

노인의 발등굽힘 관절가동범위와 보행에 대한 자가 신장 운동의 효과

최보경

서남대학교 대학원 물리치료학과

김종만

서남대학교 보건학부 물리치료학과

Abstract

The Effect of Self-Stretching Exercise on the Ankle Dorsiflexion Range of Motion and Gait of Older Women

Bo-kyung Choi, M.P.H., P.T.

Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Seonam University

Jong-man Kim, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Division of Health, Seonam University

The range of motion (ROM) of ankle dorsiflexion in older women was associated with gait abnormalities and the risk of falls. The purpose of this study was to investigate the effect of self-stretching exercise on the flexibility of the plantar flexors of the ankle and the characteristics of gait in healthy elderly women. Fifteen participants were assigned randomly into an exercise (n=8) or control (n=7) group. The exercise group attended a self-stretching program approximately 30 minutes for 3 days per week for 4 weeks. The active ankle dorsiflexion ROM and gait measurements were taken prior to beginning the stretching program and 1 day after the last stretching day. Results showed that the active ankle dorsiflexion ROM was significantly increased in the exercise group than in the control group after the stretching program ($p<.05$). However, gait parameters, including gait speed, cadence, and stride length were not significantly different between the two groups ($p>.05$). The results suggest that a 4-week self-stretching program is capable of provoking a significant increase in ankle dorsiflexion ROM in elderly, community-dwelling women. Additional research is needed to investigate the effect of gait-specific exercise combined with stretching exercise on gait ability.

Key Words: Elderly; Gait; Stretching exercise; Women.

I. 서론

급속한 노인 인구의 증가와 함께 질 높은 노후의 삶을 유지하기 위한 주요 건강관리 중의 하나가 낙상이다 (Tinetti 등, 1988). 해마다 65세 이상의 노인에서는 적어도 30~50% 정도가 낙상을 경험하였다(Sheldon, 1960). 노인의 낙상은 2/3가 뜻하지 않는 손상과 사망을 초래하였고(Moreland 등, 2003), 그에 따른 의료비지원 증가로(Meyer 등, 2005) 중요한 공중보건 문제가 되고 있다.

낙상을 유발하는 위험요인들은 크게 개인적 또는 내재적인 것과 환경에 관계된 외재적인 요인으로 나뉘며(정낙수와 최규환, 2001), 노인에서 발생하는 낙상은 젊은 성인과는 달리 특정 질병에 의하기 보다는 명확하지 않은 퇴행성 과정과 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하여 발생한다(Felsenthal 등, 1994; Hindmarsh와 Estes, 1989). 낙상으로 인한 손상은 보행동안에 가장 높고 방향 전환 등의 회전시에 주로 발생한다(권오윤 등, 1998).

노인들에서의 보행은 젊은 성인들과 비교하여 느린

보행속도(velocity), 활보장(stride length)의 감소, 넓은 기저면(base of support)과 같은 안정된 보행 전략들을 이용하며(Hageman과 Blanke, 1986; Ostrosky 등, 1994), 낙상 경험이 있는 노인들에서는 특히 더 불안정한 보행양상을 보인다(Barak 등, 2006). 이것은 노화가 진행됨에 따라 다리의 근력(Daubney와 Culham, 1999)과 관절가동범위 감소(Mecagni 등, 2000) 등의 근골격계의 변화로 인해 보행과 같은 기능적인 활동에 직접적인 영향을 주기 때문이다.

노인들에서 나타나는 다리의 관절가동범위 감소는 특히 노인의 균형과 보행 능력 및 낙상과 연관이 있는 것으로 나타났다. Mecagni 등(2000)은 지역사회에 거주하는 노인 여성들에서 발목관절의 가동범위와 균형 사이에 상관관계가 있음을 보고하였다. Kemoun 등(2002)은 낙상 경험이 없는 건강한 노인들의 보행 변화에 대해 1년 동안의 전향적 연구(prospective trial)를 하였다. 그 결과 낙상을 경험한 노인들에서는 비낙상자들과 비교하여 발목관절의 가동범위가 감소되어 있었고, 특히 발등굽힘(dorsiflexion) 가동범위의 감소가 낙상의 위험요인이 된다고 하였다. Begg와 Sparrow(2006)는 성인과 노인의 보행 동안 나타나는 무릎과 발목관절의 가동범위를 보행 주기 각 단계에서 비교하여 성인에 비해 노인의 가동범위가 현저히 감소되어 있음을 보였다. 이들은 노인의 보행에서 특히 유각기(swing phase) 동안 나타나는 발등굽힘 가동범위 감소로 인해 발가락이 지면이나 장애물에 접할 위험성이 더 증가될 것이라고 하였다. 이러한 연구 결과에 따라 선행 연구자들은 노인의 낙상을 예방하기 위해서 관절가동범위를 증가시킬 치료 전략을 제안하였다(Mecagni 등, 2000; Menz 등, 2006).

신장 운동(stretching exercise)은 근육과 같은 연부 조직(soft tissues)의 가동성 향상과 관절가동범위를 증가시키기 위한 치료적 중재의 하나이다. 수행되는 방법에 따라 수동적 또는 능동적인 신장운동들이 있으며 수행된 신장운동의 방법에 상관없이 단축된 근육이 이완되고, 제한된 결합조직들을 가능한 쉽게 늘어나게 하는 것이 중요하다(Kisner와 Colby, 2002). 관절가동범위를 증가시키는데 사용되어 온 가장 흔한 신장 기술들로는 정적 신장(static stretching)과 능동적인 자가 신장(active self stretching) 및 고유수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation; PNF) 신장운동이 소개되고 있다(Davis 등, 2005; Kisner와 Colby, 2002; Youdas 등, 2003). 그 중 자가 신장 운동은 대상

자가 독립적으로 수행하는 신장 방법으로 철저한 교육과 감독된 연습 후 관절가동범위를 유지하거나 증가시키는데 대상자 스스로 이용할 수 있다. 이 운동은 신체의 유연성을 유지하고 증진시키기 위한 가정 운동 프로그램에 필수적이다. 또한 여러 가지 근골격계 및 신경근 장애의 장기간 자기 관리(self-management)에 있어서 효과적이고 효율적인 운동이다(Kisner와 Colby, 2002).

이전의 많은 연구자들이 관절가동범위 증가에 대해 여러 가지 효과적인 신장 운동 방법들을 보고하였다(Davis 등, 2005; Spermoga 등, 2001, Youdas 등, 2003). 그러나 대부분이 젊은 성인에서의 적용 결과였고 단지 몇몇 연구에서만 노인들에서의 관절가동범위 증가에 관계한 신장 운동 방법을 보고하여(Gajdosik 등, 2005; Johnson 등, 2007; Petty 등, 2000) 노인들을 대상으로 한 효과적인 신장 운동 방법의 소개가 미흡한 실정이다. 노인에서의 낙상이 다리의 관절가동범위 감소와 밀접한 관계가 있기 때문에 노인에서의 관절가동범위 증진을 위한 운동방법을 연구하는 것은 공중보건의 중요한 문제 중의 하나인 낙상 예방의 한 방법을 모색하는데 일조할 수 있을 것으로 여겨진다.

이에 따라 본 연구에서는 노인들의 낙상에 주요한 위험요인이 되고 있는 발목관절의 등쪽굽힘 관절가동범위 증가를 위해 노인들이 안전한 범위 내에서 스스로 시행할 수 있는 자가 신장 운동 방법을 적용하여 그에 따른 관절가동범위 증가 가능성을 알아보고 또한 이러한 자가 신장 운동 적용이 노인들의 보행 특성에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

대상자는 지역사회에 독립적으로 거주하는 65세 이상의 노인 15명으로 하였다. 시험에 참여하기 전에 모든 대상자에게 본 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 설명한 후 시험 참가에 대한 동의를 얻었다. 대상자들의 연령은 67세부터 79세까지였으며 대조군은 평균 73세, 자가 신장군(이하 운동군이라 칭함)은 평균 71세였다. 대상자들의 운동군과 대조군 배정은 대상자들의 자발적인 참여에 따라 나뉘었으며 운동 시작 전에 운동군에 8명, 대조군에 8명으로 나뉘어졌다. 운동 동안 대조군에 포함된 1명의 대상자는 건강상의 문제로 연구에

참여가 불가능하게 되어 운동 후의 측정은 운동군 8명, 대조군 7명으로 진행하였다.

연구 대상자의 선정 조건은 다음과 같다.

- 1) 지역사회에서 독립적으로 생활하는 노인
- 2) 연구자의 지시를 이해할 수 있을 정도의 정신수준이 있는 노인
- 3) 최근 6 개월 이내에 신체 내장기계와 정형외과적인 문제 또는 수술한 경험이 없는 노인
- 4) 균형 유지 능력에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 노인
- 5) 균형이나 보행에 영향을 줄만한 특별한 신경학적 손상이 없는 노인
- 6) 심장질환 등의 순환기계에 특별한 문제가 없는 노인

2. 측정 도구 및 방법

가. 관절가동범위 측정(Range of motion measurement)
관절가동범위는 일반적으로 사용되는 플라스틱 도수 각도계를 사용하여 자가 신장 운동 전과 후에 대상자의 오른쪽 다리에서 능동적인 발목관절의 발등굽힘과 발바닥굽힘 범위를 측정하였다. 이 측정도구의 급간내상관계수(Intraclass Correlation Coefficients; ICC)는 발등굽힘이 .83이고 발바닥굽힘은 .87이다(Youdas 등, 1993). 또한 측정의 신뢰도를 높이기 위하여 동일한 측정자가 측정하였다.

나. 보행분석

각 대상자의 보행 분석은 3 차원 동작 분석 측정 도구 Vicon Systems¹⁾을 사용하였다. 이 측정 도구는 Vicon workstation software(version 5.0)와 Polygon(version 3.1) 프로그램이 내장된 PC, 그리고 대상자의 골반과 다리에 부착된 표식자(marker)를 인식하는 6대의 카메라로 구성되어 있다. 각 대상자의 보행 분석을 위해 보행전에 대상자의 신장, 체중, 양측 다리의 길이, 양측 무릎관절과 발목관절의 너비(width)를 측정하였고 직경 2.5 cm의 구형으로 된 표식자를 Vicon systems의 사용 지침서에 따라 대상자의 골반과 다리에 부착하였다. 표식자가 부착된 정적인 기립 자세에서 Vicon optical motion capture system으로 정적 검사를 시행한 후, 대상자들에게 10 m 복도를 따라 처음에는 평소의 편안한 보행 방법으로 3회 걷게 하고, 그런 다

음 가능한 한 빠르고 안전하게 3회 걷도록 하였다. Vicon optical motion capture system을 통해 얻은 자료는 Vicon workstation software와 Polygon 프로그램으로 처리하였으며, 이 동작 분석 측정 도구를 이용하여 보행속도(velocity), 활보장(stride length), 분속수(cadence)를 측정하였다.

각 대상자의 관절가동범위와 보행분석 측정은 자가 신장 운동 전과 후 2회 시행하였고 신뢰도를 높이기 위하여 동일한 연구자가 측정하였다.

3. 신장 운동 과정

모든 대상자들의 운동 전 측정이 끝나고 대상자들의 자발적인 참여에 따라 운동군과 대조군으로 나누었다. 대조군에 속한 대상자들에게는 시험기간 동안 평소의 활동 수준을 유지하도록 하게 하였고 운동군에는 발목관절의 발등굽힘 관절가동범위를 증가시킬 수 있는 신장 운동 방법들을 교육하고 실행하였다. 신장운동은 실내에서 행해졌으며 대상자들에게 자유롭게 운동할 수 있도록 복장을 갖추게 하였다. 운동을 시작하기에 앞서 대상자에게 각 조건의 자세를 설명하고 시범을 보인 후 훈련된 보조 연구자들의 보조를 통한 연습 후 시행하였다.

발목관절의 발등굽힘 관절가동범위 증가를 위한 자가 신장 운동 방법 적용은 먼저 대상자들을 길게 앉은(long-sitting) 자세로 하게 한 후, 발목관절의 발바닥굽힘 근육들이 신장되도록 대상자의 무릎관절을 펴 상태로 유지하면서 몇 초 동안 발끝 닿기를 시도하도록 교육하였다. 그런 다음 대상자의 능력에 따라 발가락이나 발바닥을 잡고 무릎관절이 굽혀지지 않도록 유지하며 몇 초 동안 발목관절을 발등 쪽으로 굽히도록 하였다(그림 1). 두 번째 신장 방법은 누운 자세에서 대상자의 양쪽 엉덩관절과 무릎관절을 각각 90° 굽히고 발바닥이 벽에 닿게 하여, 좌우 다리를 교대로 대상자가 벽면을 따라 발목관절을 발등굽힘 하면서 가능한 한 바닥면에 가깝게 하여 몇 초 동안 유지하도록 하였다(그림 2). 세 번째 신장 방법의 적용을 위하여 대상자들에게 벽을 바라보고 일정한 거리만큼 떨어져서 서게 하였다. 양쪽의 발 위치를 자신의 어깨 너비만큼 떨어져 놓이게 한 후, 첫 번째 발가락 끝이 벽과 평행하게 발의 위치를 고정 한 채로 벽면으로 신체를 기울이게 하여 몇 초 동안 유지하게 하였다(그림 3). 이 신장 방법을 적용하는 동안에 대상자의 허리가 과도하게 뒤로 굽혀지지 않도록 교

1) Vicon Systems, Oxford Metrics Ltd., Oxford, UK.



그림 1. 길게 앉은 자세에서 발목관절의 발바닥굽근 신장.



그림 2. 누운 자세에서 발목관절의 발바닥굽힘근 신장.

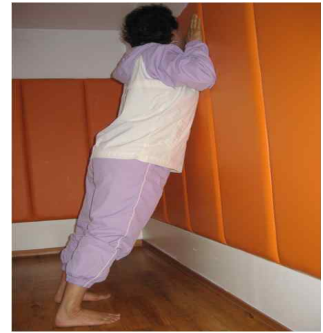


그림 3. 선 자세에서 발목관절의 발바닥굽힘근 신장.

육하였으며 대상자의 수행 능력에 따라 무릎관절을 구부리도록 하였다. 모든 신장 방법을 적용하는 동안 대상자들에게 발바닥굽힘 근육들에 가해지는 신장 힘은 각각의 수행 능력에 따라 증가시키도록 교육하여 지연발생근육통(delayed onset muscle soreness; DOMS)이 발생하지 않도록 안전한 범위 내에서 수행하도록 하였다.

운동군의 발목관절 발바닥굽힘근의 신장 운동 방법을 적용하기 전에 좌우 방향으로 목 회전, 양측 손가락을 엇갈리게 잡고 팔과 함께 앞으로 뻗치기 및 뒤쪽으로 뻗치기, 양측 팔을 머리위로 펴 올리기, 한 쪽 팔을 머리위로 펴 올리고 다른 쪽 팔 손은 엉덩뼈가시 위에 놓고 다른 쪽 팔 방향으로 옆굽힘하기, 손목 및 발목 돌림하기, 좌우 방향으로 몸통돌리기의 준비 운동을 실시하였다. 세 가지 신장 운동 방법을 적용한 후의 정리 운

동으로는 머리위로 양팔을 펴 올리면서 깊이 호흡하기, 양 팔과 다리 흔들기, 손목 및 발목 돌리기를 실시하였다. 운동 수행 시간은 10분 정도의 신장 운동 시간과 준비 운동 및 정리 운동 그리고 각 신장 운동 사이에 간단한 휴식 시간을 포함하여 30분 정도가 소요되었다. 자가 신장 운동 적용은 4주 동안 주 3회 실행하였다.

4. 분석방법

발목관절의 관절가동범위 측정값은 3회 측정하여 평균값을 취하여 분석하였고 시공간적 보행 변수들의 측정값은 오른쪽 다리에서 편안한 보행 3회, 빠른 보행 3회의 평균값을 취하였다(Sadeghi 등, 2000). 각 군에서 얻은 자료들로 K-S 검정을 시행한 결과 정규분포 하는 것으로 나타났다. 따라서 운동군과 대조군의 일반적 특

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

(N=15)

특 성	대조군(n ₁ =7)	운동군(n ₂ =8)	t	p
연령(세)	73.6±3.1 ^a	71.9±3.4	1.00	.33
신장(cm)	151.7±4.9	155.9±6.7	-1.37	.19
체중(kg)	59.5±9.3	62.7±9.1	-.67	.51

^a평균±표준편차.

표 2. 운동 전·후에 대조군과 운동군의 발목관절 가동범위 비교

(N=15)

	가동범위	대조군(n ₁ =7)	운동군(n ₂ =8)	t	p
운	무릎펴고 발등굽힘(°)	16.85±4.98 ^a	13.00±4.34	1.60	.13
동	무릎굽히고 발등굽힘(°)	20.14±5.08	20.63±5.18	-.18	.86
전	발바닥굽힘(°)	41.00±8.58	42.00±9.67	-.21	.84
운	무릎펴고 발등굽힘(°)	13.86±6.22	20.38±4.17	-5.14	.00
동	무릎굽히고 발등굽힘(°)	20.86±3.80	28.50±4.84	-2.74	.02
후	발바닥굽힘(°)	47.57±8.40	49.63±4.07	-.22	.83

^a평균±표준편차.

표 3. 운동 전·후에 대조군과 운동군의 편안한 보행 비교 (N=15)

보행변수		대조군(n ₁ =7)	운동군(n ₂ =8)	t	p
운 동 전	보행속도(m/s)	1.03±.11 ^a	1.06±.09	-.62	.55
	분속수(steps/min)	113.05±7.58	120.13±5.69	-2.06	.06
	활보장(m)	1.09±.08	1.06±.09	.66	.52
운 동 후	보행속도(m/s)	1.06±.12	1.06±.10	1.41	.18
	분속수(steps/min)	114.81±8.18	120.44±5.31	.82	.43
	활보장(m)	1.10±.07	1.05±.10	.98	.35

^a평균±표준편차.

표 4. 운동 전·후에 대조군과 운동군의 빠른 보행 비교 (N=15)

보행변수		대조군(n ₁ =7)	운동군(n ₂ =8)	t	p
운 동 전	보행속도(m/s)	1.36±.19 ^a	1.41±.11	-.69	.50
	분속수(steps/min)	130.76±8.26	140.83±6.63	-2.62	.02
	활보장(m)	1.24±.12	1.21±.08	.74	.48
운 동 후	보행속도(m/s)	1.40±.17	1.47±.16	-.18	.86
	분속수(steps/min)	134.90±10.22	143.38±6.54	.43	.68
	활보장(m)	1.25±.10	1.20±.14	.20	.85

^a평균±표준편차.

표 5. 대조군과 운동군의 발목관절 가동범위 변화 (N=15)

가동범위		운동 전	운동 후	t	p
대 조 군	무릎펴고 발등굽힘(°)	16.85±4.98 ^a	13.86±6.22	1.64	.15
	무릎굽히고 발등굽힘(°)	20.14±5.08	20.86±3.80	-.53	.62
	발바닥굽힘(°)	41.00±8.58	47.57±8.40	-1.93	.10
운 동 군	무릎펴고 발등굽힘(°)	13.00±4.34	20.38±4.17	-7.26	.00
	무릎굽히고 발등굽힘(°)	20.63±5.18	28.50±4.84	-3.70	.00
	발바닥굽힘(°)	42.00±9.67	49.63±4.07	-2.30	.05

^a평균±표준편차.

성, 운동 전의 발목관절 관절가동범위 및 보행 변수들의 차이 그리고 운동 전과 후의 관절가동범위 및 보행 변수들을 비교하기 위해 독립 t-검정(independent t-test)을 시행하였다. 대조군과 운동군에서 운동 전·후의 발목관절 관절가동범위 및 보행변수들의 변화는 대응표본 t-검정으로 분석하였다. 자료의 통계 처리는 윈도우용 SPSS version 12.0을 사용하였다.

유의한 차이가 없었다(p>.05)(표 1). 운동 전 대상자들의 발목관절 가동범위에는 군 간에 유의한 차이가 없었다(p>.05)(표 2). 운동 전 대조군과 운동군의 편안한 보행 동안의 보행속도와 분속수 및 활보장은 두 군간에 유의한 차이가 없었다(p>.05)(표 3). 운동 전 대조군과 운동군의 빠른 보행 동안의 보행 변수들 중 보행속도와 활보장에는 두 군간에 차이가 없었으나 분속수에서는 차이가 있었다(p<.05)(표 4).

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참가한 운동군과 대조군의 일반적인 특성에는

2. 발목관절의 관절가동범위

발목관절의 가동범위는 본 연구의 운동에 참여한 운동군의 모든 신장 운동 과정이 끝나고 24시간 후에 모든 대상자들의 발등굽힘 관절가동범위를 측정하였다. 그 결과 발등굽힘 가동범위는 대조군과 비교하여 운동군에서

표 6. 대조군과 운동군의 편안한 보행 변화 (N=15)

보행변수		운동 전	운동 후	t	p
대	보행속도(㎞/s)	1.03±.12 ^a	1.06±.12	-1.67	.15
조	분속수(steps/min)	113.05±7.58	114.81±8.19	-2.55	.04
군	활보장(m)	1.09±.08	1.10±.07	.73	.50
운	보행속도(㎞/s)	1.06±.09	1.06±.10	.14	.89
동	분속수(steps/min)	120.13±5.69	120.44±5.32	-.20	.87
군	활보장(m)	1.06±.09	1.05±.10	.67	.52

^a평균±표준편차.

표 7. 대조군과 운동군의 빠른 보행 변화 (N=15)

보행변수		운동 전	운동 후	t	p
대	보행속도(㎞/s)	1.36±.20 ^a	1.40±.17	-1.17	.29
조	분속수(steps/min)	130.76±8.26	134.90±10.21	-2.05	.09
군	활보장(m)	1.24±.12	1.25±.10	-.10	.92
운	보행속도(㎞/s)	1.41±.11	1.47±.16	-1.21	.27
동	분속수(steps/min)	140.83±6.63	143.38±6.54	-.84	.43
군	활보장(m)	1.20±.08	1.20±.14	.18	.87

^a평균±표준편차.

현저한 증가를 보였다(표 2). 발등굽힘 관절가동범위는 무릎관절 펴 상태에서 대조군이 평균 -3.0°, 운동군은 평균 7.4°이었고, 무릎관절 굽힘 상태에서 대조군은 평균 .7°, 운동군은 평균 7.9°로 두 군 간에 유의한 차이가 있었다. 발바닥굽힘 관절가동범위는 대조군이 평균 6.6°, 운동군이 평균 7.6°로 두 군 간에 유의한 차이가 없었다.

3. 보행 변수에 대한 자가 신장 운동 효과

운동군과 대조군의 보행분석은 모든 대상자의 발등굽힘 가동범위를 측정된 후 실행하였다. 신장 운동 전과 같은 방법으로 대상자들의 편안한 보행과 빠른 보행에서의 보행속도, 분속수 및 활보장을 측정하였다. 분석 결과 편안한 보행에서 운동군의 보행 변수들은 대조군에 비교하여 유의한 차이가 없었고(표 3), 빠른 보행에서도 두 군간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(표 4).

4. 각 군별 운동 전·후의 발목관절 가동범위 변화

각 군별 운동 전·후의 발목관절 가동범위 변화를 비교해보면, 대조군에서는 유의한 차이가 없었고($p>.05$), 운동군에서는 운동 전보다 운동 후 모든 범위에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(표 5).

5. 각 군별 운동 전·후의 편안한 보행 변화

각 군별 운동 전·후의 편안한 보행 변화를 비교해보면, 운동군에서는 유의한 차이가 없었고($p>.05$), 대조군에서는 운동 전보다 운동 후 분속수가 증가한 것으로 나타났다($p<.05$)(표 6).

6. 각 군별 운동 전·후의 빠른 보행 변화

각 군별 운동 전·후의 빠른 보행의 변화를 비교해본 결과, 두 군 모두 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(표 7).

IV. 고찰

본 연구에서는 지역사회 거주 노인들에게 발목관절의 등쪽굽힘 관절가동범위를 증가시킬 수 있는 중재 방법을 적용하는데 있어 노인들이 안전한 범위 내에서 스스로 시행할 수 있는 자가 신장 방법을 적용하였다. 그 결과 운동군의 등쪽굽힘 관절가동범위는 무릎관절의 상태에 관계없이 대조군에 비교하여 현저하게 증가되었음을 알 수 있었다.

발등굽힘 관절가동범위가 정상 보행에 중요한 하나의 요인이기 때문에(Mecagni 등, 2000; Mueller 등,

1995), 노인에서 발등굽힘 관절가동범위의 유연성을 유지시키는 것이 노인의 낙상 위험을 감소시킬 수 있을 것이라는 주장이 나올 수 있다. Mecagni 등(2000)은 지역사회 거주노인 여성에서 발목관절 가동범위와 균형사이의 상관성을 조사하였고 발목관절의 가동범위 증진이 노인여성에서 균형을 증진하고 낙상을 감소시킬 수 있는 효과적인 방법들이 될 것이라고 했다. 본 연구에서 낙상의 위험요인에 속해 있는 노인들(평균 나이 72.3세)에게 안전한 범위 내에서 스스로 시행할 수 있는 발목관절 등쪽굽힘을 위한 자가 신장 운동을 4주 동안 주 3회 적용하였을 때, 대조군에 비교하여 무릎관절 상태에 따라 평균 8.6°가 증가되었다. Gajdosik 등(2005)은 10명의 노인 대상자들에게 하루 한번, 일주 3회, 8주 동안 수동적인 가동범위 끝 자세에서 수동적인 신장 운동을 적용한 결과 발등굽힘의 가동범위가 5.1° 증가하였다고 보고하였고, Petty 등(2000)의 연구에서는 7명의 대상자들에게 4주 동안 하루에 2회씩 신장 운동을 적용하여 평균 6.4° 발등굽힘의 가동범위가 증가되었다고 하였다. 또한 독립 거주 13명 노인(평균 연령 83.8세)에서 6주 동안 일주일에 5일간 하루에 총 4분씩 정적 신장 운동을 적용하여 12.5°의 발등굽힘 가동범위 증가를 보고하였다(Johnson 등, 2007). 이러한 선행 연구들과 본 연구에서의 결과 정도에는 다소간의 차이를 보인다. 이것은 아마도 각 연구에서 운동전의 대상자들의 일반적인 특성들과 신장 운동의 적용 방법 및 적용 기간에 따른 차이에서 기인할 것으로 여겨진다. 발목관절의 발등굽힘 가동범위는 노인 여성에서 현저하게 감소됨을 보이고(Gajdosik 등, 1999) 이것은 노인들에서의 균형 능력과 연관되며(Mecagni 등, 2000; Petty 등, 2000), 보행 동안에 발바닥굽힘 근육의 힘(force)과 출력(power)에 영향을 주어(Muller 등, 1995) 낙상의 가능성을 유발하게 된다. 본 연구에서의 신장 운동 적용 방법은 Petty 등(2000)의 연구를 제외한 선행 연구들보다 상대적으로 짧은 기간(6주와 8주 대 4주)이었지만 골격근의 유연성에 영향을 주는 연부조직(soft tissues)의 탄력성(compliance)과 연속적인 근육원섬유마디(sarcomeres)를 증가(Williams, 1990)시키는데 부합되었던 것으로 생각된다.

연령 증가에 따른 보행 특성 변화들을 제시하는 많은 연구들이 있었지만 연구자들마다 그 결과들이 일관되지 않았다. 이것은 보행에 있어서 노화로 인한 궁극적인 변화가 무엇인지 정확히 알아낸다는 것이 어렵다는 것을 의미할 것이다. 본 연구에서는 노인들에게 발

등굽힘의 관절가동범위 증진을 위한 자가 신장 운동을 적용하여 그에 따른 운동의 전이성(transference) 효과로 운동 전과 후의 보행 특성을 비교하였다. 그 결과 발등굽힘 유연성에서 현저한 증가가 있었지만 그 증가의 정도가 보행속도와 분속수 및 활보장에 별다른 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. Cao 등(2007)은 지역사회 거주 노인들(65~79세)에게 12주 동안 1주일에 2회 각각 2시간가량 유산소 운동을 포함한 여러 가지 운동을 적용한 후 발목관절의 가동범위와 보행 변수의 변화를 측정하였다. 그 결과 발목관절의 가동범위는 증가하였으나 보행속도, 분속수 및 활보장의 보행 변수에서 감소하는 경향이 있었다고 보고하여 본 연구 결과와 비슷함을 보였다. Buchner 등(1997)은 또한 노인들(평균 75세)에게 24~26주 동안 주 3회 하루 1시간씩 지구력, 근력, 그리고 두 가지 운동을 결합하여 적용하였을 때, 운동한 노인들에서의 낙상 발생을 예방하는 데는 효과적이었으나 보행속도와 보행 길이(step length)에는 차이가 없었다고 하였다.

본 연구와 Coa 등(2007) 및 Buchner 등(1997)의 연구 결과를 볼 때 각각의 연구들에서 발견할 수 있는 공통점은 노인들에게 적용한 운동 효과를 알아보기 위해 운동 전과 후의 보행 변화를 보았으나 차이가 없었고, 운동 중재 방법에 있어서 노인들의 보행 증진을 위한 집중적인 보행 훈련을 적용하지 않았다는 점이다. 운동 적용에 대한 이러한 운동 효과는 운동 특이성(specificity) 이론에 부합될 것이다. 즉 운동 프로그램에서의 효과는 선택된 운동방법에 따라 높은 특이성을 갖기 때문에(Kisner와 Colby, 2002), 훈련 부분에 집중적인 보행 훈련을 포함시킨다면 보행에서의 향상을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 추후에는 자가 신장 운동과 보행에의 집중적인 훈련 방법을 함께 적용하여 관절가동범위 증가 여부와 그에 따른 보행에서의 변화를 알아보는 연구가 있어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구에서는 지역사회 거주노인 65세 이상의 노인 15명을 대상으로 4주 동안 주 3회의 자가 신장 운동을 발목관절의 발바닥굽힘 근육들에 적용하여 그에 따른 발등굽힘 관절가동범위와 보행에 대한 효과를 알아보기 위하여 실시하였다. 그 결과 노인에서의 발등굽힘 관절가

동범위를 위한 4주 동안의 자가 신장 운동은 대조군에 비해 운동군에서 유의한 증가를 보였으나, 편안한 속도와 빠른 속도의 보행 동안 보행속도, 분속수, 그리고 활보장에서는 유의한 차이가 없었다. 이상의 연구 결과로 볼 때 발목관절에 대한 자가 신장 운동은 그 관절에서의 유연성만을 향상시킨다는 것을 알 수 있었다. 이러한 운동 결과는 운동의 특이성 효과 때문인 것으로 생각된다.

인용문헌

- 권오윤, 최홍식, 민경진. 지역사회 노인의 전도발생 특성과 운동훈련이 전도노인의 근력과 균형에 미치는 영향. 대한보건협회지. 1998;24(2):27-40.
- 정낙수, 최규환. 노인낙상의 원인과 예방. 한국전문물리치료학회지. 2001;8(3):107-115.
- Barak Y, Wagenaar RC, Holt KG. Gait characteristics of elderly people with a history of falls: A dynamic approach. *Phys Ther.* 2006;86(11):1501-1510.
- Begg RK, Sparrow WA. Ageing effects on knee and ankle joint angles at key events and phases of the gait cycle. *J Med Eng Technol.* 2006;30(6):382-389.
- Buchner DM, Cress ME, de Lateur BJ, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1997;52(4):M218-M224.
- Cao ZB, Maeda A, Shima N, et al. The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. *J Physiol Anthropol.* 2007;26(3):325-332.
- Daubney ME, Culham EG. Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther.* 1999;79(12):1177-1185.
- Davis DS, Ashby PE, McCale KL, et al. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):27-32.
- Felsenthal G, Garrison SJ, Steinberg FU. *Rehabilitation of the Aging and Elderly Patient.* Baltimore, Williams & Wilkins, 1994.
- Gajdosik RL, Vander Linden DW, McNair PJ, et al. Effects of an eight-week stretching program on the passive-elastic properties and function of the calf muscles of older women. *Clin Biomech(Bristol, Avon).* 2005;20(9):973-983.
- Gajdosik RL, Vander Linden DW, Williams AK. Influence of age on length and passive elastic stiffness characteristics of the calf muscle-tendon unit of women. *Phys Ther.* 1999;79(9):827-838.
- Hageman PA, Blanke DJ. Comparison of gait of young women and elderly women. *Phys Ther.* 1986;66(9):1382-1387.
- Hindmarsh JJ, Estes EH Jr. Falls in older persons. Causes and interventions. *Arch Intern Med.* 1989;149(10):2217-2222.
- Johnson E, Bradley B, Witkowski K, et al. Effect of a static calf muscle-tendon unit stretching program on ankle dorsiflexion range of motion of older women. *J Geriatr Phys Ther.* 2007;30(2):49-52.
- Kemoun G, Thoumie P, Boisson D, et al. Ankle dorsiflexion delay can predict falls in the elderly. *J Rehabil Med.* 2002;34(6):278-283.
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise: Foundations and techniques.* 4th ed. Philadelphia, F.A. Davis Co., 2002:34-61.
- Mecagni C, Smith JP, Roberts KE, et al. Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: A correlational study. *Phys Ther.* 2000;80:1004-1011.
- Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle risk factors for falls in older people: A prospective study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(8):866-870.
- Meyer G, Wegscheider K, Kersten JF, et al. Increased use of hip protectors in nursing homes: Economic analysis of a cluster randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(12):2153-2158.
- Moreland J, Richardson J, Chan DH, et al. Evidence-based guidelines for the secondary prevention of falls in older adults. *Gerontology.* 2003;49(2):93-116.

- Mueller MJ, Minor SD, Schaaf JA, et al. Relationship of plantar-flexor peak torque and dorsiflexion range of motion to kinetic variables during walking. *Phys Ther.* 1995;75(8):684-693.
- Ostrosky KM, VanSwearingen JM, Burdett RG, et al. A comparison of gait characteristics in young and old subjects. *Phys Ther.* 1994;74(7):637-646.
- Petty JF, Mercer VS, Gross MT, et al. Relationship between maximum ankle dorsiflexion range of motion and maximal posterior horizontal excursion in standing. *Issues on Aging.* 2000;23(3):7-14.
- Sadeghi H, Allard P, Prince F, et al. Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: A review. *Gait Posture.* 2000;12(1):34-45.
- Sheldon JH. On the natural history of falls in old age. *Br Med J.* 1960;2(5214):1685-1690.
- Spernoga SG, Uhl TL, Arnold BL, et al. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, Modified Hold-Relax stretching protocol. *J Athl Train.* 2001;36(1):44-48.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 1988;319(26):1701-1707.
- Williams PE. Use of intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilised muscle. *Ann Rheum Dis.* 1990;49(5):316-317.
- Youdas JW, Bogard CL, Suman VJ. Reliability of goniometric measurements and visual estimates of ankle joint active range of motion obtained in a clinical setting. *Arch Phys Med Rehabil.* 1993;74(10):1113-1118.
- Youdas JW, Krause DA, Egan KS, et al. The effect of static stretching of the calf muscle-tendon unit on active ankle dorsiflexion range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(7):408-417.
-
- | | |
|---------|--------------|
| 논문접수일 | 2008년 4월 28일 |
| 논문게재승인일 | 2008년 8월 30일 |