

## 6주간 야외용 운동기구를 사용한 저항운동이 노인 여성의 무릎신전근 기능 및 구조에 미치는 영향

최동성<sup>1</sup>·김진선<sup>1</sup>·김동일<sup>3</sup>·전용관<sup>3</sup>·원영신<sup>3</sup>·이해동<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> 연세대학교 대학원 체육학과 <sup>2</sup> 연세대학교 교육과학대학 체육교육과 <sup>3</sup> 연세대학교 교육과학대학 스포츠레저학과

### Effects of Six-week Resistance Exercise using an Outdoor Knee Extension Machine on Function and Structure of the Knee Extensor Muscles

Dong-Sung Choi<sup>1</sup>·Jin-Sun Kim<sup>1</sup>·Dong-Il Kim<sup>3</sup>·Justin-Y Jeon<sup>3</sup>·Young-Shin Won<sup>3</sup>·Hae-Dong Lee<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education, Graduate School of Yonsei University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Physical Education, College of Science in Education, Yonsei University, Seoul, Korea

<sup>3</sup>Department of Sports and Leisure Studies, College of Science in Education, Yonsei University, Seoul, Korea

Received 30 April 2012; Received in revised form 30 May 2012; Accepted 21 June 2012

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of leg extension exercises performed on outdoor resistance exercise machines on knee extension muscle strength and quadriceps muscle group cross sectional area (CSA) in elderly women. Two groups were recruited for this study, including an exercise group (EG: n=13, 71.38±2.79 yrs) and a control group (CG: n=5, 73.4±5.94). In all subjects, maximum isometric and isokinetic muscle strength of knee flexion and extension were measured using an isokinetic dynamometer (Cybex® Humac Norm Testing & Rehabilitation System, USA). Quadriceps muscle group CSA were measured using MRI (Philips, Intera 1.5 T, NE Netherlands). The results of this study showed that post-intervention isometric knee extension peak torque value were higher than pre-intervention measures in the EG. However, the EG did not show improvement in quadriceps muscle group CSA. Also, no differences in the shift of optimal knee joint angle were observed between pre and post-intervention exercise. Outdoor leg extension exercise showed small increases in muscle strength in comparison to other resistance training exercises. The results of this study suggest that because outdoor leg extension exercise machines lack a progressive loading mechanism, significant increases in muscle strength may not be obtained.

**Keywords :** Isometric Muscle Strength, Isokinetic Muscle Strength, Cross Sectional Area, Elderly People

## I. 서 론

노화에 따른 근력 저하는 일상생활을 영위하는데 있어서 필요한 운동기능 저하를 초래하게 되므로(Brown, Sinacore & Host, 1995), 노후 독립생활의 가능 여부를 결정하는데 주요한 요소로

작용한다. 노화에 따른 근력 저하는 근량의 감소(sarcopenia, (Evans, 1995)), 근조직의 질적 변화(D'Antona et al., 2003; Trappe et al., 2003; Yamaguchi, Mishima, Nakayama & Ishii, 2009), 그리고 근신경계의 기능 저하(Choi, Jeon, Won & Lee, 2011; Danneskiold-Samsøe et al., 2009)가 주된 원인으로 보고되고 있으며, 부가적으로 좌식 문화 및 질병 등으로 인한 운동 부족과 부적절한 영양섭취가 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 노화에 동반해서 나타나는 근력 저하는 필연적인 현상으로 60세 이후부터는 연간 약 1.0~1.5%의 근력 감소가 나타나는 것으로 보고되고 있지만(Vandervoort & McComas, 1986) 적절한 근력운동을 통해 그 진행 속도를 조

Corresponding Author : Hae-Dong Lee  
Department of Physical Education, College of Sciences in Education,  
Yonsei University, Shinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul, Korea  
Tel : +82-2-2123-6188 / Fax : +82-2-2123-8648  
E-mail : xbridge1997@yonsei.ac.kr  
본 논문은 2012년도 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업(S972010022011)에 지원을 받아 연구되었음.

절할 수 있다고 하였다(Symons, Vandervoort, Rice, Overend & Marsh, 2005).

최근 급속도로 높아진 노인인구의 비율과 건강에 대한 관심을 반영하여 국내 많은 등산로와 공원, 천변 유희지 등에서 야외운동기구를 찾아 볼 수 있다(Jeong, 2006). 야외운동기구는 크게 심폐기능, 근력, 유연성을 향상을 목적으로 한 기구들로 구성되어 있으며, 쉬운 접근성과 사용방법으로 많은 이들이 사용하고 있고, 이로 인해 노인들의 사용이 두드러지게 증가하고 있다.

노인들의 근력 향상을 위한 다양한 연구들이 진행되고 있는 가운데, Knight & Kamen(2001)은 노인과 성인 남녀를 대상으로 6주간의 저항성 운동을 실시한 결과 노인집단과 젊은 성인 집단 모두 무릎 최대 등척성 신전 토크 값이 유의하게 증가한 것을 보고하였다. Cannon, Kay, Tarpenning & Marino(2007)는 젊은 여성과 노인 여성을 대상으로 10 주간의 저항성 운동을 실시한 결과 무릎 최대 등척성 신근력에서 두 집단 모두 통계적으로 유의한 증가를 보여주었지만 두 집단 간의 비교에서는 비슷한 결과가 나타났다고 하였고, Tachi et al.(2011)은 고령자를 대상으로 12주간의 운동이 대요근의 근횡단면적(CSA: Cross Sectional Area)을 증가시켰으나 대퇴부의 근횡단면적에서는 통계적으로 유의한 증가가 나타나지 않았다고 하였다. 또한 Rabelo et al.(2011)은 노인 여성을 대상으로 24 주간의 저항성 운동을 실시하여 운동그룹이 통제그룹에 비해 무릎 신근력 최대 토크(Peak Torque) 값이 크게 증가 한 것을 보고하였다.

이와 같이 많은 선행연구에서 통제된 저항운동프로그램을 통한 노인의 근력 향상 효과를 보고하고 있지만, 국내에 널리 보급된 야외운동기구의 사용법 및 그 효과에 대한 정보는 미흡하다. 특히 근력 향상 효과를 위해 설치된 기구는 일반인의 경우 근력 향상의 긍정적인 효과를 미치기 위해서 점진부하의 원리가 중요하지만 야외운동기구의 경우 부하조절 기능이 미비하기 때문에 근력 향상에 효과가 있는 지에 대해서는 판단할 수 있는 근거가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 60세 이상 여성 노인을 대상으로 야외운동기구 중 쉽게 찾아 볼 수 있는 레그익스텐션 기구를 사용한 6주간의 무릎 신전운동이 무릎 신전근의 근력과 크기에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 대상자

본 연구의 대상자는 신경·근 질환을 가지고 있지 않은 건강한 노인 여성으로서 13명 근력그룹과 5명의 통제그룹으로 구성하였다(Table 1). 본 연구에 참여의사를 밝힌 여성 노인 중 기

Table 1. Characteristics of subjects

Gender	Group	N	Age(yr)	Weight(kg)	Height(cm)
Female	EG	13	71.38±2.79	56.62±7.5	151.23±6.29
	CG	5	73.4±5.94	62.8±10.43	156±4.8

EG : Exercise Group, CG : Control Group

초의학검사를 통하여 야외운동 시 위험을 초래할만한 질환이 없는 지원자와 근골격계에 이상이 없는 지원자를 실험대상자로 참여시켰다. 또한 이들은 모두 오른팔과 오른다리가 우세하였다. 실험 측정 전 모든 대상자에게 실험참가 동의서를 읽어드리고, 실험참가 동의서에 서명을 한 후 실험에 참가하였다.

### 2. 운동프로그램

근력운동 그룹(Exercise group, EG)은 야외용 레그익스텐션 운동기구(Figure 1)를 사용하여 무릎신전근 근력운동을 주 3회, 하루 30분(3세트, 12회~20회) 실시하였다. 운동 강도는 운동자 각도(Rate of Perceived Exertion, RPE) 1-10 범위에서 초기에는 “5” 강도로 설정하였다. 이는 중강도 운동수준인 5~6의 범위에서 노인이라는 특수대상자의 안전을 고려하여, 5의 강도로 초기 강도를 설정하였다(ACSM, 2009). 점증적으로 운동 강도를 증가시켜 6주에는 강도가 “8” 까지 가도록 정하였다. 야외용 레그익스텐션 운동기구의 경우 운동부하를 조절할 수 있는 기능이 없으므로 운동 강도를 최대로 유지하기 위해서 개별 횡수를 증가 시키는 방안을 도입하였다. 대상자는 레그익스텐션 기구에 앉아서 무릎관절의 내각이 90°로 유지한 상태에서 무릎관절이 최대한 신전되기 까지 빠른 속도로 다리를 들어 올렸으며, 무릎관절을 굽혀서 다리를 내릴 때에는 속도를 최대한 천천히 하여 대퇴부에 최대한의 부하가 작용하도록 운동을 실시하였다. 운동 진행은 대상자마다 워밍업 5분(걷기), 스트레칭 5분(전신 스트레칭), 본 운동 10분(레그익스텐션 운동), 정리운동 5분(전신 스트레칭)의 순서로 총 30분 정도로 구성하였다. 통제집단(Control group, CG)은 어떠한 운동도 실시하지 않았으며, 6주 후 두 집단의 사전, 사후 검증을 실시하였다.



Figure 1. Leg-extension exercise

### 3. 근력 및 근횡단면적 측정 방법

#### 1) 등척성 및 등속성 근력 측정

대상자들은 본 측정에 들어가기 전에 자전거 에르고미터를 이용하여 5분간 워밍업을 실시하였다. 워밍업 실시 후 등속성 근력 측정기(Humac Norm Testing & Rehabilitation System, USA)의 등반이를 85° 각도로 세운 뒤 무릎관절의 뒤쪽이 가볍게 의자에 닿을 정도로 조정 한 후 의자를 앞뒤로 움직여 무릎관절의 외측상과를 동력장치의 축과 일치하게 조절하고, 좌석띠와 어깨 띠로 상체와 둔부를 고정한 뒤 고정띠로 측정하는 쪽의 대퇴를 고정시켜 외적인 운동을 최소화 한 후 무릎엉덩이 보호대를 다리에 고정하였다(Figure 2). 무릎이 최대 신전을 하였을 때의 위치를 0°로 설정하고, 무릎의 관절운동 범위(Range of motion, ROM)를 0°에서 90°로 지정하였다. 무 부하에서 준비운동 과정을 거친 후 무릎관절 60°에서 3회의 최대 등척성 신근력을 실시하였고, 무릎관절 30°에서 3회의 최대 등척성 굴근력을 실시하였다. 등속성 근력 측정은 정해진 무릎의 관절운동 범위(0° ~ 100° ROM)에서 30 %/sec, 60 %/sec, 240 %/sec의 속도에서 신근력과 굴근력을 각 3회 1 set를 측정하여 최대 등속성 신근력과 굴근력을 추출하였다. 각 set마다 최소 1분간의 휴식을 주었다.



Figure 2. Measurement of muscle strength

#### 2) 대퇴사두근의 근횡단면적 측정

서울시에 소재하는 S병원 방사선과에 설치되어 있는 자기공명영상기기(Philips, Intera 1.5 T, NE Netherlands)를 이용하여 대퇴부의 근횡단면적을 촬영하였다. 대퇴사두근의 단면적 측정은 무릎 뼈 중앙으로부터 근위 10 cm에서 시작하여 근위 방향으로 5 mm 이미지 두께의 횡단면 이미지 20개를 연속적으로 측정하였다. 측정된 이미지는 ImageJ(Version1.46K, Wayne Rasband, National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA) 프로그램을 이용하여 대퇴사두근의 근횡단면적을 계산하였다. 운동 전 측정된 이미지 중 단면적이 가장 큰 슬라이스의 위치와 동일한 위치에서 운동 후 단면적을 측정하여 비교하였다.

### 4. 자료처리

모든 변인들의 평균과 표준편차를 산출하였다. 집단(운동그룹, 통제그룹)과 측정시기(사전, 사후) 및 각속도(0 %/sec, 30 %/sec, 60 %/sec, 240 %/sec)에 따른 무릎의 등척성 및 등속성 신근력과 굴근력의 차이와 토크-각도 관계 및 근횡단면적의 변화를 알아보기 위해 반복측정 분산분석(Repeated Measures ANOVA)을 적용하였으며, 사후검증으로는 *t*-test와 *Bonferroni*를 사용하였다. 모든 자료의 처리는 통계적인 유의차의 검증을 위하여 SPSS Ver 18.0 프로그램을 이용하였으며, 이 때 통계적 유의 수준은  $p < .05$ 로 하였다.

## III 결 과

### 1. 최대 등척성 및 등속성 근력 측정 결과

근력그룹과 통제그룹의 무릎 등척성 및 등속성 근력 측정 결과는 다음과 같다(Table 2). 무릎 신근력 분석결과 근력그룹과 통제그룹의 측정시기별(사전, 사후) 주효과에서 통계적인 유의차를 확인하였다( $F=132.792, p=.000$ ) <Table 3>. 사후검증 결과 근력그룹은 레그익스텐션 운동 후 최대 등척성 무릎 신근력에서만 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다( $p < .05$ ) <Figure 3>. 근력그룹과 통제그룹의 무릎 신근력의 각속도별(0 %/sec, 30 %/sec, 60 %/sec, 240 %/sec) 주효과 비교 결과에서도 통계적인 유의차를 확인하였다( $F=54.202, p=.000$ ) <Table 3>. 사후검증 결과 0 %/sec과 60 %/sec, 240 %/sec; 30 %/sec과 60 %/sec, 240 %/sec에서 통계적인 유의차가 나타났으며, 0 %/sec와 30 %/sec; 60 %/sec과 240 %/sec에서는 통계적인 유의차가 나타나지 않았다. 전체적인 경향으로 보았을 때 각속도가 증가함에 따라 최대 등속성 근력 값이 감소하였다(Figure 3).

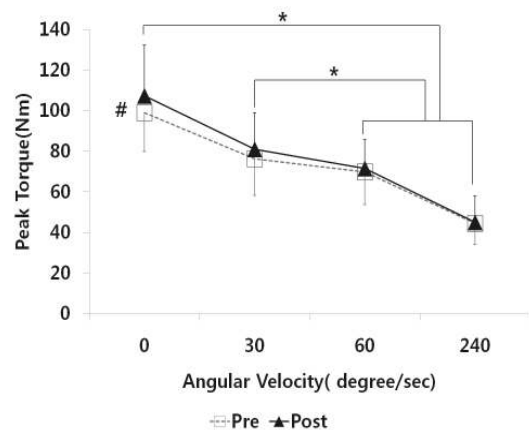


Figure 3. Knee joint extension strength

Table 2. Peak torque during isometric and isokinetic of knee muscle strength(M±SD)

(unit: Nm)

Variable	Group	Pre				Post			
		0 %/sec	30 %/sec	60 %/sec	240 %/sec	0 %/sec	30 %/sec	60 %/sec	240 %/sec
K. E. Peak Torque	EG	100.94±19.7	78.38±18.39	71.37±16.28	44.33±11.07	112.33±22.9	84.94±15.88	73.98±13.64	45.92±13.36
	CG	103.87±41.83	77.13±28.52	69.53±28.65	47.49±17.04	98.28±32.36	75.88±27.63	70.00±22.57	45.83±12.43
K. F. Peak Torque	EG	52.00±10.20	46.59±9.02	39.56±5.52	25.10±3.50	52.94±12.86	47.85±8.11	41.23±7.68	25.15±4.07
	CG	48.06±12.19	43.33±18.46	36.48±15.58	22.56±10.47	54.27±14.97	47.52±16.64	39.81±15.72	25.44±12.62

EG : Exercise Group, CG : Control Group, K. E. : Knee Extensor, K. F. : Knee Flexor

Table 3. Peak torque during isometric and isokinetic of knee extension

Source	df	MS	F	P
Group	1	32.923	.104	.751
Time	1	31293.863	132.792***	.000
Angular Velocity	3	6074.2	54.202***	.000
Time×Group	1	157.475	.668	.426
Angular Velocity×Group	3	160.974	1.436	.244
Time×Angular Velocity	3	11.698	.261	.853
Angular Velocity×Time×Group	3	82.279	1.837	.153

Table 4. The relationship between joint angles and torque during isokinetic knee extension(M±SD)

(unit: deg)

Variable	Group	Pre			Post		
		30°/sec	60°/sec	240°/sec	30°/sec	60°/sec	240°/sec
K. E. Optimum Joint Angle	EG	49.57±12.84	45.14±11.79	16.18±12.66	50.33±7.56	45.91±9.69	27.37±23.52
	CG	53.32±16.84	42.66±23.45	23.50±13.45	60.76±10.73	56.78±10.03	21.52±12.54
K. F. Optimum Joint Angle	EG	20.32±6.56	28.12±9.51	63.19±22.77	18.65±4.38	24.65±5.14	48.35±19.25
	CG	22.30±4.16	28.44±8.92	61.54±34.98	23.60±19.60	22.38±9.61	49.80±16.29

EG : Exercise Group, CG : Control Group, K. E. : Knee Extensor, K. F. : Knee Flexor

무릎 굴근력 분석 결과 근력그룹과 통제그룹의 측정시기별 주효과에서 통계적인 유의차를 확인하였다( $F=195.148, p=.000$ ). 그러나 사후검증 결과에서는 근력그룹과 통제그룹 모두 근력의 증가가 나타나지 않았다. 무릎 굴근력의 각속도별 주효과 비교 결과에서도 통계적인 유의차를 확인하였다( $F=24.499, p=.000$ ). 사후검증 결과 0 %/sec과 60 %/sec, 240 %/sec; 30 %/sec과 60 %/sec, 240 %/sec에서 통계적인 유의차가 나타났으며, 0 %/sec와 30 %/sec; 60 %/sec과 240 %/sec에서는 통계적인 유의차가 나타나지 않았다. 전체적인 경향을 보았을 때 각속도가 증가함에 따라 최대 등속성 근력이 감소한 것을 알 수 있다.

## 2. 각속도에 따른 최대 등속성 근력 발현 각도

근력그룹과 통제그룹의 무릎 최대 등속성 발현 각도의 결과는 다음과 같다<Table 4>. 최대 무릎 신근력이 나타난 각도를 분석한 결과 근력그룹과 통제그룹의 측정시기별 주효과 비교에서 통계적인 유의차를 확인하였으나( $F=36.334, p=.000$ ) 사후검증 결과 근력그룹과 통제그룹 모두 최대 무릎 신근력이 나타난 각도가 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 즉, 레그익스텐션 운동 전과 운동 후에 최대 등속성 무릎 신근력이 나타난 각도변화가 통계적으로 유의하게 나타나지 않았음을 알 수 있다.

각속도별 주효과 비교 결과에서도 통계적인 유의차를 확인하였다( $F=20.111$ ,  $p=0.000$ ). 사후검증 결과 30 %/sec과 60 %/sec, 240 %/sec에서 통계적인 유의차가 나타났으며, 60 %/sec과 240 %/sec에서는 통계적인 유의차가 나타나지 않았다. 전체적인 경향으로 보았을 때 각속도가 증가 할수록 최대 등속성 근력이 발현되는 각도가 작아진 것을 알 수 있다(Figure 4, Table 4).

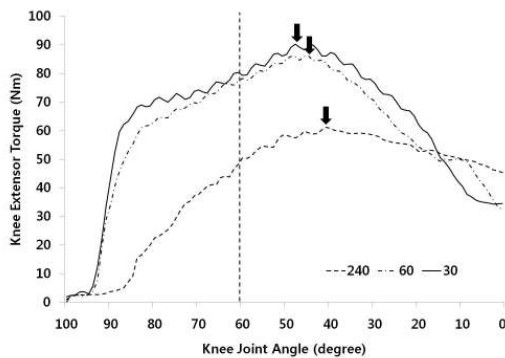


Figure 4. The relation between joint angles and torque during isokinetic knee extension. A typical result obtained from one subject

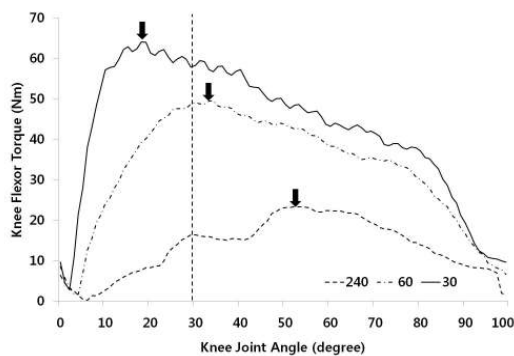


Figure 5. The relation between joint angles and torque during isokinetic knee flexion. A typical result obtained from one subject

최대 무릎 굴근력이 나타난 각도를 분석한 결과 근력그룹과 통제그룹의 측정시기별 주효과 비교 결과 통계적인 유의차를 확인하였으나( $F=51.173$ ,  $p=0.000$ ) 사후검증 결과 근력그룹과 통제그룹 모두 각도의 변화에서 통계적인 유의차는 나타나지 않았다. 즉, 레그익스텐션 운동 전과 운동 후에 최대 무릎 굴근력이 나타난 각도변화가 통계적으로 유의하게 나타나지 않았음을 의미한다. 각속도별 주효과 비교 결과에서도 통계적인 유의차를 확인하였다( $F=16.667$ ,  $p=0.000$ ). 30 %/sec과 60 %/sec, 240 %/sec에서 통계적인 유의차가 나타났는데, 60 %/sec과 240 %/sec에서는 통계적인 유의차가 나타나지 않았다. 전체적인 경향으로 보았을 때 각속도가 증가 할수록 최대 등속성 무릎 굴근력이 나타난 각도는 작아진 것을 알 수 있다(Figure 5, Table 4).

### 3. 대퇴사두근의 근횡단면적 측정 결과

근력그룹과 통제그룹의 대퇴사두근 근횡단면적 비교 결과 근력그룹은 운동 전 평균  $4215.94 \pm 655.11$  mm<sup>2</sup> 값이 나타났고, 운동 후에는  $4182.05 \pm 1587.95$  mm<sup>2</sup>의 값이 나타났다(Figure 6).

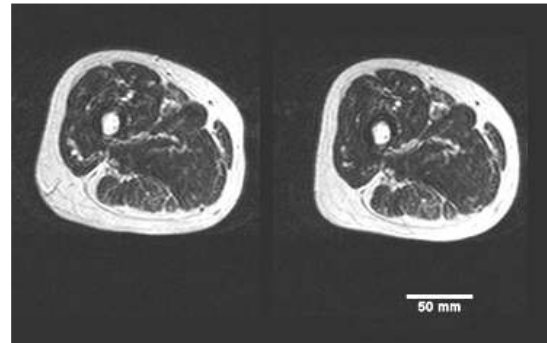


Figure 6. Quadriceps muscle CSA(Cross Sectional Area) of exercise Group(Left: Pre MRI, Right: Post MRI). A typical result obtained from one subject

통제그룹은 운동 전  $4850.57 \pm 1157.07$  mm<sup>2</sup>의 값이 나타났고, 운동 후에는  $4772.67 \pm 1258.61$  mm<sup>2</sup>의 값이 나타났다. 결국 그룹 간(운동그룹, 통제그룹)과 시기별(사전, 사후)에서 모두 통계적인 유의차가 나타나지 않았다.

## IV. 논 의

고령화 인구가 증가함에 따라 노인의 근력 개선을 위한 다양한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 특히 노인들의 하지근력 강화가 절실히 필요한 시점에서 야외용 운동기구 레그익스텐션의 보급은 노인의 하지근력 개선에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단되지만 이 기구를 검증한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 야외용 운동기구 레그익스텐션 사용이 노인의 하지 근기능과 구조에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다.

노인 여성들을 대상으로 야외용 운동기구 레그익스텐션을 이용하여 6주간 운동을 실시한 결과 근력운동그룹에서 최대 등속성 무릎 신근력이 증가하였다. 이러한 결과는 젊은 여성과 노인 여성을 대상으로 10 주간 저항성 훈련을 실시하여 무릎 최대 등속성 수축의 변화를 살펴본 결과 6주간의 운동이 진행된 시점에서 노인 여성의 무릎 최대 등속성 운동이 증가하였고 보고한 선행 연구(Cannon, Kay, Tarpenning & Marino, 2007)의 결과와 일치하고 있다. 또한 저항성 운동이 노인들의 근력을 증가시킨다(Fiatarone et al., 1990; Evans, 1998; Kim, 2005; Lee & Lee, 2010; Rabelo et al., 2011)고 보고한 선행연구들과도

비슷한 결과를 보여주고 있다. 현대의 노인들은 노화와 활동량 감소에 따라 신체의 많은 부분에서 근력 감소를 경험하고 있는데(Danneskiold-Samsøe et al., 2009; Schlicht, Camaione & Owen, 2001), 특히 하지의 대표 근육 군이면서 무릎 신근력을 대표하는 대퇴사두근의 감소가 두드러지게 나타나고 있다(Choi, Jeon, Won & Lee, 2011; Hurely, 1999). 무릎 신근력을 대표하는 대퇴사두근의 근력 저하는 노인에게 낙상 발생률을 증가시키며(Carter et al., 2002), 일상생활의 자세유지와 독립생활 및 삶의 질 향상에 위협을 줄 수 있는 요인(Danneskiold-Samsøe et al., 2009; Jette & Branch, 1981; Parizkova, Eiselt, Sprynarova & Wachtlova, 1971) 이어서 노인들에게 대퇴사두근의 근력을 강화시키는 것은 무엇보다 중요하다. 야외용 운동기구 레그익스텐션의 사용은 노인의 하지 근력 중 특히 무릎 신근력의 증가를 위해 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 그러나 야외용 운동기구 레그익스텐션 운동은 다른 저항성 운동에 비해 근력의 증가 정도가 미흡한 것으로 판단된다. Lee와 Lee(2008)은 고령여성을 대상으로 10주간의 저항성 트레이닝을 실시한 결과 근력그룹에서 부하속도 180 %/sec 일 때, 좌측 슬관절 신근력이 19 % 증가한 것을 보고하였다. 또한 Sung과 Lee(2007)의 탄력 저항성 운동과 평형성 운동 트레이닝이 여성 노인의 등속성, 근기능, 균형 능력 및 균형 자신감에 미치는 영향의 연구에서 탄력저항성 운동그룹은 운동 후 부하속도 90 %/sec 일 때 무릎 신근력이 15 % 증가하였으며, 부하속도 180 %/sec 일 때는 14 %의 증가하였다고 보고하였다. 한편 발목 족저굴곡의 경우 부하속도가 90 %/sec 일 때, 무려 40.9 %의 근력 향상이 나타난 것을 보고 하고 있다. 그러나 본 연구에서는 등속성(30 %/sec, 60 %/sec, 240 %/sec) 무릎 굴근력과 신근력에서 모두 통계적으로 유의한 증가가 나타나지 않았으며, 무릎 등척성 신근력에서만 11 %의 증가를 보여주었다. 이러한 결과는 야외용 운동기구 레그익스텐션 운동이 점진부하의 원리를 이용한 통제된 저항성 운동에 비해 노인 근력 향상에 다소 미비한 증가를 가져다 주는 것으로 판단할 수 있다.

근력그룹과 통제그룹 모두 등속성 속도가 증가할수록 낮은 최대 등속성 근력이 나타나는 경향을 보였다. 이러한 결과는 Hill(1938)의 근력과 수축 속도와의 관계에 기초 근거하여, 선행 연구(Choi, Jeon, Won & Lee, 2011; Lee, Jung, Chung, Kim & Kim, 2011)와 유사한 결과를 보여주었다.

본 연구에서는 건의 특성에 따라서 근-건 복합체의 기능에 영향을 미칠 수 있다는 선행 연구(Kawakami, Kubo, Kanehisa & Fukunaga, 2002)의 결과를 바탕으로 야외용 레그익스텐션 운동이 근육과 관련 건조직의 상호작용에 영향을 미치는지 알아보 고자 다양한 각속도에서 등속성 근력을 측정하였으며, 최대 등속성 근력이 발휘되는 각도를 알아보았다. 각속도별 주효과 비교에서 각속도가 증가될수록 최대 등속성 무릎 신근력이 발생

한 각도는 작아지는 경향을 보였다. 이러한 결과는 각속도가 증가 될수록 최대 등속성 근력은 같은 근-건 복합체 길이지만 건의 길이가 짧은 길이에서 발휘된다는 선행연구(Kawakami, Kubo, Kanehisa & Fukunaga, 2002)의 결과와 일치하고 있다. 다시 말하면 최대 등속성 근력이 발휘되는 무릎관절의 각도가 각 속도에 따라서 다르게 나타나는 것은 건조직의 길이 변화가 각 속도에 영향을 받을 수 있음을 시사한다. 결국 각속도가 증가 될수록 근육의 길이는 더 짧아진 지점에서 최대근력이 나타난다는 것을 알 수 있다. 이를 바탕으로 본 연구에서 최대 등속성 무릎 신근력이 나타난 무릎 각도는 근-건 복합체의 상호 작용을 통해서 최적 근육의 길이(Optimum Length) 지점에서 최대 근력이 발휘되었음을 예측해 볼 수 있다.

두 그룹의 대퇴사두근 근횡단면적 변화는 통계적인 유의차가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 Tachi et al.(2011)의 연구결과와 일치하는 것으로서 야외용 레그익스텐션 운동기구를 사용한 6주간의 운동으로는 대퇴사두근의 근횡단면적 변화에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다.

## V. 결론 및 제언

본 연구에서 6주간의 야외용 레그익스텐션 운동기구를 사용한 운동이 노인 여성들의 무릎 근기능과 구조에 어떠한 영향을 미치는지 살펴본 결과는 다음과 같다.

첫째, 근력그룹은 운동 전보다 운동 후 최대 등척성 무릎 신근력만이 증가하였다. 둘째, 두 그룹 모두 운동 전과 운동 후에 최대 등속성 무릎 신근력과 굴근력이 나타난 관절의 각도는 변하지 않았다. 셋째, 두 그룹 모두 각속도가 증가함에 따라 최대 등속성 무릎 신근력과 굴근력이 감소하였다. 넷째, 두 그룹 모두 각속도가 증가할수록 최대 등속성 무릎 신근력과 굴근력이 발휘된 무릎 각도는 작아지는 경향을 보였다. 다섯째, 두 그룹 모두 운동 전과 운동 후에 대퇴사두근의 근횡단면적의 변화는 나타나지 않았다.

고령화 인구 증가에 따라 노인의 근기능 저하를 지연시킬 수 있는 올바른 방안이 필요한 현대사회에서 야외용 운동기구의 보급은 노인들의 근력 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 그러나 점진 부하 원리를 적용한 통제된 저항성 운동과 근력의 증가 정도를 비교 해 볼 때, 야외용 운동기구를 사용한 운동에서는 미비한 증가가 나타났다.

따라서 보다 효과적인 근력 유지 및 증가를 위해서는 부하 조절이 가능한 야외용 운동기구를 개발 하거나, 최소한 자기 체중을 이용하여 무릎 신전근의 향상을 도모할 수 있는 새로운 기구의 보급이 필요 할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- American College of Sports Medicine(2009). *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 8th Ed. Philadelphia, IL.
- Brown, M., Sinacore, D. R., & Host, H. H.(1995). The relationship of strength to function in the older adult. *The Journals of Gerontology*, 50, 55-59.
- Cannon, J., Kay, D., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E.(2007). Comparative effects of resistance training on peak isometric torque, muscle hypertrophy, voluntary activation and surface EMG between young and elderly women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 27(2), 91-100.
- Carter, N. D., Khan, K. M., McKay, H. A., Petit, M. A., Waterman, C., Heinonen, A., Janssen, P. A., Donaldson, M. G., Mallinson, A., Riddell, L., Kruse, K., Prior, J. C., & Flicker, L.(2002). Community-based exercise program reduces risk factors for falls in 65- to 75-year-old women with osteoporosis: randomized controlled trial. *Canadian Medical Association*, 167(9), 997-1004.
- Choi, D. S., Jeon, J. Y., Won, Y. S., & Lee, H. D.(2011). Skeletal muscle strength characteristics in elderly people and its relationship with body composition. *Korean Journal of Sports Biomechanics*, 21(3), 297-308.
- D'Antona, G., Pellegrino, M. A., Adami, R., Rossi, R., Carlizzi, C. N., Canepari, M., Saltin, B., & Bottinelli, R.(2003). The effect of ageing and immobilization on structure and function of human skeletal muscle fibres. *The Journal of Physiology*, 552(2), 499-511.
- Danneskiold-Samsøe, B., Bartels, E. M., Bułow, P. M., Lund, H., Stockmarr, A., Holm, C. C., Wa'tjen, I., Appleyard, M., & Bliddal, H.(2009). Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. *Acta Physiologica(Oxford, England)*, 197(Suppl. 673), 1-68.
- Evans, W. J.(1995). What is sarcopenia? *Journal of Gerodontology Medical Sciences*, 50A, 5-8.
- Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A., & Evans, W. J.(1990). High-intensity strength training in nonagenarians: Effects on skeletal muscle. *Journal of the American Medical Association*, 263(22), 3029-3034.
- Hill, A. V.(1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Biological Sciences*, 126(843), 136-195.
- Hurely, M. V.(1999). The role of muscle weakness in the pathogenesis of osteoarthritis. *Rheumatic Disease Clinics of North America*, 25(2), 283-291.
- Jeong, J. G.(2006). Current trend of outdoor exercise machines for family and neighbors. *Sports Science*, 97, 87-93.
- Jette, A. M., & Branch, L. G.(1981). The framingham disability study: II. Physical disability among the aging. *American Journal of Public Health*, 71(11), 1211-1216.
- Kawakami, Y., Kubo, K., Kanehisa, H., & Fukunaga, T.(2002). Effect of series elasticity on isokinetic torque-angle relationship in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 87, 381-397.
- Kim, H. M.(2005). The effects of resistance training on muscle strength, blood lipids and testosterone in older men. *Korean Journal of Sports Science*, 14(1), 645-654.
- Knight, C. A., & Kamen, G.(2001). Adaptations in muscular activation of the knee extensor muscles with strength training in young and older adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11(6), 405-412.
- Lee, D. Y., Jung, M. K., Chung, K. R., Kim, S. Y., & Kim, C. K.(2011). Development of sports science based human model and application technology torque angle relationship of the knee joint in 20s adults. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 44(2), 667-673.
- Lee, J. M., & Lee, J. Y.(2010). Effect of resistance exercise on the isokinetic muscle function, gait ability and balance ability of elderly women. *The Korean Journal of Sports Science*, 19(2), 1259-1268.
- Lee, J. M., & Lee, S. E.(2008). Effects of 10 weeks resistance training on living physical fitness, isokinetic muscle function. *The Korean Journal of Sports Science*, 17(3), 983-994.
- Parizkova, J., Eiselt, E., Sprynarova, S., & Wachtlova, M.(1971). Body composition, aerobic capacity, and density of muscle capillaries in young and old men. *Journal of Applied Physiology*, 31(3), 323-325.
- Rabelo, H. T., Bezerra, L. A., Terra, D. F., Lima, R. M., Silva, M. A., Leite, T. K., & de Oliveira RJ.(2011). Effects of 24 weeks of progressive resistance training on knee extensors peak torque and fat-free mass in older women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2298-2303.
- Schlicht, J., Camaione, D. N., & Owen, S. V.(2001). Effect of intense strength training on standing balance, walking speed and sit to stand balance, walking speed and sit to

- stand performance in older adults. *The Journal of Gerontology*, 56(5), 281-286.
- Sung, S. C., & Lee, M. G.(2007). Effects of resistance and balance exercise training on isokinetic function, postural stability, and balance efficacy in elderly women. *Korean Journal of Sport Science*, 18(4), 21-33.
- Symons, T. B., Vandervoort, A. A., Rice, C. L., Overend, T. J., & Marsh, G. D.(2005). Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *The Journal of Gerontology*, 60(6), 777-781.
- Trappe, S., Gallagher, P. Harber, M., Carrithers, J., Fluckey, J., & Trappe, T.(2003). Single muscle fibre contractile properties in young and old men and women. *Journal of Physiology*, 552(1), 47-58.
- Tachi, S., Oguri, K., Torii, S., Kobayashi, K., Fujii, K., Kim, J. D., & Nho, H. S.(2011). Changes in psoas major and quadriceps cross sectional area in elderly people after 12 weeks of exercise. *Journal of Life Science*, 21(1), 1-8.
- Vandervoort, A. A., & McComas, A. J.(1986). Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *Journal of Applied Physiology*, 61(1), 361-367.
- Yamaguchi, J., Mishima, C., Nakayama, S., & Ishii, N.(2009). Aging-related differences in maximum force, unloaded velocity and power of human leg multi-joint movement. *Gerontology*, 56, 167-174.