

다감각 운동이 여성노인의 발 바닥 압력감각, 균형에 미치는 영향

강지은¹·이경옥¹·이태용²

¹이화여자대학교 건강과학대학 체육학과 · ²동국대학교 바이오시스템대학 의생명공학과

The Effect of Multisensory Exercise on Foot Pressure Sensitivity, Balance for the Elderly

Ji-Eun Kang¹ · Kyung-Ock Yi¹ · Tae-Yong Lee²

¹Division of Human Movement Studies, College of Health Science, Ewha Womans University, Seoul, Korea

²Department of Medical Biotechnology, College of Life Science and Biotechnology, Dongguk University, Ilsan, Korea

Received 31 January 2015; Received in revised form 9 March 2015; Accepted 16 March 2015

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to analyze the effects of multisensory exercise on foot pressure sensitivity and balance for the elderly.

Method: The subjects were 17 elderly women (11 for the experimental group and 6 for the control group) with a mean age of 83. The subjects all lived in senior residence centers in Seoul. Multisensory exercise was done twice a week for 40 minutes during a 12 week period. Exercise programs were changed every 3 weeks according to the principal of gradual progress of the exercise. In order to train the vision system subjects were asked to open and close their eyes during exercise. When it came to training the vestibular system, subjects stood and walked on high elastic mats with their bare feet. For the somatosensory system subjects always stood and walked with their bare feet. The sub-Metatarsal Pad Elasticity Acquisition Instrument (MPEAI) was used to measure foot pressure sensitivity. MFT Balance test (V1.7) was used to measure anterior / posterior and medial / lateral directional balance. For the statistical analysis the IBM SPSS 21.0 was used to perform Repeated measured ANOVA and Wilcoxon ranked test.

Results: For the multisensory exercise group Hallux (after 6 weeks, 12 weeks), heel (after 6 weeks) and 2nd Metatarsal 40° (after 6 weeks) pressure sensitivity increased statistically, but the control group didn't change. Also, balance didn't change for the experimental and control group statistically.

Conclusion: Exercise with bare feet on a high elastic mat had a partially positive effect on foot sensitivity.

Keywords: Multisensory Exercise, Foot Pressure Sensitivity, Balance, Elderly

I. 서론

현대 사회는 경제 성장과 함께 의료 수준의 향상으로 노인 인구의 급격한 증가와 더불어 노인의 건강한 삶과 수명에 대한 관심이 늘어나고 있다. 2014년 고령자 통계에 의하면, 65세 이상 인구가 총 인구의 12.7%로 인구 8명중 1명이 노인임을 알 수 있다. 앞으로 10년 후인 2024년에는 19.0%로 인구 5명 중 1명이 고령자인 시대가 될 전망이다(Statistics Korea, 2014).

노화는 인체의 모든 기관의 조직이 퇴행되고 기능적 손실이 유발되는 현상이다. 이로 인해 근육의 양과 근력 감소, 그리고 유연성이 줄어든다. 그 결과 신체 활동에 제약을 받고, 운동 수행 능력이 감소하여 이동성과 독립성이 떨어지게 된다 (Bottomley, J. M., & Lewis, C. B., 2002).

하지는 우리 몸을 지탱하는 물론 보행에도 중요한 역할을 한다. 하지근력 저하는 안정성과 이동성에 영향을 주어 균형 유지를 어렵게 하고, 노인들에게 낙상 유발의 중요한 요인이 된다(Ferine, Gryfe, Holliday and Llewellyn, 1982; Moreland, Richardson, Goldsmith, & Clase, 2004). 특히 노인 건강에서 중요한 것 중 하나는 독립적으로 이동하고 생활 할 수 있는가 하는 것이므로, 체중을 지탱하고, 독립적인 보행과 움직임에

Corresponding Author : Kyung-Ock Yi
Division of Human Movement Studies, College of Health Science, Ewha Womans University, 52, Ewhayecodae-gil, Seodaemun-gu, Seoul, 120-750 Korea
Tel : +82-2-3277-2568 / Fax : +82-2-3277-2850
E-mail : yikok@ewha.ac.kr

필수적인 발 건강은 매우 중요한 부분이라 할 수 있다(Barr, Browning, Lord, Menz, & Kendig, 2005). 발은 26개의 뼈와 인대, 건, 근육이 복잡하게 얽힌 구조물로서, 서 있거나 걷는 동안 인체를 지지하고 충격을 흡수하는 중요한 기관이다. 손과 발은 인체 부위 중 가장 많은 관절과 근육, 인대, 건 등을 포함한 기관으로 감각 수용기(sensory receptor)라고 할 수 있다. 그러나 손은 발보다 사용이 많기 때문에 감각이 더 좋다. 이것은 나이에 따른 손끝의 소체 개수의 감소가 다른 부위에 비해 적기 때문이다(Johansson, Trullsson, Olsson, & Westberg, 1988; Johansson, & Vallbo, 1979; Stuart, Turman, Shaw, Walsh, & Nguyen, 2003). 발은 지면의 재질, 경사 등의 정보를 감지하여 뇌에 전달하여 사람이 넘어지지 않고 목적하는 바를 달성할 수 있게 해준다. 그러므로 노화에 따라 발이 갖고 있던 고유수용성 감각의 약화(Bergin, Bronstein, Sancovic, & Zeppenfeld, 1995), 감각에 대한 지각능력 감소(Kollegger, Baumgartner, Wober, Oder, & Deecke, 1992), 근신경의 반응 지연(Spiriduso, Francis, & MacRae., 2005), 자세동요(postural sway) 증가(Saxon, Etten, & Perkins, 2010)는 낙상의 위험을 가져온다.

발의 부위별 운동은 발 변형이 교정, 균형능력 향상, 자세 향상에(Yi, 2010) 긍정적인 효과가 있었다. 그 결과 균형 자신감이 높아지고, 발 바닥의 압력이 분산되어 통증도 감소되었다. 그러므로 발과 직립보행, 그리고 독립적인 생활 보장의 관계에서 발 사용을 통해 발 감각을 높이는 운동 프로그램 개발은 필요하다.

평형성은 신체의 감각적 지각, 중추신경계의 정보통합, 근신경의 반응의 매우 복잡한 메커니즘에 의해 조절된다(Schmidt, 1988). 신체의 감각은 상기의 체성 감각 뿐만 아니라 시각, 전정계를 포함한다.

체성 감각은 고유수용성 감각(proprioceptive)과 촉각, 압감(pressure sensitivity) 등을 말한다. 고유수용성 감각이란 근육, 건, 인대, 관절 등에서 오는 여러 가지 감각 정보를 중추신경계에 전달하여 자세와 움직임에 대한 정보를 주고 받는다(Alexander, 1996). 그러므로 넘어지지 않기 위해서는 다감각(multisensory) 운동이 필요하다. 즉, 촉각과 압감, 근방추, 건, 인대의 활성화, 시각, 전정계의 기능 향상을 위한 운동을 포함시켜 기존의 근 기능, 평형성, 이동성, 유연성의 향상뿐만 아니라 다감각 기능까지 향상시키는 통합적인 운동 프로그램의 개발이 필요하다. 기존의 노인 낙상관련 운동 프로그램을 실시한 연구의 운동 유형을 보면, 걷기, 저항훈련, 유산소성 운동, 스트레칭과 근력훈련, 산림운동 등을 통해 유산소성 능력과 평형성을 향상시킨 복합 운동 프로그램이 대부분이었다. 이러한 운동들은 감각의 기능 훈련은 간과하고 단일 근육 운

동 또는 한 부위만을 훈련시키는 단순한 동작들을 주로 하였다. 현재까지의 균형에 관한 연구들은 주로 체력 향상에 초점이 맞추어져 이루어졌다. 그러나 균형은 체력 요인만으로 이루어지는 것이 아니라 체성 감각, 전정계, 그리고 체성 감각 등의 감각계의 작용도 중요하다. 그러므로 본 연구의 목적은 다감각 운동이 발 바닥 압력감각, 균형에 미치는 영향을 규명하는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

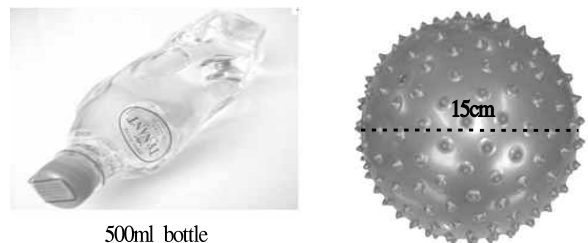
본 연구의 대상은 서울특별시 종로구 소재의 C양로원에 거주하고 있고 운동 참여에 정신적, 신체적으로 무리가 없는 여성노인 11명을 대상으로 하였다. 비고집단은 같은 거주 공간에 상주하면서 다감각 운동에 참여하지 않고 대신 양로원에서 실시하는 앉아서 하는 체조에 참여하는 6명을 대상으로 하였다. 연구 대상자에 대한 신체적 특징은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Subjects

| Group | N | Age(yr) M±SD | Weight(kg) M±SD |
|----------|----|--------------|-----------------|
| Exercise | 11 | 82.91 ±4.08 | 49.89 ±4.64 |
| Control | 6 | 83.3 ±6.38 | 54.16 ±11.97 |

2. 다감각 운동 프로그램

다감각(multisensory)운동은 체성 감각, 시각, 전정계 운동으로 구분하였다. 체성 감각은 고유수용성 감각, 촉각, 압감 등으로 구분할 수 있다. 이 중 고유수용성 감각은 근육, 관절, 건, 인대 등에서 감지하는 감각으로, 손과 발은 인체 부위 중 가장 많은 관절과 근육, 인대, 건 등을 포함한 기관으로 감각



500ml bottle

Figure 1. Upper Body Exercise Equipment

Table 2. Multisensory exercise program

| | Program configuration | equiments |
|--------------------------|--|--|
| warm up(5~8min) | Stretching of major joint and muscle group | |
| Main Exercise (25~30min) | 1. Proprioceptive system; Upper body(water bag and ball), Lower body (bare foot, surfaces, and ball) 2. Vestibular system : Lower body (ky bounder) Change direction, Change head, Closed eyes on ky bounder 3. Visual system; Close & open eye, Eye tracking | ball, 500ml water bottle, yoga mat, ky bounder |
| Cool Down(5min) | Breathing with Closed eyes | |

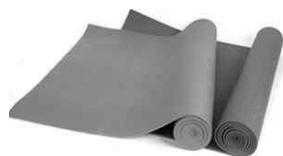
수용기(sensor receptor)라고 할 수 있다. 그러므로 고유수용성 감각을 향상시키기 위해 손과 발을 적극적으로 이용하는 운동으로 구성하였다. 손에는 다방향의 부하와 탄성을 제공하기 위해 물을 이용한 부하와 공기 탄성을 이용한 고무공을 사용하여 손 운동을 구성하였고(Figure 1), 발은 맨발의 상태로 하는 몸무게 지지 운동으로 구성하였다. 지면은 딱딱하고 고른 지면, 무르고 탄성이 있는 지면으로 변화를 주어 제공하였다(Figure 2). 무르고 탄성 있는 지면에서의 운동은 전정계를 활성화하는데 기여하는 운동으로 제공되었다. 시각을 위해 운동 중 안전이 확보된 상황에서 차안, 개안의 조건을 다양한 시간 간격으로 제공하였다. 이러한 운동 프로그램은 한국인의 정서에 맞게 한국 노인에게 친숙한 군밤 타령, 도라지 타령, 아리 아리랑 노래를 이용하여 장단을 중중모리(12/8), 엇모리장단(10/8), 자진모리(12/8) 장단으로 변주하여 구성하였다.



Thickness: 6cm
Length: 3m
Width: 46cm

Thickness: 6cm
Length: 46cm
Width: 46cm

Thickness: 4cm
Length: 46cm
Width: 46cm



Length: 1.8m
Width: 60cm

Thickness: 6mm

Thickness: 1.5cm



Figure 2. Lower Body Exercise Equipment

모든 운동 프로그램은 독립적 보행 강화를 목적으로 하여 엉덩이 관절 및 발목 관절을 이용한 워킹 및 워킹 시뮬레이션 동작으로 구성하였다 상지는 어깨 관절을 중심으로 한 상지 운동으로 구성하였다. 노인을 위한 체성 감각 운동은 12주간 주2회 40분씩 시행하였다. 다감각 운동의 구성요소와 작성의 원리는 12주간 3주 간격으로 점진적인 원리에 입각하여 5%~10% 정도 강도를 높여 구성하였다(Table 2).

1) 운동 프로그램의 구성 요소의 목표

- (1) 지지 기저면의 면적을 넓은 것에서 좁은 순으로 진전 시킨다.
- (2) 무게 중심의 높이를 낮은 곳에서 높은 곳으로 진전 시킨다.
- (3) 지지 기저면의 상태를 정지된 것에서 움직이는 것으로 진전 시킨다.
- (4) 시각을 저해하거나 제거하여 체성 감각계의 기능을 향상 시킨다.
- (5) 체성감각계와 시각계를 모두 저해하여 전정계의 기능을 향상 시킨다.
- (6) 시각계와 전정계간의 상호작용을 증진시킨다.
- (7) 지지 기저면의 상태를 단단한 지면, 무른 지면으로 변화를 주었다.

2) 운동 프로그램 제공시 안전수칙

- (1) 참가자의 안전을 저해하는 운동을 하지 않도록 다감각 훈련 시작 전에 각 참가자의 병력을 검토한다.
- (2) 참가자가 현기증을 느끼거나 방향 감각을 잃을 경우 운동을 즉각 중단한다.
- (3) 정기적으로 현기증을 호소하면 주치의와 상의하게 한다.
- (4) 참가자가 균형을 잃지 않고 운동을 할 수 있을 때까지 다음 단계로 넘어가면 안 된다.

3. 측정항목 및 측정방법

1) 발바닥 압력감각

보행 시 발 바닥의 연부 조직은 자동 발 바닥 압력 측정기 (Figure 3 : Chen, Victor, Park, & Lee, T. Y., 2011; Teoh, Shim, Lee, T. Y., 2014)를 이용하였다.

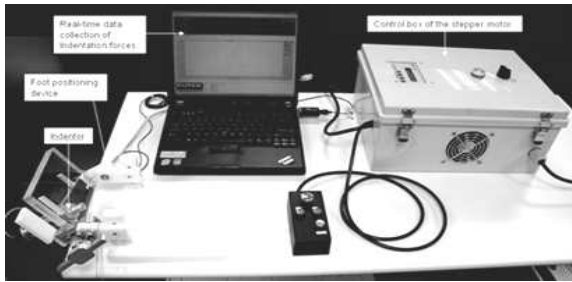


Figure 3. The Pad Elasticity Acquisition Instrument (PEAI), (Chen, Victor, Park, & Lee, T. Y., 2011)

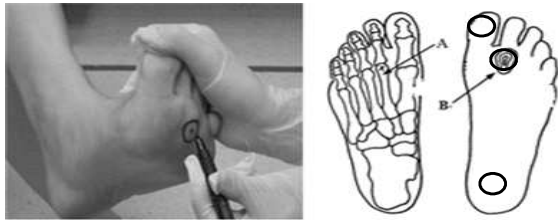


Figure 4. The head of second metatarsal bone is labeled as A and B(skin).(Chen et al., 2011)

피험자의 키, 체중을 측정하고 난 후, 체중의 50%가 양 발에 실리도록 한 다음 발바닥 압력을 측정하였다(Figure 5). 발바닥 압력 측정은 일반적으로 발 바닥 부위 중 압력이 가장 높은 두 번째 중족골(2nd MTH), 엄지 발가락(hallux), 뒤꿈치(heel)아래 세 부위를 선정하여<Figure 4> 수평 상태 (0°)에서

측정하였다. 또한 뒤굽이 높은 신발을 많이 신는 여성의 경우 앞꿈치에 가해지는 압력 감각의 변화를 측정하기 위해 두 번째 중족골 아래는 20°, 40°의 각도를 선택하였다. 발 바닥 압력의 평균 스트레인 값은 0.76/s 설정하여 검사하였다. <Figure 6>는 인텐터의 구조를 설명한 그림이다.

2) 균형

목표 시지각 체성 감각 균형 검사는 경사도가 15°인 균형 패달 장치와 시각 타겟 프로그램으로 구성되어 있는 균형 측정기(MFT Balance test V1.7)를 사용하여, 전후 방향, 좌우 방향의 균형 능력을 측정하였다<Figure 8>. 균형 검사의 표적은 <Figure 7>의 왼쪽 사진과 같이 원 모양으로 이루어져 가운데의 구역 1에서부터 바깥의 구역 5로 나누어져 구역별로 30초 동안 머무른 시간을 비율로 계산하며 <Table 3>과 같이 점수에 따라 평가하였다. 1점은 균형능력이 매우 좋은 형태, 즉 반응력(motor reaction)이 우수하고 근육 협응력(muscle coordination)

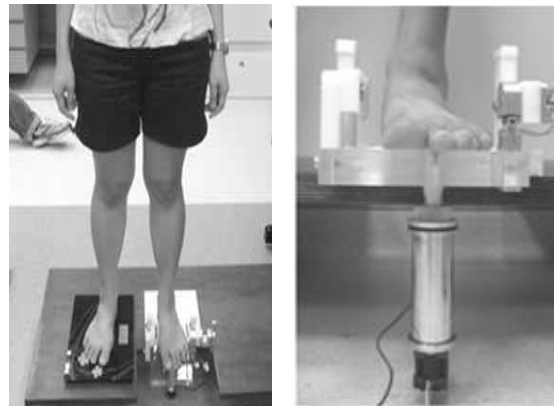


Figure 5. Foot positioned on the PEAI system (Chen et al., 2011)

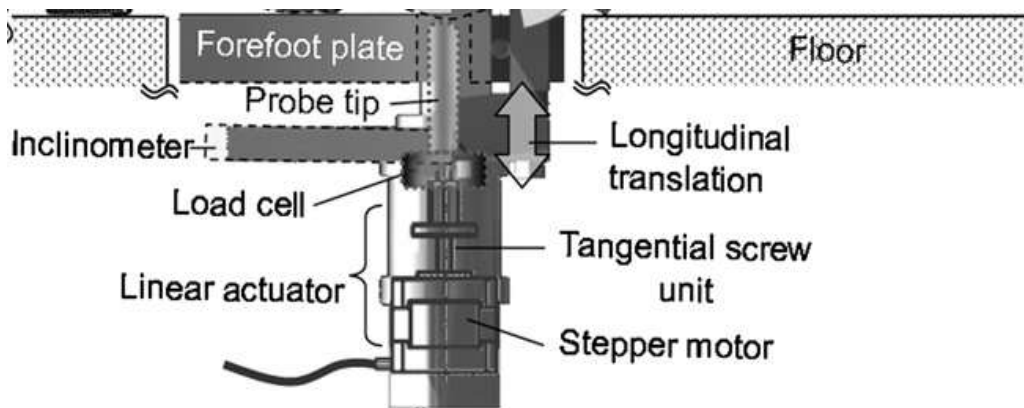


Figure 6. Schematic diagram of the Pad Elasticity Acquisition Instrument (PEAI), showing details of probe tip, accommodation of sub-MTH pad, and inside components of actuator to drive probe tip. (Chen et al., 2011)

이 뛰어나고, 2점은 근육의 협응력과 움직임의 반응력이 제한적이며, 3점은 움직임의 반응력이 둔하며, 근육의 협응력도 떨어지며, 4점은 협응력이 많이 부족하여 균형 유지가 어려우며, 5점은 균형 상실을 의미한다.

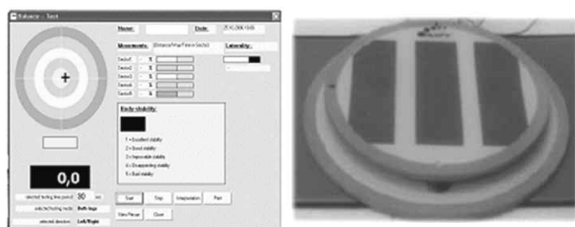


Figure 7. My Fitness Trainer: MFT Balance Test V1

Table 3. MFT Balance test valuation

| | |
|-----------|-----------------------------|
| 1.0 - 1.9 | body statics are excellent |
| 2.0 - 2.9 | body statics are good |
| 3.0 - 3.9 | body statics need improving |
| 4.0 - 4.9 | body statics are poor |
| 5.0 | body statics are very poor |



Figure 8. Direction of Right & Left, Front & Back

4. 분석방법

자료 분석은 IBM SPSS 21.0을 사용하였다. 각 집단 간, 집단 내의 운동 중재 사전/사후 검정으로 반복 측정 일원배치분산분석을 실시하였다. 발바닥 압력은 각각 0주, 6주, 12주로 기간별 3회 측정 하였다. 집단 내 검증으로는 피험자의 수가 30명을 넘지 못하여 비모수 통계분석인 윌콕슨의 부호순위 검정을 실시하였다. 사후 검증으로는 Bonferroni를 실시하였다.

III. 결 과

1. 발 바닥 압력 감각

1) 다감각 운동집단과 비교집단의 운동 중재 후 발 바닥 압력 감각의 변화

반복측정 분산분석 결과 집단 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고 시간과 집단 간 상호작용도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 운동 중재 전, 중재 6주 후, 중재 12주 후 시점에서 반복 측정된 결과 엄지 발가락의 발바닥 압력 감각이 좋아진 것으로 나타났다($F=3.64, p<.05$, Table 5). 윌콕슨의 부호순위 검정을 통해 비교한 결과 다감각 운동 집단은 엄지 발가락에서 운동 중재 6주 후($Z=-2.29, p<.05$), 12주 후($Z=-2.38, p<.05$), 감각이 통계적으로 유의하게 좋아졌다. 발 뒤꿈치는 반복 측정에서는 통계적으로 유의하게 나타나진 않았지만 집단 내 윌콕슨의 부호 순위 검정에서 운동 중재 6주 후($Z=-2.52, p<.05$), 12주 후($Z=-2.02, p<.05$) 감각이 통계적으로 유의하게 좋아졌다(Table 4).

Table 4. Repeated measured anova analysis and Wilcoxon ranked test analysis of plantar pressure sensitivity for exercise group and control group

| variable | week | exercise group | | control group | | source | F | p | week | exercise group | | control group | |
|-------------------------|------|----------------|----------|---------------|---------|--------|-------|-------|------|----------------|------|---------------|-----|
| | | (kPa) | Mean ±SD | Z | p | | | | | Z | p | | |
| Hallux | 0 | 310.80 | ±119.86 | 332.86 | ±225.81 | Group | 0.32 | .862 | 0-6 | -2.29 | .02* | -0.94 | .35 |
| | 6 | 202.98 | ±87.77 | 297.47 | ±222.89 | Time | 3.64 | .041* | 0-12 | -2.38 | .02* | -0.73 | .46 |
| | 12 | 177.50 | ±84.79 | 250.83 | ±95.48 | G*T | .568 | .574 | 6-12 | -1.26 | .21 | -0.52 | .60 |
| Heel | 0 | 1178.43 | ±113.98 | 1132.44 | ±16.21 | Group | 4.107 | .089 | 0-6 | -2.52 | .01* | -0.53 | .59 |
| | 6 | 985.59 | ±105.69 | 1201.91 | ±91.81 | Time | .224 | .658 | 0-12 | -2.02 | .04* | -0.53 | .59 |
| | 12 | 1020.36 | ±166.38 | 1194.50 | ±414.83 | G*T | 2.22 | .186 | 6-12 | -0.4 | .69 | -0.53 | .59 |
| 2 nd MTH 0° | 0 | 318.92 | ±37.87 | 301.11 | ±115.70 | Group | 0.015 | .909 | 0-6 | -1.69 | .09 | -1.46 | .14 |
| | 6 | 245.79 | ±48.73 | 300.53 | ±106.72 | Time | 0.060 | .829 | 0-12 | -0.73 | .47 | -1.07 | .29 |
| | 12 | 259.13 | ±44.11 | 343.17 | ±56.86 | G*T | .238 | .662 | 6-12 | -0.37 | .72 | -1.34 | .18 |
| 2 nd MTH 20° | 0 | 719.71 | ±196.89 | 632.67 | ±164.27 | Group | 0.049 | .833 | 0-6 | -1.96 | .05 | -0.73 | .47 |
| | 6 | 653.18 | ±192.94 | 717.31 | ±335.18 | Time | 1.654 | .240 | 0-12 | -1.21 | .22 | -1 | .32 |
| | 12 | 568.41 | ±122.14 | 759.83 | ±140.98 | G*T | 1.760 | .221 | 6-12 | -0.13 | .89 | -1.34 | .18 |
| 2 nd MTH 40° | 0 | 920.41 | ±14.31 | 849.94 | ±262.22 | Group | 0.91 | .775 | 0-6 | -1.99 | .05 | -0.73 | .47 |
| | 6 | 746.95 | ±117.40 | 846.91 | ±270.12 | Time | .826 | .417 | 0-12 | -0.37 | .72 | -1.46 | .14 |
| | 12 | 939.99 | ±312.29 | 994.19 | ±152.67 | G*T | .044 | .870 | 6-12 | 0 | 1 | -1.07 | .29 |

* $p<.05$, ** $p<.01$

2. 균형

1) 다감각 운동집단의 운동 증재 후 차이

다감각 운동 집단의 프로그램 적용 후 좌우 균형 능력은 좋아졌으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 전후 균형 능력도 변화가 없었다(Table 5).

Table 5. One-way anova analysis of multisensory exercise and control group on MFT balance test

| variable | exercise group | | control group | | df | F | p |
|--------------|----------------|-----------|---------------|-----|------|-----|---|
| | Mean | ±SD | Mean | ±SD | | | |
| Right & Left | pre | 3.90±0.22 | 4.10±0.20 | 10 | .78 | .51 | |
| | post | 4.10±0.20 | 3.93±0.79 | 5 | | | |
| Front & Back | pre | 3.68±0.42 | 3.93±0.58 | 10 | 1.65 | .20 | |
| | post | 3.40±0.76 | 3.85±0.43 | 5 | | | |

*p<.05,**p<.01

② 비교집단의 사후 차이

비교집단은 12주 후 좌우, 균형 능력은 증가 하였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었고. 전후 균형 능력은 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 5).

IV. 논 의

1. 발 바닥 압력 감각

다감각 운동 프로그램을 적용한 결과 지면의 다양성으로 인해 발 바닥 압력 감각에서 엄지 발가락과 발 뒤꿈치에서 6주와 12주 후 측정했을 때, 통계적으로 유의하게 감각이 향상되었다. 이는 발가락 압력 감각은 6주 정도 운동에서도 향상 가능하다고 할 수 있다. 이는 지면의 종류를 딱딱한 지면, 조금 무른 지면, 무른 지면의 3가지 조건을 다양하게 구성하여 처치한 결과라고 할 수 있다. Kim(2012)의 연구에서는 지면의 무른 정도, 시각의 개폐, 주변의 환경의 흔들림의 유무로 운동 집단과 통제 집단의 연령별로 시각, 청각, 체성 감각을 다음과 같이 1:정상적인 상태, 2:눈감고, 3:주변시야 혼동, 4:바닥 흔들림, 5:바닥 흔들리고, 눈감고, 6:바닥 흔들리고, 주변시야 혼동을 주는 6가지 조건으로 평형 점수 차이를 본 결과, 운동 집단이 통제 집단보다, 청년군과 중년군 노년군으로 이른바 노화가 진행 될수록 평형 점수가 낮아지는 사실을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 시각, 청각, 체성 감각으로 구성된 감각 조직의 기능 감소는 노화 과정에서 발생하는 이른바 중추신경계 및 근신경계의 퇴화에 의한 것으로 나타났다. 또한 Lee, J. S., Yang, Lee, B. J.와 Park(2009)의 연구에서도 12주 간의 복

합 운동을 통해 여성 노인의 방향 전환 동작 시 최대 족저 압력을 유의하게 감소된 것으로 나타났다.

본 연구에서도 체성감각을 높이는 운동 프로그램을 통해 피험자의 발 바닥 압력 감각은 엄지발가락과 뒤꿈치에서 각각 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이 결과에서는 다감각 운동 집단의 평균 나이를 고려할 때 감각이 퇴화하지 않고 오히려 조금씩 향상되어 가는 것을 보여줘 긍정적 결과라 할 수 있다.

2. 균형

이 실험에 참여한 노인의 평균 균형 능력은 5점 척도 중 4점 정도로 매우 낮은 편임을 알 수 있다. 균형 능력은 통계적으로 유의하진 않았지만 운동군에서 좌우 방향의 균형 능력이 향상 되었다. 운동군에서는 앞뒤 방향의 균형 능력은 증가하지 않았지만 나빠지지 않았고 그 능력을 유지 하였다. 그러나 비교 집단에서는 능력이 저하되었다. 노인의 운동 처치 결과는 더 나빠지지 않고 유지만 하여도 효과적이라고 할 수 있다. 검사 방법 측면에서 논의해보면, 목표시각 체성 감각 균형 능력(MFT)의 측정 점수는 5점 척도이고, 경사도가 15°인 균형 패달 장치에서 균형 능력을 측정하는 과제가 중기노인(75세~84세)에게는 어려운 과제였음을 평가해 볼 수 있다. 또한 노인들의 평형성 향상을 위해서는 단기간에 한 주 1회나 2회의 트레이닝으로는 효과를 기대하기 힘들기 때문에 1년 이상 지속한 경우에 근량의 증가로 평형성이 개선 되었다는 보고가 있다(Hara et al., 2007; Oak & Park, 2010).

Wong, A. M., Lin, Chou, Tang과 Wong, P. Y.(2001)은 2년간 규칙적인 태극권을 실시한 노인인 건강한 노인 집단과의 동적 평형성에서 운동군이 통계적으로 유의하게 높게 나타났고, 국내 연구에서는 요가를 규칙적이고 장시간 수련한 여성집단의 전후와 좌우COP를 요가 비수련 집단과 비교한 결과 규칙적이고 장기간의 운동이 평형성 개선에 긍정적인 영향을 나타냈다(Youm, Park, & Seo, 2008). 또한 12주간의 율동 운동이 노인들의 신체 중심 이동 형태의 변화를 가져왔음을 보고 하였다(Park, Kim, E. H., Kim, T. W., Lee, Y. S., & Lim, 2010). 본 연구의 목표 시각 체성 감각 균형 능력은 복합 과제로 12주 2회 40여분의 운동 처치로는 큰 향상의 어려움이 있으므로 좀 더 긴 기간과 빈도 수의 증가가 필요하다 할 수 있다.

V. 결 론

다감각 운동 증재 집단이 비교집단에 비해 발바닥 압력 감각이 향상된 것은 운동 참여자들의 평균 연령과 짧은 기간을 고려하면 의미 있는 결과라고 할 수 있다.

균형 능력은 참여자들의 평균 연령이 80대라는 것과 운동의 처치 기간과 빈도가 낮았기에 통계적으로는 유의한 향상이 나타나진 않았지만, 나빠지지 않았다는 것만으로도 긍정적인 결론을 내릴 수 있다. 그러므로 다감각 운동 프로그램은 발 바닥 압력 감각과 균형에 긍정적이라고 할 수 있다.

참고문헌

- Alexander, N. B. (1996). Gait disorders in older adult, *Journal of American Geriatric Society*, 44(4),434-451.
- Barr, E. L. M., Browning, C., Lord, S. R., Menz, H. B., & Kendig, H. (2005). Foot and leg problem are important determinants of functional status in community dwelling older people. *Disability and Rehabilitation*, 27 (16), 917-923.
- Bergin, P. S., Bronstein, A. M., Sancovic, S., & Zeppenfeld, D. K. (1995). Body sway and vibration perception thresholds in normal aging and in patients with polyneuropathy. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 58(3), 335-400.
- Bottomley, J. M., & Lewis, C. B. (2002). *Geriatric rehabilitation A Clinical Approach 2nd Edition*, New Jersey : Prentice Hall.
- Chen, W. M., Victor, P. W., Park, S. B., Lee, T. Y. (2011), An instrumented tissue tester for measuring soft tissue property under the metatarsal heads in relation to metatarsophalangeal joint angle. *Journal of Biomechanics*. 44, 1801-1804.
- Ferine, G. R., Gryfe, C. I., Holliday, P. J., & Llewellyn, A. (1982). The relationship of posture sway in standing to the incidence of falls in geriatric subjects. *Age Ageing*, 11(1), 11-16.
- Hara, T., Yoshikawa, T., Nakao, H., Wang, L., Suzuki, T., & Fujimoto, S. (2007). The effects of aqua exercise on balance function in middle aged woman. *Jpn J Phys. Fitness Sports Med*, 56, 357-364.
- Johansson, R. S., Trulsson, M., Olsson, K. A., & Westberg, K. G. (1988). "Mechanoreceptor activity from the human face and oral mucosa," *Experimental Brain Research*, 72(1), 204-208.
- Johansson, R. S., & Vallbo, A. B. (1979). "Tactile sensibility in the human hand: Relative and absolute densities of four types of mechanoreceptive units in glabrous skin," *Journal of Physiology*, 286, 283-300.
- Kim, C. H. (2012). *The effects of aging and regular exercise on the changes in sensory organization and motor control function*. Unpublished Doctoral Dissertation, Graduate school of Kwan dong University.
- Kollegger, H., Baumgartner, C., Wober, C., Oder, W., & Deecke, L. (1992). Spontaneous body sway as a function of sex, age, and vision: posturographic study in 30 healthy adults. *Euro Neurology*, 32(5), 253-9.
- Lee, J. S., Yang, J. O., Lee, B. J., & Park, S. M. (2009). Effects of Participation in a 12-Week Complex Training Program on Foot-Pressure in the Elderly Women. *Journal of Korean Society of Sport Biomechanics*, (19)1, 117-126.
- Lexell, J., Taylor, C. C., & Sjoström, M. (1988). What is the cause of ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15 to 83 year old men. *Journal of Neurology and Science*, 84(23), 275-294.
- Moreland, J. D., Richardson, J. A., Goldsmith, C. H., & Clase, C. M. (2004). Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of American Geriatrics Society*, 52(7), 1121-1129.
- Oak, J., S., & Park, W. Y. (2010). Effects of exercise habit on the sensory organization and motor control functions in old adults. *Journal of Exercise Science*, 19(1), 49-58.
- Park, Y. S., Kim, E. H., Kim, T. W., Lee, Y. S., & Lim, Y. T. (2010). The Effects of 12 Week Balance Ability Improvement Exercise to the Changes of Selected Joint Angles and Ground Reaction Forces during Down Staircase Walking. *Journal of Korean Society of Sport Biomechanics*, (20)3, 267-275.
- Saxon, S., Eiten, M., & Perkins, E. (2010). *The Nervous System A Guide for the Helping Professions : Physical Change & Aging*, New York: Springer
- Schmidt, R. A. (1988). *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis. (2nd ed.)*. Champaign, IL: Human Kinetics, 482-489.
- Spirduso, W., K. Francis and P. MacRae. (2005) *Physical Dimensions of Aging*, Human Kinetics, Champaign, IL.
- Statistics Korea (2014). Senior Survey & Future population projections. Seoul: Korea National Statistical Office.
- Stuart, M., Turman, A. B., Shaw, I., Walsh, N., & Nguyen, V. (2003). Effect of aging on vibration detection Thresholds at various body regions, *BMC Geriatrics*, 3, 1-10.
- Teoh, J. C., Shim, V. P., & Lee, T. (2014). Quantification of plantar soft tissue changes due to aging in various metatarsophalangeal joint angles with realistic tissue deformation. *Journal of Biomechanics*, 47(12), 3043-3049.
- Wong, A. M., Lin, Y. C., Chou, S. W., Tang, F. T., & Wong, P. Y. (2001). Coordination exercise and postural stability in elderly people: Effect of Tai Chi Chuan. *Arch Phys Med Rehabil*, May; 82(5), 608-612.
- Yi, K. O. (2010). Integrated functional physical fitness exercise(I.F.P.F.E) for the fall proof of the elderly. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*, 2010(0), 13-40.
- Youm, C. H., Park, Y. H., & Seo, K. W. (2008). Assessment of Single-leg Stance Balance Using COP 95% Confidence Ellipse Area. *Journal of Korean Society of Sport Biomechanics*, (18)2, 19-27.