) 민첩성과 동적 평형성은 244cm 왕복 걷기(244cm Up and Go, sec)로 측정하였다.

3. Statistical analysis

통계분석은 SPSS(version 27.0) 통계프로그램을 이용하여 모든 변수는 평균과 표준편차를 산출하였다. HGS 수

Table 1. Subject Characteristic

Variables	Percentile				
	A Group (≥ 90 , n=21)	B Group (75~89, n=36)	C Group (50~74, n=42)	D Group (25~49, n=43)	E Group (< 25 , n=36)
Age(yr)	72.04 \pm 3.13	72.02 \pm 4.10	72.47 \pm 5.61	75.23 \pm 5.29	73.12 \pm 5.87
Height(cm)	157.71 \pm 4.71	157.29 \pm 4.16	156.00 \pm 5.53	153.11 \pm 5.90	150.69 \pm 5.91
Weight(kg)	63.87 \pm 7.93	61.88 \pm 8.07	59.89 \pm 8.16	60.02 \pm 7.72	55.18 \pm 7.25
SMM(kg)	22.52 \pm 1.65	22.05 \pm 2.07	20.29 \pm 2.57	20.42 \pm 2.13	18.88 \pm 1.90
Fat(%)	27.15 \pm 11.30	28.80 \pm 9.87	27.82 \pm 8.65	28.13 \pm 7.93	23.36 \pm 8.24

Mean \pm S.D.

준에 따른 신체조성과 SFT의 차이를 분석하기 위해 일원 분산분석(One-way ANOVA)을 통해 검증하였으며, 그룹 간에 차이를 분석하기 위해 사후검정은 Bonferroni를 사용하였다. HGS과 SFT간에 연관성은 상관분석(Pearson's Correlation Coefficient)과 영향력을 알아보기 위해 단순 회귀분석(Simple Regression Analysis)을 사용하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. Results

1. Difference in Senior Fitness Test According to Hand Grip Strength Levels

HGS 수준에 따른 SFT의 비교를 분석한 결과는 <Table 2.>과 같다. 아령들기 항목에서는 E그룹은 A, B, C그룹에 비해 통계적으로 유의하게 낮은 수치를 보였으며, 의자에서 일어나 앉기, 2분 제자리 걷기와 244cm 왕복 걷기에서는 D와 E그룹이 A, B, C그룹보다 유의하게 낮은 수치가 나타났다.

2. Correlation Between Hand Grip Strength and Senior Fitness Test

HGS과 SFT 간의 상관분석을 한 결과는 <Table 3.>과 같다. 아령들기($r=.404$, $p<.01$), 의자에서 일어나 앉기($r=.417$, $p<.01$), 2분 제자리 걷기($r=.313$, $p<.01$)는 유의한 정적(+상관관계가, 244cm 왕복 걷기($r=-.505$, $p<.01$)는 유의한 부적(-상관관계가 나타나 HGS가 높을수록 상

체·하체 근력, 전신지구력, 민첩성과 동적 평형성이 높고 할 수 있다.

3. Simple Regression Analysis of Hand Grip Strength and Senior Fitness Test

HGS과 SFT에 대한 단순회귀분석을 한 결과는 <Table 4.>과 같다. 악력이 노인체력검사 중 아령들기에 영향을 미치는 것으로 나타났으며($t=5.863$, $p<.001$), 예측 설명력 16.3% ($R^2=.163$)로 나타났다. HGS가 의자에서 일어나 앉기에 영향을 미치는 것으로 나타났으며($t=6.091$, $p<.001$), 예측 설명력 17.4% ($R^2=.174$)로 나타났다. HGS가 2분 제자리 걷기에 영향을 미치는 것으로 나타났으며($t=4.373$, $p<.001$), 예측 설명력 9.8% ($R^2=.098$)로 나타났다. HGS가 244cm 왕복 걷기에 영향을 미치는 것으로 나타났으며($t=-7.762$, $p<.001$), 예측 설명력 25.5% ($R^2=.255$)로 나타났다.

IV. Discussions

노화는 불가피한 생리적 과정으로 근력 및 신체 능력의 점진적인 저하를 초래하며 이는 궁극적으로 노쇠로 이어진다. 이러한 신체적 변화는 내·외적 스트레스 요인에 대한 취약성을 증가시키며, 근감소증과 노쇠의 대표적 특징은 신체기능의 약화이다. 특히 HGS는 기능적 저하를 객관적으로 반영하는 임상적 지표로, 감소된 HGS는 60세 이상 노인의 신체적 제한과 밀접하게 연관되어 있다[2]. 선행연

Table 2. Difference in Senior Fitness Test According to Hand Grip Strength Levels

Variables	Percentile					Post-hoc
	A Group (≥ 90 , n=21)	B Group (75~89, n=36)	C Group (50~74, n=42)	D Group (25~49, n=43)	E Group (<25 , n=36)	
Hand Grip Strength(kg)	26.83 \pm 2.07	23.36 \pm 0.79	20.93 \pm 0.61	18.67 \pm 0.91	14.55 \pm 1.74	E<D<C<B<A
Arm Curl (counts)	18.61 \pm 2.41***	18.47 \pm 3.41***	17.35 \pm 3.54**	16.53 \pm 3.19	14.61 \pm 3.40	E<A,B,C
Chair Stand (counts)	15.76 \pm 4.87***	15.30 \pm 3.75***	14.66 \pm 4.30***	12.69 \pm 2.73	11.11 \pm 3.07	D,E<A,B,C
Right Back Scratch(cm)	-4.89 \pm 7.65	-4.43 \pm 11.80	-4.46 \pm 8.37	-7.62 \pm 10.97	-10.26 \pm 16.14	-
Lift Back Scratch(cm)	-9.54 \pm 6.59	-6.19 \pm 13.12	-6.59 \pm 8.22	-10.94 \pm 12.10	-11.91 \pm 15.57	-
Chair Sit and Reach	5.96 \pm 8.15	2.19 \pm 8.32	7.46 \pm 6.88*	2.42 \pm 8.93	0.80 \pm 13.39	E<C
2 Minute Step(counts)	87.47 \pm 12.04***	79.91 \pm 11.46*	81.61 \pm 16.67**	77.48 \pm 14.08	69.88 \pm 16.72	D,E<A,B,C
244cm Up-and-Go(sec)	5.88 \pm 0.52***	6.28 \pm 0.87***	6.65 \pm 0.93***	7.27 \pm 1.04	7.82 \pm 1.67	D,E<A,B,C

Mean \pm S.D. *: $p<.05$, **: $p<.01$, ***: $p<.001$

Table 3. Correlation Analysis Between Hand Grip Strength and Senior Fitness Test

Variables		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Hand Grip Strength	1							
2	Arm Curl	.404** (.000)	1						
3	Chair Stand	.417** (.000)	.585** (.000)	1					
4	Right Back Scratch	.117 (.119)	.191* (.011)	.180* (.016)	1				
5	Lift Back Scratch	.104 (.169)	.184* (.014)	.201** (.007)	.733** (.000)	1			
6	Chair Sit and Reach	.144 (.055)	.285 (.000)	.263 (.000)	.304 (.000)	.243 (.001)	1		
7	2 Minute Step	.313** (.000)	.402** (.000)	.392** (.000)	.126 (.095)	.167* (.026)	.218** (.003)	1	
8	244cm Up-and-Go	-.505** (.000)	-.482** (.000)	-.518** (.000)	-.232** (.002)	-.215** (.004)	-.098 (.191)	-.410** (.000)	1

*: $p < .05$, **: $p < .01$

Table 4. Simple Regression Analysis of Hand Grip Strength and Senior Fitness Test

Dependent Variable	Independent Variable	b	SE	β	t	F	R ²
Arm Curl	Constant	9.683	1.268		7.638***	34.374***	.163
	HGS	.360	.061	.404	5.863***		
Chair Stand	Constant	5.175	1.431		3.616***	37.101***	.174
	HGS	.422	.069	.417	6.091***		
Right Back Scratch	Constant	-13.392	4.521		-2.962	2.452	.014
	HGS	.342	.219	.117	1.566		
Lift Back Scratch	Constant	-14.507	4.765		-3.044	1.910	.011
	HGS	.319	.231	.104	1.382		
Chair Sit and Reach	Constant	-3.416	3.728		-.916	3.739	.021
	HGS	.349	.180	.144	1.934		
2 Minute Step	Constant	54.108	5.706		9.482***	19.122***	.098
	HGS	1.207	.276	.313	4.373***		
244cm Up-and-Go	Constant	10.140	.429		23.649***	60.251***	.255
	HGS	-.161	.021	-.505	-7.762***		

***: $p < .001$.

구에서도 HGS 점수가 1점 증가할 때 노쇠 위험이 남성 21%, 여성 11% 감소한다고 보고된 바 있어[23] HGS가 근감소증 및 노쇠 진단의 핵심적 평가 기준임을 제안하였다.

본 연구 결과 악력 수준별 SFT에서 HGS가 높은 그룹(A, B, C)에 비해 50 백분위 이하 그룹(D, E)에서는 하체 근력(Chair Stand), 전신지구력(2 Minute Step)와 민첩성 및 동적 평형성(244cm Up and Go)이 유의한 저하를 보였으며 특히 25 백분위 이하 그룹(E)에서는 상체 근력(Arm Curl)이 유의하게 낮은 것으로 확인되었다. 또한 악력은 상체 근력, 하체 근력, 전신지구력, 민첩성 및 동적 평형성과 유의한 상관관계가 확인되어 HGS가 단순한 근력의 지표뿐만 아니라 노인의 전반적 신체기능과 밀접하게 연관되어 있음을 시사한다.

이러한 결과는 기존 연구와도 일치한다. 유럽근감소증 평가위원회(EWGSOP)는 남성 27kg, 여성 16kg[24], 아시

아근감소증평가위원회(AWGS)는 남성 26kg, 여성 18kg을 낮은 HGS 기준으로 제시하고 있으며[15], Kim 등[22]은 하체 근력, 전신지구력, 균형 및 동적 평형성이 건강한 노인의 독립적 활동과 삶의 질 유지에 필수적이라고 보고하였다. 또한 낮은 HGS는 근육량 감소나 신체기능 저하가 발생하기 이전에 근감소증을 예측하는 주요 지표로 제시하였다. Qaisar 등[25]은 낮은 HGS 수준이 계단 오르기, 의자에서 일어나기, 낙상 경험 등 일상적 활동에서의 기능적 어려움과 연관됨을 보고하였고, Taekema 등[26] 역시 근력 측정이 다양한 질환의 고위험 노인을 조기에 선별하는 데 효과적이라고 보고하였다.

노쇠의 핵심적 특징은 기능적 저하이며 그중에서도 체력과 운동수행능력이 가장 중요한 요소이다[27-28]. SFT는 근력뿐만 아니라 심폐지구력, 동적 균형 등 다양한 신체기능을 종합적으로 평가하므로 단순 근력 측정보다 전

반적인 신체기능과 고위험군 식별에 더 적합한 지표라 할 수 있다. 실제로 65세 이상 성인의 약 14%는 일상생활활동(ADL)에서 도움이 필요하고 35%는 기능적 제한을 경험하는데[29] 상체 근력과 협응 능력 저하와 밀접히 연관된다[30]. 일부 연구에서는 상체 기능 저하가 하체 기능보다 늦게 나타나는 것이 아니라 오히려 인지 및 민첩성 저하보다 먼저 발생한다고 보고하여[31] 상체 근력 유지가 독립성과 삶의 질 유지에 핵심적임을 보여 준다. Lima 등[32]은 Arm Curl 테스트가 근감소증을 구분하는 유용한 검사임을 제시하였으며, 1회 수행이 증가할수록 근감소증 발생 위험이 남성은 22%, 여성은 17% 감소한다고 보고하였다. 따라서 상체 근력의 향상이 노인의 근감소증 예방 및 기능적 독립성 유지하는 중요한 전략임을 뒷받침한다.

한편, Chair Stand 동작은 단순히 무릎 펴는 근육뿐 아니라, 몸통 안정성, 균형 기능이 동시에 요구되는 복합적 기능적 검사로[33-35] 노쇠 위험을 평가하는 중요한 바이오마커로 활용된다. 실제로 계단 오르거나 의자에서 일어나기와 같은 기능적 활동에서 어려움은 낮은 HGS와도 관련이 있으며, 이는 하체 근력 기능의 저하가 독립적 활동 유지에 큰 제약이 됨을 의미한다[36]. 선행연구에 의하면 HGS와 하체 근력 간에는 중등도의 상관관계가 있으며, 연령 증가에 따라 Chair Stand 수행 능력은 남성에서 매년 0.318, 여성에서 0.350씩 감소하는 것으로 보고되었다[14]. 특히 여성의 경우 하체 근력 감소 속도가 더 빠르다는 점[14] HGS 저하가 노인 여성의 하체 근력 저하와 더욱 밀접하게 관련됨을 시사한다.

그러나 Chair Stand는 손 근육이 직접적으로 관여하지 않기 때문에 HGS와는 상관성이 제한적일 수 있다. 따라서 HGS는 노인의 전반적 신체기능을 예측하는데 유용한 지표이지만, Arm Curl, Chair Stand 등 다른 검사와 병행할 때 임상적·연구적 의미가 더욱 커진다고 볼 수 있다.

심폐 건강은 노인의 독립성과 기능적 능력 유지에 필수적이며, 심폐 용량은 30세 이후 감소하기 시작해 60세 이후 10년마다 약 17%씩 급격히 감소된다[37]. 이는 일상생활활동(ADL) 및 도구적 일상생활활동(IADL) 수행 능력의 저하로 이어져 노인의 의존성을 증가시킨다. 유산소 운동 능력을 유지하는 것은 심혈관 및 대사 질환의 위험을 줄일 뿐 아니라 인지기능과 관련이 있으며[38-39], 낮은 유산소 운동 능력은 기능적 이동성 감소와 직접적인 관련성을 보인다[40]. 결국 전신지구력 저하는 이환율 및 사망률의 예측인자로 작용하기 때문에[41], 조기 평가와 관리가 필요하다. 2-Minute Step Test는 이러한 전신지구력을 간단하고 실용적으로 평가할 수 있는 도구로 점수가 65회 미만

일 경우 기능적 능력이 낮음을 의미한다[42]. 특히 병원이거나 요양원 환경에서도 공간이나 장비의 제약 없이 활용 가능하다는 장점이 있다.

마지막으로 민첩성 및 동적 평형성을 평가하는 244cm Up and Go 테스트는 단순한 이동 검사에 그치지 않고 하체 근력, 균형, 반응속도, 주의력 등 신체적·인지적 요소가 동시에 요구되는 복합과제이다[43]. Chang 등[44]은 이 검사가 노쇠를 구분하는 가장 신뢰할 수 있는 도구 중 하나라고 제시했으며, 수행시간이 1초 증가할 때마다 노쇠 위험이 약 2.12% 증가한다고 보고하였다[45]. 또한 13.5초 이상일 경우 낙상 위험이 크게 증가하기 때문에 독립성과 안정성을 평가하는 중요한 지표로 활용된다[46-47]. 본 연구 결과 E 그룹은 평균 7.82초로, 독립적 생활 유지의 임상적 기준인 13.5초는 초과하지 않았으나, 다른 그룹 대비 유의하게 저하되어 초기 기능 저하의 가능성을 시사한다. 또한 나이가 들수록 균형 불안정은 증가하여 신체 흔들림(COP) 범위와 속도가 증가하며[48], 기능적 이동성이 낮은 노인에서 이 결과는 더욱 두드러진다[49]. 반대로 높은 HGS는 수행시간 단축과 관련하여[50], 악력이 상체 근력을 넘어 전신지구력, 민첩성 및 균형 기능을 포함하는 종합적인 지표임을 다시 한번 확인할 수 있다.

유연성(flexibility)은 관절이 전체 운동 범위를 통해 움직일 수 있는 능력으로 일상생활활동(ADL)과 이동성 유지에 필수적 요소이다. 그러나 본 연구에서는 상체-하체 유연성이 악력과 유의한 연관성을 보이지 않았다. 이는 본 연구 대상 노인 여성의 특성이나 측정 방법 차이 등에 기인할 수 있으며 유연성이 낮은 경우 신체 활동 수준이 낮고[51], 근육량 및 근력 저하[52]와 관련될 가능성이 있다는 기존 연구 결과를 고려할 때 유연성과 노쇠 간의 관계를 규명하기 위해 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. Conclusions

본 연구는 악력 수준에 따라 구분된 노인 여성을 대상으로 SFT 각 항목에서의 수행 능력 차이를 분석하고자 하였다. 이를 통해 악력이 단순한 근력 지표를 넘어 전반적인 신체기능과 근력 저하를 예측할 수 있는 유용한 선별 지표로 작용할 수 있는지를 규명하고자 하였다.

본 연구 결과 악력 수준별 노인체력검사에서 악력이 높은 그룹(A,B,C)에 비해 50 백분위 이하 그룹(D, E)에서는 하체 근력(Chair Stand), 전신지구력(2 Minute Step)과 민첩성 및 동적 평형성(244cm Up and Go)이 유의한 저하

를 보였으며 특히 25 백분위 이하 그룹(E)에서는 상체 근력 (Arm Curl)이 유의한 낮은 것으로 나타났다. 또한 악력은 상체 근력, 하체 근력, 전신지구력, 민첩성 및 동적 평형성과 유의한 상관관계를 보여 높을수록 상체·하체 근력, 전신 지구력, 민첩성과 동적 평형성이 높다고 할 수 있다.

이상의 결과를 종합해 보면 악력은 노쇠에 따른 체력 변화 평가하는데 활용될 수 있으며 유연성을 제외한 신체기능을 반영하는 지표임을 제안한다. 나아가 고위험군을 조기에 식별하고 적절한 개입을 통해 질병 및 사망을 예방할 수 있는 실질적 근거를 제공할 것으로 판단된다.

다만, 본 연구는 특정 지역의 노인 여성만을 대상으로 수행되었고 단면 연구 설계라는 제한이 있어 결과를 일반화하거나 인과 관계를 확정하는 데에는 한계가 있다. 향후 다양한 집단을 포함한 장기 추적 연구를 통해 연구 결과의 타당성을 확인할 필요가 있다.

REFERENCES

- [1] World Health Organization, World report on ageing and health. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2015.
- [2] C. M. Germain, E. Vasquez, J. A. Batsis, and D. R. McQuoid, "Sex, race and age differences in muscle strength and limitations in community dwelling older adults: Data from the Health and Retirement Survey (HRS)," *Archives of Gerontology and Geriatrics*, Vol. 65, pp. 98-103, Jul.-Aug. 2016. DOI: 10.1016/j.archger.2016.03.007
- [3] A. Trombetti, K. F. Reid, M. Hars, F. R. Herrmann, E. Pasha, E. M. Phillips, and R. A. Fielding, "Age-associated declines in muscle mass, strength, power, and physical performance: impact on fear of falling and quality of life," *Osteoporosis International*, Vol. 27, No. 2, pp. 463-471, Feb. 2016. DOI: 10.1007/s00198-015-3236-5
- [4] L. Lera, C. Albala, B. Leyton, C. Márquez, B. Angel, R. Saguez, and H. Sánchez, "Reference values of hand-grip dynamometry and the relationship between low strength and mortality in older Chileans," *Clinical Interventions in Aging*, Vol. 13, pp. 317-324, Feb. 2018. DOI: 10.2147/CIA.S152946
- [5] S. Y. Kang, J. Lim, and H. S. Park, "Relationship between low handgrip strength and quality of life in Korean men and women," *Quality of Life Research*, Vol. 27, pp. 2571-2580, 2018. DOI: 10.1007/s11136-018-1920-6
- [6] T. Lang, T. Strepper, P. Cawthon, K. Baldwin, D. R. Taaffe, and T. B. Harris, "Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment," *Osteoporosis International*, Vol. 21, No. 4, pp. 543-559, Apr. 2010. DOI: 10.1007/s00198-009-1059-y
- [7] T. J. Doherty, "Invited review: aging and sarcopenia," *Journal of Applied Physiology*, Vol. 95, No. 4, pp. 1717-1727, Oct. 2003. DOI: 10.1152/jappphysiol.00347.2003
- [8] L. Bianchi, L. Ferrucci, A. Cherubini, M. Maggio, S. Bandinelli, E. SaviNo, et al., "The predictive value of the EWGSOP definition of sarcopenia: results from the InCHIANTI study," *Journal of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, Vol. 71, No. 2, pp. 259-264, Feb. 2016. DOI: 10.1093/geronol/glv129
- [9] M. H. Lenardt, M. A. BiNotto, N. H. K. Carneiro, C. Cechinel, S. E. Betiolli, and T. M. Lourenço, "Handgrip strength and physical activity in frail elderly," *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, Vol. 50, pp. 86-92, Feb. 2016. DOI: 10.1590/S0080-623420160000100012
- [10] J. Y. Jang and J. Kim, "Association between handgrip strength and cognitive impairment in elderly Koreans: a population-based cross-sectional study," *Journal of Physical Therapy Science*, Vol. 27, No. 12, pp. 3911-3915, 2015. DOI: 10.1589/jpts.27.3911
- [11] A. J. Cruz-Jentoft, F. Landi, E. Topinková, and J. P. Michel, "Understanding sarcopenia as a geriatric syndrome," *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, Vol. 13, No. 1, pp. 1-7, Jan. 2010. DOI: 10.1097/MCO.0b013e328333c1c1
- [12] T. N. Menezes and M. Marucci, "Trends in body fat and muscle mass among elderly individuals in Fortaleza, Ceará State, Brazil," *CaderNos de Saúde Pública*, Vol. 23, pp. 2887-2895, Dec. 2007. DOI: 10.1590/S0102-311X2007001200010
- [13] M. McLeod, L. Breen, D. L. Hamilton, and A. Philp, "Live strong and prosper: the importance of skeletal muscle strength for healthy ageing," *Biogerontology*, Vol. 17, No. 3, pp. 497-510, Jan. 2016. DOI: 10.1007/s10522-015-9631-7
- [14] P. J. Pan, N. W. Hsu, M. J. Lee, Y. Y. Lin, C. C. Tsai, and W. S. Lin, "Physical fitness and its correlation with handgrip strength in active community-dwelling older adults," *Scientific Reports*, Vol. 12, No. 1, pp. 17227, Oct. 2022. DOI: 10.1038/s41598-022-21736-w
- [15] L. K. Chen, J. Woo, P. Assantachai, T. W. Auyeung, M. Y. Chou, K. Iijima, ... H. Arai, "Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment," *Journal of the American Medical Directors Association*, Vol. 21, No. 3, pp. 300-307, March. 2020. DOI: 10.1016/j.jamda.2019.12.012
- [16] C. Musalek and S. Kirchengast, "Grip strength as an indicator of health-related quality of life in old age—a pilot study," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 14, No. 12, pp. 1447, Nov. 2017. DOI: 10.3390/ijerph14121447
- [17] A. E. Kane and S. E. Howlett, "Spelunking the biology of frailty," *Mechanisms of Ageing and Development*, Vol. 182, 2019, Art. No. 111123. DOI: 10.1016/j.mad.2019.04.005

- [18] K. Rockwood and S. E. Howlett, "Age-related deficit accumulation and the diseases of ageing," *Mechanisms of Ageing and Development*, Vol. 180, pp. 107-116, Jun. 2019. DOI: 10.1016/j.mad.2019.04.005
- [19] D. Kim, S. Park, Y. Kim, and K. Oh, "Prevalence of low hand-grip strength in the elderly," *Public Health Weekly Report*, Vol. 15, No. 19, pp. 1280-1287, 2022.
- [20] R. W. Bohannon, A. Peolsson, N. Massy-Westropp, J. Desrosiers, and J. Bear-Lehman, "Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis," *Physiotherapy*, Vol. 92, No. 1, pp. 11-15, Mar. 2006. DOI: 10.1016/j.physio.2005.05.003
- [21] R. E. Rikli and C. J. Jones, *Senior Fitness Test Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2013.
- [22] S. H. Kim, T. Kim, J. C. Park, and Y. H. Kim, "Usefulness of hand grip strength to estimate other physical fitness parameters in older adults," *Scientific Reports*, Vol. 12, No. 1, pp. 17496, Oct. 2022. DOI: 10.1038/s41598-022-22477-6
- [23] Y. R. Choe, J. R. Jeong, and Y. P. Kim, "Grip strength mediates the relationship between muscle mass and frailty," *J. Cachexia Sarcopenia Muscle*, Vol. 11, No. 2, pp. 441-451, Apr. 2020. DOI: 10.1002/jcsm.12510
- [24] A. J. Cruz-Jentoft, G. Bahat, J. Bauer, et al., "Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis," *Age and Ageing*, Vol. 48, No. 1, pp. 16-31, Jan. 2019. DOI: 10.1093/ageing/afy169
- [25] R. Qaisar, M. A. Hussain, F. Franzese, A. Karim, F. Ahmad, A. Awad, et al., "Predictors of the onset of low handgrip strength in Europe: a longitudinal study of 42,183 older adults from 15 countries," *Aging Clin. Exp. Res.*, Vol. 36, No. 1, pp. 162-172, August. 2024. DOI: 10.1007/s40520-024-02800-z
- [26] D. G. Taekema, J. Gussekloo, A. B. Maier, R. G. J. Westendorp, and A. J. M. de Craen, "Handgrip strength as a predictor of functional, psychological and social health: a prospective population-based study among the oldest old," *Age and Ageing*, Vol. 39, No. 3, pp. 331-337, May 2010. DOI: 10.1093/ageing/afq022
- [27] R. Cooper, D. Kuh, C. Cooper, C. R. Gale, D. A. Lawlor, F. Matthews, et al., "Objective measures of physical capability and subsequent health: a systematic review," *Age Ageing*, Vol. 40, No. 1, pp. 14-23, Jan. 2011. DOI: 10.1093/ageing/afq117
- [28] R. Pedrero-Chamizo, A. Gómez-Cabello, A. Meléndez, S. Vila-Maldonado, L. EspiNo, N. Gusi, et al., "Higher levels of physical fitness are associated with a reduced risk of suffering sarcopenic obesity and better perceived health among the elderly: the EXERNET multi-center study," *J. Nutr. Health Aging*, Vol. 19, No. 2, pp. 211-217, Feb. 2015. DOI: 10.1007/s12603-014-0530-4.
- [29] E. Fuller-Thomson, B. Yu, A. Nuru-Jeter, J. M. Guralnik, and M. Minkler, "Basic ADL disability and functional limitation rates among older Americans from 2000-2005: The end of the decline?," *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, Vol. 64, No. 12, pp. 1333-1336, Sep. 2009. DOI: 10.1093/gerona/glp130
- [30] B. Lundgren-Lindquist and L. Sperling, "Functional studies in 79-year-olds. II. Upper extremity function," *Scand. J. Rehabil. Med.*, Vol. 15, No. 3, pp. 117-123, Sep. 1983.
- [31] D. Seidel, N. Crilly, F. E. Matthews, C. Jagger, P. J. Clarkson, and C. Brayne, "Patterns of functional loss among older people: A prospective analysis," *Hum. Factors*, Vol. 51, No. 5, pp. 669-680, Oct. 2009. DOI: 10.1177/0018720809353597
- [32] A. B. D. Lima, F. Baptista, D. Henriques-Neto, A. D. A. Pinto, and E. R. Gouveia, "Symptoms of sarcopenia and physical fitness through the senior fitness test," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, Vol. 20, No. 3, pp. 2711, Feb. 2023. DOI: 10.3390/ijerph20032711
- [33] C. M. Germain, E. Vasquez, J. A. Batsis, and D. R. McQuoid, "Sex, race and age differences in muscle strength and limitations in community dwelling older adults: Data from the Health and Retirement Survey (HRS)," *Arch. Gerontol. Geriatr.*, Vol. 65, pp. 98-103, July-Augus. 2016. DOI: 10.1016/j.archger.2016.03.007
- [34] R. C. van Lummel, J. Evers, M. Niessen, P. J. Beek, and J. H. van Dieën, "Older adults with weaker muscle strength stand up from a sitting position with more dynamic trunk use," *Sensors*, Vol. 18, No. 5, pp. 1238, Apr. 2018. DOI: 10.3390/s18041235
- [35] S. R. Lord, S. M. Murray, K. Chapman, B. Munro, and A. Tiedemann, "Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in older people," *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, Vol. 57, No. 8, pp. M539-M543, Aug. 2002. DOI: 10.1093/gerona/57.8.M539
- [36] V. Strandkvist, A. Larsson, M. Pauelsen, et al., "Hand grip strength is strongly associated with lower limb strength but only weakly with postural control in community-dwelling older adults," *Arch. Gerontol. Geriatr.*, Vol. 94, pp. 104345, May-June 2021. DOI: 10.1016/j.archger.2021.104345
- [37] J. L. Fleg, C. H. Morrell, A. G. Bos, L. J. Brant, L. A. Talbot, J. G. Wright, et al., "Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults," *Circulation*, Vol. 112, No. 5, pp. 674-682, July. 2005. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.545459
- [38] C. R. Wendell, J. Gunstad, S. R. Waldstein, J. G. Wright, L. Ferrucci, and A. B. Zonderman, "Cardiorespiratory fitness and accelerated cognitive decline with aging," *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, Vol. 69, No. 4, pp. 455-462, April. DOI: 10.1093/gerona/glt144
- [39] W. Zhu, S. P. Hooker, Y. Sun, M. Xie, H. Su, and J. Cao, "Associations of cardiorespiratory fitness with cardiovascular disease risk factors in middle-aged Chinese women: a cross-sectional study," *BMC Women's Health*, Vol. 14, No. 1,

- pp. 62, May. 2014. DOI: 10.1186/1472-6874-14-62
- [40] A. Oppewal, T. I. M. Hilgenkamp, R. van Wijck, J. D. Schoufour, and H. M. Evenhuis, "Physical fitness is predictive for a decline in daily functioning in older adults with intellectual disabilities: Results of the HA-ID study," *Research in Developmental Disabilities*, Vol. 35, No. 10, pp. 2299–2315, Oct. 2014. DOI: 10.1016/j.ridd.2014.05.027
- [41] R. Pedrosa and G. Holanda, "Correlation between the walk, 2-minute step and TUG tests among hypertensive older women," *Brazilian Journal of Physical Therapy*, Vol. 13, No. 3, pp. 252–256, June 2009. DOI: 10.1590/S1413-35552009005000030
- [42] R. E. Rikli and C. J. Jones, "Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years," *Gerontologist*, Vol. 53, No. 2, pp. 255–267, Apr. 2013. DOI: 10.1093/geront/gns071
- [43] G. M. Savva, O. A. DoNoghue, F. Horgan, C. O'Regan, H. Cronin, and R. A. Kenny, "Using timed up-and-go to identify frail members of the older population," *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, Vol. 68, No. 4, pp. 441–446, Apr. 2013. DOI: 10.1093/gerona/gls190
- [44] S. F. Chang, R. S. Yang, T. C. Lin, S. C. Chiu, M. L. Chen, and H. C. Lee, "The discrimination of using the short physical performance battery to screen frailty for community-dwelling elderly people," *Journal of Nursing Scholarship*, Vol. 46, No. 3, pp. 207–215, May 2014. DOI: 10.1111/jnu.1206
- [45] G. Furtado, M. Patrício, M. Loureiro, A. M. Teixeira, and J. P. Ferreira, "Physical fitness and frailty syndrome in institutionalized older women," *Percept. Mot. Skills*, Vol. 124, No. 4, pp. 754–776, Aug. 2017. DOI: 10.1177/0031512517709915
- [46] E. Barry, R. Galvin, C. Keogh, F. Horgan, and T. Fahey, "Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis," *BMC Geriatrics*, Vol. 14, No. 1, p. 14, Feb. 2014. DOI: 10.1186/1471-2318-14-14
- [47] D. Schoene, S. M. Wu, A. S. Mikolaizak, J. C. Menant, S. T. Smith, K. Delbaere, et al., "Discriminative ability and predictive validity of the timed up and go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis," *J. Am. Geriatr. Soc.*, Vol. 61, No. 2, pp. 202–208, Feb. 2013. DOI: 10.1111/jgs.12106
- [48] D. Roman-Liu, "Age-related changes in the range and velocity of postural sway," *Arch. Gerontol. Geriatr.* Vol. 77, pp. 68–80, Nov. 2018. DOI: 10.1016/j.archger.2018.04.001
- [49] X. Wang, Y. Ma, J. Wang, P. Han, R. Dong, L. Kang, et al., "Mobility and muscle strength together are more strongly correlated with falls in suburb-dwelling older Chinese," *Scientific Reports*, Vol. 6, No. 1, pp. 25420, May 2016. DOI: 10.1038/srep25420
- [50] I. K. Pratama and S. Setiati, "Correlation between hand grip strength and functional mobility in elderly patients," *J. Phys.: Conf. Ser.*, Vol. 1073, No. 4, p. 042034, Aug. 2018. DOI: 10.1088/1742-6596/1073/4/042034
- [51] S. Knaeps, J. G. Bourgois, R. Charlier, E. Mertens, and J. Lefevre, "Associations between physical activity and health-related fitness –Volume versus pattern," *Journal of Sports Sciences*, Vol. 35, No. 6, pp. 539–546, 2017. DOI: 10.1080/02640414.2016.1178393
- [52] A. Wiśniowska-Szurlej, A. Ćwirlej-Sozańska, N. Wołoszyn, B. Sozański, and A. Wilmowska-Pietruszyńska, "Association between handgrip strength, mobility, leg strength, flexibility, and postural balance in older adults under long-term care facilities," *BioMed Research International*, Vol. 2019, No. 1, pp. 1042834, 2019. DOI: 10.1155/2019/1042834

Authors



Jin-Wook Lee received his Bachelor's degree from Korea University in 1999, and later earned both his Master's degree in Sports Medicine (2010) and Doctorate in Exercise Injury (2017) from Dankook University, Korea.

Dr. Lee is currently a Professor in the Department of Exercise Prescription and Rehabilitation, College of Sports Science, at Dankook University, Korea. His research focuses on sports rehabilitation, sports medicine, exercise injury, and exercise physiology, with a particular interest in applying digital healthcare to enhance athletic performance and support effective recovery.



Yong-Hyun Byun received a B.S., M.S. and Ph.D. degrees in the Department of Physical Education and Sports Science at Korea University, Korea, in 1994, 1996 and 2003, respectively.

Dr. Byun is currently an Associate Professor at the Department of Sports Medicine at Dankook University, Korea. His research interests include sports medicine, exercise physiology, exercise testing and prescription, and health science.