

# 고령자 대상 하지 균형증진 운동시스템의 사용성 평가 연구

## Usability Evaluation of Exercise System that Promote the Balance of Lower Body for the Seniors

임희철\*, 이창형, 임도형, 전경진, 정덕영, 전성철

H. C. Lim, C. H. Lee, D. H. Lim, K. J. Chun, D. Y. Jung, S. C. Jun

### 요 약

본 연구는 균형 운동시스템을 사용한 고령자를 대상으로 설문조사를 실시하여 운동시스템 및 하지 균형의 사용성 평가를 조사하는데 그 목적이 있다. 대상자(고령자)들이 가장 불편한 신체부위인 하지의 균형을 증진하기 위한 운동시스템을 9주 동안 사용하였으며, 정기적인 기간동안 조사한 사용성 평가 결과를 분석하였다. 대상자(고령자)들은 사용한 운동시스템에 관한 문항과 하지 균형에 관한 문항으로 구분하여 응답을 하였다. 흥미를 유발할 수 있는 콘텐츠와 연동된 균형 운동시스템은 단순동작의 반복 보다는 개인별 맞춤형 운동이 가능하며 그로 인해 균형 유지가 개선되었음을 알 수 있다. 또한 신체 움직임 중에서 하체의 불편함이 운동을 통해 개선되어 고령자의 일상생활 활동과 삶의 질 향상에 도움이 될 것으로 생각된다.

### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the use of balanced movement system for the elderly and for exercise system and lower body balance satisfaction survey results balance, which improved. Elderly people were using the exercise machine for 9 weeks to improve the most inconvenient lower body balance. We have examined periodically analyze the satisfaction survey items. Elderly people were responding to the satisfaction survey items separated by the lower body balance and movement system. The system used is individual customized exercise was possible and there is an interesting content. As a result shows that maintaining the balance of the user is improved. Also, exercise is thought to be by reducing the discomfort of the lower body will help the elderly in activities of daily living and quality of life.

**Keyword** : Senior, Lower body Exercises, Balance, Usability Evaluation

### 1. 서론

고령자들은 나이가 들면서 자연스럽게 신체의 전반적인 기능이 쇠퇴하거나, 손상 혹은 장애가 발생하는 것처럼 노화현상을 경험하며, 이로 인해 일상생활을 하는데 불편함을 겪거나 어려움을 느끼게 된다. 신체가 노화되면서 기능의 변화에 관한 연구

접 수 일 : 2015.10.02

심사완료일 : 2015.10.19

게재확정일 : 2015.10.19

\*임희철 : (재)부산테크노파크 고령친화산업지원센터 복지의료융합팀 연구원

hclim@btp.or.kr (주저자)

이창형 : 양산부산대학교병원 및 부산대학교 의학전문대학원 재활의학교실 조교수

aarondoctor@gmail.com (공동저자)

임도형 : 세종대학교 기계공학과 조교수

dli349@sejong.ac.kr (공동저자)

전경진 : 한국생산기술연구원 스마트복지기술연구그룹 수석연구원

chun@kitech.re.kr (공동저자)

정덕영 : 성남고령친화종합체협관 고령친화R&D센터

센터장

bmejdy91@hanmail.net (공동저자)

전성철 : (재)부산테크노파크 고령친화산업지원센터 복지의료융합팀 팀장

junsc@btp.or.kr (교신저자)

※본 연구는 보건복지부 보건의료연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (H112C1496(A121612))

는 감각기능 감퇴와 관련된 연구[1], 신체적 운동능력의 저하와 관련된 연구[2], 그리고 인지적인 측면에서의 기능변화와 관련된 연구[3] 등 다양한 측면에서 활발하게 이뤄지고 있다.

고령자의 불편함에 관한 연구에서는 일상생활 중에서도 계단사용과 대중교통 타고 내리기에서 매우 힘든 동작으로 불편함을 조사하였다[4]. 이처럼 고령자의 약 70% 이상이 근골격계의 퇴화로 인한 하지 관절과 근육의 기능저하가 발생하게 되고 스스로 신체를 지탱할 수 있는 근골격계의 능력 부족으로 불편함을 가장 많이 느끼는 것으로 연구되었다[5]. 이런 근골격계 기능 저하는 낙상의 위험성을 증가시키고 낙상으로 인한 골절이나 관절탈구, 뇌진탕, 그리고 심한 열상 등을 동반하는 합병증을 유발시키고 정신 사회적인 영향으로 신체적 활동이나 기능저하, 사회적 고립까지 유발시켜 심각한 건강문제로 인식되고 있는 실정이다[6].

낙상의 위험을 감소시키기 위해서는 균형을 유지하는 것이 중요하다[7]. 균형을 유지하기 위해서는 전정기관, 고유수용성 감각기관, 근골격계의 기능이 정상적으로 발현된 상태에서 다양한 신경근육계의 복잡하고 섬세한 조절기전이 요구되는 것으로 보고되고 있다[8]. 근골격계 중에서도 하체의 근육을 증가시켜 균형능력을 증진하는 운동이 필요하다.

저강도의 운동을 지속적으로 하는 것이 근육을 증가시키고 균형을 향상할 수 있다[9]. 하지만 재활훈련 등에 사용되는 단순 트레이닝을 위한 시스템으로 재활훈련의 지루함이나 고통을 그대로 느끼게 된다. 이런 단순 반복동작을 통한 하체 운동을 하는 기구나 장치는 많이 있다. 흥미를 유발하여 운동을 재미있게 할 수 있는 기능성 게임이 적용된 훈련시스템은 재활훈련의 피로움을 줄여주고 재미를 더해 좀 더 능동적으로 참여하게 되 재활의욕을 유도할 수 있어 훈련에 효과적이다[10]. 이에 고령자를 위해 개발된 균형 운동시스템과 기능성 게임 콘텐츠의 사용이 균형증진에 도움이 되는지 파악할 필요가 있다.

본 연구에서는 고령자를 대상으로 일정기간 운동시스템을 활용하여 운동을 실시하고 사용성 평가 설문조사를 통해 균형능력 증진에 미치는 영향을 조사하여 기능성게임과 운동시스템의 사용으로 균형감각이 증진됨을 알아보고자 하였다.

## 2. 하지 균형 운동시스템

### 2.1 하드웨어 구성

하지 균형 운동시스템은 하드웨어와 콘텐츠로 크게 구분된다. 하드웨어는 균형 운동을 위한 유니버설 스테이지와 기울임 방향, 콘텐츠, 유니버설 스테이지를 연동하여 기울임을 구현하는 제어용 컨트롤러로 구분되며 그 외에 콘텐츠를 보여줄 수 있는 스크린과 프로젝터로 구성된다.

#### 2.1.1 유니버설 스테이지(운동판)

한국생산기술연구원에서 제작한 6축 모터로 구동되는 유니버설 스테이지를 그림 1과 같이 이용하여 전, 후, 좌, 우 전방향에 대한 기울임을 구현하여 운동을 할 수 있도록 장치를 바닥에 설치하고 원형의 스테이지 위에 사용자가 서서 균형 운동시스템을 사용하게 된다. 발판에는 좌, 우 압력센서를 부착하여 사용자의 족부 압력을 측정하도록 구성된다.

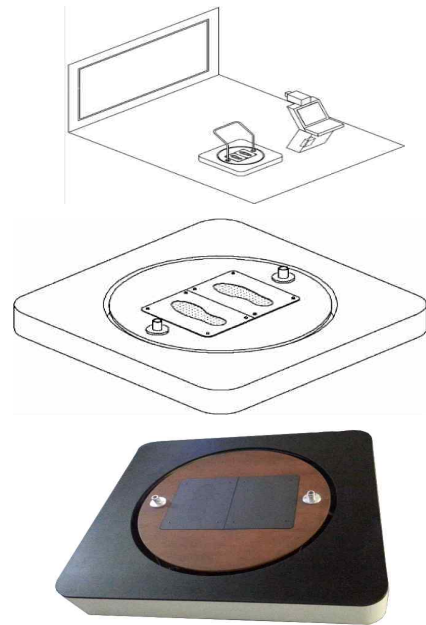


그림 1. 운동 시스템 및 유니버설 스테이지

#### 2.1.2 제어용 컨트롤러

제어용 컨트롤러는 그림 2와 같이 유니버설 스테이지의 기울임 방향을 제어하도록 모터 컨트롤러와 조이스틱이 부착되어 있고, 사용자의 족부 압력 측정값과 장치의 상태를 표시하는 모니터로 구성된다. 조이스틱을 이용하여 수동으로 기울임을 조절할 수 있고 콘텐츠와 연동하여 자동운동 프로그램을 실행하는 기능이 있다.

### 2.2 기능성 게임(콘텐츠)

하지 운동을 위한 유니버설 스테이지는 균형증진을 위한 하지의 운동 방향인 전, 후, 좌, 우 방향으로 움직임 및 중심이동의 측정이 가능하다. 단순히 균형운동을 수행하는 것이 아니라 흥미를 유발할 수 있는 콘텐츠와 연동하기 위해 운동 방향을 구분할 수 있는 콘텐츠 후보들을 우선적으로 선정하였다. 그 후보에는 골키퍼, 파도타기, 서핑보드, 스키 활강, 급류타기, 외줄타기 등으로 조사하였다. 그중에서 운동시스템과 연동이 가능하고 균형조절 방향이 잘 반영되는 골키퍼 콘텐츠와 파도타기 콘텐츠가 최종 선정되었다. 1차 제작된 콘텐츠는 좌우 방향으로 균형운동을 하는 골키퍼 콘텐츠이고, 2차로 파도타기 콘텐츠를 개발하여 전, 후, 좌, 우 방향으로 균형운동이 가능해졌다.



그림 2. 제어용 컨트롤러 화면과 조이스틱

### 2.2.1 축구 골키퍼 콘텐츠

축구 골키퍼 콘텐츠는 그림 3과 같이 축구 골대를 배경으로 골키퍼 캐릭터가 좌우로 움직이며 공을 막는 기능이 있다. 스테이지를 제어하는 제어용 컨트롤러와 연동이 되도록 설계되었다. 축구게임을 이용한 인체의 균형감각을 증진하도록 게임 컨트롤 창에서 골대를 향해 날아오는 공의 속도 및 궤적 등을 취사선택한 다음, 사용자는 이에 대해 균형을 유지하며 능동적으로 반응하는 자신의 모습이 반영된 골키퍼 캐릭터를 통해 실시간으로 확인함으로써 사용자들이 운동을 통해 균형감각을 증진시킬 수

있는 콘텐츠이다.

공의 속도 및 궤적 등을 취사선택한 상태에서 사용자가 스테이지 위에 서서 좌, 우 발의 특정부위를 가압하면, 스테이지에서의 사용자 움직임이 화면의 골키퍼 캐릭터 이동과 연동되도록 구성함으로써 정상적인 운동능력이 없는 사용자들도 골키퍼가 되어 공을 막는 축구경기를 즐길 수 있도록 구성되어 있고, 캐릭터를 좌, 우로 이동시키면서 공을 쫓는 과정에서 자신의 균형을 유지하도록 유도하여 사용자들의 균형감각을 상승하도록 구성하였다.



그림 3. 축구 골키퍼 콘텐츠 구성 화면

### 2.2.2 파도타기 콘텐츠

축구게임에서는 축구공을 막기 위해 사용자가 좌, 우 방향으로 족부에 압력을 가해 스테이지를 기울여서 골키퍼 캐릭터를 움직이며 운동하는 것과 달리, 그림 4와 같이 파도타기게임은 전, 좌, 우 방향에서 다가오는 파도에 따라 스테이지의 움직임이 조절되어 사용자가 움직이는 스테이지에 능동적으로 균형을 유지하도록 하는 운동 콘텐츠이다. 나무뿔목이 스테이지와 동일하게 움직이도록 구성되어 전방에서 오는 파도는 스테이지의 앞쪽이 높아졌다가 뒤쪽이 높아지는 움직임으로 구현되고, 좌측에서 오는 파도는 스테이지의 좌측이 높아졌다가 우측이 높아지는 움직임, 우측 파도는 우측이 높아졌다가 좌측이 높아지는 움직임으로 구현된다. 기본적으로 전, 좌, 우 방향으로 파도를 만들고 추가로 대각선 방향으로도 구현되어 있다.



그림 4. 파도타기 콘텐츠 구성 화면

### 3. 균형 운동시스템 사용성 평가

#### 3.1 사용성 평가 항목

사용성 평가의 설문항목은 기능성 콘텐츠가 적용되어 하지균형 운동을 할 수 있는 균형 운동시스템과 운동시스템을 사용한 이후에 피검자의 하지 균형능력 수행 정도를 평가하는 항목으로 구분하여 구성하였다.

##### 3.1.1 균형증진 시스템 문항

운동시스템을 사용하면서 느끼는 점을 조사하기 위해 표 1과 같이 기기의 특징에 맞게 하중, 소음, 감촉, 콘텐츠, 실행속도, 균형증진의 내용으로 평가항목을 구성하였다. 각 항목에 따라 1에서 5까지 선택지를 제시하여 피검자 개별로 매회 응답하게 하였다.

##### 3.1.2 하지 균형 문항

운동시스템을 이용하기 전에 간단한 동작을 수행하여 균형 및 근력, 유연성을 측정하여 조사시간 동안 변화 과정에 대한 기록을 위해 도출된 항목은 근력, 균형, 시각, 유연성, 회전, 발 움직임, 발 균형, 한발 균형 등의 내용으로 구성하였다. 표 2의 하지

표 1. 균형증진 시스템 문항 내용

구분	조사내용	선택지				
		1	2	3	4	5
①하중	하중지지를 위한 안전함	안전	비교적 안전	보통	비교적 불안	불안전
②소음	작동 소음	매우 조용	조용	보통	비교적 큼	매우 큼
③감촉	발판의 미끄러운 정도	안전	비교적 안전	보통	비교적 불안	불안전
④콘텐츠	콘텐츠 흥미여부	매우 흥미	흥미	보통	흥미 없음	매우 흥미x
⑤실행속도	속도조절이나 방향 예측 가능여부	예측 가능	약간 예측	보통	약간불가능	예측 불가능
⑥균형증진	균형감각 증진 도움 점수	매우 도움	일부 도움	보통	도움 안 됨	통증 심해짐
		100	75	50	25	0

균형 문항은 실제 임상시험에서 사용되는 Berg Balance Scales(BBS)를 참고하여 작성하였다.

### 3.2 사용성 평가 개요

#### 3.2.1 조사대상

운동시스템을 사용가능한 60세 이상의 피검자 3명을 대상으로 사용성 평가를 실시하였다(나이 61±1세, 키 172.6±4.cm, 몸무게 69.1±2.9kg). 개발된 시제품을 사용해야하기 때문에 안전을 고려하여 가능하면 질병이나 상해가 없는 신체가 건강한 사람을 대상으로 하였다. 노화로 인해 하지 근력이 약해진 60세 이상이고, 9주 동안 운동시스템을 사용하기 위해 매주 방문이 가능한 대상자를 모집하여 조사하였다.

#### 3.2.2 평가방법

시험에 참가하는 피검자인 고령자 3명이 총 9주 동안 운동시스템을 사용하는데, 매주 3회 방문하여 30분 동안 축구골킥(15분), 파도타기(15분) 기능성 게임(콘텐츠)으로 운동 프로그램을 실시하였으며, 그 일정은 그림 5와 같다. 그 중에서 0주, 3주, 6주, 9주차에는 운동 프로그램을 실시하고 난 이후에 사용성 평가지에 응답을 하는 순서로 평가가 진행되었다.

매주 피검자가 방문하여 사용성 평가를 실시에 앞서 매회 동일한 시간동안 콘텐츠를 실행하여 운동시스템을 사용하게 하고 동일한 방법으로 사용성 평가항목을 작성하게 하였다. 균형증진 시스템 문항은 피검자가 직접 작성을 하였으며, 하지 균형 문항은 조사자가 옆에서 동작을 수행하게 하고 측정결과를 작성하였다. 최종 운동시스템 시험에서는 균형증진 시스템문항과 동일한 문항으로 조사를 하여 총 5회의 결과를 도출하였다.

표 2. 하지 균형 문항 내용

구분	조사내용	선택지				
		1	2	3	4	5
①근력	앉은 자세에서 일어나기	안전하게 가능	가능	보통	불가능	넘어질 정도로 불가능
②균형	잡지 않고 2분간 서있기					
③시각	두 눈 감고 10초 동안 잡지 않고 서있기					
④유연성	바닥에 있는 물건 집어 올리기					
⑤균형, 유연성	왼쪽 뒤돌아보기					
⑥균형, 유연성	오른쪽 뒤돌아보기					
⑦회전	제자리에서 360도 회전					
⑧발 움직임	일정한 높이의 발판 위에 발을 교대로 놓기					
⑨발 균형	한발 앞에 다른발 일자로 두고 30초 서있기					
⑩한발 균형	한다리로 10초 서있기					
점수		100	75	50	25	0

### 3.3 사용성 평가 결과

것은 ‘균형감각 증진’인 것으로 조사되었다.

#### 3.3.1 균형증진 시스템 결과

균형증진 시스템의 문항별 종합점수는 표 3에서 나타나는 것처럼 ‘체중부하지지(Harness)의 안전함’이 86점, ‘균형감각 증진’이 86점, ‘착지면 집착력’이 80점 순으로 높게 나타났다. 반면에 ‘작동 소음’은 65점으로 조사되었다. 사용자가 느끼기에 구조적으로 안전하게 생각하고, 운동시스템의 사용으로 균형감각이 증진 되는 것으로 느낌을 받는 것으로 조사되었다. 사용자의 체중을 지지하며 동작되어야 해서 사용된 모터의 출력이 크지만 작동 소음이 발생하는 것을 알 수 있다.

표 4. 균형증진 시스템 응답 결과

표 3. 균형증진 시스템 응답 점수

세부분항	종합점수
체중부하지지	86
작동 소음	65
착지면 집착력	80
콘텐츠 흥미	75
속도 방향 예측	75
균형감각 증진	86
평점	78

구분	세부분항	0주	3주	6주	9주	9주
		월요일	월요일	월요일	월요일	금요일
피검자 A	체중부하지지	2	2	1	1	2
	작동 소음	3	3	2	3	2
	착지면 집착력	2	2	2	2	2
	콘텐츠 흥미	3	3	3	3	2
	속도 방향 예측	2	2	2	3	2
	균형감각 증진	2	2	2	1	1
피검자 B	체중부하지지	2	2	2	1	2
	작동 소음	3	3	3	3	2
	착지면 집착력	2	2	2	1	1
	콘텐츠 흥미	3	2	2	2	2
	속도 방향 예측	3	3	3	3	2
	균형감각 증진	3	2	1	1	1
피검자 C	체중부하지지	2	1	1	1	1
	작동 소음	2	2	2	2	1
	착지면 집착력	2	2	2	2	1
	콘텐츠 흥미	1	1	1	1	1
	속도 방향 예측	1	1	1	1	1
	균형감각 증진	2	2	1	1	1

균형증진 시스템 응답 결과는 표 4에서처럼 시험 기간 동안 설문문을 통해 각 피검자의 시스템에 대한 만족도를 나타낸 결과이다. 운동프로그램 수행기간 동안 피검자A는 ‘콘텐츠 흥미’, ‘균형감각 증진’ 2문항, 피검자B는 ‘작동 소음’, ‘착지면 집착력’, ‘콘텐츠 흥미’, ‘속도 방향 예측’, ‘균형감각 증진’ 5문항, 그리고 피검자C는 ‘체중부하지지’, ‘작동 소음’, ‘착지면 집착력’, ‘균형감각 증진’ 4문항이 점차적으로 향상됨을 나타냈다. 세 피검자 모두에서 공통으로 나타난

#### 3.3.2 하지균형 결과

하지균형의 문항별 종합점수는 표 5에서 나타나는 것처럼 5개 문항이(‘눈 감고 10초 동안 서있기’, ‘왼쪽 뒤돌아보기’, ‘오른쪽 뒤돌아보기’, ‘제자리에서 360도 회전’, ‘발판에 발 교대로 놓기’) 91점으로 피검자들이 가장 잘 수행하는 균형관련 동작으로 조사되었다. 반면에 ‘발 일자로 30초 서있기’와 ‘한 다리로 서있기 10초’ 동작은 비교적 낮은 점수로 나타났다.

표 5. 하지균형 응답 점수

세부분항	종합점수
잡지 않고 2분간 서있기	83
눈 감고 10초 동안 잡지 않고 서있기	91
바닥에 있는 물건 집어 올리기	87
왼쪽 뒤돌아보기	91
오른쪽 뒤돌아보기	91
제자리에서 360도 회전하기	91
일정높이의 발판에 발을 교대로 놓기	91
한발 앞에 발 일자로 30초 서 있기	75
한 다리로 서있기 10초	75
<b>평균</b>	<b>87</b>

하지균형 응답 결과는 표 6에서처럼 9주 동안 4회에 걸친 설문을 통해 각 피검자의 균형능력을 측정 한 결과이다. 운동프로그램 수행기간 동안 피검자A, 피검자B는 동일하게 3분항(‘눈 감고 10초 동안 잡지 않고 서있기’, ‘한발 앞에 발 일자로 30초 서있기’, ‘한 다리로 서있기 10초’), 그리고 피검자C는 1분항(‘한 다리로 서있기 10초’)이 점차적으로 향상 되는 것으로 나타났다. 종합 점수에서 낮은 점수로 집계되었던 ‘한 다리로 서있기 10초’문항은 수행이 어려운 동작임에도 불구하고 결과에서 향상되는 것으로 나타나는 것은 균형 증진 운동이 동작 수행이 가능하도록 도움이 되었음을 알 수 있다.

표 6. 하지균형 응답 결과

구분	세부분항	0주	3주	6주	9주
		월요일	월요일	월요일	월요일
피검자A	앉은 자세 일어나기	2	2	2	2
	잡지 않고 2분간 서있기	1	1	1	1
	눈 감고 10초 동안 잡지 않고 서있기	2	2	2	1
	바닥에 있는 물건 집어 올리기	1	1	1	1
	왼쪽 뒤돌아보기	1	1	1	1
	오른쪽 뒤돌아보기	1	1	1	1
	제자리에서 360도 회전하기	1	1	1	1
	일정높이의 발판에 발을 교대로 놓기	1	1	1	1
	한발 앞에 발 일자로 30초 서 있기	2	2	2	1
	한 다리로 서있기 10초	3	3	2	2
피검자B	앉은 자세 일어나기	2	2	2	2
	잡지 않고 2분간 서있기	2	2	2	2
	눈 감고 10초 동안 잡지 않고 서있기	2	2	2	1
	바닥에 있는 물건 집어 올리기	2	2	2	2
	왼쪽 뒤돌아보기	2	2	2	2
	오른쪽 뒤돌아보기	2	2	2	2
	제자리에서 360도 회전하기	2	2	2	2
	일정높이의 발판에 발을 교대로 놓기	2	2	2	2
	한발 앞에 발 일자로 30초 서 있기	3	3	2	1
	한 다리로 서있기 10초	2	2	2	1

피검자C	앉은 자세 일어나기	1	1	1	1
	잡지 않고 2분간 서있기	1	1	1	1
	눈 감고 10초 동안 잡지 않고 서있기	1	1	1	1
	바닥에 있는 물건 집어 올리기	1	1	1	1
	왼쪽 뒤돌아보기	1	1	1	1
	오른쪽 뒤돌아보기	1	1	1	1
	제자리에서 360도 회전하기	1	1	1	1
	일정높이의 발판에 발을 교대로 놓기	1	1	1	1
	한발 앞에 발 일자로 30초 서 있기	2	2	2	2
	한 다리로 서있기 10초	2	2	2	1

#### 4. 결론 및 고찰

고령자들은 노화와 근골격계 기능 저하로 근력이 감소하고 균형능력이 감퇴되어 낙상의 위험성이 증가하게 된다. 이러한 고령자의 낙상 위험을 감소시키기 위해 균형을 유지하는 것이 중요하고 이를 위해 균형증진 운동시스템을 사용하여 일정기간 동안 운동프로그램을 실시하였다. 또한 운동프로그램의 흥미를 유도하기 위해 기능성 게임을 적용한 콘텐츠를 연동하였다. 균형증진 운동시스템이 고령자의 균형증진에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

본 연구에서 균형증진 운동시스템을 고령자 3명이 총 9주 동안 운동시스템을 사용하는데, 매주 3회 방문하여 30분 동안 기능성 게임 콘텐츠로 운동 프로그램을 실시하였다. 이때 3주 간격으로 운동시스템과 하지균형능력 측정에 관한 사용성 평가 설문을 실시하였다. 사용성 평가를 통해 지속적인 균형 운동을 통해 균형감각이 증진 될 것으로 기대하며, 하지 균형측정에서 수행이 비교적 어렵게 측정된 ‘한 다리로 서있기 10초’ 동작을 수행하는 것이 수행기간이 지날수록 향상된 것으로 조사되었다. 이는 지속적인 운동을 통해 하체의 불편함이 개선되어 고령자의 일상생활 활동과 삶의 질 향상에 도움이 될 것으로 생각된다.

향후 다양한 연령층의 피검자를 대상으로 생체역학적 측정 장치(동작분석, 근전도, 족저압 등)를 활용하여 균형증진 운동시스템이 하지 균형 증진에 효과가 있음을 정량적으로 분석할 수 있는 추가적인 연구를 진행하고자 한다.

#### 참 고 문 헌

[1] A. W.Scholtz, K. Kammen-Jolly, E. Felder, B. Hussl., H. Rask-Andersen and A. Schrott-Fischer, "Selective aspects of human pathology in high-tone hearing loss of the

aging inner ear”, *Hearing Research*, vol. 157, pp. 77-86, 2001.

[2] H. B. Menz, S. R. Lord, and R. C. Fitzpatrick, “Age-related differences in walking stability”, *Age and Ageing*, vol. 32, no. 2, pp. 137-142, 2003.

[3] T. A. Salthouse, “The role of processing resources in cognitive aging”, *Springer Series in Cognitive Development*, pp. 185-239, 1988.

[4] 이동훈, 나석희, 안은선, 정민근, “한국 고령층의 일상생활 활동 불편도 분석”, *대한인간공학회지*, 제26권, 제2호, pp. 67-79, 2007.

[5] 전성철, 서정희, 임희철, 임도형, 전경진, 이창형, 정덕영, “고령자 대상 일상생활 활동에 영향을 미치는 주요 근골격계 인자 도출을 위한 설문조사 연구”, *재활복지논문지*, 제18권, pp. 397-409, 2014.

[6] 송경애, 문정순, 강성실, 최정현. “지역사회 재가 노인들의 낙상공포에 관한 연구”, *한국 보건간호학회지*, 제15권, 제2호, pp. 324-333, 2001.

[7] 서정희, 전성철, 정덕영, 임희철, 이창형, 김태호, “균형 증진을 위한 플레이트 시스템의 생체역학적 분석”, *한국정밀공학회 2014년도 춘계학술대회 논문집*, pp. 813-813, 2014.

[8] Lewis M. Nashner, Gin McCollum, “The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis”, *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 8, pp. 135-150, 1985.

[9] 송라윤, 서연옥, 엄영란, 전경자, Roberts, B. L., “저강도 운동프로그램이 입원노인의 일상활동 기능회복에 미치는 영향”, *대한간호학회지*, 제27권, 제4호, 1997.

[10] 류완석, “기능성 게임 콘텐츠를 이용한 재활훈련용 Personal Training System 개발”, *한국산업기술대학교*, 2009.



**임희철**

2009년 울산대학교 메카트로닉스/IT공학 석사  
 2012년 - 현재 (재)부산테크노파크 고령친화산업지원센터 연구원

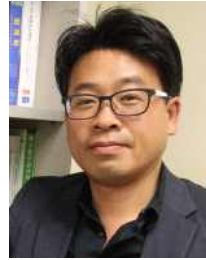
관심분야 : 생체역학, 머신비전



**이창형**

2007년 고려대학교 재활의학과 박사  
 2010년 - 현재 양산부산대학교병원 재활의학과 조교수

관심분야 : 재활의학



**임도형**

2004년 Drexel University, 의공학 박사  
 2011년 - 현재 세종대학교 기계공학과 부교수

관심분야 : 의용공학



**전경진**

1986년 Michigan State University 의용생체박사  
 1990년 - 현재 한국생산기술연구원 의료복지그룹 수석연구원

관심분야 : 의용공학



**정덕영**

2005년 교토대학교 기계공학 박사  
 2015년 - 현재 성남고령친화종합체험관 고령친화R&D센터 센터장

관심분야 : 의용공학



**전성철**

2014년 부산대학교 의학과 재활의학 박사수료  
 2009년 - 현재 (재)부산테크노파크 고령친화산업지원센터 선임연구원

관심분야 : 생체역학, 재활의학