

스위스볼을 이용한 코어 저항 운동이 농업 여성노인의 근감소증 지표에 미치는 영향

박우영[†]

단국대학교 스포츠과학대학원
(2019년 6월 4일 접수: 2019년 12월 29일 수정: 2019년 12월 30일 채택)

Effect of core exercise with swiss ball on sarcopenia index in agriculture older women

Woo-Young Park[†]

Department of Sport Medicine
(Received June 4, 2019; Revised December 29, 2019; Accepted December 30, 2019)

요 약 : 이 연구의 목적은 코어 저항 운동이 농업 여성노인들의 근감소증 지표에 미치는 영향을 보고자 하였다. 이 연구에 참여한 피검자는 65세 이상의 천안시 거주 농업 여성노인 15명과 통제군 여성 15명으로 하였다. 코어 운동군은 주 2회 60분간 코어 강화 운동을 실시하였고, 종속변인인 근감소증 지표로는 악력, 의자 앉았다 일어서기, 근육의 면적과 단기운동수행력으로 4m 보행, 2.44m 걷기 및 400m 걷기를 실시하였다. 코어 저항 운동 결과 의자 앉았다 일어서기의 유의한 개선을 보였으나 근단면적에서는 집단 간에 유의한 차이를 보였다. 또한 단기운동수행 능력 중 4m 보행속도에서 유의한 상호작용과 2.44m 왕복걷기와 400m 걷기에서는 유의한 개선을 보이는 것으로 나타났다. 이상과 같이 코어 저항 운동은 근육의 활성화로 인해 하체근육 및 단기 운동수행능력을 개선을 가져오는 것으로 판명되었다.

주제어 : 스위스볼, 코어 저항 운동, 농업 여성노인, 근감소증, 단기운동수행력

Abstract : The purpose of this study was to investigate to effect of core exercise with swiss ball on sarcopenia index in agriculture older women. A total of 30 subjects(15 Ex group, 15 Con group, 65 over agriculture older woman) were participated in this study. Intervention group were assigned to performing a progressive core exercise training program for 12 weeks(2 time/week). Dependent variable were grip strength, chair stand, muscle mass, 4m gait speed, Timed up and go, and 400m walking. As a result were following. Grip strength was not significantly difference but chair stand was significantly difference in time. And muscle mass was significantly difference in groups. And 4m gait speed, Timed up and go and 400m walking were significantly difference in

[†]Corresponding author
(E-mail: golterea@hanmail.net)

time. In conclusion, lower body muscle strength and short physical performance battery by muscle activating with core muscle strength training.

Keywords : swiss ball, core exercise, agriculture older women adults, physical performance

1. 연구의 필요성

근감소증은 노인에게서 흔한 질환으로 노화에 따른 근육량의 감소로 전생애 걸쳐 발생하고 누적되며, European Working Group on Sarcopenia in Older People(EWGSOP2)은 원인으로 노화와 안드로젠(androgen) 호르몬 감소와 좌식생활, 부실한 영양 뿐만 아니라 규칙적인 신체활동과 운동부족 등이 꼽히고, 그 범주에 낮은 근력, 근육량과 신체수행력을 포함하고 있어 대사성 질환보다 더 위험한 것으로 보고하고 있다 [1]. 근감소증은 60-70세의 약 5-13%, 80세 이후 11-50%가 발병되는 것으로 나타나 [2] 고령사회에서의 근감소증에 대한 관심은 매우 중요하며, 필수적이라 할 수 있다.

인체의 코어 근육(core muscle)은 고관절과 둔부, 복부, 허리 및 대퇴를 의미하는 곳으로 속근(Type II) 근육이 가장 많이 분포되어 힘의 원천이자 하체와 상체를 연결해주는 부위로서 중요하며, 신진대사 및 걷기, 자세 유지 등 신체활동에 중요한 기능을 담당한다 [3, 4]. 선행연구에 의하면 일상 활동, 일반적 운동이나 스포츠 활동시 바닥이 편평하지 않은 곳에서 균형을 잡는 과정에서 코어 근육의 사용이 많은 것으로 보고하였다 [5]. 그러나 고령화가 이루어지면서 인체의 속근(Type II)이 우선적으로 감소하여, 특히 코어 근육의 약화는 동적 평형성, 보행속도, 기동성, 바닥에서 일어서기 및 하지 근기능(넙다리 네갈레근)이 감소되어 삶의 질을 떨어뜨리는 위험요인이기도 하다 [6, 7]. 또한 코어 근육 약화에 따른 넘어짐과 낙상에 따른 경제적, 사회적 손실에 대한 대비도 중요하기에 노화 과정에서 코어 근육의 유지와 강화의 필요성이 절실하게 요구된다고 하였다 [8].

선행연구에 의하면 86세 노인 여성들과 20대 청년 간의 코어 근육의 두께 차이는 약 40%의 차이를 보인다고 하면서 [9], 규칙적인 신체활동은 복부 주변의 근육의 크기와 기능을 유지하는데 중요하다고 하였다 [10]. 또한 근수축시

속도를 빨리 실시하는 이른바 파워 트레이닝은 전통적인 저항운동 방법보다 근비대 효과가 좋다고 하였다. 두 운동방법 비교 결과 파워 훈련군에서 70세 노인남성 상·하체 근비대의 유의한 효과 [11] 및 근파워와 기능적 수행능력에서 유의한 증가를 보이는 것으로 보고하였다 [12]. 한편 근감소증과 낙상 예방을 위해 유산소운동과 저항운동이 가미된 복합운동인 서킷 트레이닝이 노인들의 심폐지구력, 근력 및 체지방 체성분과 HDL-c에서 유의한 개선을 보이는 것으로 보고하였다 [13].

이와 같이 저항운동 및 서킷 운동이 근육에 미치는 긍정적 측면을 제시되고 있는 가운데 [13, 14], 현재 우리나라 고령 농업인의 특징은 장시간 구부려 앉아 반복적인 일을 실시하기 때문에 허리, 무릎 관절의 통증과 농부증과 같은 질환을 호소하고 있는 실정이다 [15]. 현실적으로 일부 노인들만 피트니스 시설을 이용할 뿐, 많은 농촌 여성 노인들이 이용하기엔 접근 및 경제적 부담 등으로 곤란한 경우가 대부분이다. 농촌 마을의 운동시설 및 지도자 부재는 농업인들이 겨울철 농한기에 화투나 TV보기, 놀이 등으로 보내는 경우가 대부분이다.

그러나 스위스볼을 이용한 다양한 운동은 인체 중심부 부위에 충분한 자극이 된다는 근전도 실험결과도 보고되고 있고 [16], 다채로운 응용동작이 가능하여 노인들의 저항운동 장비로 경제적이고, 효율적이며 안전한 것으로 자주 이용되고 있다 [17, 18]. 특히 소도구 이용의 장점은 다양한 동작 구현이 가능하여 지루함이 없어 중도 탈락 없이 지속적으로 흥미롭게 할 수 있다는 데 있다 [19]. 뿐만 아니라 근감소증 관련 근력, 근단면적, 및 운동수행력 향상에 이용되었다는 보고가 있어 이를 농업 노인여성에게 적용하는 일은 의미있는 일로 생각한다 [20, 21]. 현재 빠르게 고령화가 진행되고 있는 사회에서 근감소증에 대한 기준과 평가 뿐 아니라 경제 및 사회적 손실을 줄일 수 있는 근감소증 방지 운동프로그램에 대한 관심이 시급한 상황에서 인체중심부 강화

운동을 통한 농업 노인들의 근감소증 개선을 위한 연구는 의미있는 일로 생각된다.

따라서 이 연구의 목적은 12주간의 코어 저항 운동이 농업 여성 노인의 근감소증 지표에 미치는 영향을 보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 피검자

이 연구에 참여한 피검자는 65세 이상의 천안 시 거주 농업 여성노인 15명과 통제군 여성 15명으로 하였다. 피검자 간의 동질성에 대한 유의도 검사 후 실험 전 이 연구에 대한 목적, 진행 사항 등 자세한 설명과 더불어 연구에 참여하겠다는 동의서를 받은 후 실시하였다. 피검자의 신체적 특징은 다음과 같다.

2.2. 운동중재

운동집단의 운동 중재는 주 2회, 준비운동 10분, 본운동 40분, 정리운동 10분으로 총 60분으로 하였다. 반면 통제군은 주 2회 이상의 규칙적

인 운동을 하지 않도록 하였다. 코어 저항 운동 집단은 개인에 맞는 스위스볼을 이용하여 프랭크(plank), 레그레이즈(leg raise), 잭나이프(jackknife), 크런치(crunch), 브이패스(V-pass), 스쿼트(squat), 누워볼던지기(ball throw)를 10-12회 반복, 3셋, 세트 간 30초 휴식, 운동강도 RPE 11±2로 하였다. 운동강도는 주 2마다 스위스볼에 5회의 공기를 불어넣어 지면과의 접촉면을 적게하여 난이도를 높였다. 본 운동이 종료된 후 스트레칭과 레크리에이션 게임으로 정리 운동을 실시하였다.

2.3. 측정변인

2.3.1. 근감소증 검사 지표

근감소증 지표에 대한 사전 사후 검사는 식후 2시간 후에 이루어졌고, 농업 일을 하기 전 충분한 휴식과 더불어 이루어졌다. 운동 및 검사 수행에 편리하고 쾌적한 복장을 갖추었으며, 근력과 단기운동수행력 중 시간이 소요되지 않는 종목에 한하여 2회 실시하여 좋은 결과를 기록하였다. 사전 사후 검사 및 기록은 훈련된 전문가에 의해

Table 1. The characteristic of subjects(M±SD)

Groups	Age(yr)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI
Ex (n=15)	72.14±3.12	158.24±4.15	58.45±3.69	25.45±4.21
Con (n=15)	73.24±3.24	157.19±3.98	57.14±4.12	24.48±3.67
<i>P</i>	.442	.214	.315	.247

Table 2. Core exercise program

Items	Methods	Com
Warm up	Walking Dynamic stretching	10min
Exercise	Plank Leg raise Jackknife Crunch V-pass Squat Ball throw	40min 10-12times 3set 30sec rest
Cool dawn	Recreation game	10min

동일 시간 및 동일 장소에서 실시되었다.

(1) 근력 : 근력검사는 상체근력과 하체근력으로 실시하는데 상체근력으로 ‘악력’검사를 실시하였고, 악력기를 자신의 손가락에 맞게 맞춘 후 몸을 흔들지 않고 제자리에 서서 팔힘으로 최대한 당긴 결과를 kg 단위로 기록하였다. 하체근력으로는 ‘의자 앉았다 일어서기’ 5회를 실시하였다. 자신의 신체에 맞게 의자 높이를 조절한 후 최대한 빨리 의자에 5회 앉았다 일어서기를 반복하게 하였다.

(2) 근단면적 : 피검자의 근육량은 Inbody 3.0을 이용하여 측정하였다. 사지근육량에서(appendicular skeletal muscle mass : ASM)에서 신장의 제곱으로 나눈 값(ASM/cm²) 남성과 여성의 기준치는 표<2>와 같다.

(3) 단기운동수행력 : 단기운동수행력은 ‘보행속도’를 실시하였는데 6m의 선을 정해놓고, 시작 1m와 끝 1m를 뺀 평소 일반적인 걸음걸이 속도로 걷는 4m를 초단위로 측정하였다. ‘2.44m 왕복걷기’로 동적평형성을 측정하였는데 의자에 앉아 ‘시작’이라는 구령하에 의자에서 일어나 2.44m 앞에 있는 콘을 최대한 빨리 돌아 제자리까지 앉기까지 걸리는 시간을 초단위로 측정하였다. ‘400m 걷기’로 전신지구력을 측정하였는데 20m를 설정한 후 왕복걷기로 20회 실시하여 기록을 초단위로 측정하였다. 중간에 지속적인 걷기 힘든 분을 대비하여 의자를 배치하였다.

2.3.2. 근감소증 기준치

근감소증 지표와 단기운동수행력 및 남녀 기준치는 <표 3>과 같다.

2.4. 자료처리

이 연구의 자료처리는 SPSS 21 version을 이용하여 종속변인의 평균(Mean) 및 표준편차(SD)를 구하였고, 집단 및 시간에 따른 반복이원변량분석(Two-way repeated ANOVA)을 실시하였다. 통계학적 유의수준(α)은 .05로 하였다.

3. 연구 결과

연구 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. ‘악력’은 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 ‘의자 앉았다 일어서기’는 통계적으로 시간($p<.05$) 및 상호작용(T×G)에서 유의한 개선을 보이는 것으로 나타났다($p<.01$). 근단면적은 집단 간에 유의한 차이를 보였다($p<.01$). 단기운동수행 능력 중 ‘4m 보행속도’에서 상호작용(T×G)이 유의하였고, ‘2.44m 왕복걷기’와 ‘400m 걷기’에서 시간($p<.01$)과 상호작용(T×G)에서 유의한 차이를 보였으나($p<.05$) 보행속도에서는 상호작용(T×G)이 유의한 것으로 나타났다($p<.05$).

4. 논의

이 연구의 목적은 스위스볼을 이용한 코어 저항 운동이 농업 여성노인들의 근감소증 지표에 미치는 영향을 보고자 하였다. 근감소증을 일으키는 가장 큰 원인은 스포츠나 신체 활동을 규칙적으로 하지 못하고 이른바 침상이나 앉아서 생활하는 비활동에 의한 것으로 보고되고 있다 [14], 이와는 반대로 저항운동은 근비대를 자극하

Table 3. Index and level of sarcopenia [1]

Items	Index	Level	
		M	F
Muscle strength	Grip strength	<27kg	<16kg
	Chair stand(5times)	>15sec	
Muscle mass	Muscle mass	<7.0kg/m ²	<6.0kg/m ²
Exercise performance	Gait speed(4m)	≤ 0.8m/s	
	2.44m up and go	≥ 20sec	
	400m walking	≥ 6m	

Table 4. Results of sarcopenia

(M±SD)

Variables		Groups	Pre	Post		F	P
Muscle strength	Grip strength(kg)	Ex	16.40±.70	16.45±.73	Time	.759	.391
		Con	16.73±.96	16.53±.99	Group	2.211	.052
	Chair stand (times)	Ex	7.40±.82	7.13±.74	T×G	4.133	.148
		Con	6.90±.63	7.20±.56	Time	12.100	.002**
					Group	.515	.479
			Con	6.90±.63	7.20±.56	T×G	16.900
Time	2.802					.105	
Muscle mass(kg/m ²)	Con	8.09±.48	7.44±.34	Group	12.323	.002**	
				T×G	3.422	.075	
S P P B	4m gait speed(sec)	Ex	.62±.07	.63±.04	Time	2.036	.165
		Con	.58±.05	.64±.05	Group	4.148	.051
	2.44m up and go (sec)	Ex	4.53±1.35	3.70±.91	T×G	8.145	.008**
		Con	4.47±.63	4.51±.86	Time	18.543	.000**
	400m walking (sec)	Ex	5.25±.09	5.25±.06	group	1.079	.308
		Con	5.13±.08	5.21±.06	T×G	9.086	.005*
		Con	5.13±.08	5.21±.06	Time	30.229	.000**
					group	2.620	.117
					T×G	9.780	.004**

EX : exercise group. CON : control group. SPPB : short physical performance battery. * <.05 ** <.01

고 근력을 증가시키는데 저항운동에 의한 단백질 합성과 재생을 해주기 때문에 [22] 본 연구자는 중심부강화 운동을 실시했을 경우 농업여성노인의 근감소증 예방에 어떻게 영향을 미치는지 보고자 하였다.

연구 결과 ‘악력’과 ‘근단면적’ ‘보행속도’에서는 유의한 개선은 보이지 않았으나 ‘의자 앉았다 일어서기’ ‘2.44m 왕복걷기’와 ‘400m 걷기’에서 운동의 효과를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 인체의 중심부 이른바 코어(core) 근육을 자극하는 다양한 운동형태에 의한 스트레스가 작용한 결과로 생각되며, 악력에서 유의한 개선이 없는 것은 비록 악력이 전체적인 근력과 상관관계가 높다하더라도 팔근육을 강화하는 운동프로그램이 따로 포함되지 않았기 때문으로 생각된다. 인체 중 골격근은 대사기능과 인체의 중심이 되어 균형능력과 골밀도 유지, 기초대사량 유지 등 다양한 역할을 하기 때문에 노화과정에서 근력의 손실은 다양한 폐해를 주기 때문에 근육의 노화를 최대한 지연시키지 않으면 안될 것이다. 선행 연구에서는 점진적인 저항운동은 근육이나 근력을 개선시키는 것으로 보고하여 [23] 이 연구와는 대동소이한 결과를 보이는 것으로 생각한다.

많은 연구자들이 근육의 노화를 늦추기 위한 다양한 방법들이 시도되고 있는 가운데 규칙적인 저항운동에 의한 상체근육의 강화는 노인들의 신체적 기능을 향상시키고, 근골격계 질환 예방에 큰 역할을 하기 때문에 중요하다고 보고하였다 [10]. 그러나 본 연구에서는 악력에서 유의한 개선이 보이지 않은 것은 농업인은 일상에서 작물재배 및 수확에 따른 손을 쓰는 일이 잦아 적용되어 스위스볼 운동의 효과는 악력에 크게 작용하지 못한 것으로 생각된다. 특히 근력 중 ‘의자 앉았다 일어서기’는 하체근력을 평가하는 지표로 일상생활에서 걷거나 바다 및 의자에서 앉았다 일어서는 기능으로 낙상예방과 혹은 당뇨 등의 대사성 질환 예방을 위해 하체근육의 유지는 노년 건강을 지키는 척도로서 중요하다 할 수 있다 [6, 7]. 그러한 의미에서 ‘의자 앉았다 일어서기’의 개선은 의미있는 결과로 선행연구에서도 10주간의 저항운동이 ‘의자 앉았다 일어서기’의 개선을 보였다 [12] 는 것으로 보아 본 연구와 동일한 결과를 보이는 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 12주간의 저항운동이 하체근육의 개선을 가져왔다 [24] 는 보고는 종속변인 종목상의 차이가 있었을 뿐 규칙적인 저항운동은 하체근육의

활성화 개선에 유의하다는 것을 알 수 있는 결과로 생각된다.

또한 근단면적에서도 유의한 개선은 보이지 않았다. 선행연구에서 점진적인 운동을 했을 경우 노인들의 단백질 합성률이 청년들과 유사한 것으로 나타났으나 [25] 본 연구에서의 근단면적은 유의하지 않아 운동에 의한 단백질 합성과 근육의 비대는 크게 이루어지지 않은 것으로 판단할 수 있겠다. 저항 운동은 근육의 크기나 단면적을 증가시키는데 특히 지근(Type I)보다는 속근(Type IIa & IIx)에서 긍정적 변화가 발생한다고 하였으나 [26] 본 연구에서는 상반되는 결과를 보였다. 그러나 본 연구에서는 근비대는 보이지 않았으나 인체수행능력은 좋아지는 것으로 [22]의 연구와 동일한 연구 결과로 판단된다. 아무래도 본 연구에서 유의한 결과를 보이지 않은 것은 피검자가 여성에 의한 호르몬이나 노화에 의한 사구체 단백질 합성의 한계로 생각된다. 그럼에도 불구하고 비운동시 근노화의 진행속도가 빨라지기에 지속적인 저항운동이나 근육에 에너지를 공급하는 유산소 운동을 실시하지 않으면 안될 것이다.

한편 선행연구에서도 근감소증 환자들의 기능 개선을 위한 저항성 운동이 균형능력 및 유연성 등 체력 증진에 기여한다는 [27] 선행연구와 같이 '2.44m 왕복걷기'의 개선은 동적 평형능력을 개선시키는 것으로 선행연구와 동일한 것으로 판단된다. 동적 평형성이 중요한 것은 본 연구에서 실시한 '2.44m 걷기' 검사에서 3.5초 이상 걸리는 노인들의 경우 그렇지 않은 노인들에 비해 낙상 가능성이 유의하게 높은 것으로 나타나 [28] 본 연구에서도 4초대에서 3초대로의 전환이 이루어진 것은 낙상이 우려를 감소시킬 수 있는 것으로 생각된다. 또한 평형능력이 떨어진 노인들을 대상으로 고강도의 저항운동을 중재한 결과 2.44m 검사 결과 유의하게 감소하여 넘어질 확률을 20%나 감소시킨 것으로 본 연구와 동일한 결과로 생각된다 [29]. 한편 보행속도에서 개선이 보이지 않은 것은 걷기는 평소 일상의 행동으로 스위스볼 운동에 의한 보행의 유의한 개선은 기대하기 힘들 것으로 생각된다.

한편 '400m 걷기'는 호흡순환계나 다리근력의 정도를 동시에 평가하는 수단으로 저항운동에 의한 유의한 개선은 선행연구에서 밝혔듯 저항운동에 의한 장거리보행 수행능력이 향상되었다는 결과와 동일한 것으로 생각된다 [30]. 또한 근육

량이나 근력이 개선되었다 해도 기능적 수행능력이 반드시 좋아진다는 보장은 없지만, 근기능 저하에 따른 쇠약이나 넘어짐 같은 질환은 예방할 수 있다는 측면에서 가치가 있는 것으로 생각된다. 그렇기 때문에 1,600명의 좌식생활자를 대상으로 한 저항운동 후 2.6년간의 사후 유지 결과 본 연구와 같은 종속변인의 단기운동수행력에서 통제군에 비해 유의한 개선을 보였다 [31]는 보고가 있어 저항운동의 중요성을 제시해 주기도 하였다.

결과적으로 저항운동이 근량, 근력 및 신체수행력에서 이득을 본다 [32]는 선행연구처럼 본 연구에서도 코어 저항 운동이 다양한 종속변인의 긍정적인 측면을 미쳤다는 측면에서 의미를 둘 수 있겠다.

5. 결론

이 연구의 목적은 스위스볼을 이용한 코어 저항 운동이 농업 여성노인들의 근감소증 지표에 미치는 영향을 보고자 하였다. 연구 결과 코어 저항 운동은 '의자 앉았다 일어서기'에서 유의한 개선을 보였으며, 단기운동수행능력 중 '2.44m 왕복걷기'와 '400m 걷기'에서도 유의한 개선을 보이는 것으로 나타났다. 이상과 같이 코어 저항 운동은 근활성화에 의한 하체근육 및 단기운동수행능력을 개선을 가져오는 것으로 판명되었다. 차후 과제는 근감소증으로 판정된 노인들을 대상으로 한 운동과 근감소증 지표 변화에 대하여 연구해야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2019년도 단국대학교 교내연구비 지원에 의해 연구되었음.

References

1. A. J. Cruz-Jentoft, G. Bahat, J. Bauer, Y. Boirie, O. Bruyère, T. Cederholm, C. Cooper, F. Landi, Y. Rolland, A. A. Sayer, S. M. Schneider, C. C. Sieber, E. Topinkova, M. Vandewoude, M. Visser,

- M. Zamboni, "Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2", *Age Ageing*, Vol 48, No.1 pp. 16-31, (2019).
2. J. E. Morley, "Sarcopenia: diagnosis and treatment", *Journal of Nutrition Health Aging*, Vol 12, pp. 452-4526, (2008).
 3. J. F. Bean, D. K. Kiely, S. LaRose, J. Alian, W. R. "Is stair climb power a clinically relevant measure of leg power impairments in at-risk older adults?" *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol 88, No.5 pp. 604-609. (2007).
 4. W. R. Willy, I. S. Davis, "Effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat", *Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy*, Vol 41, No. 9 pp. 625-632, (2011).
 5. J. Calatayuda, S. Borreania, J. Martinb, F. Martina, J. Flandezc, J. C. Coladoa, "Core muscle activity in a series of balance exercises with different stability conditions", *Gait & Posture*, Vol 42, No.2 pp. 186-192, (2015).
 6. L. Z. Rubenstein, K. R. Joshepson, "The epidemiology of falls and syncope", *Clinical Geriatric Medicine*, Vol 18, No. 2 pp. 141-158, (2002).
 7. T. Yokoya, S. Demura S, Sato, S. "Fall risk characteristics of the elderly in an exercise class", *Journal of Physiology Anthropology*, Vol 27, No. 1 pp. 25-32, (2008).
 8. J. M. Fabre, R. Ellis, M. Kosma, R. H. Wood, "Falls risk factors and a compendium of falls risk screening instruments", *Journal of Geriatric Physical Therapy*, Vol 33, No.4 pp. 184-197, (2010).
 9. M. Ota, T. Ikezoe, K. Kaneoka, N. Ichihashi, "Age-related changes in the thickness of the deep and superficial abdominal muscles in women", *Arch Gerontology Geriatric*, Vol 55, No.2 pp. 26-30, (2012).
 10. W. A. Cuellar, A. Wilson, C. L. Blizzard, P. Otahal, M. L. Callisaya, G. Jones, J. A. Hides, T. M. Winzenberg, "The assessment of abdominal and multifidus muscle and their role in physical function in older adults", *Physiotherapy*, Vol 103, pp. 21-39, (2017).
 11. W. Nogueira, P. Gentil, S. N. Mello, R. J. Oliveira, A. J. Bezerra, M. Bottaro, "Effects of power training on muscle thickness of older men", *International Journal of Sports Medicine*, Vol 30, No.3 pp. 200-204, (2009).
 12. M. Bottaro, S. N. Machado, W. Nogueira, R. Scales, W. Veloso, "Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men", *European Journal of Applied Physiology*, Vol 99, No.3 pp. 257-264, (2007).
 13. D. S. Bocalini, L. S. Lima, S. de Andrade, A. Madureira, R. L. Rica, R. N. dos Santos, A. J. Serra, J. A. Silva, D. R. Rodriguez, A. F. Figueira, F. L. Pontes, "Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women". *Clinical Interventions in Aging*, Vol 7, pp. 551-556, (2012).
 14. N. Montero-Fernández, J. A. Serra-Rexach, "Role of exercise on sarcopenia in the elderly", *European Journal of Physiology Rehabilitation Medicine*, Vol 49, No.1 pp. 131-143, (2018).
 15. H. S. Kim, "The development and effects of community health promotion project for the farmers cultivating garlic", Doctoral thesis, Gyeongsang National Univ Graduate school, (2010).
 16. R. Escamilla, C. Lewis, "Muscle Activation among supine, prone, and side position exercise with and without a swiss ball",

- Physical Therapy*, pp 372–379, (2016).
17. T. Yasuda, K. Fukumura, H. Iida, T. Nakajima, "Effect of low-load resistance exercise with and without blood flow restriction to volitional fatigue on muscle swelling", *European Journal of Applied Physiology*, Vol . 115, No.5 pp. 919–926, (2015).
 18. K. M. Chen, W. S. Tseng, H. T. Huang, C. H. Li, "Development and feasibility of a senior elastic band exercise program for aged adults", *Journal of Manipulative Physiology Therapy*, Vol 36, No.8 pp. 505–512, (2013).
 19. J. M. Davis, N. L. Alderson, R. S. Welsh, "Serotonin and central nervous system fatigue : nutritional considerations", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol 72, pp. 573–578, (2000).
 20. C. D. Liao, J. Y. Tsauo, L. F. Lin, S. W. Huang, J. W. Ku, L. C. Chou, T. H. Liou, "Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity", *Medicine*, Vol 96, No.23 pp. 115–124, (2016).
 21. B. Franzke, B. Halper, M. Hofmann, S. Oesen, B. Pierson, A. Cremer, E. Bacher, B. Fuchs, A. Baier, A. Tosevska, E. M. Strasser, B. Wessner, K. H. Wagner, KH, "The effect of six months of elastic band resistance training, nutritional supplementation or cognitive training on chromosomal damage in institutionalized elderly", *Express Gerontology*, Vol 65, pp. 16–22, (2015).
 22. A. P. Johnston, M. De Lisio, G. Parise, "Resistance training, sarcopenia, and the mitochondrial theory of aging", *Applied Physiology Nutrition Metabolism*, Vol 33, pp. 191–199, (2008).
 23. C. J. Liu, N. K. Latham, "Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults", *Cochrane Database Systemic Review* CD002759. (2009).
 24. M. D. Peterson, M. R. Rhea, A. Sen, P. M, "Resistance exercise for muscular strength in older adults" *Ageing Research Review*, Vol 9, pp. 226–237, (2010).
 25. J. H. Holviala, J. M. Sallinen, W. J. Kraemer, M. J. Alen, K. K. Häkkinen, "Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women", *Journal of Strength Conditioning Research*, Vol 20, No.2 pp. 336–44, (2006).
 26. J. W. Heo, M. H. No, D. H. Park, J. H. Kang, H. B. Kwak, "Aging induced sarcopenia and exercise", *Asian Journal of Kinesiology*, Vol 19, pp. 43–59, (2017).
 27. R. Orr, J. Raymond, M. Fiatarone Singh, "Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults : a systematic review of randomized controlled trials", *Sports Medicine*, Vol 38, No.4 pp. 317–343, (2008).
 28. A. Shumway-Cook, S. Brauer, M. Woollacott, "Predicting the probability for falls in community dwelling older adults using the Timed up and go test", *Physical Therapy*, Vol 80, pp 896–903.
 29. J. A. Hess, M. Wollacott, "Effect of high intensity strength training on functional measures of balance ability in balance impaired older adults", *Journal of Manipulation Physiology Therapy*, Vol 28, pp 582–590.
 30. E. F. Binder, K. B. Schechtman, A. A. Ehsani, K. Steger-May, D. R. Sinacore, K. E. Yarasheski, J. O. Holloszy, "Effects of exercise training on frailty in community dwelling older adults", *American Journal of Geriatric Society*, Vol 50, pp. 1921–1928, (2002).
 31. M. Pahor, J. M. Guralnik, W. T. Ambrosius, S. Blair, D. E. Bonds, T. S. Church, M. A. Espeland, R. M. Fielding, T. M. Gill, E. J. Groessl, A. C. King, S. B. Kritchevsky, T. M. Manini, M. M. McDermott, M. E. Miller, A. B. Newman,

- W. J. Rejeski, K. M. Sink, J. D. Williamson, "Effect of structured physical activity on prevention of major mobility disability in older adults: the LIFE study randomized clinical trial", *JAMA*, Vol 311, No.23 pp. 2387-2396, (2014).
32. F. Landi, E. Marzetti, A. M. Martone, R. Bernabei, G. Onder, "Exercise as a remedy for sarcopenia", *Current Opinion in Clinical Nutrition Metabolic Care*, Vol 17, pp 25-31, (2014).