

PNF 훈련 프로그램이 건강한 노인의 기능적 평가 측정과 보행에 미치는 효과

The Journal Korean Society of Physical Therapy



- 마상렬, 김형동¹
- 세우리병원 물리치료실, ¹대구가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

Effect of a PNF Training Program on Functional Assessment Measures and Gait Parameters in Healthy Older Adults

Sang-Yeol Ma, PT, PhD; Hyeong-Dong Kim, PT, PhD¹

Department of Physical Therapy, Sewoori Hospital; ¹Department of Physical Therapy, College of Health Science, Catholic University of Daegu

Purpose: The purpose of this study was to examine changes in functional assessment measures (FAMs) and spatiotemporal gait parameters (STGPs) in healthy older adults before and after a 6-week intervention of a proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) training program.

Methods: Thirty healthy older adults (mean age: 73.37±1.21 age range: 65-79) were randomly assigned either to an experimental group (participating in a 6-week intervention of PNF training) or a control group (only performing daily activities). Participants in the control group did not receive any training program. Performance was assessed by recording changes in the FAMs and STGPs using functional assessment tools and GAITRite.

Results: Participants in the PNF group showed significantly improved functional assessment measures and increased stride length, cadence, velocity, and step width ($p < 0.05$). No significant differences in FAMs and STGPs were found in the control group ($p > 0.05$).

Conclusion: Participation in a PNF training program improves FAMs and STGPs, thereby increasing the ability of healthy older adults to maintain dynamic balance during functional performance and gait. These findings support the use of PNF training programs as effective fall-prevention programs for the elderly.

Keywords: Falls, Functional assessment measures, Gait, Proprioceptive neuromuscular facilitation

논문접수일: 2009년 11월 13일

수정접수일: 2010년 1월 1일

게재승인일: 2010년 2월 8일

교신저자: 김형동, hdkimx0286@yahoo.com

1. 서론

노인 인구의 약 65%는 두 가지 이상의 만성 질환을 앓고 있으며, 이로 인하여 기본적인 일상 생활 동작(activities of daily living, ADL)에 지장을 받는 노인의 비율이 65~69세인 경우 15%이며, 80~84세인 경우 34%, 85세 이상인 경우 49% 등으로 나이가 증가함에 따라 노화로 인하여 일상 생활 동작에 큰 지장을 받고 있는 실정이다.¹

노화와 관련된 질병을 앓고 있는 노인에게 있어서 낙상은

심각한 건강상의 문제일 뿐 아니라 많은 사회적 경제적 문제를 야기하고 있다. 낙상으로 발생한 부상과 이에 따른 합병증으로 인한 사망은 65세 이상 노인 사망의 첫 번째를 차지한다.² 우리 보다 앞서 고령화로 인한 문제를 겪고 있는 미국의 경우는 매년 240만 건 정도의 병원 치료를 요하는 낙상이 발생하고 있으며 치료비만 1987년도인 경우 78억 달러였으며, 그 액수는 낙상으로 인한 고관절 골절의 경우에만 2040년에는 80~240억 달러에 이를 것이라고 한다.³ 이와 같이 노인 낙상으로 인한 근골격계의 부상과 이에 따른 합병증의 치료로 인한 의료비 부

담의 증가는 앞으로 우리 사회 전반에도 심각한 부담을 줄 것이다.

노화로 인한 생리학적인 변화로 인해 노인들이 겪는 가장 큰 문제가 평형 감각의 감소인데, 평형 감각은 인간이 일상 생활을 영위해 나가거나 목적 있는 활동을 수행하는데 있어서 가장 기본이 되는 필수 요소이며, 또한 신체의 안정성(stability)을 지속적으로 유지해 가는데 중요한 역할을 수행한다.^{4,5} 노인에게 있어 평형을 유지시키는 능력의 감소는 개인의 신체적인 활동 능력을 저하시켜 독립적인 일상 생활을 유지하는데 많은 어려움을 유발하며, 궁극적으로는 개인 삶의 질 저하를 가져온다. 이러한 노인의 평형 능력 감소에 따른 신체 활동의 저하는 보행 능력에도 부정적인 영향을 미치며, 이는 낙상의 위험을 증가시키는 중요한 요인이 될 수 있다.

노인의 낙상을 예방하기 위해서는 하지 근력을 향상시키는 훈련 프로그램이 효과적이라 알려져 있는데, 향상된 하지 근력은 신체 유연성과 적절한 평형 감각의 유지에도 도움을 준다. 이러한 노인 낙상을 예방하기 위한 여러 훈련 프로그램 중에 고유수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)이 널리 알려져 있다. PNF의 운동 패턴은 나선형(spiral)이나 대각선(diagonal) 방향이며, 이러한 특징은 근섬유의 배열과 비슷할 뿐 아니라 일상 생활에서 행해지는 여러 스포츠 동작과 비슷한 점이 많다.⁶ 이러한 PNF의 특성 때문에 스포츠 손상 재활 프로그램에서는 환자의 회복을 위해 점진적 저항운동(progressive resistive exercise) 대신에 PNF 훈련 프로그램이 많이 처방되어 사용되고 있다. 실제로 최근 연구에 의하며 PNF 훈련을 통하여 무게훈련과 동등한 근력 강화의 효과를 볼 수 있으며, 볼을 던지거나 점프를 하는 것과 같은 기능적인 동작을 수행하는데 있어서는 무게훈련에 비해 훨씬 더 효과적이라고 보고되고 있다.⁷ PNF 훈련은 근력에 들어서는 노인의 평형 감각 증진 프로그램에 사용되어, 낙상의 위험이 큰 노인의 근력, 유연성, 평형성을 증가시키고, 하지 관절의 가동 범위를 증진시킨다고 보고되고 있다.⁸⁻¹² 최근의 국내 연구¹³에 의하면 노화에 따른 노인의 퇴행성 슬관절염 질환에도 PNF 훈련의 효과가 보고되고 있다.

노인의 낙상을 감소시키기 위해서는 하지 근력의 증진과 함께 평형 감각의 향상이 중요한 요소이다. 하지만 기존의 노인 낙상과 관련된 PNF를 중재로 사용하는 연구는 근전도(EMG), 동속성 역량계(isokinetic dynamometer)를 통해 하지 근력을 측정하거나 정적인 상태에서 건강한 젊은 대상자를 대상으로 균형능력을 측정하는 연구가 주를 이루었다.⁸⁻¹¹ PNF 훈련을 사용한 중재가 노인의 기능적평가측정(functional assessment measures)과 실제 보행 시에 노인의 공시간적보행파라미터(spatiotemporal gait parameters)에 어떠한 영향을 미치는가에

대한 연구는 거의 없었다. 따라서 본 연구는 노인들을 대상으로 6주간 PNF의 골반 패턴과 하지 패턴을 적용한 후 보행 평가 도구와 평형감각 측정을 위해 임상에서 흔히 사용되고 있는 기능적평가도구(functional assessment tools)를 사용, 노인의 기능적평가측정과 공시간적보행파라미터에 어떠한 변화가 나타나는지 분석하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

65세 이상 건강한 노인 30명(Mean age: 73.37±1.21, Age range: 65~79)이 실험에 참여하였으며, 실험에 참가한 대상자들에게 실험에 관한 내용을 충분히 설명하였고 자발적 동의를 받았다. 연구대상자는 다음의 조건을 만족하는 자로 하였다.

- 1) 버그기능적균형지표(Berg Functional Balance Scale)¹⁴ score>50
 - 2) 독립적 일상생활동작이 가능한 자
 - 3) 신경학적 이상 및 근 골격계에 이상이 없는 자
 - 4) 평형 유지 능력에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자
 - 5) 최근 1년 동안 낙상의 경험이 없는 자
 - 6) 심폐 질환이 없는 자
 - 7) 규칙적으로 근력 강화 운동 및 평형 증진 훈련을 하지 않은 자
- 실험 참여에 동의한 노인 30명을 실험군 15명, 대조군 15명씩 무작위 배정하였다. 본 연구에 참여한 연구 대상자의 실험군과 대조군의 성별에 대한 분석은 카이제곱 검정, 연령, 신장, 그리고 체중에 대한 분석은 독립표본 t-검정(Independent t-test)을 사용하여 처리하였다. 위의 모든 분석에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 실험군과 대조군의 일반적 특성은 Table 1에 나와 있다.

Table 1. Subject characteristics

	Experimental Group (n=15)	Control Group (n=15)	t	p
Sex	Male (n=2)	Male (n=2)	0.00	1.00
	Female (n=13)	Female (n=13)		
Age (years)	73.40±1.22 ^a	74.00±1.20	0.35	0.36
Height (cm)	155.20±1.62	153.80±1.69	-0.60	0.28
Weight (kg)	57.66±1.34	54.40±2.01	-1.35	0.09

*p<0.05

^aMean±Standard Error

Table 2. PNF training program

Warm-up exercise	Stationary bicycle	5 minutes
PNF exercise	Pelvic pattern Anterior elevation Posterior depression Posterior elevation Anterior depression	20 minutes
	Lower extremity pattern Hip flexion-adduction-external rotation with knee flexion Hip extension-abduction-internal rotation with knee extension Hip flexion-abduction-internal rotation with knee flexion Hip extension-adduction-external rotation with knee extension	20 minutes
Cool-down exercise	Stationary bicycle	5 minutes

2. 실험방법

실험군의 운동 프로그램은 준비 운동(Warm-up exercise), PNF 운동, 마침운동(Cool-down exercise)으로 구성되었다(Table 2). 준비 운동으로 고정식 자전거 타기를 5분 실시하였으며, PNF 운동은 PNF를 이용한 골반 및 하지 패턴 운동을 20분 실시하였다. 안정성 증가와 근력 증가를 위해 골반 및 하지 패턴 적용 시 동적 반전(Dynamic reversal), 안정적 반전(Stabilizing reversal), 그리고 율동적 안정(Rhythmic stabilization)을 실시하였다. 마침운동으로 고정식 자전거 타기를 5분간 실시하였다(Table 2). PNF 훈련프로그램 적용 기간은 1회 30분간이며, 1일 1회, 주 3회, 6주간 총 18회 실시하였다. 피실험자를 위한 PNF 운동은 병원에서 직접 PNF로 환자를 치료하고 있는 해당 분야 경력 3년 이상의 물리치료사 3명이 실시하였다. 대조군은 아무런 처치없이 평상시의 일상 생활을 유지하도록 하였다. 기능 평가와 보행 평가는 각각 3회와 5회 반복 측정하였다.

3. 측정도구 및 측정방법

1) 버그기능적균형검사(Berg Functional Balance Test)
14개 항목으로 구성되어 있으며 검사는 보행 속도와 상관 관계가 매우 높은 것으로 알려져 있다. 타당도(Validity), 검사 재검사(Test-retest reliability) 및 검사자 간 신뢰도(Inter-rater reliability)는 각각 0.99이다.^{14,15}

2) 일어나걸어가기검사(Time Up & Go Test)
기능적 운동성을 측정할 수 있는 검사 방법으로 46 cm 높이의 팔걸이가 있는 의자에 앉은 자세에서 일어나 3 m를 왕복하여 다시 앉는 시간을 측정하였다. 타당도(Validity), 검사 재검사(Test-retest reliability), 검사자 간 신뢰도(Inter-rater reliability)는 각각 0.99이다.¹⁶

3) 기능적뻗기검사(Functional Reach Test)
편안하게 선 자세에서 몸 기저면(Base of support)을 유지하면서 팔을 뻗어 수평으로 최대한 닿을 수 있는 거리를 측정하

였다. 타당도(Validity)는 0.71이며, 검사 재검사(Test-retest reliability), 검사자 간 신뢰도(Inter-rater reliability)는 각각 0.89, 0.98이다.¹⁷

4) 외다리서기검사(One-leg Standing Test)
두 눈을 뜬 채로 팔짱을 끼고 두 발로 선 상태에서 한쪽 발을 90° 굴곡하여 들어 올린 후 발로 설 수 있는 최대 시간을 측정하였다. 타당도(Validity)는 0.84이며,¹⁸ 검사 재검사(Test-retest reliability), 검사자 간 신뢰도(Inter-rater reliability)는 각각 0.99, 0.99이다.¹⁹

5) 보행분석(Gait Analysis)
GAITRite (CIR System Inc, Clifton, NJ, 미국)를 사용하여 활보길이(Stride length), 속도(Velocity), 분속수(Cadence), 걸음폭(Step width)을 측정하였다. GAITRite는 길이 366 cm, 폭 61 cm인 전자식 보행 판으로 13,824개의 감지 센스가 부착되어 초당 80 Hz의 표본률(sampling rate)로 측정하였으며, 측정된 데이터는 연결된 컴퓨터로 보내져 분석하였다. 검사자의 구두 지시에 따라 실험 대상자는 GAITRite 2 m 앞에서 편안한 자세로 보행을 시작하였으며, GAITRite 위를 보통의 보행 속도로 걸어 통과하였다.

4. 자료분석
측정된 데이터는 SPSS 12.0 KO (SPSS, Chicago, IL, 미국) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각 군의 실험 전과 후의 유의성 검정은 대응표본 t-검정(paired t-test)을 사용하였고, 두 그룹 간의 차이 변화 자료에 대한 유의성 검정은 독립표본 t-검정(independent t-test)을 사용하였다. 유의수준은 p<0.05로 설정하였다.

III. 결과

1. 기능적평가지측정에서의 변화

버그기능적균형검사, 일어나걸어가기검사, 기능적뺨기검사, 외다리서기검사에서 실험군은 실험 전에 비해 실험 후 통계적으로 유의하게 증가 내지 감소하였지만($p < 0.05$), 대조군은 실험 전과 비교할 때 실험 후 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 3). 두 군 간의 전후 변화 량 차이에 대한 검증에서는 실험군이 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 증가 내지는 감소하였다($p < 0.05$)(Table 4).

Table 3. Functional assessment measures and gait parameters in pre- and post-test

Category	Group	Pre-test	Post-test	t	p
BFBT ^b (score)	EG ^f	53.73±0.22 ^a	55.06±0.22	-5.74	0.00*
	CG ^g	52.33±0.45	52.26±0.54	0.37	0.36
TUGT ^c (sec)	EC	9.15±0.34	8.16±0.29	7.43	0.00*
	CG	8.72±0.30	8.78±0.34	-0.47	0.32
FRT ^d (cm)	EG	19.39±0.71	21.22±0.79	-7.10	0.00*
	CG	19.44±0.68	19.40±0.67	1.57	0.07
OLST ^e (sec)	EG	11.45±1.85	14.61±2.02	-4.32	0.00*
	CG	8.71±1.88	8.88±1.88	-0.71	0.25
Stride length (cm)	EG	92.20±0.02 ^a	98.13±0.02	-5.73	0.00*
	CG	100.07±0.02	99.80±0.02	1.17	0.13
Cadence (step/min)	EG	90.07±0.01	94.07±0.02	-2.96	0.01*
	CG	92.73±0.01	92.47±0.01	-0.99	0.17
Velocity (cm/sec)	EG	84.33±0.02	90.87±0.02	-6.63	0.00*
	CG	94.20±0.03	93.80±0.03	1.25	0.12
Step width (cm)	EG	10.42±0.46	11.68±0.82	-1.84	0.04*
	CG	11.66±0.52	12.57±0.55	-1.40	0.09

^aMean±Standard Error

^bBFBS: Berg functional balance test.

^cTUGT: Time up & go test.

^dFRT: Functional reach test

^eOLST: One-leg standing test

^fEG: Experimental group

^gCG: Control group

* $p < 0.05$ for a change as compared with the pre-testing

2. 공시간적보행파라미터에서의 변화

활보길이, 속도, 분속수, 걸음폭에서 실험군은 실험 전에 비해 실험 후 통계적으로 유의하게 증가하였지만($p < 0.05$), 대조군은 실험 전과 비교할 때 실험 후 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 3). 두 군 간의 전후 변화량 차이에 대한 검증에서는 실험군이 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$)(Table 5).

Table 4. Comparisons of differences between experimental group and control group in functional assessment measures after determining differences between pre- and post-test in functional assessment measures for both groups

Category	EG ^f	CG ^g	t	p
BFBT ^b	1.33±0.73 ^a	-0.07±0.23	-4.75	0.00*
TUGT ^c	-0.99±0.13	0.06±0.11	5.94	0.00*
FRT ^d	1.83±0.25	-0.04±0.02	-7.22	0.00*
OLST ^e	3.16±0.73	0.17±0.23	-3.89	0.00*

^aMean±Standard Error

^bBFBS: Berg functional balance test.

^cTUGT: Time up & go test.

^dFRT: Functional reach test

^eOLST: One-leg standing test

^fEG: Experimental group

^gCG: Control group

* $p < 0.05$ for a difference between experimental group and control group in functional assessment measures after determining differences between pre-test and post-test in functional assessment measures for both groups

Table 5. Comparisons of differences between experimental group and control group in gait parameters after determining differences between pre- and post-test in gait parameters for both groups

Category	EG ^b	CG ^c	t	p
Stride length (cm)	5.93±0.01 ^a	-0.27±0.00	-5.85	0.00*
Cadence (step/min)	4.00±0.01	-0.26±0.00	-3.34	0.00*
Velocity (cm/sec)	6.53±0.00	-0.40±0.00	-6.69	0.00*
Step width (cm)	1.25±0.68	0.90±0.64	0.37	0.36

^aMean±Standard Error

^bEG: Experimental group

^cCG: Control group

* $p < 0.05$ for a difference between experimental group and control group in gait parameters after determining differences between pre-test and post-test in gait parameters for both groups

IV. 고찰

본 연구는 65세 이상의 건강한 노인을 대상으로 6주간의 PNF 훈련프로그램이 노인의 기능적평가측정과 공시간적보행파라미터에 미치는 효과에 대해 분석하였다. 버그기능적균형검사, 일어나걸어가기검사, 기능적뺨기검사, 외다리서기검사, 활보길이, 속도, 분속수, 걸음폭 등의 종속 변수가 PNF 훈련 전에 비해 훈련 후에 통계학적으로 유의하게 개선되었다. 이러한 결과는

기존의 Lee 등⁸과 Stanziano 등²⁰의 연구 결과와도 일치한다. Lee 등⁸은 노인을 대상으로 4주간 PNF 하지 패턴에 기초한 탄력밴드 훈련 후 실험 대상자의 버그기능적균형검사, 기능적뻗기검사, 외다리서기검사 등의 평형 능력이 현저히 증가하였다고 보고하였다.⁸ 또한 Stanziano 등²⁰은 노인들을 대상으로 한 8주간에 걸친 능동보조신전(active-assisted stretching) 형태의 PNF 운동에 참여한 노인들이 의자에서 일어나기검사(chair stand test), 8인치 일어나기검사(8' up and go test), 보행속도(gait speed) 등과 같은 기능적측정(functional measures)에서 PNF 운동 참여 전과 비교해서 통계적으로 유의하게 증가하였음을 보고하였다.

노인을 대상으로 6주간의 PNF 훈련프로그램이 노인의 기능적평가측정과 공간적보행파라미터에 긍정적인 효과를 미친 것은 몇 가지 메커니즘이 작용한 결과라 생각된다. 첫째, 적절한 신체 평형의 유지는 시각으로부터 받아들이는 외부 자극, 전정기관, 체성감각을 통하여 중추 신경계에서 수행하는 지속적이고 비선형적인 복잡한 과정을 통해 이루어진다.²¹ 체성감각시스템(somatosensory system)은 피부나 건, 근방추(muscle spindle, MS)와 골지힘줄기관(golgi tendon organ, GTO)에 있는 감지기로부터 장력(tension)과 길이(length)의 정보를 끊임없이 받아들여 적절한 자세를 유지한다.²² PNF 훈련은 목표 근육을 지배하고 있는 알파운동신경풀(alpha motor neuron pool)을 촉진시키거나 억제하는 것으로 알려진 신전수용기(stretch receptor)로부터의 자극을 변경함으로써 운동신경(motor neuron) 방출을 촉진시켜, 구심성 자극이 흥분성신경세포(excitatory neuron)를 만나게 하여, 근육의 자발 수축력을 증가시킬 수 있다고 알려져 있다.²³ 또한 말초 자극은 운동신경(motor neuron)을 억제시켜, 구심성 자극이 억제성신경세포(inhibitory neuron)와 만나게 하여 근육 이완이 일어나 근육의 신전을 가능하게 할 수 있다.²⁴ 따라서 사지와 체간을 촉진과 억제시키는 골반 패턴 적용 시 등장성수축(안정적 반전)을 유발시켜, 동작을 일으키고, 부드럽게 조화된 운동과 등척성 수축(올동적 안정)을 가능케 한다.²⁵ PNF 훈련은 이러한 일련의 과정을 통해 자세의 안정성을 도모하고 기능적인 운동을 통한 근 위 관절의 안정성을 증가시켜, 본 연구의 결과에서 본 바와 같이 노인의 기능적평가측정을 향상시켰으리라 사료된다.

둘째, PNF 훈련에서 하지 패턴은 체간 굴곡근들을 동원하여 수축시킨다. 즉 양측 하지 움직임은 체간에 영향을 준다. 대칭적 움직임은 체간 굴곡과 신전을 일으키며, 상반성(reciprocal) 움직임은 체간 회전을 일으킨다. 그리고 비대칭적 움직임은 체간 굴곡, 신전, 회전, 외측 굴곡을 일으킨다.^{26,27} 이와 같은 원리에 따라 PNF 골반 패턴과 양측 하지 패턴이 체간의 근육과 하지 관절 근육의 운동신경세포(motor neuron)의 흥분을 변화

시키고, 이에 따라 협력근의 동원이 촉진되어 노인의 보행 능력을 증진시킨 것으로 사료된다.

한편 PNF 훈련은 재활 프로그램의 감각, 운동, 심리적 측면을 통합한 것으로, 상황에 따라 반사 작용을 억제 또는 촉진하는 식으로 척수나 그 위로부터의 반사 작용을 사용한다. 따라서 PNF 훈련의 특유한 대각선과 나선형 패턴이 고유수용기를 자극한다고 알려져 있다.²⁸ 이러한 PNF의 자극은 정상 반응을 촉진하여 근 섬유의 길이 변화와 길이 변화율에 민감한 MS과 긴장의 변화를 감지하는 GTO의 고유수용성 감각을 자극한다고 알려져 있다.^{23,29} 이러한 PNF 특유의 자극은 근 작용을 안정화시키며, 이에 따라 골반과 하지의 근력, 유연성, 협응 능력이 증진되어, 본 연구의 결과에서 보여지는 바와 같이 PNF 훈련 후 노인의 보행이 개선되었으리라 추측된다.

마지막으로 최근의 연구 결과³⁰에 의하면 PNF 훈련 후 근 섬유 종류와 횡단면적(cross section area)에 있어서 조직화학적 변화가 관찰되었다. 즉 8주간의 PNF 훈련 후(총 24회) 가쪽넓은근(vastus lateralis)의 Type II 근섬유 분포 중에서 Type IIB의 분포가 줄고 Type IIA의 분포가 크게 증가한 것이 관찰되었으며, 이러한 근 섬유 종류의 분포 변화는 다른 종류의 강도 높은 지구력운동(intensive endurance exercise) 혹은 근력 훈련(strength training)을 실시한 후에도 비슷하게 관찰된 바 있다.^{31,32} 또한 같은 실험³⁰에서 PNF 훈련 후 근섬유 Type IIAB의 횡단면적이 훈련 전과 비교했을 때 통계학적으로 유의하게 증가하였다. 마찬가지로 이러한 횡단면적의 증가는 높은 강도의 저항훈련(high resistance training) 후에도 비슷하게 관찰된 바 있다.³³ 이러한 기존의 연구 결과를 고려했을 때 본 연구에서 시행한 PNF 훈련이 실험에 참여한 노인의 일부 하지 근육의 근 섬유 종류와 횡단면적에 대해 위의 연구 결과가 보여준 것과 비슷한 변화를 주었으리라 추측 할 수 있으며, 이러한 변화가 노인의 기능적평가측정과 일부 공간적보행파라미터의 향상을 가져왔으리라 생각해 볼 수 있다.

본 연구의 제한점은 연구 대상자 수가 작고, PNF 훈련 적용 기간이 6주로 한정되었고, 치료적 중재 시 치료자 간의 질적 정량화에 어려움이 있었다. 따라서 앞으로 더 많은 표본을 가지고 6주 이상의 장기간 PNF 훈련 효과에 대한 연구가 필요 하리라 사료된다. 그리고 건강한 노인뿐 아니라 낙상의 위험이 크거나, 근골격계 질환을 가진 노인을 대상으로 한 연구도 필요 할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 65세 이상의 건강한 노인 30명을 대상으로 PNF 골

반 패턴과 하지 패턴을 6주간 실시한 후 시술 전과 시술 후의 기능적평가측정과 공시간적보행파라미터에 미치는 효과에 대해 분석하였다. 기능적평가측정은 버그기능적균형검사, 일어나걸어가기검사, 기능적뻗기검사, 외다리서기검사를 통하여 측정하였다. 보행 능력의 평가에서는 활보길이, 속도, 분속수, 걸음폭을 PNF 훈련 전과 후로 나누어 측정 그 변화를 비교 분석하였다. PNF 훈련을 실시한 후 실험군은 대조군에 비해 기능적평가측정에서 큰 진전이 있었으며 보행 능력 또한 크게 향상되었다. 노인에게 있어서 평형 능력이나 적절한 보행을 유지시키는 능력의 감소는 낙상의 위험을 증가시킬 수 있는 중요한 요소이기 때문에 평형 능력과 보행 능력을 향상시킬 수 있는 적절한 재활 훈련 프로그램은 노인의 낙상의 위험을 감소시키거나 방지하는 데 매우 중요하다고 할 수 있다. 본 연구의 결과는 PNF 골반 패턴과 하지 패턴을 적용한 훈련이 노인의 기능적평가측정과 보행 능력을 향상시키고, 노인 낙상을 예방 내지 감소시키는 데 있어서 유용한 노인 재활 프로그램으로 사용될 수 있음을 보여주었다.

Author Contributions

Research design: Ma SY

Acquisition of data: Ma SY, Kim HD

Analysis and interpretation of data: Ma SY, Kim HD

Drafting of the manuscript: Ma SY, Kim HD

Research supervision: Kim HD

참고문헌

1. Guccione AA. Geriatric Physical Therapy. St Louis, Elsevier Health Sciences, 1993.
2. Sattin RW. Falls among older persons: a public health perspective. *Annu Rev Public Health*. 1992;13:489-508.
3. Rice DP, Mackenzie EJ. Cost of injury in the United States, a report to Congress. San Francisco, University of California Institute for Health and Aging, 1989.
4. Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther*. 1993;73(6):346-51.
5. Wade MG, Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Phys Ther*. 1997;77(6):619-28.
6. Knott M, Voss DE. Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques. 2nd ed. New York, Harper and Row Inc, 1968.
7. Nelson AG, Chambers RS, McGown CM et al.

- Proprioceptive neuromuscular facilitation versus weight training for enhancement of muscular strength and athletic performance. *J Orthop Sport Phys Ther*. 1986;7(5):250-3.
8. Lee HS, Ahn YH, Kang HJ et al. Effect of elastic band exercise based of PNF L/E pattern on the balance in the elderly people. *J Kor Soc Phys Ther*. 2005;17(1):69-79.
9. Choi JH, Kim HJ. Effect of the PNF and weight training on muscular strength and flexibility of the lower limbs in the elderly. *J Phys Growth Motor Dev*. 2004;12(1):125-34.
10. Choi JH, Lee KM, Kim HJ et al. Effects of supplemental PNF and weight training on the daily activity-related physical function and isokinetic muscular function of knee joint in the elderly. *The Korean Journal of Physical Education*. 2005;44(1):693-701.
11. Ferber R, Osterning L, Gravelle D. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *J Electromyogr Kinesiol*. 2002;12(5):391-7.
12. Klein DA, Stone WJ, Phillips WT et al. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *J Aging Phys Act*. 2002;(10):476-88.
13. Jeong HS, Bae SS, Jeong YW. Effect on muscle questionnaire of knee osteoarthritis with lower extremity patterns of the proprioceptive neuromuscular facilitation. *J Kor Soc Phys Med*. 2007;2(1):21-30.
14. Berg KO, Maki BE, Williams JI et al. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992;73(11):1073-80.
15. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehab Med*. 1995;27(1):27-36.
16. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991;39(2):142-8.
17. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*. 1990;45(6):M192-7.
18. Hauptstein T, Goldie P. Visual judgements of steadiness in one-legged stance: reliability and validity. *Physiother Res Int*. 2006;5(3):141-56.
19. Springer BA, Marin R, Cyhan T et al. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther*. 2007;30(1):8-15.
20. Stanziano DC, Roos BA, Perry AC et al. The effects of an active-assisted stretching program on functional

- performance in elderly persons: A pilot study. *Clin Interv Aging*. 2009;4:115-20.
21. Blaszczyk JW, Bacik B, Juras G. Clinical assessment of postural stability. *J Mech Med Biol*. 2003;3(2):135-44.
 22. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004; 85(4):589-92.
 23. Ma SY. The effects of FES and PNF on improvement of gait of stroke patients. Daegu University. Dissertation of Doctorate Degree. 2008.
 24. Bae SS. A study of proprioceptive neuromuscular facilitation principles. *J Kor Soc Phys Ther*. 1993;5(1):109-14.
 25. Ma SY, Hwang YT. The effects of PNF on the temporal-spatial gait parameters and lower limb joint in patients with strokes. *J Rehabilitation Research*. 2009;13(2): 159-73.
 26. Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice. 2nd ed. New York, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2000:333-6.
 27. Bae SS, Goo BO, Kwon MG et al. Neurological evaluation and treatment. Seoul, Daihaks publishing company, 2000: 183-7.
 28. Ma SY, Hwang YT, Park RJ. The effects of PNF and FES on improvement of functional gait in patients with stroke. *J Special Education & Rehabilitation Science*. 2008;47(3): 283-98.
 29. Lee HS, Cho BM. Effects of PNF, PIC, MET stretching a literature review. *J Sport and Leisure Studies*. 2005; 23:379-90.
 30. Kofotolis N, Vrabas IS, Vamvakoudis E et al. Proprioceptive neuromuscular facilitation training induced alterations in muscle fibre type and cross sectional area. *Br J Sports Med*. 2005;39(3):e11.
 31. Howald H, Hoppeler H, Claassen H et al. Influences of endurance training on the ultrastructural composition of the different muscle fiber types in humans. *Pflugers Arch*. 1985;403(4):369-76.
 32. Pette D, Vrbová G. Neural control of phenotypic expression in mammalian muscle fibers. *Muscle Nerve*. 1985;8(8): 676-89.
 33. Houston ME, Froese EA, Valeriote SP et al. Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: a one leg model. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1983;51(1):25-35.