노인용 리듬 균형 운동 기구 개발과 효과 검증

The development of rhythmic balance training equipment and its effect on performance for elderly

Abstract

Objective: The aims of this study were 1) to develop a rhythmic balance training equipment for elderly with easy-to-use features and 2) to investigate the training effect on balance and physical functions using the training equipment.

Method: Twenty one elderly subjects (age: 75.4±3.34 yrs, height: 152.07±4.81 cm, and weight: 58.35±8.34 kg) participated in this study. The subject performed an assessment testing for balance and physical functions before and after 12 weeks of training test using the equipment. For the balance testing, Y-balance (i.e. dynamic balance) test and one leg static balance test were used, and for the physical function testing, timed up and down stairs test and five times sit to stand test were used. A paired t-test was used to determine whether there was a significant difference between pre- and post-tests.

Results: The rhythmic balance training equipment provided a fun and motivating training program by elderly-friendly music and movements, dance movements inducing a strength training of lower extremities and touch screen control with easy-to-use features. Our results showed that in the post-test of the balance tests, dynamic balance of left foot was significantly greater ($p<.05$), static balance was significantly improved with eyes open ($p<.05$) as compared to the pre-test. In the post-test for the physical functions, both completing time of the timed up and down stairs and the five times sit to stand tests were significantly shorter ($p<.05$) as compared to the pre-test.

Conclusion: The balance training using the equipment developed in the current study improved bala nce and physical function for elderly.

Keywords: elderly, balance training equipment, rhythmic, balance test, physycal function.

Introduction

한국의 초고령화 사회 진입은 2015 년 6,624,000 명으로 인구의 13.1%를 차지하였고, 2060 년에는 노령인구가 40%대에 이를 것으로 예측되어, 무엇보다 의료비 지출의 급증(2014 년 기준 1 인 의료비 322 만원)에 대한 사회적 문제점을 안고 있다(StatisticsKorea, 2015). 이에 노인 의료비 지출을 줄이기 위한 방법 모색으로 사회 복지 측면에서는 노인들을 위한 운동프로그램을 다양하게 보급하는 사회적 인식이 늘어가고 있는 추세이다(Josephs, Pratt, Meadows, Thurmond, & Wagner, 2016).

노인을 위한 운동 훈련 프로그램은 최근 다양한 형태로 진행 되어 왔다. 국내의 운동프로그램으로는 필라테스 매트를 이용한 노인 운동 훈련(S. H. Kim, Rhyu, & Hong, 2011; Kang & Jon, 2014), 걷기 운동 훈련(Choi & Lee, 2013; Y. M. Kim & Beak, 2016), 스텝박스를 이용한 훈련 (D. s. Kim, Choi, & Kim, 2016)등의 프로그램들이 노인들의 운동 훈련을 위해 진행되었다. 국외에서는 댄스를 이용한 운동 훈련(Kattenstroth, Kolankowska, Kalisch, & Dinse, 2010; Rahal et al., 2015), 탄력밴드를 이용한 훈련(Wessner, 2016; Nemček & Simon, 2016; Oh et al., 2016), square-stepping exercise 프로그램을 이용한 훈련(Teixeira et al., 2013; Jindo et al., 2016), 그리고 저항력(덤벨, 바벨, 케이블을 이용)을 이용한 노인 운동 훈련이 주로 최근에 진행되어 오고 있다(Peltonen, Arokoski, Kallinen, & Pullinen, 2012). Jorgensen, Laessoe, Hendriksen, Nielsen, & Aagaard, (2013)의 보고에 의하면 노인들을 위한 운동들은 대부분 단조로운 프로그램으로 구성되어 있으므로 단조로움에서 벗어나는 운동 프로그램의 필요성을 언급하였고, Park, Kim, Kim, Lee, & Lim,

(2010)의 연구에서도 노인들을 위해 흥미를 유발할 수 있는 방법으로 음악과 율동이 공존하는 운동프로그램의 필요성을 언급하였다.

일본에서 개발한 Nintendo wii fit(Jorgensen et al., 2013)은 운동자의 흥미를 유발하고자 프로그래밍되어 있는데, 이 프로그램의 특징은 요가, 근력운동, 유산소 운동 그리고 밸런스 게임 등 다양한 프로그램으로 노인에게 운동의 흥미를 제공하는 것이다. 하지만 wii fit 의 운동은 화면의 모션을 보고 단순히 따라하는 운동 프로그램의 형태를 띄므로, 운동자의 체중과 근력을 이용한 효과적 운동을 유발할 수 있는가에 대한 의문을 가질 수 있다.

국내 및 국외에서 사용되고 있는 노인용 운동기구는 매우 극소수 이다. 많은 연구에서 알 수 있듯이, 노인을 위한 운동 훈련은 기구보다 도구(tilting boards, foam plates, dumbells, and resistance training machine)를 이용한 운동 훈련이 보급되어 왔다 (Gillespie et al., 2009; Patil et al., 2015). 하지만 최근에 노인을 위한 운동 기구 중 재활 훈련에 관점을 둔 운동기구들이 개발되었는데, 일본에서 개발된 물을 이용한 저항기구(water-resistance equipment)는 물 속에서 양 쪽 발에 양말형태의 기구를 착용한 채로 앞으로 걷는 운동 방법으로 기구는 물이 함께 앞으로 진행되는 것을 방해해 물의 저항력을 더욱 증가 시키는 원리로써 노인의 하지 근력과 균형 능력을 증가시키고 하지 관절 재활에 도움을 주기 위해 고안되었다(Katsura et al., 2010). 또한 Jung, Chun, Hong, & Lim, (2015) 이 개발한 운동기구는 운동자가 앞 뒤(anterior-posterior), 우측 대각선(right-diagonal), 내 외측(medial-lateral), 그리고 왼쪽 대각선(left-diagonal)의 4 방향으로 동적 회전이 가능한 회전판 위에서 4 방향에 대한 하지 관절 (hip joint, knee joint, ankle joint)의 움직임을 유도하여 노인의 동적 균형능력 재활 훈련을 목적으로 고안되었다.

위에서 언급된 노인용 운동기구는 노인 재활에 관점을 두고 그 목적에 맞게 개발되었지만, 노인이 운동에 참여하는 동기 부여에 대한 관점에서는 접근을 하지 못한 부분이 있다. 즉 노인 스스로 운동기구 조작이 가능하지 않으며, 운동에 대한 참여도와 흥미 유발의 동기 부여에 대해서는 고려하지 못한 점이 있다.

이에 본 연구에서는 노인을 위한 운동의 효과를 유도하는 운동프로그램과 운동기구를 위해 몇 가지 필요성을 가졌다. 첫째, 노인 스스로 운동 기구 조작이 가능하고 운동에 대한 동기 부여를 제시할 수 있는 흥미를 유발하는 운동 프로그램의 필요성이다. 둘째, 모션을 단순히 따라하는 것에 그치지 않고 체중을 완전하게 이동시키는 스텝 동작을 유도하고 스텝핑한 발판의 로드셀 부하의 측정으로 음악과 동작의 정확한 타이밍을 인식하는 과정에서 노인의 하지근력강화와 균형능력을 향상시킬 수 있는 운동의 필요성이다. 셋째, 균형능력의 강화를 위해 고안된 발판의 형태에 따라 발목관절의 다양한 움직임(flexion, extention, inversion, eversion and roation)을 유도하여 균형을 유지하고자 하는 발목의 전략을 훈련시킬 수 있는 방법의 필요이다.

본 연구의 목적은 노인들의 흥미를 유발할 수 있고 스스로 조작이 가능한 균형운동 기구를 개발하는데 있었다. 또한 본 연구에서 개발된 운동기구가 노인의 신체적 기능 향상에 영향을 미치는지를 검증하기 위해 12 주간 운동 훈련의 효과를 제시하였다.

Method

본 연구에서 개발된 운동기구는 우리나라 노인들의 정서 특성과 운동지속 동기를 고려하여, 한국 무용의 굴신 동작을 응용한 리드미컬한 스텝운동 장비이며, 노인들의 균형 유지 및 유산소 운동능력 증진을 목적으로 고안되었다. 장비의 구성은 크게 하드웨어(특허출원번호: 10-2014-0032652)와 소프트웨어(특허번호: 10-1624032)로 구분된다(Park, 2014a, 2014b).

1. 노인용 전문 균형 운동 기구 개발 및 사양

1.1 하드웨어 설계도

하드웨어의 구성은 〈Figure 1〉과 같이, 발목의 굴곡(flexion)을 유도하는 볼판, 발목의 굴곡, 신전 및 회전(flexion, extention and rotation)을 유도하는 회전판, 그리고 발목의 외번과 내번(eversion and

inversion)을 유도하는 발란스판으로 구성된 안정성의 정도가 상이한 8 개의 지면 패널로 이루어진 본체 발판(Figure 2), 컴퓨터, 모니터, 안전 프레임, 전원스위치로 구성하였다.

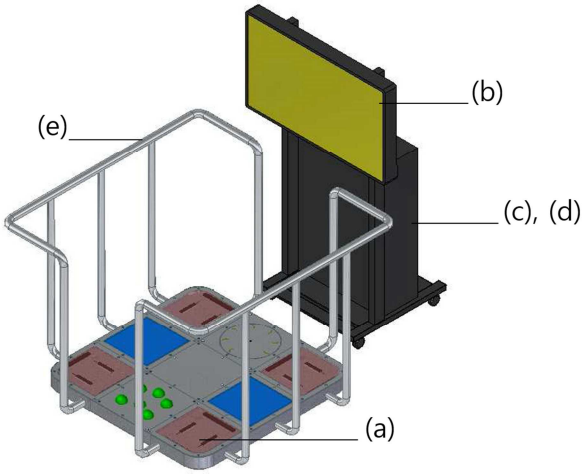

Figure 1. Hardware design for the rhythmic balance training equipment
8ea of panel plate (a), touch screen monitor (b), computer (c), switch of on and off (d), and frame for safety of elderly (e).

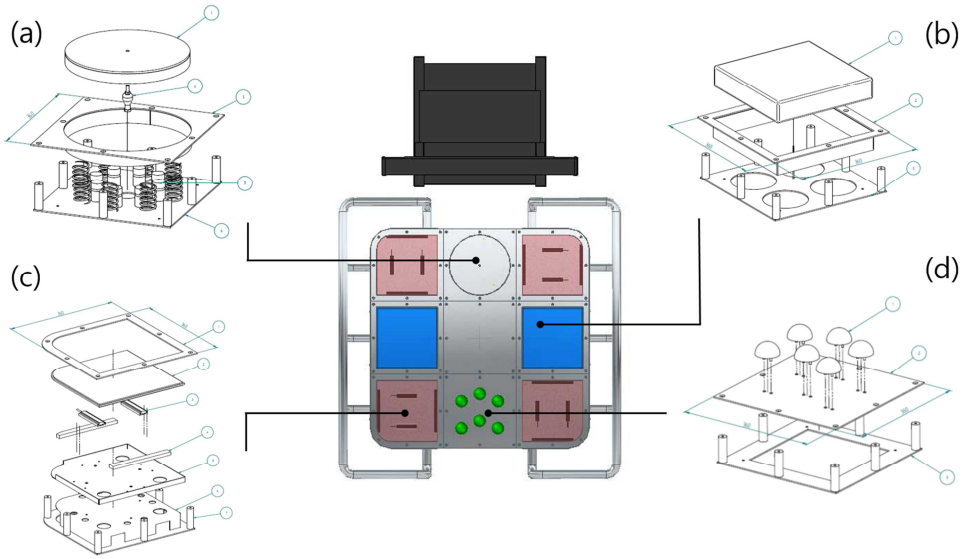

Figure 2. Detailed assembly drawings of panel plate
Rotation plate can circumduction (a), balance -pad plate (b), flat plate of light guide panel (c), and ball plate panel (d).
.

1.2 하드웨어 구성 사양

하드웨어의 구성 사양은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Hardware composition.

Name	Compositions
Panel plate	2ea flate panels (included pressure sensor), 1ea rotation plate panel, 1ea ball panel, 2ea balance-pad panels.
Frame for safety of elderly	Handle base frame connected pane base frame
Touch screen monitor	32” LCD Touch screen monitor
Computer	CPU: core 4, i3-4130(3.4GHz), Mainboard: ASUS B85M-G STCOM, Memory: Samsung DDR3 4GB PCI3-12800, HDD: samsung 120Gb, Pwer: ATX500W, Case: minitower, OS : Win7 Pro
Switch of on and off	Selector switch with control, CR-243-1, rated current -5A-250V AC
PC switch	Push button switch, F16, rated current -DC12V 3A

1.3 소프트웨어 플로우 차트

소프트웨어는 <Figure 3> 과 같이, 한국어로 표기되어 있고, 운동의 종류 선택(발운동과 팔운동) 시 음악은 랜덤 플레이 방식으로 출력되고 원하는 시점에서 종료 버튼을 누를수 있으며, 한곡을 다 마치고 난 뒤 결과 피드백을 제시해 주는 형태로 프로그래밍 하였다(Figure 3).

1.4 디스플레이부

디스플레이부의 구성은 <Figure 4>와 같다.

장르선택화면(a)에서 발판을 사용하는 민요, 가요 모드를 선택 할 수 있고, 손만 터치하는 팔 운동 모드로 선택 할 수 있다. 난이도 선택(b-1), (b-2) 화면에서 하, 중, 상으로 구분된 난이도를 선택하면 운동 프로그램이 시작된다. 발 운동 모드 화면인 발판 play 화면(c-2) 에서 표시된 발 모양에 맞춰 기능성 발판을 밟으며 운동을 실시한다. 이때, 종료 버튼이 있어 처음화면으로 이동할 수 있다. 팔 운동 모드 화면인 풍선 터트리기 play 화면(c-1) 에서는 손으로 표시된 풍선을 화면을 직접 터치하여 터트린다. 이때, 음악이 끝나거나 일정 시간 동안 터치를 하지 않을 경우 처음 화면으로 이동한다. 마지막으로 결과 화면(d)에서는 성공률과 점수가 표시된다. 성공률은 100%에서 시작해 틀린 수에 따라 백분율이 내려간다. 성공률에 따라 4 가지의 메시지가 표시되는데, 95%이상은 '정말 잘 하시네요', 85%이상은 '참 잘 했습니다', 75%이상 '잘 하셨습니다', 그리고 75%미만은 '좀 더 노력 해 주세요'로 나타난다.

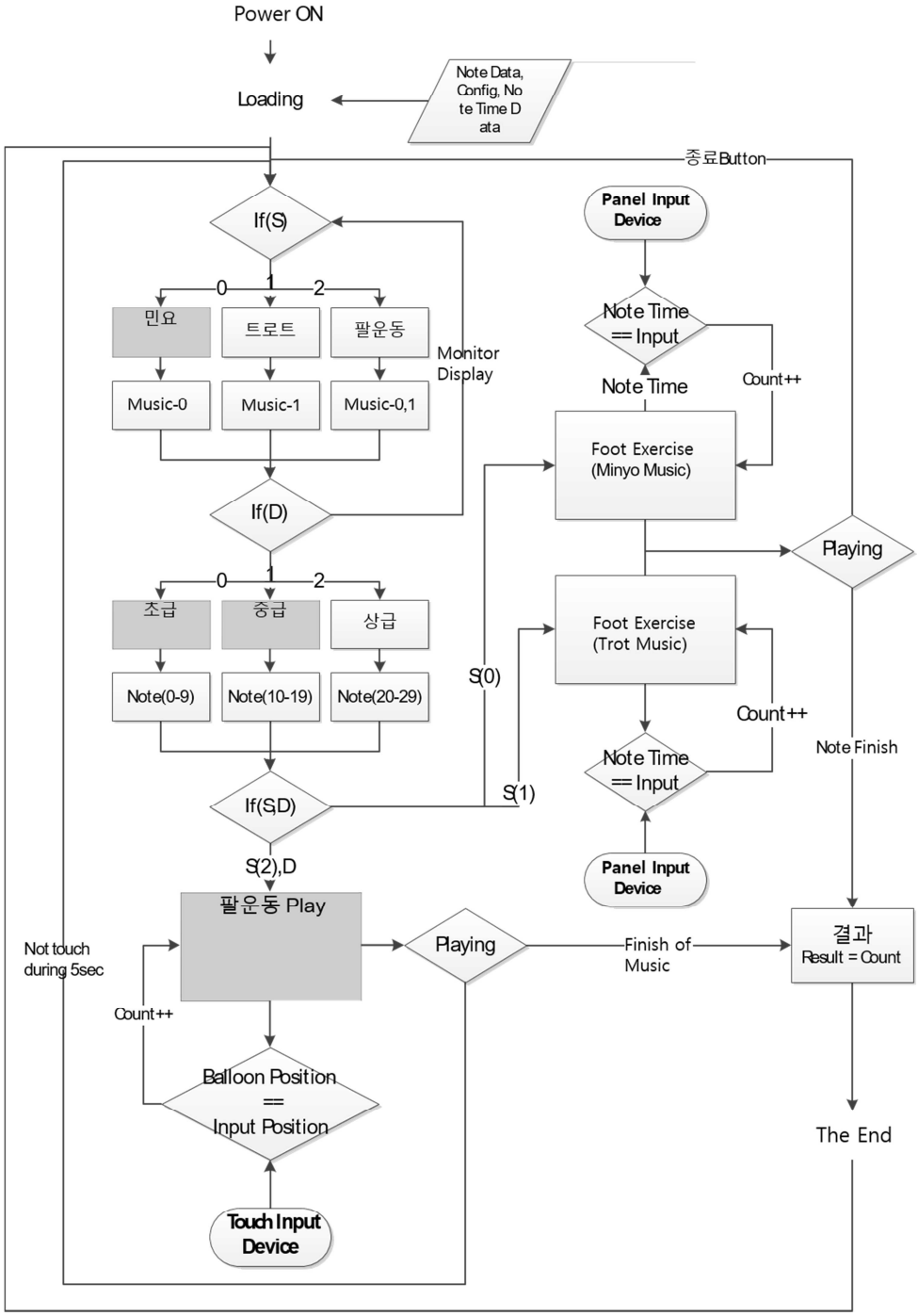

Figure 3. Software flow chart.

Figure 4. Software display.
First display program for select of execise type (a), select of lever of arm exercise (b-1), display of arm exercise program (c-1), select of lever of foot exercise (b-2), display of foot exercise program (c-2), and result display (d).

2. 동적, 정적균형 및 일상생활 기능 검사

2.1. 연구 대상자

본 연구는 S 시 K 복지관을 이용하는 근 골격계의 이상이 없는 65 세 이상 여성 노인 21 명을 대상으로 하였다. 연구대상자의 평균나이는 75.4±3.34 yrs, 신장은 152.07±4.81 cm, 체중은 58.35±8.34 kg, 오른발을 주 발로 사용하는 참가자(n=16)와 왼 발을 주 발로 사용하는 참가자(n=5) 였으며, 본 연구에서 개발된 노인용 전문 균형운동기구를 이용하여 12 주간 주 2 회 실시된 운동 훈련에 참여하였다. 1~3 주의 기간동안 실시된 훈련은 1 회당 초급단계 운동(약 48 걸음/분)의 6~10 회반복으로 진행되었으며, 4~7 주의 기간에는 초급과 중급단계(약 72 걸음/분)훈련을 1 회당 7~10 회 실시하였다. 8~12 주차 동안의 훈련은 중급과 상급단계(약 98 걸음/분)를 1 회당 6~10 회 실시하였다. 12 주간의 각 훈련은 스트레칭 10 분, 기구를 활용한 훈련 20~30 분, 스트레칭 5 분으로 총 35~45 분간 진행되었다. 노인용 전문 균형운동기구를 통해 실시된 훈련의 운동강도는 MET 기준에서 노인에 적합하게 MET 60 분에서 MET 216 분까지의 범위 내에서 초급, 중급, 그리고 상급으로 설정하였다(Ainsworth et al., 2011).

검사자는 실험 전 연구대상자들에게 실험과정에 대한 설명을 하였으며, 대상자들은 자발적으로 운동프로그램에 참여하였다. 이 연구는 기관생명윤리심의위원회의 허가를 획득하였다.

2.2 측정변인

2.2.1 동적 균형 검사(Dynamic balance)

노인의 동적 균형능력 평가를 위해 Y 균형 검사도구(YBT: Y balance test)를 사용하였다(Figure 5). Y 균형검사는 흔히 사용되는 Star Excursion Balance Test의 반복성을 보완한 도구로 높은 신뢰도(intraclass correlation=.85~91)를 가진 균형 측정 도구이다(Plisky et al, 2009). 검사는 한 발로 지지한 자세에서 세 가지 방향(전방, 후 내측, 후 외측)으로 다리를 최대한 뻗은 길이(cm)를 측정하는 방법으로 실시된다.

측정 도구 눈금 테이프를 이용하였고, 전방 방향의 선에 기준하여 양쪽으로 135° 지점에 후 내측과 후 외측 방향의 선을 표시하였으며, 중앙선에서 대상자가 다리를 뻗은 지점까지의 거리를 cm 단위로 측정하였다. 학습효과를 최소화하기 위해 2 회의 연습 후 측정 하였다. 지지하고 있는 발이 지면에서 떨어지거나, 균형을 잡기 위해 뻗은 발로 바닥을 지탱한 경우, 또는 발을 뻗은 후 다시 시작자세로 돌아오지 못할 경우에는 실패로 간주하고 재 측정하였다.

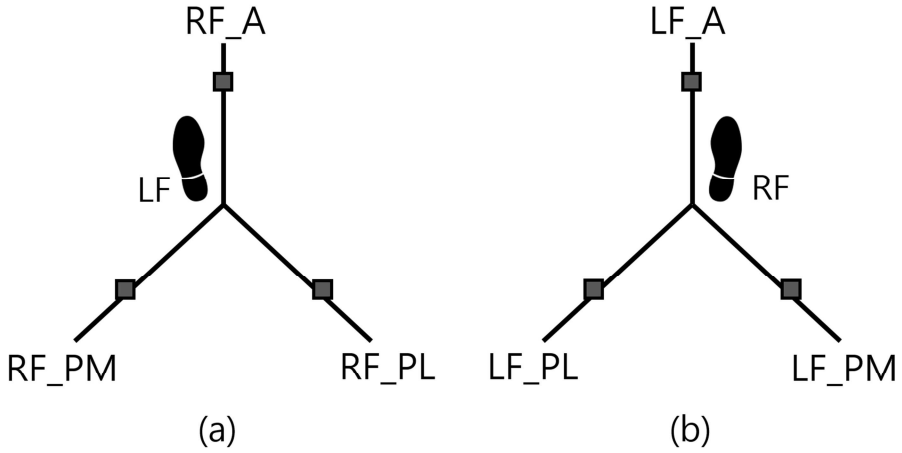

Figure 5. Y Balance Test.
Reaching right foot in three directions while standing on left foot (a), reaching left foot in three directions while standing on right foot (b), RF: right foot, LF: left foot, A: anterior, PM: posteromedial, PL: posterolateral.

2.2.2 정적 균형 검사(Static balance)

정적 균형능력 평가를 위해 One leg static balance test 를 실시하였다. 측정방법은 손을 사용하지 않고 가슴에 두 손을 모은 상태의 자세에서 한 쪽 다리를 든 순간부터 들어 올린 다리가 바닥에 닿기까지의 시간을 측정하였다. 측정 조건은 두 가지로 설정하여, 눈을 뜬 상태의 한 발 정적균형검사(Static balance one leg with open eyes)와 눈을 감은 상태의 한 발 정적균형검사(Static balance one leg with closed eyes)로 실시하였다.

2.2.3 일상생활 기능 검사 (Physical Function Test)

보행속도 검사와 의자에서 일어서기 검사는 노인들의 신체기능 측정의 척도로 사용되어 왔다(Guralnik et al., 1994). 계단 오르기 검사 또한 노인의 신체기능 측정검사의 한 방법이다(Oh et al., 2016).

2.2.3.1 계단 오르내리기(Going up and down 4 stairs)

계단 오르내리기 검사는 검사자의 시작 구령에 맞춰 대상자가 두 발로 선 자세에서 4 개의 계단을 내려간 후 4 계단을 올라와 두 발이 시작지점에 닿기까지의 시간(sec)을 측정하였다.

2.2.3.2 의자에서 일어서기(Raising from a chair 5 times)

의자에서 일어서기 검사는 가슴에 손을 얹은 상태에서 일어서고 앉기의 5 회 반복을 가능한 빠르게 실시한 시간(sec)을 측정하였다.

2.2.3.3 보행 속도(Gait speed)

보행 속도는 선 자세에서 4m 를 평상 시 걷는 속도로 걸어가는 시간(sec)을 측정하였다.

3. Statistical analysis

본 연구는 여성노인을 대상으로 노인균형운동기구를 통한 훈련 전과 12 주 후를 측정 분석하였다. 분석 변인은 동적 균형능력, 정적 균형능력 그리고 일상생활수행능력(계단 오르내리기, 의자에서 일어서기, 보행속도)의 훈련 전, 후 값에 대한 효과 검증을 위하여 평균과 표준편차를 구하여 대응표본 t 검정(Paired t-test)으로 실시하였다. 모든 통계 값은 SPSS 21.0 을 이용하였으며, 유의 수준은 $p<.05$ 로 설정하였다.

Results

1. 노인용 리듬 균형 운동 기구

본 연구에서 개발된 운동장비는 한국 무용의 굴신 동작(knee flexion)을 응용 하여 한 쪽 다리에 체중을 완벽하게 싣는 동작으로 유도하였다. 운동기구의 지면은 형태가 다른 8개의 각기 다른 패널을 삽입하여 발목의 다양한 전략의 움직임을 유도 하였다. 운동 동기에 대한 흥미 유발을 위해 4/4 박자, 116 tempo 로 편집된 트로트10곡과 민요 음악 8곡을 소프트웨어에 삽입하여 운동 시 stepping 과 pressure sensor를 통한 정확한 타이밍을 통해 운동 결과 데이터를 피드백으로 제공하였다(Figure 6).

Figure 6. The rhythmic balance training equipment for elderly.

2. 결과

2.1 동적 균형 검사(Dynamic balance)

노인용 리듬 균형 운동기구를 이용하여 12 주간 훈련한 노인의 Y 균형 검사 결과 왼발을 기준으로 오른발 사선 뒤인 RF_PM 에서 훈련 전 55.50±8.24cm, 훈련 후 62.69±9.48cm 로 유의한 차이(t = 2.89, p<.05)가 나타났다. RF_A 는 훈련 전 62.12±5.96cm, 훈련 후 63.82±7.39cm, RF_PL 는 훈련 전 51.06±11.11cm, 훈련 후 53.81±14.72cm 로 길이가 증가 하였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. 오른발을 기준으로 한 왼발 검사에서 LF_A 는 훈련 전 64.00±5.72cm, 훈련 후 65.74±7.44cm, LF_PM 은 훈련 전 58.19±10.06cm, 훈련 후 60.94±13.32 그리고 LF_PL 은 훈련 전 54.47±13.02cm, 훈련 후 58.20±13.25cm 로 길이는 증가하였지만 유의한 차이가 나타나지 않았다(Figure 7).

2.2 정적 균형 검사(Static balance)

12 주간의 노인용 리듬 균형 운동기구의 훈련전과 훈련후의 눈을 뜬 상태의 한 발 정적균형검사(Static balance one leg with open eyes) 와 눈을 감은 상태의 한 발 정적 균형검사(Static balance one leg with closed eyes)의 결과 눈을 뜬 상태의 한 발 정적균형검사에서 훈련 전 9.41±1.84sec, 훈련 후 16.88±2.90sec 로 유의한 차이(t = 2.32, p<.05)가 나타났다. 눈을 감은 상태의 한 발 정적균형검사에서는 훈련 전 2.51±0.39sec, 훈련 후 3.87±0.97sec 로 시간이 늘어났지만 유의한 차이가 나타나지 않았다(Figure 7).

2.3 일상생활기능검사 (Physical Function)

노인용 리듬 균형 운동 기구를 이용하여 12 주간 훈련한 노인의 훈련전과 훈련후의 계단오르내리기 검사가 훈련 전 5.40±1.24sec, 훈련 후 4.92±1.02sec 로 유의한 차이(t = 2.19, p<.05)가 나타났다. 의자에서 일어나기 검사는 훈련 전 8.44±2.47sec, 훈련 후 7.33±1.52sec 로 유의한 차이(t = 2.76, p<.05)가 나타났다. 보행속도 검사에서는 훈련 전 3.24±0.51sec, 훈련 후 3.10±0.46sec 로 시간은 감소하였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다(Figure 7).

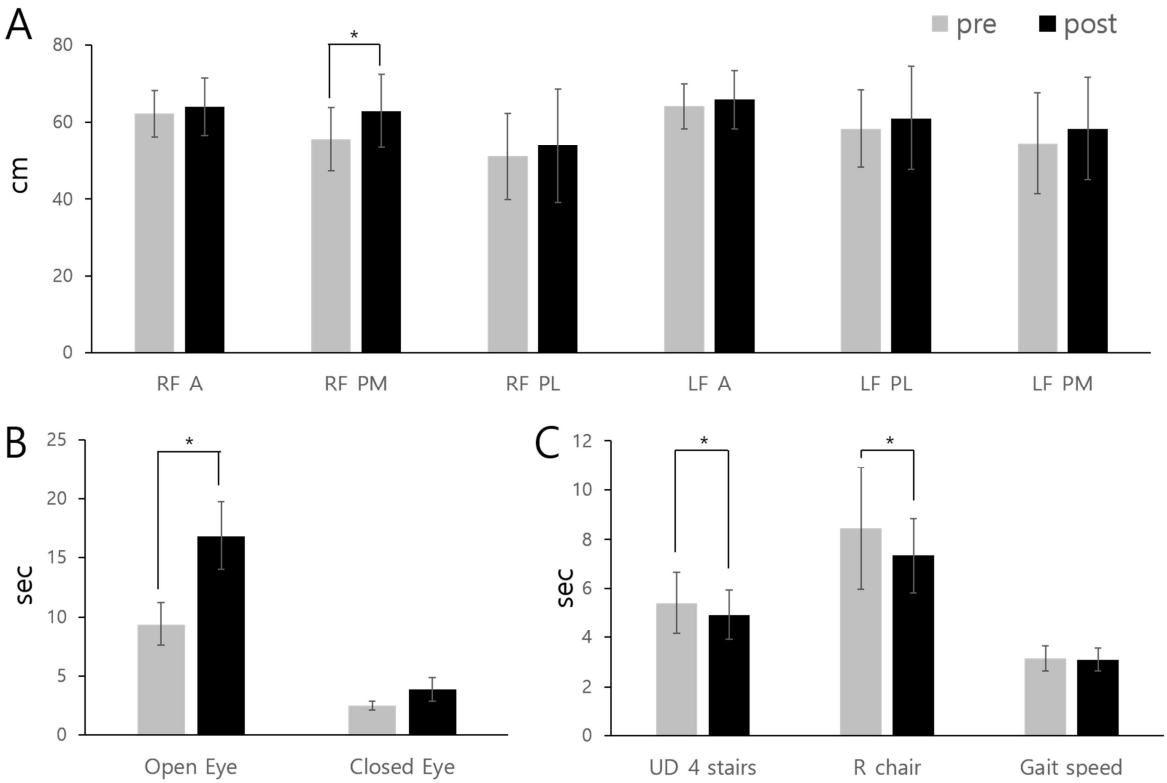

Figure 7. Result of dynamic balance (A), static balance (B), and physical function (C).
RF: right foot, LF: left foot, A: anterior, PM: posteromedial, PL: posterolateral, UD_4 stairs: up and down 4 stairs, R_chair: raising from a chair 5 times.

Discussion

본 연구에서 개발된 노인용 리듬 균형 운동 기구를 통하여 12주간 훈련된 노인들은 걷기 운동을 한 노인들 보다 활동 특이적 균형 자신감의 향상되었고 삶의 질을 높게 지각하였다(Lee & Park, 2014). 또한 9주동안 훈련한 노인들은 낙상에 대한 두려움이 감소하였고 균형 자신감이 증진되는 효과를 가져왔다(Lee & Park, 2016).
본 연구에서는, 개발된 노인용 리듬 균형 운동 기구를 통하여 12주간의 운동 훈련이 노인의 동적 균형능력, 정적 균형 능력 그리고 일상생활과 관련된 신체기능 향상의 효과를 검증하였다. 본 연구결과, 동적 균형능력 측정에서 왼발을 지지한 상태에서 오른발을 왼쪽 대각선 뒤쪽으로 뻗은 방향(RF_PM)의 결과 에서만 훈련 전과 훈련 후 유의한 차이가 나타났다(p<.05). Roghani et al., (2013)의 보고에 의하면 노인을 대상으로 한 웨이트를 부여한 조끼를 착용한 후 걷기 운동 효과에서 Y형 균형 능력의 모든 방향에서 유의한 운동효과를 검증하였다. 본 연구는 노인의 스텝을 이용한 균형능력을 향상시키는데 연구 목적을 갖고 있으며, 8개의 다른 방향에 대한 스텝 이동 운동과 오른발과 왼발의 균등한 운동 프로그램의 진행으로 인해 편차가 없는 균등한 균형운동을 실시하는 프로그램이 내재되어 있다. 이에 따라 선행된 연구에서 제시한 노인의 걷기 운동은 본인들 스스로 걷는 패턴을 유지하는 운동의 형태를 계속적으로 가질 수 있는 반면, 본 연구에서 제시한 운동형태는 오른발과 왼발의 운동

편차를 줄일 수 있는 운동형태의 특성을 가질수 있다. 이에 왼발을 지지한 상태에서 오른발의 왼쪽 대각선의 Y형 균형 측정에서만 운동효과의 유의한 차이가 나타난 것은 Y형 동적 균형검사에서 왼발 지지 상태에서 오른발의 왼쪽 사선 뒤 크로스 균형이 노인들에게 가장 수행하기 어려운 방향(Roghani et al., 2013)에 근거한 것으로 생각된다. 또한, 오른발의 균형 능력 보다 왼발의 동적 균형 능력이 더 향상된 연구결과는 노인의 하지 근력의 편차에 의해서 영향을 받았을 것으로 생각된다. Park & Lee, (2012) 의 연구에 의하면 노인의 왼발의 근력이 오른발의 근력보다 등속성 하지근력이 약하게 나타났으며, 노인의 계단 내리기 보행시, 왼발의 제동력과 추진력 모두 오른발보다 더 높게 나타나, 왼발의 동적 안정성이 더 불안하다고 밝혔다. 또한 S. W. Kim & Sohn, (2016) 의 노인 하지 등속성 근기능 비교 연구에서도 노인의 근육결손율 측정과 무릎 폄근과 굽힘근의 근력 측정시 좌측발의 균형 능력이 우측보다 좋지 않다고 하였으며 특히 여성노인의 경우 더욱 큰 좌우 근력 편차를 보였다고 하였다. 본 연구에서 실시된 운동기구를 통한 운동 훈련은 오른발과 왼발의 운동을 균등하게 훈련시킬 수 있는 운동프로그램이 내재되어 있어, 노인들이 오른발과 왼발의 운동훈련 강도가 같았을 것이라는 가설을 세울 수 있고, 이에 따라 상대적으로 불균형에 노출되었던 왼쪽 하지의 균형 능력 향상을 더욱 유발한 것으로 보인다.

정적균형능력 측정을 위한 한 발 정적균형검사(Static balance one leg)의 결과 눈을 뜬 상태 에서만 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). Rahal et al., (2015)의 연구에 의하면, 노인을 대상으로 한 태극권과 볼룸댄스훈련 그룹간 정적 균형능력향상 차이를 분석한 결과, 눈을 뜬 조건에서는 태극권에서만 유의하게 정적균형 능력이 향상된 것으로 보고하였는데, 이것은 노인의 운동 훈련 형태에 따라 다른 결과가 나타난 것으로 제시하였다. 즉, 태극권의 경우 다리로 지지면을 이동하거나 한쪽 다리로 지탱하는 시간이 길고 무게중심의 이동이 있다는 동작의 특성이 있는데 이러한 특징이 하지 근력강화를 유발하여 눈을 뜬 상태에서의 정적균형 능력이 향상 되게 한 요인(Ramachandran, Rosengren, Yang, & Hsiao-Wecksler, 2007) 이라고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 실시한 훈련이 무릎을 구부렸다 폈다 하는 한 쪽발로 지지하는 시간을 증가 시킨다는 동작적 특징이 선행된 연구에서 제시된 태극권의 운동과 유사한 형태를 갖는 것으로 보여진다. 또한 E. J. Kim, Hwang, & Kim, (2010)의 연구에 의하면, 노인의 정적균형 조절에 시각정보에 의한 균형 조절이 효과가 높다고 보고하고 있어, 본 연구결과에서 나타난 눈을 뜬 조건에서 정적균형능력 향상이 나타난 연구결과는 위에서 제시한 선행된 연구 결과들을 지지한다.

그러나 본 연구결과 눈을 감은 조건에서의 정적균형능력 향상에 영향을 미치지 못한 것은, 선행된 연구들에서 그 원인을 유추할 수 있다. 눈은 감은 상태에서의 균형능력은 전정기의 영향을 더 받는 것으로 보고되고 있는데, Rahal et al., (2015)의 연구에서는 노인을 대상으로 볼룸댄스 훈련(시계 반대 방향으로 계속 돌며 진행하는)의 운동이 눈을 감은 조건에서의 정적균형능력을 향상시킨것으로 보고하였으며, Park, Kang, & Lim, (2012)의 연구에서도 전정기 기능 강화를 위해 회전운동이나 구르기 운동이 효과가 있음을 입증한것으로 볼때, 본 연구결과에서 본 운동기구를 통한 훈련 효과는 전정기를 자극하는 균형능력과는 관련이 없는 것으로 생각된다.

노인의 일상생활 능력과 관련된 신체 기능 측정 결과, 계단오르내리기와 의자에서 일어나기에서 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). Mayagoitia, Harding, & Kitchen, (2016) 은 노인에게 이동 시 발생되는 문제점을 파악하기 위해서 신체기능 측정 중 보행검사보다 계단오르기 검사가 더 중요하다고 보고하였는데, 본 연구 결과에서 보행의 시간에서 차이가 나타나지 않고 계단오르내리기 능력이 향상된것은 본 운동기구를 통한 훈련이 노인의 일생생활 기능에서 이동과 관련된 능력 중 특히 한 발로 지지하는 균형능력이 향상되었음을 알 수 있다. 또한, 의자에서 일어나기는 하지근육들의 활성화와 힘을 발생시키는 동작(Yoshioka, Nagano, Hay, & Fukashiro, 2012)으로 하지 근육의 기능을 측정하기 위한 검사로 사용되어왔다. Pijnappels, Reeves, Maganaris, & Van Dieen, (2008)의 연구에 의하면 하지 근육의 기능은 노인의 신체 기능 저하 시 나타날 수 있는 낙상위험을 줄여줄 수 있는 중요한 요소라고 보고하였고, Straight, Brady, & Evans, (2015)의 연구에서 하지근력은 의자에서 일어나기, 계단 오르기 같은 기능적인 활동을 수행 할 때 아주 중요한 역할을 한다고 보고하였다. 이에 본 연구결과 유의한 차이가 나타난 의자일어서기 동작시간 그리고 계단오르내리기는 하지근력과 가장 연관이 깊은 체력 측정요소로 노인용 전문 균형운동기구에서 한국 무용의 굴신 동작인 하지의 무릎을 굽히며 한 쪽 발에 체중을 완벽하게 싣는 동작의 운동이 하지 근력강화에 영향을 미친것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서 개발된 노인용 전문 운동기구를 통한 훈련은 노인들의 동적 및 정적균형능력을 향상 시켰으며, 하지근력강화에 영향을 미친것으로 사료된다.

본 연구에서 개발된 운동기구는 노인을 위한 운동기구이기에 노인이 일상생활의 능력으로 평가될 수 있는 기능적 평가에만 운동효과의 검증을 국한하였다. 이에 추후 운동효과 검증을 위해 노인의 전문적 움직임을 측정할 수 있는 동작의 평가라든가 근육의 평가가 이루어지기를 기대한다.

Conclusion

본 연구는 노인의 균형능력 향상을 위해 한국무용의 굴신동작을 응용, 발목의 다양한 전략을 위한 8개의 형태가 다른 발판제시, 노인의 정서를 고려한 운동프로그램과 피드백 제시 그리고 노인 스스로 조작이 가능한 노인용 전문 균형운동기구를 개발하였다.

또한 본 연구에서 개발된 운동기구가 노인의 신체적 기능 향상 검증을 위해 세 가지 가설을 세웠다. 첫째, 노인의 동적 균형능력을 증가시킬 것이다. 둘째, 노인의 정적 균형 능력을 증가시킬 것이다. 셋째, 일상생활기능 능력을 증가시킬 것이다. 세 가지 가설에 대한 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 노인용 리듬 균형 운동 기구를 통한 훈련이 왼발의 동적균형능력을 향상 시켰다.

둘째, 노인용 리듬 균형 운동 기구를 통한 훈련이 눈을 뜬 상태에서의 정적균형능력을 향상 시켰다.

마지막으로, 노인용 리듬 균형 운동 기구를 통한 훈련은 일상생활기능중 하지근력과 관련된 계단오르내리기와 의자에서 일어나기 능력을 향상 시켰다.

Reference

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett Jr, D. R., Tudor-Locke, C., . . . Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and science in sports and exercise, 43*(8), 1575-1581.

Choi, Y. H., & Lee, C. J. (2013). The Relationship of Health-related Variables with Regular Walking Exercise in the Elderly based on. *Public Health Nursing, 27*(1), 5-15.

Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Lamb, S. E., Gates, S., Cumming, R. G., & Rowe, B. H. (2009). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev, 2*(CD007146).

Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., . . . Wallace, R. B. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journal of gerontology, 49*(2), M85-M94.

Jindo, T., Tsunoda, K., Kitano, N., Tsuji, T., Abe, T., Muraki, T., . . . Okura, T. (2016). Pedometers Affect Changes in Lower-Extremity Physical Function During a Square-Stepping Exercise Program in Older Japanese Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy, 39*(2), 83-88.

Jorgensen, M. G., Laessoe, U., Hendriksen, C., Nielsen, O. B. F., & Aagaard, P. (2013). Efficacy of Nintendo Wii training on mechanical leg muscle function and postural balance in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 68*(7), 845-852.

Josephs, S., Pratt, M. L., Meadows, E. C., Thurmond, S., & Wagner, A. (2016). The effectiveness of Pilates on balance and falls in community dwelling older adults. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*.

Jung, H., Chun, K. J., Hong, J., & Lim, D. (2015). Optimized balance rehabilitation training strategy for the elderly through an evaluation of balance characteristics in response to dynamic motions. *Clinical interventions in aging, 10*, 1645.

Kang, H. S., & Jon, J. H. (2014). Effects of Pilates Exercise on Isokinetic Muscular Strength of Knee, Proprioception, and Static Balance in Older Women. *Journal of Korean Soc Living Environ Sys, 21*(2), 205-213.

Katsura, Y., Yoshikawa, T., Ueda, S.-Y., Usui, T., Sotobayashi, D., Nakao, H., . . . Fujimoto, S. (2010). Effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly. *European journal of applied physiology, 108*(5), 957-964.

Kattenstroth, J.-C., Kolankowska, I., Kalisch, T., & Dinse, H. R. (2010). Superior sensory, motor, and cognitive performance in elderly individuals with multi-year dancing activities. *Frontiers in Aging Neuroscience, 2*, 31.

Kim, D. s., Choi, I. s., & Kim, S. y. (2016). The Impact of Lower Extremity Strengthening Exercise with Step Box and Elastic Band on Balance Ability and Lower Extremity Muscular Strength in Community-living Elderly Individuals. *Journal of Korean Soc Phys Med, 11*(1), 11-21.

Kim, E. J., Hwang, B. Y., & Kim, M. S. (2010). The Effect of a Virtual Reality Program on Static Balance Control and Fall Efficacy of Elderly People. *Journal of the Korean Gerontological Society, 30*, 1107-1116.

Kim, S. H., Rhyu, H. S., & Hong, C. K. (2011). The Effects of 12 Weeks Pilates Mat Exercise and Elastic Band Exercise on Blood Lipids and Physical Function Performance in Elderly Women. *HEALTH & SPORTS MEDICINE, 13*(1), 103-112.

Kim, S. W., & Sohn, J. H. (2016). Assessment of Elderly's Isokinetic Muscle Function, Flexibility and Balance in a Region of Seoul. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 17*, 37-44.

Kim, Y. M., & Beak, S. H. (2016). Effect of Walking Exercise on Knee Joint Pain Among the Elderly. *The Korea Jounal of Sports Science, 25*(1), 1245-1255.

Lee, O. J., & Park, Y. S. (2014). The Effects of Korea Traditional Dance-based Step Exercise Using Device on Activities-specific Balance Confidence and Health-related Quality of Life in the Elderly. *The Korea Journal of Sports Science, 23*(6), 557-567.

Lee, O. J., & Park, Y. S. (2016). The Effects of Korea Traditional Dance Movement-based Step Exercise on Health Life in the Elderly. *Journal of the Korea Entertainment Industry Association (JKEIA), 10*(1), 87.

Mayagoitia, R. E., Harding, J., & Kitchen, S. (2016). Identification of stair climbing ability levels in community-dwelling older adults based on the geometric mean of stair ascent and descent speed: The GeMSS classifier. *Applied Ergonomics, 58*, 81-88.

Nemček, D., & Simon, A. (2016). Effect of 3-Months Home-Based Exercise Program on Changes of Cognitive Functioning in Older Adults Living in Old People's Home. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae, 56*(1), 16-29.

Oh, S. L., Kim, H. j., Woo, S., Cho, B. L., Song, M., Park, Y. H., . . . Song, W. (2016). Effects of an integrated health education and elastic band resistance training program on physical function and muscle strength in community-dwelling elderly women: Healthy Aging and Happy Aging II study. *Geriatrics & gerontology international*.

Park, Y. S. (2014a). balance exercise program for elderly. *Application of Patent Number 10-2014-0032652*, Republic of Korea.

Park, Y. S. (2014b). Software of balance exercise program for elderly. *Certificate of Patent Number 10-1624032*, Republic of Korea.

Park, Y. S., Kang, S. H., & Lim, Y. T. (2012). Development and Verification of Treatment Programs by Turn and Roll Types to Improve the Function of Vestibular System. *Korean Journal of Sport Biomechanics, 22*(2), 209-217.

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 dur ing Down Staircase Walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics, 20*(3), 267-275.

Park, Y. S., & Lee, S. N. (2012). An Analysis of Gait Variables by Muscle Strength Imbalance of Low Extremity and Descent-Stair Walking in Elderly Women. *The Korean Journal of Growth and Development, 20*(2), 127-132.

Patil, R., Uusi-Rasi, K., Tokola, K., Karinkanta, S., Kannus, P., & Sievänen, H. (2015). Effects of a Multimodal Exercise Program on Physical Function, Falls, and Injuries in Older Women: A 2-Year Community-Based, Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society, 63*(7), 1306-1313.

Peltonen, H., Arokoski, J., Kallinen, M., & Pullinen, T. (2012). Muscle loading and activation of the shoulder joint during humeral external rotation by pulley and variable resistance. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 22*(3), 424-430.

Pijnappels, M., Reeves, N. D., Maganaris, C. N., & Van Dieen, J. H. (2008). Tripping without falling; lower limb strength, a limitation for balance recovery and a target for training in the elderly. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 18*(2), 188-196.

Rahal, M. A., Alonso, A. C., Andrusaitis, F. R., Rodrigues, T. S., Speciali, D. S., Greve, J. M. D., & Leme, L. E. G. (2015). Analysis of static and dynamic balance in healthy elderly practitioners of Tai Chi Chuan versus ballroom dancing. *Clinics, 70*(3), 157-161.

Ramachandran, A. K., Rosengren, K. S., Yang, Y., & Hsiao-Wecksler, E. T. (2007). Effect of Tai Chi on gait and obstacle crossing behaviors in middle-aged adults. *Gait & posture, 26*(2), 248-255.

Roghani, T., Torkaman, G., Movasseghe, S., Hedayati, M., Goosheh, B., & Bayat, N. (2013). Effects of short-term aerobic exercise with and without external loading on bone metabolism and balance in postmenopausal women with osteoporosis. *Rheumatology international, 33*(2), 291-298.

StatisticsKorea. (2015). life tables for Korea [Internet]. *Statistics Korea*, Available from: http://kostat.go.kr/office/giro/rogi_nw/2/1/index.- board?bmode=read&aSeq=350034.

Straight, C. R., Brady, A. O., & Evans, E. M. (2015). Muscle Quality in Older Adults What Are the Health Implications? *American Journal of Lifestyle Medicine, 9*(2), 130-136.

Teixeira, C. V. L., Gobbi, S., Pereira, J. R., Ueno, D. T., Shigematsu, R., & Gobbi, L. T. B. (2013). Effect of square-stepping exercise and basic exercises on functional fitness of older adults. *Geriatrics & gerontology international, 13*(4), 842-848.

Wessner, B. (2016). An elastic band exercise programme improves functional fitness in older adults. *Evidence Based Nursing, 19*(2), 64-64.

Yoshioka, S., Nagano, A., Hay, D. C., & Fukashiro, S. (2012). The minimum required muscle force for a sit-to-stand task. *Journal of biomechanics, 45*(4), 699-705.