

압력센서를 이용한 감각피드백 균형 훈련이 노인의 정적 균형에 미치는 효과

권일호 · 김 호 · 신원섭^{1†}

대전대학교 물리치료학과 대학원, ¹대전대학교 물리치료학과

Effect of Sensory Feedback Balance Training using Pressure Sensor on the Static Balance of the Elderly

Il-Ho Kwon, PT · Ho Kim, PT · Won-Seob Shin, PT, PhD^{1†}

Department of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

¹Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University

Received: March 16, 2020 / Revised: March 19, 2020 / Accepted: March 28, 2020

© 2020 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study aimed to determine the most effective feedback condition for static balance in elderly subjects.

METHODS: Thirty-eight elderly subjects (12 men and 26 women with a mean age of 77.21 years) participated in this study. They each completed a questionnaire on their general characteristics, excluding personal identification codes. The static balance ability of the participants was evaluated using a Wii Balance Board and the Balancia program (version 2.0). The following three feedback conditions were considered: condition 1 (tactile feedback), condition 2 (visual feedback), and condition 3 (no feedback). One-way repeated-measures analysis of variance was used for the comparisons according to sway length and sway velocity. The statistical significance level was set to $\alpha = .05$ for all variables.

RESULTS: Significant differences in the sway length and sway velocity were observed between the three conditions ($p < .05$). Significant differences in the sway length were noted in the order of conditions 1, 2, and 3 ($p < .05$), and significant differences in the sway velocity in the order of conditions 3, 2, and 1 ($p < .05$).

CONCLUSION: Significant differences in static balance ability were observed between the three conditions. In this study, tactile feedback was found to be the most effective feedback for balance training. Owing to aging and impairment of the senses, such as that observed in the tactile receptors, visual receptors, and proprioceptors, it is recommended that elderly subjects participate in balance training.

Key Words: Postural balance, Sensory feedback, Elderly

I. 서 론

세계적으로 65세 이상인 노인의 인구가 증가로 인해 고령화가 진행되고, 우리나라는 고령사회로 접어들면서 노인의 건강에 관한 관심은 더욱 높아지고 있다. 2017년 보건복지부 노인실태조사에 따르면, 낙상을 경험한 노인은 전체노인의 15.9%로, 일상생활에서 사고경험이 가장 높았다. 지난 1년간 낙상횟수는 평균 2.1회

†Corresponding Author : Won-Seob Shin
suby96@naver.com, <https://orcid.org/0000-0002-6515-7020>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이었고 낙상으로 인해 병원 치료를 받은 경우는 64.9%이다. 낙상의 외적 요인으로는 바닥이 미끄러워서가 26.4%로 가장 많았으며, 내적 요인으로는 다리에 힘이 빠져서가 20.1%로 가장 많았다. 성별로는 여자노인이 19.4%로 남자노인 11.2%보다 높았으며, 병원 치료를 받는 빈도도 67.5%로 남자노인 58.9%보다 높았다[1]. 낙상은 의도치 않은 넘어짐이 발생하는 것으로, 갑작스런 신체의 이동으로 균형을 잃어버리는 것이다. 따라서 낙상은 균형능력이 감소한 노인에게 발생되며, 일상생활에서 흔한 사고로 노인의 이환율과 사망률을 증가시키는 요인 중 하나이다[2].

균형은 자신의 기저면 내에서 신체의 무게중심을 유지하는 능력으로, 개인에게 주어진 일상생활활동을 하는 동안에 기능적인 활동의 필수 요소이다. 균형조절은 고유수용성 감각을 포함한 시각계, 전정계, 체성감각계를 통해 들어오는 감각정보를 처리하는 복합적인 상호작용이다. 이에 신체동요를 최소화하고 기저면 내에서 신체의 무게중심을 유지하려는 협응과정을 통해 균형을 유지하고 있다[3]. 하지만 노인은 노화로 인해 시각과 고유수용성감각 등의 소실로 균형능력이 감소되는 것으로 보고되고 있으며, 노인을 대상으로 낙상예방을 위한 균형훈련 연구가 진행되고 있다[4]. 선행연구에서는 가상현실[5]이나 복합재활운동 프로그램[6] 등을 통해 균형훈련을 하고 있다. 노인뿐만 아니라 보호자, 간호사에게 낙상예방 프로그램을 실시하는 방법을 통한 낙상예방 연구가 있었다[7]. 균형훈련과 더불어 테이핑을 적용하여 균형능력에 도움을 주거나 가상현실게임을 이용하여 신체의 무게중심이 안전성 한계의 범위 내에서 균형능력을 향상시키는 훈련 등 기능적인 여러 가지 훈련들이 있다[8]. 이처럼 균형훈련은 근골격계의 근육수축과 뼈대계통의 지지작용, 협응운동을 포함한 운동훈련과 감각기능의 통합하는 훈련 등을 이용하여 균형능력을 향상시켜왔다[4]. 이러한 균형을 평가하는 것으로는 신체의 무게중심 분포를 측정하거나 힘판과 같은 정교한 장비로 신체의 무게중심 위치를 측정하며, 올바른 균형을 위한 운동방법의 역학적 기술로 발달해왔다[9].

신체의 균형 상태를 피드백으로 이용한 균형훈련은

노인의 균형능력 향상에 효과적이라고 연구되고 있다[2]. 균형훈련의 방법 중에 거울, 힘판 등을 이용한 시각적인 자극을 통한 훈련의 효과가 높다고 보고되고 있다[10]. 또한 균형은 고유수용성감각과도 상관성이 있어 연구되고 있으며, 시각은 주어진 환경을 통해 고유수용성감각과 전정기관 등과 상호작용하여 정상적으로 균형을 유지하도록 도와준다[4]. 또한 체성감각자극은 신체 기능 및 자세 유지의 향상시킴, 체성감각을 자극하는 방법으로는 진동자극이 있다. 진동은 거부감과 같은 부작용이 적고 자극의 제공이 용이하여 의료분야에서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 진동자극을 제공하는 방법에는 전신, 국소로 제공하는 행태가 있고, 진동의 세기와 상관없이 같은 수준의 영향이 있었다[11]. 진동자극의 제공은 신체의 근력 및 신체능력 향상에 효과를 보여주고 있으며, 비정상적인 근 긴장도의 감소로 신체 기능에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다[12]. 따라서 현재까지의 균형훈련 방법 중 시각적인 피드백 방법, 특히 가상현실을 제공하여 균형능력을 향상시키는 연구를 하였다. 대부분의 균형훈련 방법으로는 시각적인 피드백을 이용한 훈련이 대부분이기 때문에 국소의 진동자극을 이용한 촉각자극에 대한 연구가 부족하다[13].

본 연구에서는 노인을 대상으로 촉각적인 피드백과 시각적인 피드백을 제공하여 실시한 균형훈련 중 어떠한 피드백 방법이 효과적인지 비교해보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 대전광역시 소재의 노인을 대상으로 하였다. 대상자의 선정조건은 65세 이상의 노인으로서 독립적으로 30초 이상 선 자세를 유지 할 수 있으며 촉각적, 시각적인 장애가 없는 자로, 본 실험을 수행하는데 지장이 없는 자로 하였다. 제외조건은 정형외과적·신경학적 등의 질환을 가져 균형 능력에 문제가 있는 자이다. 본 연구에 참여한 대상자는 총 40명이었으며, 연구의 목적과 방법을 설명하고 동의를 얻어 진행하였다. 연구에 참여한 대상자 중 2명이 신경학적인 문제를

Table 1. General Characteristic of the Subjects (N = 38)

Variables	Values
Sex (male / female)	12 / 26
Age (years)	37.36 (7.47)
Height (cm)	173.91 (5.63)
Weight (kg)	77.29 (12.30)

Mean (Standard Deviation)

가져 제외하였다. 본 연구는 대전대학교 윤리위원회 (IRB-1040647-202002-HR-005-03)로부터 승인을 받았다.

2. 평가도구

1) 일반적인 특성

개인식별부호를 제외한 성별, 나이, 신장, 체중의 일반적인 특성을 알아보는 설문지를 대상자가 직접 작성하였다. 본 연구에 최종적으로 참여한 대상자는 총 38 명이며, 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

2) 정적균형

정적균형 능력평가는 Wii Balance Board와 Balancia software program을 이용하여 측정하였다. Wii Balance Board는 4개의 모서리에 위치한 로드셀을 이용하여 압력중심점을 연속적으로 수집할 수 있는 장치이며, 블루

투스 통신으로 연결된 컴퓨터에 전송할 수 있다. Wii balance board의 측정결과에 대한 타당도는 .66 - .94, 신뢰도는 .77 - .89로 균형을 평가하기 위한 효과적인 도구로 제시되고 있다[14].

Balancia software program은 Wii Balance Board로 측정되는 압력중심점의 정보를 분석하기 위해 이용되는 프로그램이다. 분석된 결과는 압력중심점의 X축, Y축에 대한 이동거리 및 속도, 좌우체중분포 등을 보여준다. 결과 값 중 sway length와 sway velocity를 이용하였다. 타당도는 .85 - .96으로 높고 신뢰도는 .79 - .96로 균형 능력을 평가하는데 높은 신뢰도를 가진 프로그램이다[15].

3. 중재방법

본 연구는 무작위 교차실험 연구(Randomized crossover study)로써 서로 다른 피드백 상황에서 선 자세의 정적 균형 능력에 차이가 있는지 알아보려 하였다. 피드백 조건에 따라 3개의 조건으로 설정하였다. 촉각적 피드백을 실시간으로 제공받는 균형훈련(실험군 1), 시각적 피드백을 실시간으로 제공받는 균형훈련(실험군 2), 피드백이 없는 균형훈련(대조군)이다. 실험군 1과 2에서 제공받는 피드백 방법을 평가전에 10분씩 균형훈련을 실시하고, 5분의 휴식을 제공한 뒤에 측정하였습니다. 모집된 대상자들은 3가지 피드백 조건을 무작위 순서로 측정하였으며(Fig. 1), 순서를 정하는 방법은 무작위 방법은 총 3개의 번호가 적힌 공을 대상자가 직접 꺼내

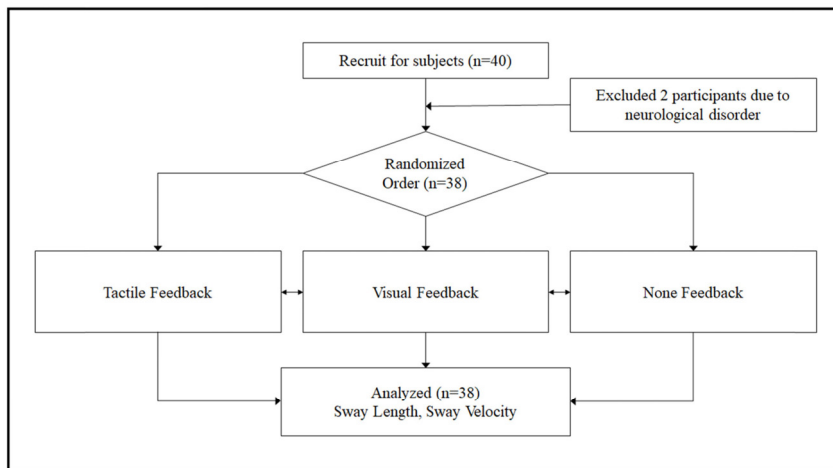


Fig. 1. Flow Chart.

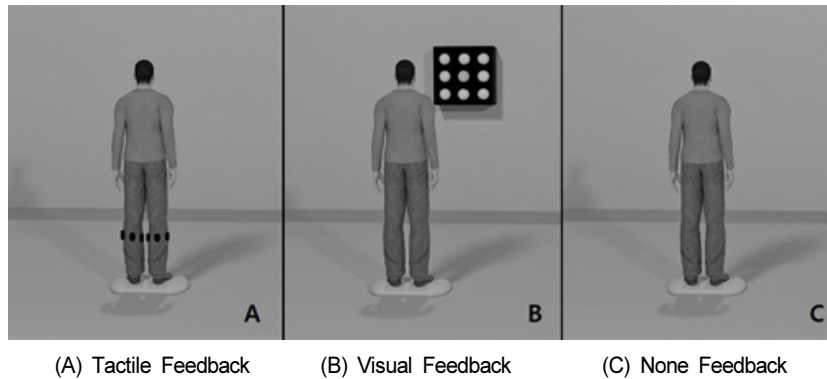


Fig. 2. Standing Position about the Feedback Condition.

어 번호에 해당하는 순서로 측정하였다. 측정 전에는 몸을 활성화시키기 위해 간단한 체조를 실시하였으며, 측정 간 3분의 휴식시간을 제공하였다. 균형능력의 측정은 Wii Balance Board 위에 30초 동안 눈을 뜨고 자연스럽게 양 발을 위치시키고 손은 자연스럽게 떨어뜨려 놓고 서게 하였다. 발의 위치는 모든 상황에서 같은 위치에서 실시하였으며, Wii Balance Board에서 벽까지의 거리는 2로 동일하게 진행하였다(Fig. 2). 3번을 측정하여 평균값을 이용하였다. 대상자의 압력정보를 실시간으로 수집하기 위해 양발에 압력센서를 부착하였다. 대상자의 발 사이에 각각의 압력센서 4개씩을 부착하며, 위치는 엄지발가락 아래, 첫 번째 발허리 뼈 중 머리 부분과 다섯 번째 발허리 뼈 중 머리 부분의 아래 그리고, 뒤꿈치 아래에 위치한다[2,16].

1) 실험군 1

압력정보를 촉각적 피드백을 받기 위해 진동모터를 벨크로를 이용하여 장딴지 근육의 팽대부위 앞, 뒤, 안, 바깥쪽에 부착하였다[17]. 신체의 무게중심을 확인하기 위해 진동이 없을 경우에는 정확한 균형유지를 하고 있는 것이다. 무게중심의 이동 방향에 따라 소형 진동모터가 작도하여 촉각적 정보를 제공하게 된다. 실시간으로 무게중심의 상태를 촉각적인 피드백으로 제공하면서 30초 동안 측정합니다.

2) 실험군 2

압력센서의 위치는 실험군 1과 동일하며, 실험군 1

과 같은 형태, 거리로 측정하였다. 신체의 무게중심 점을 눈으로 확인 할 수 있게 시각적 피드백은 정방형 상자에 9개의 Led를 이용하여 무게중심 상태를 나타내었다. 이때 가운데 Led를 눈과 같은 높이에 위치시켰다. 결과 값은 센서에 들어오는 압력을 계산하여, 가운데에 있는 Led 점등은 정확한 균형유지를 하고 있는 것으로 표시되고, 이외에 Led 점등은 해당 방향으로 무게중심이 이동되었다는 것으로 시각적 피드백을 제공하였다 [2]. 실시간으로 무게중심의 상태를 시각적인 피드백으로 제공하면서 30초 동안 측정합니다.

3) 대조군

촉각적, 시각적 피드백 없이 측정을 하며, 실험군 1, 2와 똑같은 형태와 거리에서 피드백 장치 없이 측정하였다.

4. 분석

본 연구를 통해 수집된 자료 분석은 윈도우용 SPSS Statistics ver. 25.0 IBM Co., Armonk, NY, USA)를 사용하여 통계처리를 실시하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차를 구하고, Shapiro-Wilks 정규성 검증을 하였다. 각 중재의 효과를 알아보기 위해 일원배치 반복측정 분산분석(One-way repeated measures ANOVA)을 실시하였고, 사후분석은 Bonferroni 검정을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다.

Table 2. Comparison of the Static Balance Ability According to the Various Feedback Training (N = 38)

Variables	Tactile Feedback	Visual Feedback	None Feedback	F (p)
Sway Length (cm)	78.39 (16.81)	88.94 (25.40)	100.39 (41.16)	17.510 (.000)*
Sway Velocity (cm/s)	2.56 (.56)	2.97 (.85)	3.51 (1.36)	29.870 (.000)*

Mean (Standard Deviation), *: P < .05

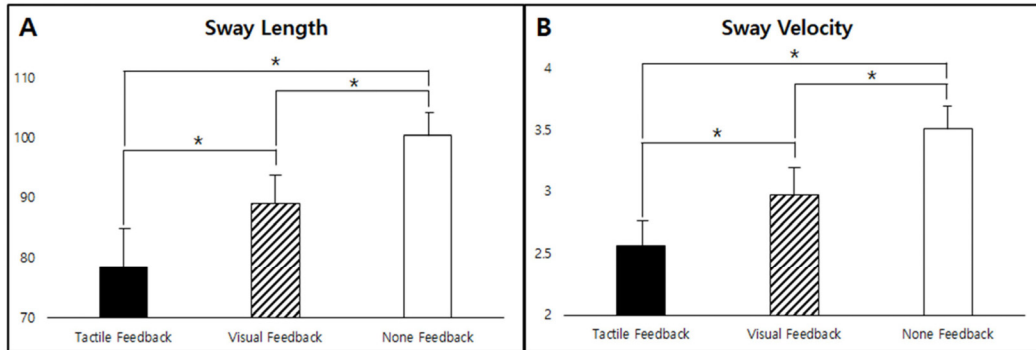


Fig. 3. Results of the Static Balance Comparison. (A) Sway Length, (B) Sway Velocity, * < .05

III. 연구결과

1. 대상자의 일반적인 특성

실험에 참여한 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다. 참여한 대상자 중 남자는 12명, 여자는 26명이었으며, 평균 연령은 77.21 ± 6.27세, 키는 156.20 ± 7.42 cm, 몸무게는 58.37 ± 7.85 kg이다.

2. 피드백 종류에 따른 동요거리의 차이

피드백의 종류에 따른 조건 간의 동요거리는 유의한 차이가 있었다(p < .05). 촉각적 피드백을 받는 군(실험군 1)의 동요거리의 평균은 78.39 ± 16.81 cm로 가장 작게 움직였으며, 시각적 피드백을 받은 군(실험군 2)은 88.94 ± 25.40 cm, 대조군은 100.39 ± 41.16 cm로 나타났다. 사후분석 결과 실험군 1, 실험군 2, 대조군 순으로 유의하게 동요거리가 작은 것으로 나타났다(p < .05)(Table 2)(Fig. 3).

3. 피드백 종류에 따른 동요속도의 차이

피드백의 종류에 따른 조건간의 동요속도에서 유의

한 차이가 있었다(p < .05). 촉각적 피드백을 받는 군(실험군 1)의 동요속도의 평균은 2.56 ± .56 cm/s로 가장 적었으며, 시각적 피드백을 받은 군(실험군 2)은 2.97 ± .85 cm/s, 대조군은 3.51 ± 1.36 cm/s로 나타났다. 사후분석 결과 대조군, 실험군 2, 실험군 1순으로 유의하게 동요속도가 빠른 것으로 나타났다(p < .05)(Table 2)(Fig. 3).

IV. 고 찰

본 연구는 노인을 38명을 대상으로 서로 다른 피드백을 제공하는 균형훈련이 노인의 정적균형 능력에 미치는 즉시효과를 규명하기 위해 진행된 실험연구이다.

균형은 시각계, 전정계, 체성감각계를 통해 들어오는 감각정보를 처리하는 복합적인 상호작용으로 시각, 촉각 등의 영향을 받는데 노화로 인해 노인은 이러한 감각정보의 소실로 균형능력이 대부분 감소되었다[4]. 감각정보가 감소되어있는 노인은 피드백을 통한 많은 양의 감각정보를 제공하면 균형능력이 향상되는 연구가 많이 진행되고 있으며, 선행연구에서 균형능력이 향상되는 것을 확인할 수 있었다[18]. 선행연구에서는

동요거리가 길수록, 동요속도가 빠를수록 균형능력이 저하되었다는 것이라고 연구되었다[19]. 따라서 균형능력이 향상되었다는 것은 동요거리가 짧고, 동요속도가 느려진다는 것이다. 따라서 본 연구에서도 피드백이 제공된 실험군 1과 실험군 2에서 대조군보다 정량적으로 측정된 수치가 균형능력이 향상된 것으로 평가되었다. 이는 실시간으로 피드백 정보를 제공받아 무게중심의 위치를 인지할 수 있었고, 정확한 자세 조절 및 유지가 가능했기 때문이라고 사료된다.

정적균형에 있어서 진동으로 촉각 신호의 제공은 정적인 자세의 안정성이 향상되며, 촉각의 종류와 세기에 상관없이 같은 수준의 균형능력을 향상시켰다고 선행연구는 말하고 있다[20]. 또한 촉각 신호의 제공 위치는 하지 또는 상지에 대한 촉각 신호로 정적인 상태의 신체동요가 줄었다. 이러한 촉각 신호로 균형능력이 향상된 집단은 정상인뿐만 아니라 시각장애인과 신경병증환자, 그리고 노인이 있었다[21]. 따라서 본 연구에서는 노인을 대상으로 균형훈련 시 어떠한 피드백이 가장 효과적인지 확인하고자 하였다. 그 결과 촉각적 피드백을 제공받은 실험군 1이 시각적 피드백을 제공받은 실험군 2보다 유의한 균형능력의 향상을 보였다. 이는 눈을 가려 시각적인 자극이 차단되어 시각적인 보상이 없는 상태에서 진동을 통한 촉각적 피드백 균형훈련이 더욱 효과적이라고 선행연구에서도 말하고 있다. 또한 정상인뿐만 아니라 노인, 말초신경병증환자, 중추신경손상환자와 같이 감각이 저하된 집단에서 촉각적 피드백을 통한 균형 능력을 포함한 신체 기능의 향상이 있었다[22]. 시각적인 정보를 차단한 상태에서 촉각적 피드백을 제공받았을 때, 균형능력의 유의미하게 향상 되었기 때문에 촉각적 피드백을 제공받은 실험군 1이 균형훈련에서 유의미한 결과가 나타났다고 사료된다. 더불어 본 연구에서 진행된 실험은 대상자의 무게중심의 위치를 실시간으로 근육에 존재하는 고유수용성감각까지 직접적으로 자극하였고, 피드백을 제공하는 감각정보의 질이 높기 때문에 즉각적인 효과가 더욱 크게 나타났다고 생각된다.

선행연구에서와 마찬가지로 시각적 피드백을 제공받은 실험군 2에서 대조군보다 유의한 균형능력의 향

상이 있었다[23]. 또한 4주간의 균형훈련을 실시한 선행연구에서 앞, 뒤, 좌, 우에서는 유의한 변화가 없었지만, 대각선 방향의 균형능력에서 유의한 향상이 있음을 확인할 수 있었다[24]. 이는 본 연구에서도 대각선에 대한 신체의 무게중심 이동까지 시각적 피드백의 제공이 있었기 때문이다. 신체의 무게중심을 앞, 뒤, 좌, 우뿐만 아니라 대각선으로 이동시키고, 균형을 조절하며 시각적 피드백을 통해 즉각적이고 정확한 질 높은 피드백을 받으며 균형훈련을 하였기 때문이라고 사료된다.

향후 연구에서는 중추신경계환자나 말초신경병증환자 등을 대상으로 진행하는 연구도 필요할 것으로 생각된다. 또한 본 연구는 다양한 피드백 적용 시 균형에 대한 즉시효과로 중재기간이 짧은 제한점을 가지며, 장기간의 중재로 균형훈련이 진행한 효과연구가 필요할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 노화가 진행된 노인을 대상으로 균형훈련 시 다양한 피드백을 제공하여, 정적균형 능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 결론적으로 노인은 노화로 인해 고유수용성감각, 시각, 촉각 등 균형을 유지하는 감각들의 기능저하가 있으므로, 균형능력을 향상시키는 훈련을 해야 한다. 본 연구를 통하여 균형훈련을 위한 피드백 중 가장 효과적인 것은 촉각적 피드백인 것으로 나타났다. 따라서 촉각적 피드백을 이용한 균형훈련이 다양한 방법으로 연구될 것이라 기대한다.

Acknowledgement

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019 R1H1A1079976).

References

- [1] Korea Institute for Health and Social Affairs. 2017 National Survey of Elderly.

- [2] Kwon IH, Song JY, Kim DY, et al. A Study on the Balance Characteristics of the Elderly using the Balance System based on the Pressure Sensor. The HCI Society of Korea. 2018;1:666-9.
- [3] Park SK, Ryu SY, Kim JB, et al. Complexity Comparison of Center of Pressure between Fallers and Non-fallers during Gait. Korean Journal of Sport Biomechanics 2019;29(2):113-9.
- [4] Hong SY. Effectiveness of Balance Training Based on Virtual Reality Game for the Elderly. The Journal of Korean Society of Occupational Therapy. 2010;18(1): 55-64.
- [5] Jeon MJ, Moon JH, Cho HY, et al. Effects of virtual reality combined with balance training on upper limb function, balance, and activities of daily living in persons with acute stroke: a preliminary study. Phys Ther Rehabil Sci. 2019;8(4):187-93.
- [6] Cho YH, Park SJ, Kim SH, et al. Effect of Paretic and Non-paretic Side Spine Taping on Balance Ability in Patients with Stroke. J Int Acad Phys Ther Res. 2019;10(2):1779-84.
- [7] Jo EG, Seong MH, Lee YS, et al. Effects of Fall Prevention Educational Program for Nurses in Comprehensive Nursing Care Units. JOURNAL OF THE KOREA CONTENTS ASSOCIATION. 2019;19(11):190-200.
- [8] Park SJ, Kim TH, Go JH, et al. The impact of convergence balance training and taping on spasticity and balance ability in patients with chronic stroke. Journal of Digital Convergence. 2017;15(7):297-306.
- [9] Lee HS, Choi HS, Kwon OY, et al. A Literature Review on Balance Control Factors. Phys Ther Korea. 1996; 3(3):82-91.
- [10] Kim YS, Park MC. Comparison of Balance Ability according to the Immersion Level of Virtual Reality-based Training for the Balance Enhancement of the Elderly. PNF and Movement. 2018;16(2):259-66.
- [11] Kim YM, Park JH. The Effect of Whole-Body Vibration Exercise on Balance, Muscle Strength and Falls Efficacy in the Elderly. J Korean Soc Phys Med. 2017;12(4):61-71.
- [12] Kwon JS. The Effect of Vibratory Stimulation on Physical Function Recovery in Individuals with Central Nervous System Disease: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. J Health Info Stat. 2017;42(3):208-15.
- [13] Park GH, Kim JY. The Effects of Complex Exercise on Balance and Gait Ability in Elderly with Experienced Fall. The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Physical Therapy. 2018;24(2):69-74.
- [14] Clark R, Bryant A, Pua YH, et al. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. Gait & Posture. 2010;31:307-10.
- [15] Lim JY, Yi YS, Jung SW, et al. Comparison of vertical ground reaction forces between female elderly and young adults during sit-to-stand and gait using the Nintendo Wii Balance Board. Phys Ther Rehabil Sci. 2018;7(4): 179-85.
- [16] Cho KH, Park SJ. Immediate Effect of Elastic Taping on Postural Sway in Patients with Stroke. J Int Acad Phys Ther Res. 2018;9(4):1631-5.
- [17] Toosizadeh N, Mohler J, Marlinski V, et al. Low intensity vibration of ankle muscles improves balance in elderly persons at high risk of falling. PLoS ONE. 2018;13(3): 1-26.
- [18] Wi SY, Kang JH. The Effects of Virtual Reality Interactive Games on the Balance Ability of Elderly Women with Knee Osteoarthritis. J Korean Soc Phys Med. 2012;7(3): 387-97.
- [19] Park DS, Lee DY, Choi SJ, et al. Reliability and Validity of the Balancia using Wii Balance Board for Assessment of Balance with Stroke Patients. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. 2013;14(6): 2767-72.
- [20] Choi JH, Yoo DH. The Effect of Multi-Sensory Stimulation Training on Cognitive Function and Balance Skill of the Community Resident Elderly. The Journal of Korean Society of Community Based Occupational Therapy. 2016;6(2):1-10.

- [21] Jin CW, Lee HH, Lee SW, et al. The Effects of Light Touch on Postural Sway in People with Visual Impairment. *The Korean Journal of Visual Impairment*. 2007;23(2): 141-52.
- [22] Yoo JS, Hwang JH, Chang HJ, et al. Balance Control Effect of Electrical Noise Stimulation on Vibration Socks in Healthy Adult and Elderly People. *Korean J Clin Geri*. 2008;9(2):250-7.
- [23] Lee SW, Lee KJ, Song CH, et al. Effects of Visual Feedback-Based Balance Training on Balance in Elderly Fallers. *J Muscle Joint Health*. 2011;18(1):16-27.
- [24] Lee Jw, Yu M, Lee AR, et al. Effects of Postural Balance at Game-based Visual Feedback Training of the Elderly. *Journal of the Korea contents association*. 2013;13(10): 9-18.