

발목관절 가동범위 증진 프로그램이 노인의 보행과 균형능력 향상에 미치는 효과

이성은
알버타대학교 재활의학부 재활과학

Abstract

Effects of Increasing Ankle Range of Motion Program on Ambulation and Balance for the Elderly With Balance Disorder

Sung-eun Lee, M.Ed., P.T.
Rehabilitation Science, Faculty of Rehabilitation Medicine, University of Alberta, Canada

The purpose of this study was to investigate the effects of the increasing ankle range motion program on ambulation and balance for the elderly with balance disorder. Eighteen elderly subjects were administered with a timed test twice; approximately 4 weeks apart. The exercise group participated in a fall prevention exercise class at the Y.S. Senior Welfare Center of the Seoul Metropolitan Government. The session consisted of a stationary cycle, static stretching ankle joints, balance boards, and progressive resistive exercises using the Thera-band. The results were as follows: Firstly, the increasing ankle range of motion program was effective on the exercise group. Gait-speed was improved ($p < .005$). Secondly, balance was significantly improved ($p < .000$). Thirdly, increasing ankle range of motion program was effective in ankle dorsiflexion which was the major risk factor for falls among the elderly. Differences in gait and balance between the groups were examined using a paired t-test ($p < .05$). The exercise group demonstrated significantly higher values of gait-speed, ankle range of motion, and balance when compared with the non-exercise group. The results of this study suggest that the increasing ankle range of motion program is an effective intervention for the elderly with balance disorder.

Key Words: Ankle range of motion; Balance disorders; Elderly.

I. 서론

낙상이란 갑작스러운 자세의 변화로 인하여 몸의 위치가 낮은 곳으로 넘어지거나 바닥에 눕게 되는 것을 말한다(Tinetti 등, 1988). 해마다 65세 이상 노인의 28.35%와 시설 노인의 절반 이상이 낙상하고 그 중 15%는 반복해서 낙상하는 것으로 알려졌다(Tromp 등, 1998), 추락 사고를 비롯한 각종 사고는 순환기계질환, 악성 신생물과 함께 우리나라 3대 사망원인 중 하나이다(보건복지부, 2000). 또한, 85세 이상 노인의 2/3이 낙상으로 인한 부상으로 사망하며(Baker, 1985), 부

상으로 입원한 노인의 50%는 1년 이내 사망한다(Tinetti 등, 1988).

낙상은 노인의 독립적인 기능을 상실할 뿐 아니라 심지어 사망을 초래하기도 하므로(Guccione 등, 1993) 노인의 이환율과 사망률의 중요한 원인이 된다(Baker, 1985; Tinetti 등, 1988). 대부분의 낙상은 내적 및 외적인 요소들의 복합적인 상호작용에 기인하는데(Lipsitz 등, 1991), 낙상에 영향을 미치는 신체적 요인에는 연령, 질환, 낙상경험, 약물, 인지, 정서, 시각, 청각, 균형, 보행 장애, 근력약화, 기립성 저혈압, 족부질환 등이 있고(Davies와 Kenny, 1996; Tinetti 등, 1988), 심리적 요

통신저자: 이성은 sungeun@ualberta.ca

인에는 우울, 인지 손상, 치매가(Luukinen 등, 1996) 있으며, 환경적 요인으로는 느슨한 카펫, 정리정돈이 안된 가구배열, 바닥의 장애물, 발에 걸리는 애완동물, 복도의 어두운 불빛 등이 있다(Gross 등, 1990). 낙상은 이러한 위험요소가 많아질수록 빈번해지는데(Tinetti 등, 1986 Tinetti 등, 1988) 위험요소가 0개에서 4개로 증가하면 낙상위험도 8%에서 78%로 증가한다(Tinetti 등, 1988). 또한, 질환의 보유수가 많을수록 낙상 빈도 수도 증가하는 강한 상관관계를 보였다(Tinetti와 Powell, 1993).

낙상은 노인에게 있어 흔한 문제이다(Baker와 Harvey, 1985). 노화가 진행됨에 따라 근골격계는 근질량과 근력 및 관절가동범위가 감소되고, 보행 시에는 보행속도가 떨어져 보폭이 좁아지게 된다. 또한, 신경계의 변화로 자극반응기간과 신경전도속도가 느려져 균형능력이 감소된다(전미양, 2001). 이러한 신체기능의 저하로 하지근력과 균형, 유연성이 감소하게 되면 보행에 문제가 생겨 쉽게 낙상하게 된다(Mills, 1994). 낙상경험이 있는 노인은 균형 손상과 함께 발목근력이 심각하게 감소하였는데, 원위부의 근력 중 특히 배측굴곡근은 낙상의 가장 큰 위험요소로 배측굴곡근의 근력으로 낙상 예측이 가능하다고 하였다(Whipple 등, 1987). Woollacott 등(1986)은 노인들의 배측굴곡근의 개시 지연(onset latency)이 젊은이보다 현저하게 지연되었다고 밝혔다. 이는 원위부의 근력이 기능적 균형척도를 예측할 수 있고 노인의 균형유지에 원위부의 근력이 중요하다는 것을 입증하는 것이다(Daubney와 Culham, 1999).

관절구조형태학의 역학적 특성상 관절가동범위는 나이가 들어감에 따라 감소하는 경향이 있어 발목관절의 배측굴곡, 족저굴곡. 외반, 내반의 관절가동범위도 노화로 인해 감소한다(Vandervoort 등, 1992b). 걷기 같은 기능적 활동을 하려면 배측굴곡근의 관절가동범위가 최소한 10°는 되어야 하는데(Saltzman과 Nawoczenski, 1995), 이러한 관절가동범위의 감소는 균형을 감소시키는 위험요소가 된다(Vandervoort 등, 1992b). 특히 발목관절가동범위는 건강상의 문제가 없는 노인일지라도 노화로 인해 커다란 변화가 생기고, 남자보다 여자가 더 많이 감소하는 것으로 나타났다(Vandervoort 등, 1992a). 발목관절의 관절가동범위가 감소하면 균형을 보상하기위해 이를 대체할만한 다른 동작패턴이 필요하게 되고, 이에 따른 자세조절의 감소는 발목관절가동범

위의 제한을 보상하기위해 고관절과 체간의 움직임을 초래하게 된다(Horak, 1987). 이와 같이 발목의 모든 움직임은 보행 시 균형을 유지하는 것과 관련이 있으며 발과 지면 사이의 상호작용을 조절하므로 걷기와 균형에 필수적인 요소이다(Wolfson 등, 1993). Mecagni 등(2000)은 발목관절가동범위를 증가시키는 운동이 균형을 향상시키는가에 대한 부가연구가 필요하다고 하였다.

낙상은 회복기간이 길고 합병증으로 인한 위험 때문에 예방이 가장 중요하다(Eliopoulos, 2001). 낙상을 줄이기 위한 예방으로 보행평가, 보행훈련, 근력강화에 초점을 맞춘 중재방안이 제시되었고(Tinetti, 1986) 이러한 운동은 건강한 노인은 물론 허약한 노인의 생리적 기능도 향상시키게 되어 낙상위험을 감소시킨다(Buchner 등, 1993). 낙상예방운동의 목적은 하지와 체간의 근력 및 발목관절가동범위를 증가시키고 균형능력을 향상시켜 낙상을 줄이는데 있다.

낙상과 관련되어 운동을 실시한 후 대조군과 비교해 보는 시도는 많이 이루어져 왔다. 노인낙상예방을 위한 선행연구에서 개발되어 효과가 검증된 운동프로그램으로 유연성운동, 균형감각강화운동, 근력강화운동, 지구력강화운동, 손과 눈 및 발과 눈의 협응 능력 향상 운동, 걸음걸이 교정운동 등이 있으나 구체적인 운동의 동작들과 운동 강도를 알기에 부족한 면이 있으며, 이러한 운동이 우리나라 노인들에게 그대로 적용하기에는 어려운 면이 있다(보건복지부, 2000). 또한 보건복지부에서 제시한 낙상예방을 위한 맨손체조가 낙상예방에 적합한지 검증된 바 없다. 이 외에도 노인을 대상으로 한 운동프로그램으로 유산소운동, 중강도-고강도 지구력훈련(Sauvage 등, 1992), 스트레칭과 근력운동(Mills, 1994), 근력강화운동(김희자, 1994) 등을 규칙적으로 실시한 후, 근력, 근지구력, 유연성, 균형과 자세안정성, 보행 등이 증가했다는 연구가 제시되어 왔으나 고정자전거, 발목관절 스트레칭, 고무탄력밴드(Thera-band)운동을 통한 발목관절가동범위 증진과 밸런스보드를 이용한 균형운동 등 다양한 각도에서 낙상의 가장 큰 위험요소인 배측굴곡근의 근력과 발목관절가동범위를 증진시키는 프로그램이 필요하다.

이에 본 연구는 우리나라 노인의 낙상예방운동프로그램의 일환으로 물리치료 중재방안을 모색하고 향후 낙상예방을 통해 노인의 삶의 질을 높이는데 대한 자료를 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

연구대상은 서울 소재 시립노인 종합 복지관의 낙상에 방운동교실에 참가중인 만 60세 이상 노인 중 연구 조건을 충족시키고 연구에 동의한 운동군 9명과 대조군 9명을 대상으로 실시하였다. 대상의 선정조건은 다음과 같다.

- 가. 최근 1년 이내 보행곤란으로 낙상을 경험한 자
- 나. 중추 또는 말초신경에 병변이 없는 자
- 다. 신경외과적 질환이나 심한 근골격계 장애가 없는 자(최근 골절이나 외과적 문제, 뇌졸중, 파킨슨씨병, 치매, 사지 손실이 없는 자)
- 라. 균형력 검사 전에 균형에 영향을 주는 약물을 복용하지 않은 자
- 마. 시각 및 청각계의 이상이 없고 검사 수행에 따른 대화가 가능한 자
- 바. 10 m 이상 독립보행이 가능하고 규칙적인 운동을 하지 않는 자

2. 측정방법 및 측정도구

(1) 관절각도계

관절가동범위란 관절을 지나는 근육의 수축에 의해 일어나는 완전한 운동을 말한다(Kisner와 Colby, 1996). 발목관절가동범위는 관절각도계¹⁾를 이용하여 침대에 바로 누운 자세에서 고정자는 하퇴골축의 수선에 두고 가동자는 제 5중족골에 둔 후 족저를 축으로 대상자의 능동족저굴곡과 능동배측굴곡을 측정하였고 4주후에 다시 측정하였다.

(2) 버그균형척도

버그균형척도는 노인의 균형능력을 평가하고 시간의 경과에 따른 균형능력의 변화를 측정할 수 있도록 14가지의 동작으로 구성된 5점 척도이다(Berg 등, 1992). 자세유지, 수의적 운동에 의한 자세조절, 외부동요에 대한 반응의 세 가지 측면을 고려한 기능적 균형검사 방법으로(Berg 등, 1989; Berg 등, 1992) 측정자간 신뢰도는 .98, 측정자 내 신뢰도는 .95로 높았고(Berg 등, 1989), 특이성과 민감도 역시 각각 84%, 78%로 높았다(Harada 등, 1995).

(3) 보행의 측정

본 연구에서는 부분거리측정법인 Boeing(1977)의 Ink foot prints를 실시하여 운동 전후의 보폭과 양 발 넓이를 측정하였고 전자 초시계를 이용하여 보행속도를 계산하였다. 보폭이란 발뒤꿈치에서 같은 쪽 발의 다음 발뒤꿈치까지의 간격을 말하고 양발 넓이란 발뒤꿈치의 가운데 부분에서 두 번째 발가락의 중족지 관절까지 그 선의 1/3 지점을 표시하여 다음 보폭의 같은 지점을 연결하여 반대편 선까지의 직각거리를 말한다. 보행속도는 보행한 거리를 소요된 시간으로 나눈 값으로 cm/sec로 표시한다. 측정절차는 다음과 같다.

- 가. 편평한 바닥에 길이 800 cm, 폭 80 cm의 흰 종이를 깔고 테이프로 고정한다.
- 나. 대상자를 맨발로 2회 왕복하여 평상시처럼 걷게 한다.
- 다. 대상자를 의자에 앉히고 양 발 뒤축과 발가락 부위에 푸른색 잉크를 묻힌다.
- 라. 대상자에게 “편안하게 걸으세요”라고 말한 후 종이 위를 걷게 한다.
- 마. 찍힌 발자국 가운데 처음 150 cm와 마지막 150 cm를 제외한 중간부분 500 cm 안에 찍힌 발자국을 가지고 보행속도와 보폭, 양 발 넓이를 측정한다.

3. 실험방법

본 연구는 2002년 4월 1일부터 4월 6일까지 3명을 대상으로 예비실험을 실시한 후 문제점을 수정 보완하여 2002년 4월 8일부터 2002년 5월 3일까지 4주간 본 실험을 실시하였다.

서울소재 시립노인종합복지관에서 낙상에방운동교실에 참가한 만 60세 이상 18명을 대상으로 운동군 9명, 대조군 9명으로 나누어 실시하였으며, 연구자는 운동을 실시하기 전 운동군과 대조군을 대상으로 각각 발목관절가동범위, 버그균형척도, 보행속도(gait velocity), 양 발 넓이(stride width), 보폭(stride length)을 측정하였다. 운동군은 4주 동안 주 3회, 1회 50분간 고정자전거, 발목관절 스트레칭, 탄력밴드를 이용한 점진적 탄성저항운동, 균형판을 이용한 균형운동을 실시하였고 연구자는 4주 후에 운동군과 대조군을 대상으로 발목관절가동범위, 버그균형척도, 보행속도, 양 발 넓이, 보폭을 재 측정하였다. 검사는 신뢰도를 높이기 위하여 동일한 연구자가 측정하였다. 실험에 앞서 연구에 참가한 대상자

1) 14 inch, Sammons Preston.

들에게 연구의 목적 및 방법에 대해 설명하였고, 대상자의 나이, 운동전후의 혈압, 맥박을 조사하였다. 운동은 실내에서 행해졌으며 검사 시에 실험실은 따뜻하며 밝고 조용한 환경을 유지시키고 대상자들은 간편한 체육복과 운동화를 신고 검사를 시작하기에 앞서 대상자에게 각 조건의 자세를 설명하고 시범을 보인 후 연습을 거쳐서 시행하였다. 대상자들의 피로를 방지하기 위하여 각 조건 사이에 2분의 휴식을 취하게 하였다. 또한 부상을 방지하기 위하여 준비운동을 충분히 실시하였고 운동 강도는 나이를 기준으로 산정한 최대 심박동수의 40%에서 시작하여 최대 심박동수의 50%까지 통증을 유발하지 않는 범위 내에서 횟수와 강도를 개인별 운동수행능력에 맞추어 증가시키는 점진적인 운동을 실시하였다. 운동은 2002년 4월 8일부터 5월 3일까지 4주 동안 주 3회 실시하였다. 운동전과 후에 각각 혈압과 맥박을 측정하였고 각 운동 사이의 휴식은 1분으로 하였다. 운동전후에 준비운동 5분, 정리운동 5분을 포함하여 전체운동에는 50분 정도가 소요되었다.

4. 발목관절 가동범위 증진 프로그램

1) 고정자전거²⁾

운동 강도는 나이를 기준으로 최대심박동수의 40%에서 시작하여 50%까지 증진시켰다. 최대심박동수 산출은 Karvonen공식(Kisner와 Colby, 1996)을 이용하였으며 공식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{최대심박동수} &= 220 - \text{나이} \\ \text{목표심박동수} &= (\text{최대심박동수} - \text{안정시 심박동수}) \\ &\quad \times \text{운동강도} + \text{안정시 심박동수} \end{aligned}$$

운동시간은 대상자에게 적합한 범위 내에서 관절에 무리를 주지 않는 범위 내에서 실시하였다.

2) 발목관절 스트레칭

배측굴곡근과 족저굴곡근에 대한 정적 스트레칭을 60초 이상 4회 반복하여 실시하였고 1회 실시 후 10초씩 휴식하였다.

3) 탄력고무밴드(Thera-band)를 이용한 점진적 저항 운동

운동 강도는 대상자에게 적합한 범위 내에서 전단계의 밴드를 안전하게 어려움 없이 수행한 후에 다음단계의 밴드를 사용하도록 하였다. 운동에 사용된 탄력고무밴드는 근력강화운동을 목적으로 사용되며 편이성과 안정성, 경제성 등의 장점을 가지고 있다.

4) 균형판(Balance board)

발목관절의 감각 입력을 반복하여 불안정한 자세를 유발함으로써 자세반응을 조절하고 부적절한 자세반응을 억제하는 운동을 실시하였다. 운동에 사용된 균형판은 20 inch 크기의 원형으로 최대각도 14°의 평면운동이 가능하며 미끄러지지 않는 소재로 만들어졌다.

5. 분석방법

본 연구에서는 자료처리를 위하여 SPSS version 11.0을 이용하였다. 연구대상자의 일반적인 특성을 알아보기 위해서 기술적 통계를 대상자의 사전 및 사후 차이 검정을 위해서는 짝비교 t-검정을 사용하였다. 통계학적 유의성을 검증하기위한 유의수준은 α 는 .05로 정하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

대상자의 성별은 운동군이 남자가 2명(22.2%) 여자가 7명(77.8%) 이었고, 대조군은 남자가 2명(22.2%) 여자가 7명(77.8%) 이었으며 연령은 운동군이 73.7세(± 5.00), 대조군이 72.9세(± 6.13)로 두 군간에 유의한 차이가 없었다. 신장은 운동군이 156.7 cm(± 8.29), 대조군이 151.9 cm(± 9.27)였고 체중은 운동군이 61.6 kg(± 7.68), 대조군이 58.2 kg(± 8.12)이었으며 지난 1년간 낙상횟수는 운동군이 1.11회(± 0.33), 대조군이 1.22회(± 0.44)로 유의한 차이가 없었다. 따라서 운동군과 대조군의 일반적 특성은 모두 통계학적으로 유의한 차이가 없어 동일한 것으로 나타났다(표1).

2. 발목관절 가동범위 증진 프로그램 실시 후 결과

발목관절 가동범위 증진 프로그램을 실시한 후, 운동군의 발목관절 가동범위는 좌측배측굴곡이 8.33°에서

2) SMAG 925R, TUV Product Service Co.

18.22°로 9.89°가 증가하였고 좌측 족저굴곡은 26.77°에서 46.22°로 19.45°가 증가하였다. 또한 우측 배측굴곡은 6.77°에서 17.11°로 10.34°가 증가하였고 우측 족저굴곡은 28.88°에서 47.33°로 18.45°가 증가하여 좌측 배측굴곡, 좌측 족저굴곡, 우측 배측굴곡, 우측 족저굴곡 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 운동군의 보행속도는 운동 전에 비해 10.93 cm/sec 빨라졌으며

균형은 42.44점에서 49.77점으로 7.33점이 증가하여 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 보폭은 5.84 cm 길어졌으며 양 발 넓이는 2.14 cm 감소하였으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 대조군을 살펴보면 발목관절가동범위는 좌측 배측굴곡이 5.11°에서 2.66°로 2.45°가 감소하였고 좌측 족저굴곡은 31.77°에서 23.33°로 8.44°가 감소하였다. 우측 배측굴곡은 7.55°에서 4.22°로 3.33°가 감소하였고 우측 족저굴곡은 32.66°에서 20.66°로 12°가 감소하여 좌측 배측굴곡을 제외한 좌측 족저굴곡, 우측 배측굴곡, 우측 족저굴곡은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 보행속도는 83.26 cm/sec에서 77.25 cm/sec로 감소하였으며 보폭은 103.42 cm에서 100.32 cm로 감소하였고 양 발 넓이는 9.23 cm에서 9.31 cm로 증가하였으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 균형은 42.33점에서 40.44점으로 1.89점이 감소하였고 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 (표 2)(표 3).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=18)

일반적 특성	운동군 (%)	대조군 (%)
남	2(22.2)	2(22.2)
여	7(77.8)	7(77.8)
연령	73.7±5.00*	72.9±6.13
신장(cm)	156.7±8.29	151.9±9.28
낙상횟수		
1회	8(88.9)	7(77.8)
2회 이상	1(11.1)	2(22.2)

*평균±표준편차

표 2. 발목관절 가동범위 증진 프로그램 전·후 비교

(N= 18)

	대조군(n ₁ =9)		운동군(n ₂ =9)		
	운동 전	운동 후	운동 전	운동 후	
좌측배측굴곡(도)	5.11±3.33	2.66±1.41	8.33±6.85	18.22±5.78	.006*
좌측족저굴곡(도)	31.77±5.04	23.33±9.94	26.77±11.76	46.22±7.77	.001*
우측배측굴곡(도)	7.55±3.97	4.22±1.85	6.77±4.46	17.11±5.39	.001*
우측족저굴곡(도)	32.66±5.74	20.66±9.53	28.88±13.64	47.33±7.34	.001*
보행속도(cm/sec)	83.26±15.41	77.25±17.42	75.04±14.42	85.97±11.01	.005*
보폭(cm)	103.42±15.7	100.32±16.43	99.66±17.34	105.50±14.77	.096
양발넓이(cm)	9.23±3.74	9.31±2.76	11.22±6.00	9.08±4.13	.190
균형(점)	42.33±2.95	40.44±2.40	42.44±4.33	49.77±3.27	.000*

*평균±표준편차

표 3. 운동군과 대조군의 전·후 차이 비교

(N= 18)

	대조군(n ₁ =9)	운동군(n ₂ =9)
좌측배측굴곡(°)	-2.45	9.89
좌측족저굴곡(°)	-8.44	19.45
우측배측굴곡(°)	-3.33	10.34
우측족저굴곡(°)	-12.00	18.45
보행속도(cm/sec)	-6.01	10.93
보폭(cm)	-3.10	5.84
양발넓이(cm)	.08	-2.14
균형(점수)	-1.89	7.33

IV. 결과

본 연구는 최근 1년 이내 낙상의 경험이 있는 만 60세 이상 노인을 대상으로 낙상의 최대 위험요소중 하나인 배측굴곡근의 근력강화 및 균형을 위한 발목관절 가동범위 증진 프로그램 실시 이후 보행과 균형능력의 향상여부를 알아보고자 하였다. 그리고 고정자전거, 발목관절 스트레칭, 탄력밴드를 이용한 점진적 탄성저항운동, 균형판을 이용한 균형운동으로 이루어진 프로그램이 노인의 발목관절 가동범위 증진과 균형능력향상에 적합한 방법인가를 알아보고자 실시하였다.

일반적으로 노인들의 자세조절능력을 측정하는 방법은 가만히 서있는 자세에서 흔들림의 정도와 속도를 측정하는 방법이 제시되어왔다(Sheldon, 1963). 이 측정방법에 따르면 건강한 노인들일지라도 노화에 따른 자세조절능력의 변화로 인해 젊은 연령층에 비해 자세 흔들림이 증가하고 낙상을 경험한 노인은 건강한 노인에 비해 그 흔들림이 더 증가되는 것으로 밝혀졌다(Shumway-Cook 등, 1997). 그러나 Winter 등(1990)은 노인들의 COP 진폭이 큰 것은 자세안정성이 무너지는 한계에 다다르기 전에 균형을 유지하기위해 필요한 더 많은 감각정보를 찾으려는 시도 때문이라고 하였다. 또한 가만히 서 있는 자세는 균형의 위협을 줄만한 요소가 없으므로 한 발 앞에 다른 발을 붙이고 서거나 눈을 감고 측정하는 방법과 같이(Winter 등, 1990) COM을 기저면 밖으로 이동시키는 검사방법이 실제 균형능력을 측정하는데 타당하다고 주장되어지고 있다(Maki와 McClory, 1996). 본 실험에서 사용한 버그균형척도는 이러한 균형능력의 변화를 측정할 수 있도록 앞서 제시된 동작들이 포함되어 구성되어 있다는 점에서 적절하다고 할 수 있겠다. 또한 낙상 예측이 가능하고 그 타당성이 검증되었으며(효과크기>1) 손쉽게 측정할 수 있도록 고안되었다(Berg 등, 1992). 버그균형척도는 검사시간이 짧고 별다른 도구 없이도 간단히 측정할 수 있는 반면, 구성요소 대부분이 앉거나 서기 등의 자세에서 측정되어짐을 고려해 볼 때 정적 및 동적 균형 능력을 모두 측정하기에는 그 한계가 있다고 할 수 있겠다.

최근 노인들이 어떠한 전략을 사용하여 균형을 회복하는가 알아보기 위해 균형을 위협할 만한 동요를 유발하여 그 반응을 실험하는 교정반응 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 움직임판을 이용하여 입각기 초기 시미끄러짐을 유발하거나(Tang 등, 1998) 트레드밀 걷기

도중 체간을 잡아 당겨 동요를 유발하는(Misiaszek 등, 2000; Misiaszek, 2003) 실험 등이 그 대표적인 예이다. 이는 노인연령층에서 발생하는 낙상의 30~70%가 걷는 도중에 걸려 넘어지거나 미끄러지면서 일어난다(Lord 등, 1993)는 연구결과를 비추어 볼 때 노인들이 걷는 도중 균형을 잃었을 때 어떻게 감각정보를 이용하여 균형을 회복하고 보상하는가에 대한 적절한 검사방법이라고 하겠다.

본 연구에서 고정자전거, 발목관절 스트레칭, 탄력밴드를 이용한 점진적 탄성저항운동, 균형판을 이용한 균형운동으로 이루어진 프로그램, 발목관절 가동범위 증진 프로그램 후 운동군의 보행속도는 13.4% 증가하였다. 이는 8주 동안 시설노인의 낙상을 예방하기 위한 운동, 교육 및 발 관리를 실시한 후 11.6% 증가하였다는 전미양(2001)의 결과와 낙상으로 인한 대퇴골절 환자에게 4주간 체중부하운동을 실시하여 보행속도가 14.9% 증가하였다고 보고한 Lord 등(1995)의 결과와 유사하였다. 또한 12주 동안 근력강화운동과 유산소운동을 실시 후 보행속도가 5% 증가하였다는 Sauvage 등(1992)의 연구보다 높은 증가율을 보였다. 본 연구에서 운동 후 운동군의 보폭은 5.9% 증가하였다. 이는 12주 동안 요양원 남성노인에게 근력강화운동과 유산소운동을 실시한 후 보폭이 9% 증가하였다는 Sauvage 등(1992)의 연구결과와 유사하였다. 본 연구에서 운동군의 양 발 넓이는 통계학적으로 유의하지는 않았으나 운동 전에 11.22 cm에서 운동 후에 9.08 cm로 감소하였다. 이는 전미양(2001)이 8주 동안 시설노인의 낙상을 예방하기 위한 한국 춤을 응용한 운동, 교육 및 발 관리를 실시한 후 보폭이 3.62 cm에서 2.74 cm로 감소한 것과 유사한 결과를 나타내었다. 발목관절 가동범위증진프로그램 후 운동군의 균형은 17.3% 증가하였다. 이러한 증가는 균형유지능력과 상관관계가 높은 발목관절의 가동범위가 증가하고 점진적인 탄성저항운동을 통해 발목관절의 근력이 증가했으며 균형판을 이용하여 불안정한 자세를 유발함으로써 발목관절의 감각입력을 반복한 결과 자세조절능력향상에 영향을 준 것이라고 볼 수 있겠다.

낙상의 위협을 감소하기 위한 중재방안은 다양한 각도에서 활발하게 이루어지고 있다. Tinetti(2003)는 낙상을 줄이기 위한 가장 효과적인 전략으로 환자 개인을 다방면에서 평가한 후 확인된 위험 요소들을 목표로 중재방안을 설정하면 차후 낙상 발생률을 25~39%

까지 줄일 수 있다고 하였다. 성공적인 중재방안 요소 들로는 약물복용 조절 및 감소, 균형과 보행훈련, 근력 증강운동, 기립 시 혈압 평가, 집안환경위험요소 개조, 일반적 건강과 심혈관계 검진 및 관리이며 과거 낙상 원인에 대한 조사가 함께 이뤄지는 것이 바람직하다고 하였다.

최근에는 중국에서 전해 내려오는 태극권 운동을 이용하여 낙상위험을 감소하려는 중재방안이 제시되어 그 효과에 대한 연구가 이루어지고 있다. 태극권 운동은 정적이고 느린 동작이 많으면서도 동적인 요소가 병행되어 있고 고유수용성각각혼련에 적합한 체중이동 동작이 많아 노인을 대상으로 이를 응용한 균형운동 중재방안 이후 낙상 발생위험이 감소되고 낙상에 대한 두려움이 감소되었다고 보고되고 있다(Wolf 등, 1996; Taggart, 2002). 그러나 개인의 선호도가 다르고 이 운동법이 우리나라에 널리 보급되어있지 않은 점을 고려해볼 때 우리나라 노인들에게 적합한 낙상을 예방할 수 있는 운동프로그램에 대한 차후 연구가 필요하다.

본 연구는 환경적 변수를 통제하기 위해 운동군과 대조군을 서울에 거주하는 연구대상 선정조건에 맞는 60세 이상의 노인들을 대상으로 제한되었으며 검사 전에 이해력이 부족한 노인들에게 자세의 시범을 보이고 실제 측정에 앞서 연습을 행한 결과 반복된 측정으로 인한 학습의 효과를 배제하기가 어려웠다. 또한, 대상자 선정 시 중추 또는 말초신경계 질환과 균형에 영향을 주는 약물복용자 등과 실험수행이 가능한 시각 및 청각계의 이상이 없는 10 m 이상 독립보행가능자로 대상자의 조건을 제한하였으므로 발목관절 가동범위 프로그램의 효과를 일반화시키기 위한 일정 수 이상의 충분한 대상자 확보에 대한 어려움이 있었고 이와 같은 선정조건으로 인한 표집편향에 대한 영향을 배제하기가 어려웠다. 이 외에도 본 연구에서는 신경계질환 특히 치매질환이 제외되었으나 치매환자와 낙상의 높은 상관관계(Gross 등, 1990)를 고려해볼 때 치매연령층의 낙상위험감소에 대한 향후 연구가 필요하겠다.

또한, 본 연구는 프로그램 실시 이후 노인의 보행과 균형능력의 효과가 어느 정도 지속되는가에 대한 사후 연구가 이루어지지 않았고 단기간의 실험이었던 점을 감안할 때 앞으로의 연구는 낙상 예방 프로그램의 효과에 대한 실제 지속기간 여부와 낙상횟수 감소여부에 대한 추적연구가 함께 병행되어야 할 것으로 생각된다.

V. 고찰

본 연구는 발목관절 가동범위 증진 프로그램이 노인의 보행과 균형에 미치는 효과를 알아보기 위한 것으로 보행속도, 보폭, 양 발 넓이, 균형, 발목관절가동범위의 변수를 측정하여 분석 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 발목관절 가동범위 증진 프로그램은 노인의 보행을 향상시키는데 효과가 있었다. 운동군은 운동 전에 비해 운동 후에 보행속도와 보폭이 증가하였다.

둘째, 발목관절 가동범위 증진 프로그램은 노인의 균형능력을 향상시키는데 효과가 있었다. 운동군은 대조군에 비해 운동 후에 균형능력의 향상을 보였다.

셋째, 발목관절 가동범위 증진 프로그램은 낙상의 주요위험 요소인 배측굴곡근의 가동범위를 증가시키는데 효과가 있었다.

이상의 연구결과를 토대로 볼 때 본 연구의 의의를 살펴보면 고정자전거, 발목관절 스트레칭, 고무탄력밴드를 이용한 점진적 탄성저항운동, 균형판을 이용한 균형운동으로 구성된 발목관절 가동범위 증진 프로그램이 낙상노인의 보행과 균형능력을 향상시키고 낙상을 예방하는 구체적이고 효율적인 물리치료 중재방안으로 제시되었다는 점에서 의의가 있다.

인용문헌

- 김희자. 시설노인의 근력강화운동이 근력, 근지구력, 일상생활기능 및 삶의 질에 미치는 효과. 서울대학교 간호대학원, 박사학위논문. 1994.
- 보건복지부. 낙상노인의 삶의 질 증진을 위한 실제조사. 보건복지부. 2000;3-4.
- 전미양. 낙상예방프로그램이 양로원여성노인의 보행, 균형 및 근력에 미치는 효과. 서울대학교 간호대학원, 박사학위논문. 2001;68-77.
- Baker SP, Harvey AH. Fall injuries in the elderly. Clin Geriatr Med. 1985;1(3):501-512.
- Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. Physiother Can. 1989;41:304-311.

- Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. *Can J Public Health*. 1992;83:S7-S11.
- Boeing DD. Evaluation of a clinical method of a gait analysis. *Phys Ther*. 1977;57:795-798.
- Buchner DM, Cress ME, Wagner EH, et al. The Seattle FICSIT/Movement Study: The effect of exercise on gait and balance in older adults. 1993;41:321-325.
- Eliopoulos CK. *Gerontological Nursing*. 5th ed. Philadelphia, Lippincott. 2001;143-147.
- Daubney ME, Culham EG. Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther*. 1999;79:1177-1185.
- Davies AJ, Kenny RA. Falls presenting to the accident and emergency department: Types of presentation and risk factor profile. *Age Ageing*. 1996;25:362-366.
- Gross YT, Shimamoto Y, Rose CL, et al. Why do they fall? Monitoring risk factors in nursing homes. *J Gerontol Nurs*. 1990;16:20-25.
- Guccione AA, Chandler JM, Duncan PW. Balance and falls in the elderly: Issues in evaluation and treatment. In: Guccione AA, ed. *Geriatric Physical Therapy*, St. Louis, Mosby. 1993:237-251.
- Harada N, Chiu V, Damron-Rodriguez J, et al. Screening for balance and mobility impairment in elderly individuals living in residential care facilities. *Phys Ther*. 1995;75:462-469.
- Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther*. 1987;67:1881-1885.
- Kisner C, Colby L. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. 3rd ed. Philadelphia, PA, F.A. Davis Co., 1996:24-25,124.
- Lipsitz LA, Johnson PV, Kelley MM, et al. Causes and correlated of recurrent falls in ambulatory frail elderly. *J Gerontol*. 1991;46:114-112.
- Lord SR, Ward JA, Williams P, et al. An epidemiological study of falls in older community-dwelling women: the Randwick falls and fractures study. *Aust J Public Health*. 1993;17(3):240-245.
- Lord SR, Ward JA, Williams P, et al. The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 1995;43:1198-1206.
- Luukinen H, Koski K, Kivela SL, et al. Social status, life changes, housing conditions, health functional abilities and life-style as risk factors for recurrent falls among the home-dwelling elderly. *Public health*. 1996;110:115-118.
- Maki BE, McLroy WE. Postural control in the older adult. *Clin Geriatr Med*. 1996;12:635-658.
- 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.
- Mills EM. The effect of low-intensity aerobic exercise on muscle strength, flexibility and balance among sedentary elderly persons. *Nurs Res*. 1994;43:207-211.
- Misiaszek JE, Stephens MJ, Yang JF, et al. Early corrective reactions of the leg to perturbations at the torso during walking in humans. *Exp Brain Res*. 2000;131:511-523.
- Misiaszek JE. Early activation of arm and leg muscles following pulls to the waist during walking. *Exp Brain Res*. 2003;151:318-329.
- Saltzman CL, Nawoczenski DA. Complexities of foot architecture as a base of support. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1995;21:354-360.
- Sauvage LR Jr, Myklebust BM, Crown-Pan J, et al. A clinical trial of strengthening and aerobic exercise to improve gait and balance in elderly male nursing home residents. *Am J Phys Med Rehabil*. 1992;71:333-342.
- Sheldon JH. The effect of age on the control of sway. *Gerontol Clin*. 1963;5:129-138.
- Shumway-Cook A, Baldwin M, Pollisar N, et al. Predicting the probability of falls in community dwelling older adults. *Phys Ther*. 1997;77:812-819.
- Taggart HM. Effects of Tai Chi exercise on balance, functional mobility, and fear of falling among older women. *Appl Nurs Res*. 2002;15:235-242.

Tang PF, Woollacott MH, Chong RKY. Control of reactive balance adjustments in perturbed human walking: Roles of proximal and distal postural muscle activity. *Exp Brain Res.* 1998;119:141-152.

Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986;34:119-126.

Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 1988;319:1701-1707.

Tinetti ME, Powell L. Fear of falling and low self-efficacy: A case of dependence in elderly persons. *J Gerontol.* 1993;48:35-38.

Tinetti ME. Preventing falls in elderly persons. *N Engl J Med.* 2003;348:42-49.

Tromp AM, Smit JH, Deeg, DJ, et al. Predictors for falls and fractures in the longitudinal aging study. *J Bone Miner Res.* 1998;13:1932-1939.

Vandervoort AA, Chesworth BM, Cunningham DA, et al. Age and sex effects on mobility of the human ankle. *J Gerontol.* 1992a;47:M17-M21.

Vandervoort AA, Chesworth BM, Cunningham DA, et al. An outcome measure to quantify passive stiffness of the ankle. *Can J Public Health.* 1992b;83:S19-S23.

Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: An isokinetic study. *J Am Geriatr Soc.* 1987;35:13-20.

Winter DA, Patla AE, Frank JS. Assessment of balance control in humans. *Med Prog Technol.* 1990;16:31-51.

Wolf SL, Barnhart HX, Kutner NG, et al. Reducing frailty and falls in older persons: An investigation of TaiChi and computerized balance training. *J Am Geriatr Soc.* 1996;44:489-497.

Wolfson L, Whipple R, Judge J, et al. Training balance and strength in the elderly to improve function. *J Am Geriatr Soc.* 1993;41:341-343.

Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. Aging and posture control: Changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging Hum Dev.* 1986;23:97-114.

논문접수일	2005년 4월 13일
논문게재승인일	2005년 4월 27일