

1 **8 주간의 필라테스 운동이 노인의 정적 · 동적 평형성에 미치는 영향**

2 **The Effect of 8-week Pilates Exercises on Elderly People' s Static**  
3 **and Dynamic Balance**

4 **Ji-Hye Park<sup>1</sup> · Joong-Sook Lee<sup>1</sup> · Jong-Ok Yang<sup>1</sup> · Bom-Jin Lee<sup>1</sup>**  
5 **· Kang-Ho Bae<sup>1</sup> · Jin-Hyung Shin<sup>1</sup>**

6 <sup>2</sup>**Division of Kinesiology, College of Health and Welfare, University of Silla, Busan,**  
7 **Korea**

8 **Corresponding author**

9 **Joong Sook Lee, Ph.D.**

10 **Professor**

11 **Department of Kinesiology / 140, Baekyang-daero 700beon-gil, Sasang-gu, Busan**

12 **Silla University**

13 **Phone: 051-999-5064, Fax: 051-999-5164, Email: jslee@silla.ac.kr**

14

15 **Acknowledgements**

16 **This study has been supported by Brain Busan 21 Project in 2016.**

17 Abstract

18 **Objective:** Pilates is a low/mid-intensity exercise for elderly people to easily follow as it is an individual  
19 body oriented exercise. It also is a cardio workout to be easily performed anywhere to develop one's  
20 strength and flexibility. Therefore, we researched how eight-week Pilates workout affects elderly  
21 people's balancing ability.

22 **Method:** The research participants were selected among the elderly people in B city and ten of them  
23 who voluntarily signed agreement on the free measurement as well as the workout program took part  
24 in. (Height: 157.1±11.9 cm, Weight: 61.7±8.0 kg). Pilates exercise program took place 60 minutes a day  
25 for three times a week out of the total eight-weeks. The measurement variables to test balance as  
26 vestibular test, 5m habitual walk, maximum walk and 3m tandem walk.

27 Paired t-test was conducted using SPSS Windows 24.0 to analyze all the research data collected in order  
28 to know the balance level before and after the Pilates workout. Also, the statistically significant level for  
29 all the analysis was set to be  $\alpha = .05$ .

30 **Results:** As in Vestibular test, the Length/ENV of standing on one foot appear to have some meaningful  
31 differences while revealing no significant difference in terms of ENV, REC, RMS, and total length.

32 The tests of 5m habitual walk and maximum walk respectively resulted to show positively significant  
33 effects. The test of 3m tandem walk resulted to show positively significant effects.

34 **Conclusion:** To sum up the findings above, the eight-week Pilates workout of this study proved to be  
35 significantly effective on elderly people's dynamic balancing. Thus, elderly people continuing Pilates  
36 workout are expected to have much positive effect in light of increasing in their balancing and  
37 preventing falling accidents.

38

39 *Keywords:* Pilates exercises, static balance, dynamic balance, elderly, fall, gait

40

## 41 Introduction

42

43 현대 사회의 급격한 변화로 인한 육체노동의 감소와 건강에 대한 관심의 증가는 현대 인간의 수명을 늘여주고  
44 있다. 이러한 인간의 수명 연장은 노년인구의 절대적인 숫자 및 상대적 인구비율을 증가 시키고 있다.  
45 통계청(2016)에 의하면 우리나라는 2015 년도 기준 65 세 이상 인구는 전체의 약 13%로 약 10 년 전보다 약  
46 200 만명 증가된 662 만 4000 명이며, 2060 년도에는 전체인구의 약 40%까지 늘어날 것이라 예측하고 있다.  
47 이러한 예측은 많은 의료인 및 건강 전문가들로 하여금 노년인구의 건강한 삶과 안전 그리고 삶의 질 향상에 많은  
48 관심을 가지게끔 하고 있다. 특히 나이가 들어감에 따라 변해가는 인체의 기능으로는 우선적으로 근관절계와  
49 중추신경계의 변화를 들 수 있다(Alexander, 1994). 노화과정에서 다양한 육체기능의 환란이 동반되며,  
50 고유수용성 감각으로 대표되는 운동 감각의 저하와 근량의 감소, 진동감각역치의 증가, 기억과정 및  
51 주의집중범위와 같은 인지 능력의 감소(Kollegger, Baumgartner, Wober, Oder & Deecke, 1992) 등이  
52 대표적인 변화현상으로 꼽힌다. 이러한 육체기능의 변화는 종종 보행의 불안정과 균형 능력의 감소로 이어져  
53 노인들의 사회적 자율성을 제한하고 경우에 따라서는 낙상을 유발하기도 한다(Lach et al., 1991; Jiang,  
54 1993). 또한 연령의 증가에 의한 평형성 감소와 근력 및 근지구력, 특히 하지의 근지구력 감소에 의한  
55 신체기능의 저하도 낙상의 중요한 요인이 되고 있다(Tinetti & Speechley, 1989; Tobis, Friis & Reinsch, 1989;  
56 Whipple, Wolfson & Amerman, 1987). 이와 같이 노인들의 낙상 그리고 낙상으로 인한 부상은 일반적인  
57 현상이며, 75 세 이상의 노인에게서는 약 1/3 이 최소한 한번 이상의 낙상을 경험하며, 이중 약 6%는 골절을  
58 1 년 이상 유지하기도 한다(Alexander, 1994).

59 일반적으로 연령이 증가함에 따라 보행 속도가 늦춰 지는데(Dobbs et al., 1993), 보행 속도의 저하는 보폭의  
60 감소에 기인한다(Elble, Thomas, Higgins & Colliver, 1991). 이러한 감소는 보조 감소, 방향전환 시간 연장,  
61 두발지지시간 연장 등과 관계가 있다(Imms & Edholm, 1981; Maki, 1997). 노화에 따른 보행속도의 감소와  
62 보폭의 감소는 보행 주기에서 두발의 지지기를 하게 하기 위한 것이지만(Winter, Patla, Frank & Walt, 1990),  
63 결국 이것이 보행의 불안정성과 관련이 되어 낙상의 요인이 된다(Gabell & Nayark, 1984). 이러한 이유로  
64 운동을 통해 균형감각저하와 보행 불안정을 교정함으로써 낙상위험을 감소시키려는 노력이 진행되어 오고 있다.  
65 많은 연구자들은 규칙적인 운동을 통해 노인들의 신체활동을 증가시키면 자세 안정성과 보행속도가 증가한다고  
66 보고하고 있다(Mills, 1994).

67 특히 고령기로 접어드는 시기는 노화를 자각하면서도 운동부족으로 인해 생활 습관 병의 위험이 높고, 균형감각  
68 등 자세조절 능력의 저하로 낙상에 따른 골절, 뇌손상 등의 심각한 손상이 발생 된다(Kim & Cho, 2007).  
69 이러한 삶의 질을 저해하는 질병 및 손상을 예방하기 위해 노인을 대상으로 한 운동이 필요하며 노인운동  
70 활성화화를 위해서는 성인에 비하여 상대적으로 안전하고 효율적이며 흥미를 유발하는 프로그램이 되도록  
71 계획해야만 하고, 노인의 생리적 특성 및 심리적 특성을 고려해야 한다.

72 조셉 필라테스에 의해 1990 년대 초 시작된 필라테스 운동은 제 1 차 세계대전 시 수용소의 침대에 스프링을  
73 설치해 누워있는 환자들을 대상으로 근력 및 유연성 향상을 위해 개발하여 운동을 시킨 것이 그 시초가 되었고,  
74 이 후에 약간의 변화를 주어 거쳐 필라테스 기구인 리포머(Reformer), 캐딜락(Cadillac), 체어(Chair) 등의  
75 기구를 추가하여 발전하였으며, 더불어 기구를 사용하지 않는 매트운동 요법도 개발되었다. 필라테스 운동의  
76 특징은 신체의 지방 제거 및 신체의 코어(중심부분)를 강화시키는 운동으로서 필라테스의 기본 정신은 「건강한  
77 신체와 함께 건전한 정신을 만들어 가는 트레이닝」으로 요약될 수 있다. 이러한 점 때문에 필라테스는 현재 미국

78 전역에서 연령과 성별을 초월하여 많은 사람들에게 큰 인기를 얻고 있으며 요즘엔 한국에서도 젊은 여성들을  
 79 겨냥해 미용과 다이어트에 효과적인 운동으로 매스컴에 보도되고 있다(Park, 2007). 필라테스의 동작들은  
 80 근육을 부드럽게 당겨주어 신체를 보다 유연하게 만들고 균형 있게 가꾸어주어 몸매를 가꾸어 주는 효과가 있다.  
 81 또한 뺄어떨어진 자세를 교정함으로써 환자들의 부상당한 부분을 무리하게 자극하지 않으면서 치료할 수 있는  
 82 재활의 효과도 있다. 특히 몸속의 작은 근육들을 인지하며 강화하고 자극시켜 신체의 중심인 파워하우스(요추,  
 83 복부, 골반 기저부)를 강화시켜서 좋은 자세를 만들어 준다(Jeon, 2007).  
 84 또한 필라테스 운동은 개개인의 신체를 이용한 운동이기 때문에 신체의 위치조절에 따라서 운동부하를 조절할 수  
 85 있는 장점이 있다. 또한 노인들도 쉽게 따라 할 수 있는 저·중강도의 운동으로서 근력강화와 유산소운동을  
 86 병행하여, 근력과 유연성을 발달시키며(Kim, 2005), 장소에 구애받지 않고 어디서나 할 수 있는 운동이라고  
 87 사료된다.  
 88 최근 필라테스 운동에 대한 관심도가 상승하면서, 국내에서도 필라테스를 적용한 연구가 다양하게 이루어지고  
 89 있다. Kim(2005)과 Hur(2008)의 연구에 의하면 필라테스 매트 운동 실시 후 체력과 건강증진에 긍정적인  
 90 효과가 나타났으며, 필라테스 매트운동 실시 후 유연성이 향상되었다는 연구결과가 나타났다고 보고하고 있다  
 91 (Hwang, 2008; Lee, 2006).  
 92 필라테스에 관한 다양한 선행연구가 진행되었음에도 불구하고, 필라테스 운동이 노인의 보행 시 동적평형성과  
 93 기립 시 정적평형성에 미치는 효과성을 검증하는 연구는 미비한 실정이다.  
 94 따라서 필라테스 운동이 노인의 보행 시의 동적평형성과, 자세조절과 관련되어 있는 정적 평형성에 어떠한  
 95 영향을 미치는지에 대해서 정량적으로 검토할 필요성이 있다.  
 96 본 연구에서는 B 광역시의 S 대학교에 소재한 헬스케어사업단 프로그램에 참여 하는 노인들을 대상으로  
 97 8 주간의 필라테스 운동 프로그램이 노인의 동적평형성 및 정적평형성에 어떠한 영향을 미치는지에 대해  
 98 정량적으로 검토함으로써 노인의 평형성 향상에 관하여 필라테스 운동의 효과성을 검증하는데 그 목적이 있다.

99

100

## 101 Method

102

### 103 1. Participants

104 본 연구는 통제 집단이 없는 단일집단 사전-사후 실험설계(single group pre and post experimental design)로  
 105 수행하였으며, 연구 참여자의 경우, 먼저 B 광역시의 S 대학교에 소재한 시니어 헬스케어 사업단 운동프로그램에  
 106 참여하고 있는 노인 10 명(Age: 67±3.3 yrs, Height: 157.1±11.9 cm, Weight: 61.7±8.0 kg)을 대상으로  
 107 편의표본 추출 표집 방법에 의해 선정하였다.

108

### 109 2. Measurements

110 평형성은 최소한의 흔들림으로 기저면내에서 신체 중심을 유지하는 능력이며, 이는 정적균형과 동적균형을  
 111 포함하는데 이 두 가지의 균형능력을 통해 평형성의 의미를 이해할 수 있다. 정적 균형능력은 고정된 기저면에서  
 112 중력에 대항하여 공간에서 신체를 기립자세로 유지 할 수 있는 능력이며, 동적 균형능력은 신체가 움직이는 동안  
 113 넘어지지 않고 자세를 유지할 수 있는 능력을 의미한다(Ducan, Studenski, Chandler, Bloomfield, & Lapointe,  
 114 1990). 따라서 본 연구에서는 1) 정적평형성 검사와 2) 동적평형성 검사를 구분하여 측정을 진행 하였다.

115

#### 116 2. 1. 정적평형성 검사(vestibular test)

117 본 연구에서는 정적평형성 검사를 크게 4 가지로 구분하여 측정을 하였다. 첫 번째, 개안(eye open)의 상태에서  
 118 평형감각측정기(Gaitview AFA-50; (주)알푸스, Korea)로 20 초 동안 발판 위에 올라가 가만히 서 있게 한 다음,  
 119 몸의 동요거리를 측정하였고, 전방 15°밖에 마커를 부착하여 시선을 고정시킨 뒤에 측정하였다. 평형감각 검사  
 120 장비는 <Figure 1>과 같으며 평형성 측정검사와 압력중심 움직임은 <Figure 2>와 같다.

121 두 번째, 폐안(eye close)의 조건에서 마찬가지로 평형감각측정기를 이용하여 20 초 동안 눈을 감은 상태로  
 122 가만히 서 있게 한 다음, 몸의 동요거리를 측정 하였다.  
 123 세 번째, 개안의 상태에서 평형감각측정기 위에서 10 초간 외발서기를 했을 시에 몸의 동요거리를 측정하였다.  
 124 개안 시와 마찬가지로 전방 15°벽에 마커를 부착하여 시선을 고정시킨 뒤에 측정을 하였다.  
 125 네 번째, 폐안의 조건에서 마찬가지로 평형감각측정기를 이용하여 10 초 동안 외발서기를 했을 시에 몸의  
 126 동요거리를 측정 하였다.  
 127 정적평형성 검사에서의 측정 변인은 다음과 같다.  
 128 2.1.1. 외주면적(ENV; envelope area): 외주면적은 압력 중심점의 궤적의 외피의 면적을 말한다.  
 129 2.1.2. 단형면적(REC; rectangle): 단형면적은 각 프레임 별 COP 에서 최대 왼쪽, 오른쪽, 위쪽, 아래쪽의  
 130 위치를 통해 사각 면적을 구한 것을 말한다.  
 131 2.1.3. 실효가면적(RMS; root mean square): 실효가 면적은 각 프레임별 COP 의 위치 값과 평균값을 통하여  
 132 나오는 면적으로 상대적으로 많이 위치한 부근으로 알고리즘을 통하여 정원의 면적을 구한 값을 말한다.  
 133 2.1.4. 총 궤적장(total length): 총 궤적장은 검사시간동안의 압력중심점의 총 이동길이를 말한다.  
 134 2.1.5. COP 속도(sway velocity): 총 궤적장/검사시간을 말한다.  
 135 2.1.6. 단위 외주면적 궤적장(length/ENV): 총 궤적장 / 외주면적으로 sway 가 안정적일수록 값이 높아진다.  
 136

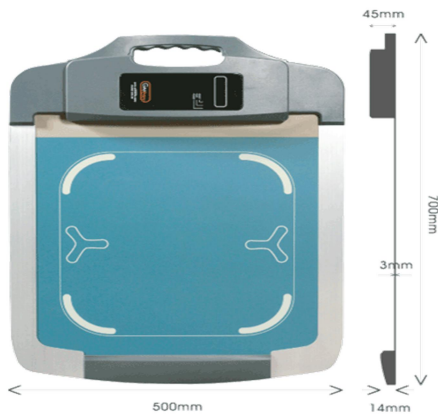


Figure 1. Static balance measuring equipment(Gaitview AFA-50)

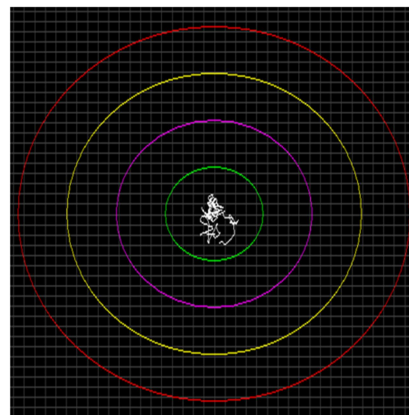


Figure 2. movement of the center of pressure

137  
 138 2. 2. 동적평형성 검사  
 139  
 140 본 연구에서는 노인들의 동적평형성 검사를 위해 5m 보행, 속보 보행 검사 및 3m tandem walk 의 2 가지 검사  
 141 도구를 사용 하였다.  
 142  
 143 2. 2. 1. 5m 보행, 속보 보행 검사(5m habitual walk, maximum walk, sec)  
 144 5m 보행, 속보 보행 검사는 노인의 보행능력 측정 방법 중 하지근력과 균형 능력을 측정하는 방법이다(Shinkai  
 145 et al., 2000). 구체적인 측정방법은 다음과 같다(Figure 3 참조).  
 146 - 여분의 선을 1m 씩, 측정구간 5m 보행로를 지표에 따라 걷게 하였다.  
 147 - 하지의 일부가 측정개시의 테이프(1m 지점)를 넘어서는 시점에서, 측정종료 구간을 하지의 일부가 넘어서는  
 148 순간까지의 소요시간을 측정하였다.

149 - 보통 걸음으로 2 회 측정 그리고 빠른 걸음으로 2 회 측정하였다.

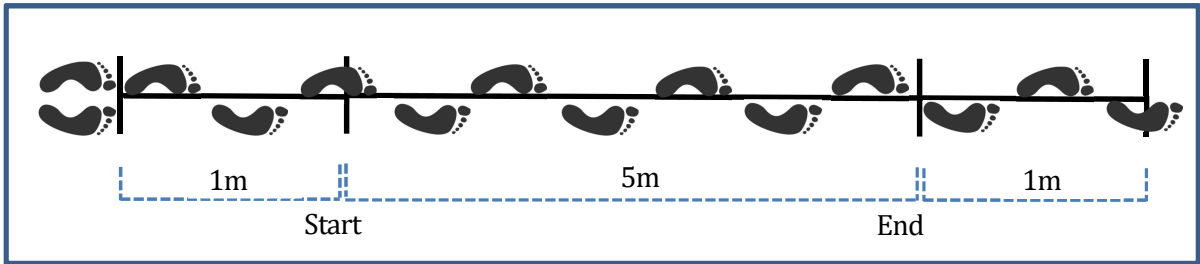


Figure 3. Measurement of 5m habitual walk, maximum walk

150

151 2. 2. 2. 3m tandem walk (sec)

152 3m tandem walk 검사는 비안정성의 반응에 대해 근 활동의 협응성, 변화를 예측하는 능력을 측정하기 위한  
153 방법이다(Nevitt, Cummings, Kidd & Black, 1989). 상세한 측정방법은 다음과 같다(Figure 4 참조).

- 154 - 바닥에 3m의 직선을 그은 후, 직선 위를 발앞꿈치와 발뒤꿈치를 붙이면서 가능한 빨리 걷게 하였다.
- 155 - 스타트 라인에서 양발을 모으고 선체 대기하게 하고, 스타트 신호와 함께 한쪽 발의 앞꿈치와 다른 쪽의
- 156 뒤꿈치를 붙이고 그 후에는 뒷발의 발뒤꿈치를 다른 쪽 발의 앞꿈치에 붙여 가면서 직선 위를 최대한의 속도로
- 157 걷게 하였다.
- 158 - 시작점에서 끝나는 시점의 라인을 밟는 시점을 측정 종료로 하였다.
- 159 - 벽에 손이 닿거나 앞꿈치와 다른 쪽의 뒤꿈치에 닿지 않는 경우 및 균형이 깨진 횟수를 실수 회수로 간주하여
- 160 기록하였다.
- 161 - 총 2 회 측정하였다.

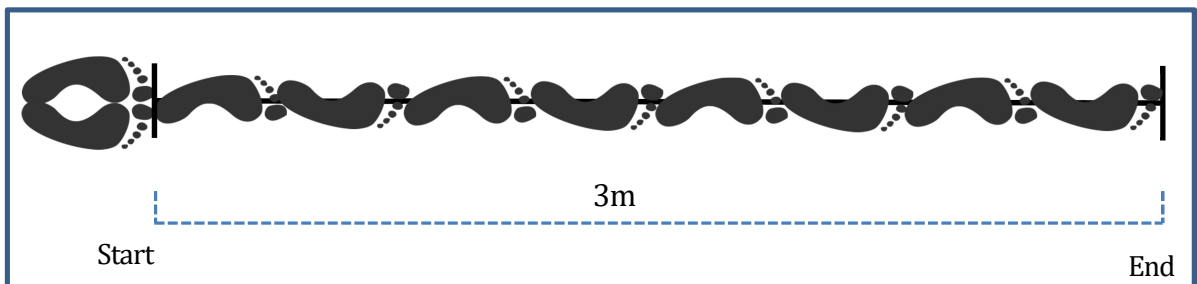


Figure 4. Measurement of 3m tandem walk

162

163 2. 3. 운동 프로그램

164 필라테스 운동프로그램은 8 주 동안 진행 되었으며 주 3 회, 회당 60 분씩 진행하였다. 본 프로그램의  
165 운동강도는 Borg(1982)의 15 단계 척도를 이용한 운동자각도(RPE)를 이용하여 운동강도를 설정하였다.  
166 준비운동은 RPE 9-10의 강도로 10 분간 스트레칭, 세라밴드운동 라인댄스를 실시하였다. 정리운동은 10 분간  
167 스트레칭을 RPE 9-10의 강도로 진행하였다. 세라밴드 운동에서의 운동강도는 세라밴드 종류를 통제하여  
168 운동강도를 설정하였다. 세라밴드 운동에서 사용한 세라밴드는 Hygenic Corporation 제품으로, 노인들에게  
169 적합한 노란색(40cm 신장 시 1.3 kg의 저항력)과 붉은색(40cm 신장 시 1.8 kg의 저항력)을 이용하여  
170 스트레칭을 병행한 밴드운동을 10 분간 운동을 실시하였다. 밴드 운동이 끝난 후에는 밴드운동으로 인한  
171 수축되었던 근육들을 충분히 이완 시킬 수 있는 필라테스 운동을 40 분간 실시하였다. 총 8 주 동안의 필라테스  
172 운동 프로그램은 1~4 주간에는 RPE 11~12의 강도로 30 분간 운동을 진행 하였으며, 5~8 주는 RPE 13-14의  
173 강도로 통증이 느껴지지 않는 정도의 관절 가동 범위 내에서 이루어지도록 하였다. 운동프로그램은 <Table 1>과  
174 같다.

Table 1. Pilates exercise program

Section	Exercise type	Intensity	Time	
Warm-up	Half-moon(using band)	RPE: 9-10	10 min	
	3-way pec stretch	1~4 week: bands for low intensity		
Workout	Line Dance	5~8 week: bands for middle and high intensity	40 min	
	Pilates Exercise	Shoulder shrugs		
		Shoulder slaps		
		Arm reach		
		Tiny steps		
		Roll down		· 1~4 week
		Single leg circles		RPE: 11-12
		Upper abdominal curl		· 5~8 week
		Criss cross		RPE: 13-14
		Hundred		
		Bridge		
		Rising swan		
	Swimming position			
	Rest position			
Cool-down	Stretching exercises	RPE: 9-10	10 min	

176

## 177 3. Statistical analysis

178 본 연구에서의 통계처리는 연구의 목적을 위해 수집된 자료를 SPSS Windows 24 version 을 이용하여  
 179 분석하였다. 데이터는 클리닝작업을 통해 오류 등을 선별하거나 잘못 입력된 데이터를 수정 하였으며, 모든  
 180 변인의 결과는 우선 기술통계(descriptive statistics)를 통해 평균(M) 및 표준편차(SD)를 산출 하였으며, 운동  
 181 전후의 평형성의 변화를 분석하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 모든 통계 분석을 위한  
 182 유의수준은  $\alpha = .05$  로설정 하였다.

183

## 184 Results

185

## 186 1. 정적평형성

187

## 188 1. 1. 개안조건의 기립 시 평형성

189 20 초간의 개안조건에서의 노인들의 정적평형성을 측정한 결과는 <Table 2>와 같다. 외주면적(ENV)에서는  
 190 사전  $82.67 \pm 25.65 \text{ mm}^2$ 에서 사후  $68.18 \pm 16.33 \text{ mm}^2$ 로 긍정적인 변화가 나타났으나 통계적으로 유의한  
 191 차이는 없었다( $t=1.511, p=.165$ ). 단형면적(REC)에서는 사전  $362.71 \pm 349.60 \text{ mm}^2$ , 사후  $164.58 \pm 55.73$   
 192  $\text{mm}^2$ 로 평균값의 긍정적인 변화가 나타났지만 통계적인 유의성은 없었다( $t=1.836, p=.100$ ).  
 193 실효가면적(RMS)에서는 사전  $160.51 \pm 182.08 \text{ mm}^2$ 에서 사후  $75.28 \pm 57.09 \text{ mm}^2$  긍정적인 변화가  
 194 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $t=1.389, p=.198$ ). 총궤적장(Total length)에서는 사전  
 195  $145.08 \pm 41.449 \text{ mm}$ , 사후  $128.08 \pm 28.17 \text{ mm}$  로 평균값의 긍정적인 변화가 나타났지만 통계적인 유의성은  
 196 없었다( $t=1.013, p=.337$ ). COP 속도(sway velocity)에서는 사전  $7.25 \pm 2.07 \text{ mm/s}$ , 사후  $6.40 \pm 1.41 \text{ mm/s}$  로

197 평균값의 긍정적인 변화가 나타났지만 통계적인 유의성은 없었다( $t=1.013, p=.337$ ). 단위 외주면적  
 198 궤적장(length/ENV)에서는 사전  $1.80\pm0.29$  1/mm 에서 사후  $1.94\pm0.42$  1/mm 로 평균 변화는 있었으나  
 199 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $t=-.876, p=.404$ ).  
 200

Table 2. Static balance during the opening eyes

section	pre	post	<i>T</i>	<i>p</i>
	M±SD	M±SD		
ENV(mm <sup>2</sup> )	82.67±25.65	68.18±16.33	1.511	.165
REC(mm <sup>2</sup> )	362.71±349.60	164.58±55.73	1.836	.100
RMS(mm <sup>2</sup> )	160.51±182.08	75.28±57.09	1.389	.198
Total Length(mm)	145.08±41.449	128.08±28.17	1.013	.337
Sway velocity (mm/s)	7.25±2.07	6.40±1.41	1.013	.337
Lengh/ENV (1/mm)	1.80±0.29	1.94±0.42	-.876	.404

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

201  
 202 1. 2. 폐안조건의 기립 시 평형성  
 203 20 초간의 개안조건에서의 노인들의 정적평형성을 측정한 결과는 <Table 3>과 같다. 외주면적(ENV)에서는  
 204 사전  $151.28\pm88.35$  mm<sup>2</sup>에서 사후  $126.81\pm35.53$  mm<sup>2</sup>으로 긍정적인 변화가 나타났으나 통계적으로 유의한  
 205 차이는 없었다( $t=.985, p=.350$ ). 단형면적(REC)에서는 사전  $368.54\pm224.64$  mm<sup>2</sup>, 사후  $275.89\pm132.75$   
 206 mm<sup>2</sup>로 평균값의 긍정적인 변화가 나타났지만 통계적인 유의성은 없었다( $t=1.600, p=.144$ ).  
 207 실효가면적(RMS)에서는 사전  $148.21\pm114.18$  mm<sup>2</sup>에서 사후  $100.08\pm66.48$  mm<sup>2</sup> 긍정적인 변화가  
 208 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $t=1.144, p=.282$ ). 총궤적장(Total length)에서는 사전  
 209  $213.72\pm72.16$  mm, 사후  $236.20\pm81.98$  mm 로 평균값이 상승하여 부정적 변화가 나타났지만 통계적인  
 210 유의성은 없었다( $t=-.785, p=.452$ ). COP 속도(sway velocity)에서는 사전  $10.69\pm3.61$  mm/s, 사후  
 211  $11.81\pm4.10$  mm/s 로 속도의 상승이 관찰되었으나 통계적인 유의성은 없었다( $t=-.785, p=.452$ ). 단위  
 212 외주면적 궤적장(length/ENV)에서는 사전  $1.67\pm0.60$  1/mm 에서 사후  $1.90\pm0.44$  1/mm 로 긍정적인 변화는  
 213 있었으나 통계적인 유의성은 나타나지 않았다( $t=-1.383, p=.200$ ).  
 214

Table 3. Static balance during the closing eyes

section	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
	M±SD	M±SD		
ENV(mm <sup>2</sup> )	151.28±88.35	126.81±35.53	.985	.350
REC(mm <sup>2</sup> )	368.54±224.64	275.89±132.75	1.600	.144
RMS(mm <sup>2</sup> )	148.21±114.18	100.08±66.48	1.144	.282
Total Length(mm)	213.72±72.16	236.20±81.98	-.785	.452
Sway velocity (mm/s)	10.69±3.61	11.81±4.10	-.785	.452
Lengh/ENV (1/mm)	1.67±0.60	1.90±0.44	-1.383	.200

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228

1. 3. 개안조건의 외발서기 시의 평형성

20 초간의 개안조건에서의 노인들의 정적평형성을 측정한 결과는 <Table 4>와 같다. 외주면적(ENV)에서는 사전 226.99±105.77 mm<sup>2</sup>에서 사후 202.09±103.00 mm<sup>2</sup>로 긍정적인 변화가 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $t=.644, p=.536$ ). 단형면적(REC)에서는 사전 671.39±425.17 mm<sup>2</sup> 사후 455.72±254.37 mm<sup>2</sup>로 평균값의 긍정적인 변화가 나타났지만 통계적인 유의성은 없었다( $t=1.484, p=.172$ ). 실효가면적(RMS)에서는 사전 183.35±101.44 mm<sup>2</sup>에서 사후 126.88±68.49 mm<sup>2</sup>로 긍정적인 변화가 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $t=1.715, p=.120$ ). 총궤적장(Total length)에서는 사전 359.22±76.62 mm, 사후 315.26±93.05 mm로 평균값의 긍정적인 변화가 나타났지만 통계적인 유의성은 없었다( $t=1.309, p=.223$ ). COP 속도(sway velocity)에서는 사전 35.92±7.66 mm/s, 사후 31.53±9.31 mm/s로 평균값의 긍정적인 변화가 나타났지만 통계적인 유의성은 없었다( $t=1.309, p=.223$ ). 단위 외주면적 궤적장(length/ENV)에서는 사전 1.80±0.64 1/mm, 사후 1.72±0.48 1/mm 로 통계적인 유의한 차이는 없었다( $t=.290, p=.778$ ).

Table 4. Static balance during single-leg stance with opening eyes

section	pre	post	t	p
	M±SD	M±SD		
ENV(mm <sup>2</sup> )	226.99±105.77	202.09±103.00	.644	.536
REC(mm <sup>2</sup> )	671.39±425.17	455.72±254.37	1.484	.172
RMS(mm <sup>2</sup> )	183.35±101.44	126.88±68.49	1.715	.120
Total Lenght(mm)	359.22±76.62	315.26±93.05	1.309	.223
Sway velocity (mm/s)	35.92±7.66	31.53±9.31	1.309	.223
Lenght/ENV (1/mm)	1.80±0.64	1.72±0.48	.290	.778

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243

1. 4. 폐안조건의 외발서기시의 평형성

20 초간의 폐안조건에서의 노인들의 정적평형성을 측정한 결과는 <Table 5>와 같다. 외주면적(ENV)에서는 사전 1898.40±1336.09 mm<sup>2</sup>에서 사후 1590.56±1701.83 mm<sup>2</sup>로 긍정적인 변화가 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $t=1.214, p=.256$ ). 단형면적(REC)에서는 사전 6767.97±5816.75 mm<sup>2</sup>, 사후 6275.48±7214.25 mm<sup>2</sup>로 평균값의 긍정적인 변화가 나타났지만 통계적인 유의성은 없었다( $t=.474, p=.647$ ). 실효가면적(RMS)에서는 사전 2145.60±1838.39 mm<sup>2</sup>에서 사후 1933.57±2395.42 mm<sup>2</sup>로 긍정적인 변화가 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $t=.752, p=.471$ ). 총궤적장(Total length)에서는 사전 805.89±297.64 mm 에서 사후 813.09±336.22 mm 로 부정적 변화가 관찰되었지만 닐지만 통계적인 유의성은 없었다( $t=-.079, p=.939$ ). COP 속도(sway velocity)에서는 사전 103.09±39.24 mm/s 사후 115.85±77.04 mm/s로 평균속도의 증가로 부정적 변화가 관찰되었으나 통계적인 유의성은 없었다( $t=-.771, p=.460$ ). 단위 외주면적 궤적장(length/ENV)에서는 사전 0.52±0.22 1/mm 에서 사후 0.83±0.41 1/mm 로 통계적으로 유의한 긍정적 변화를 관찰할 수 있었다( $t=-3.699, p=.005$ \*\*).



Table 5. Static balance during single-leg stance with closing eyes

section	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
	M±SD	M±SD		
ENV(mm <sup>2</sup> )	1898.40±1336.09	1590.56±1701.83	1.214	.256
REC(mm <sup>2</sup> )	6767.97±5816.75	6275.48±7214.25	.474	.647
RMS(mm <sup>2</sup> )	2145.60±1838.39	1933.57±2395.42	.752	.471
Total Length(mm)	805.89±297.64	813.09±336.22	-.079	.939
Sway velocity (mm/s)	103.09±39.24	115.85±77.04	-.771	.460
Length/ENV (1/mm)	0.52±0.22	0.83±0.41	-3.699	.005**

\**p*<.05, \*\**p*<.01, \*\*\**p*<.001

244

245 2. 동적평형성

246 본 연구에서 8 주간의 필라테스 운동에 참여한 노인들의 동적평형성 검사를 위해 5m 보행, 속보 보행 검사 및  
247 3m tandem walk 검사를 실시한 결과는 다음과 같다.

248

249 2. 1. 5m 보행, 속보 보행검사(5m habitual walk, maximum walk)

250 노인의 동적평형성 검사를 위해 5m 보행, 속보 보행검사를 실시한 결과는 <Table 6>과 같다. 5m  
251 보행검사에서는 5.11±0.76 sec 에서 3.39±0.70 sec 로 통계적으로 유의한 변화가 나타났으며(*t*=9.135,  
252 *p*=.000\*\*\*), 마찬가지로 5m maximum walk 검사에서도 사전 3.50±0.28 sec 에서 사후 2.59±0.61 sec 로  
253 통계적으로 유의미한 차이가 있었다(*t*=5.581, *p*=.000\*\*\*).

254

Table 6. 5m habitual walk, maximum walk (unit: sec)

section	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
	M±SD	M±SD		
5m habitual walk	5.11±0.76	3.39±0.70	9.135	.000***
5m maximum walk	3.50±0.28	2.59±0.61	5.581	.000***

\**p*<.05, \*\**p*<.01, \*\*\**p*<.001

255

256 2. 2. 3m tandem walk

257 노인의 동적평형성을 측정하기 위해 3m tandem walk 검사를 실시한 결과는 <Table 7>과 같다. 8 주간의  
258 필라테스 운동 전·후로 비교 분석한 결과 사전 14.11±3.89 sec 에서 8.19±1.52 sec 로 통계적으로 유의한  
259 변화가 관찰되었다(*t*=5.436, *p*=.000\*\*\*).

Table 7. 3m tandem walk (unit: sec)

section	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
	M±SD	M±SD		
3m tandem walk	14.11±3.89	8.19±1.52	5.436	.000***

\**p*<.05, \*\**p*<.01, \*\*\**p*<.001

260

## 261 Discussion

262

### 263 1. 정적평형성

264 노인의 보행과 낙상과 관련한 평형성은 정적평형성(static balance)과 동적평형성(dynamic balance)으로 구분  
265 하여 볼 수 있는데 정적평형성은 자세를 유지 시 균형을 유지하는 능력을 말하며 지지 기저면(base of support)  
266 내에 무게중심(center of gravity)을 둬으로써 신체가 동요하지 않게 자세를 유지하는 능력이고, 동적 평형능력은  
267 신체가 움직일 시 균형을 유지하는 것으로 신체가 움직이는 동안 기저면 내에 무게중심을 두어 원하는 자세를  
268 유지하는 능력이다. 이러한 균형 능력은 노화로 인한 신체적 능력 저하로 정적 평형능력은 70 대 후반까지는 잘  
269 유지되나, 동적 평형능력은 60 대 이후 급속도로 감소한다(Kang, Jeong & Jeon, 2001).

270 자세균형 및 평형성이 무너지는 원인은 시각계, 전정계, 체성감각계의 예민도의 저하와 근력의 감퇴에 따른  
271 생체의 변형 등 있고, 감각계의 손상 및 자세유지에 관여하는 중추신경계가 작동이 둔해지기 때문으로 알려져  
272 있지만 그 원인이 어는 한 기관의 문제인지 혹은 여러 기관의 복합적인 원인 때문인지는 아직 밝혀진 바가  
273 없다(Brocklehurst, Robertson & James-Groom, 1982). 이러한 여러 기관의 기여도는 과제의 상황에 따라  
274 다르게 나타날 것으로 추측되고 있다(Maki & Whitelaw, 1993).

275 본 연구 결과 정적평형성 검사에서 개안과 폐안 조건에서의 20 초간의 기립상태와 10 초간의 외발서기 상태의  
276 총 4 가지의 과제에서의 평형성을 측정한 결과, 대체적으로 압력 중심점의 이동이 8 주간의 필라테스 운동 후  
277 사전에 비해 기술통계적으로 긍정적인 변화가 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이는 노인의  
278 특성상 균형능력의 개인별 차이 때문인 걸로 사료된다. 하지만 폐안조건의 외발서기 검사에서 단위 외주면적  
279 궤적장이 사전  $0.52 \pm 0.22 \text{ mm}^2$  에서 사후  $0.83 \pm 0.41 \text{ mm}^2$  로 통계적으로 유의한 긍정적 변화를 관찰할 수  
280 있었다( $t=-3.699, p=.005$ ). 단위 외주면적 궤적장이 증가했음이 나타내는 바는 기립 또는 외발서기 상태에서  
281 압력의 중심점이 실제 이동한 선의 길이(total length)에 비해 중심에서 벗어난 정도(ENV)가 줄어들었다는 것을  
282 의미하며 이는 정적평형성의 향상 효과가 있었다고 사료된다. 선행연구에 의하면 나이가 들수록 외부 환경에서  
283 들어오는 감각유입 중, 시각계와 전정계의 기능은 말초신경의 노화로 균형유지 과정에서 장애를 받을 수 있지만  
284 운동경험을 통하여 시각계 및 전정계의 감각을 통합하고 반응하는 중추신경계의 반응속도를 개선시켜  
285 균형유지의 어려움을 극복할 수 있다고 하였고(Oak, Kim, & Im, 1999), 이는 노인들에게 8 주간의 필라테스  
286 운동을 적용한 후 운동경험이 노인들의 정적평형성을 나타내는 모든 지표에서 긍정적 변화가 관찰된 본 연구  
287 결과를 지지한다.

288 노인의 위험적인 요소인 낙상과 평형성에 관련된 선행연구를 살펴보면, 고령자들의 반응시간이 증가하고 중추의  
289 협응력이 떨어지며 평형을 유지하는 근육의 수축력이 감소하기 때문에 결국에 낙상하는 빈도가 증가된다고  
290 보고되고 있으며(Woollacott, Shumway-Cook & Nashner, 1986), 그 외의 연구자들은 평형성을 담당하는  
291 전정기관 기능이 연령에 따라 감퇴함으로써 이러한 현상이 나타난다고 하였다(Cohen, Heaton, Congdon &  
292 Jenkins, 1996; Fujii, Goto & Kikuchi, 1990). 균형 능력의 저하와 흔들림의 증가는 노인의 낙상을 예측하는데  
293 걸음걸이의 동요와 함께 가장 큰 요인으로 여겨지고 있다(Maki, Holliday & Topper, 1994). 연령이 증가하게  
294 되면 균형능력의 감소로 인해 일상생활에 필수적인 동작이 원활하지 못하게 되고, 위축된 동작수행을 보이게  
295 된다. 따라서 노인의 경우 일상생활을 하는데 몸의 균형을 바르게 유지하는 것이 매우 중요하다고 보고되고  
296 있다(Kim, 2000). 이에 규칙적인 신체활동은 신체의 동요를 감소시켜 자세의 안정성을 향상시키며, 1 일 15 분  
297 이상 규칙적인 운동을 실시하는 노인의 경우 평소에 운동을 하지 않는 노인에 비해 신체 동요가 적어지는 결과  
298 나타난다고 보고되었으며(Brooke-Wavell, Prelevic, Bakridan & Ginsburg, 2001), 이는 본 논문의 연구결과를  
299 지지하고 있다.

300 노인의 체성감각계와 시각계가 방해 받을 때 전정계가 중요한 역할을 한다고 하는 주장(Nashner, Black &  
301 Wall, 1982)에 근거할 때 노화로 인한 균형능력의 감소원인은 전정계의 노화가 원인이 되는 것으로 사료된다.  
302 이러한 운동 후 효과에 대하여 필라테스 운동 적용 후 균형능력이 향상 된 효과를 보였음을 볼 때, 연령이  
303 증가할수록 신체활동은 전정기능에 독립적인 영향을 미치지 못하지만 체성감각계와 중추신경계의 반응속도를

304 개선함으로써 노화과정에서 신체균형능력을 유지하는데 효과가 있다고 결론지을 수 있다. 따라서 노인들에게  
305 쉽게 적용 할 수 있는 낮은 강도의 운동으로서 근력강화 및 유산소운동효과 및 유연성을 발달시키는 필라테스  
306 운동을 노인에게 적용함으로써 노인의 평형능력의 향상으로 인한 낙상예방에 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다.

307

## 308 2. 동적평형성

309 일상생활에서 가장 많고 쉽게 접할 수 있는 이동능력인 보행은 노인의 균형과도 밀접한 관련을 가질 뿐 아니라,  
310 낙상과 직접적 연관이 있는 인간의 움직임이라고 할 수 있다(Bae et al., 2016). 보행능력은 평형능력과 적절한  
311 근력, 근지구력 및 각 신체부위의 협응력이 요구되는 동작이다. 본 연구에서는 동적평형성 측정 항목으로 5m  
312 보행, 속도 보행검사와 3m tandem walk 검사를 측정하고 8주간의 필라테스 운동이 이러한 능력에 미치는  
313 영향을 알아본 결과 5m 보행, 속도 보행검사와 3m tandem walk 검사에서 모두 통계적으로 유의한 긍정적인  
314 영향을 미치는 것으로 나타났다. 필라테스에 적용되는 스트레칭과 같은 근신경 활성화 자극이 평형성에  
315 긍정적인 영향을 미친 것이라 생각된다. Means, Rodell, O'Sullivan & Cranford(1996)는 스트레칭, 걷기운동,  
316 자세의 조정, 협응능력 강화 등이 포함된 운동 프로그램이 평형성의 향상에 독점적인 영향을 끼치지 않는지만  
317 충분한 개선가능성이 있다고 주장하였는데, 본 연구에서는 필라테스 운동을 적용한 결과 5m 보행과 속도, 3m  
318 tandem walk 검사에서 충분히 향상된 결과를 나타내었다. 즉, 직선보행 검사는 매우 정교한 신경근 조절과  
319 평형성 능력이 요구되는 동작으로 개인에 따라 향상 정도가 다르다고 볼 수 있다는 연구결과도 있지만(Lee, Choi,  
320 Bae, Yoon, & Kang, 2010), 본 연구에서는 전반적으로 필라테스 운동이 전반적으로 동적평형성에 긍정적  
321 변화를 크게 이끌어 내었다고 볼 수 있다.

322 일반적으로 연령이 증가하고 노화가 진행됨에 따라 보행 속도가 늦춰지는데(Woo, Ho, Lau, Chan, & Yuen,  
323 1995), 보행 속도의 저하는 보폭의 감소 때문이다 이러한 감소는 보조 감소, 방향전환 시간 연장, 두발지지시간  
324 연장 등과 관계가 있다(Eible et al., 1991). 노화에 따른 보행속도의 감소와 보폭의 감소는 보행 주기에서 두발의  
325 지지 시간을 길게 하여 균형 능력을 증진시켜 안전한 보행을 가능하게 하기 전략이지만(Winter et al., 1990; Yi  
326 & Chang, 2014), 결국 이것이 보행의 불안정성과 관련이 되어져 낙상의 요인이 된다. 본 연구에서 8주간의  
327 필라테스 운동을 실시한 후 향상 정도를 측정한 결과 동적평형성이 통계적으로 유의한 증가가 나타났다. 이러한  
328 결과는 여성 노인의 필라테스 운동은 보행의 역학적 요인에 긍정적인 영향을 미쳐 보행능력을 전체적으로  
329 향상시켰다는 것을 의미한다. 많은 연구에서 규칙적인 운동을 통해 노인들의 신체활동을 증가시키면서 평형성과  
330 보행 속도를 증가시킨다고 보고하고 있으며(Kim & Shin, 2007; Mills, 1994; Sauvage et al., 1992), 이는 본  
331 연구의 결과를 지지한다. 그러나 대부분의 연구들이 밴드 등을 이용한 저항성 근력 운동과 보행기능과의  
332 관계를 규명하였으며, 본 연구에서의 상대적으로 안전하며 개인이 운동부하를 조절할 수 있는 규칙적인  
333 필라테스 운동만으로도 자연스럽게 노인들의 흥미를 유발하고 유지하면서 지속적으로 적용할 수 있다는 측면을  
334 고려할 때 기타 운동에 비해 노인의 낙상에 대해 보다 효과적일 수 있다고 사료된다.

335

## 336 Conclusion

337

338 65세 이상 노인 10명을 대상으로 8주 동안 주 3회, 60분간의 필라테스 운동을 실시하고 정적평형성 및  
339 동적평형성에 미치는 영향을 분석해본 결과는 다음과 같다.

340 1. 필라테스 운동은 노인들의 정적 평형능력인 기립 시 개안과 폐안상태의 압력 중심점의 이동이 안정적으로  
341 변화하여 긍정적인 영향을 미쳤지만 통계적으로 유의한 차이는 없었으며 이는 개인별 평형능력의 차이 때문인  
342 것으로 사료된다. 하지만 폐안상태의 외발서기 시 단위 외주면적 궤적장의 경우 통계적으로 유의한 긍정적  
343 변화를 나타냈다. 이러한 결과는 규칙적인 필라테스 운동이 노인의 중추신경계의 반응속도를 개선함으로써  
344 신체균형능력을 향상시킨 것으로 판단된다.

345 2. 필라테스 운동을 적용한 결과 동적평형성 영역인 5m 보행과 속도, 3m tandem walk 검사에서 통계적으로  
346 유의한 차이가 나타났으며, 이러한 결과는 보행 기능을 전체적으로 향상시킨 것으로 판단된다. 이상의 결과를

347 종합해 볼 때, 노인을 대상으로 한 규칙적인 필라테스 운동은 고유수용성능력을 증가시키고 보행 기능을  
348 향상시켜 노인의 낙상을 예방하고 보다 삶의 질을 높이는데 효과적일 것으로 분석되었다.

349

## 350 Reference

351

352 Alexander, N. B. (1994). Postural control in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 42(1), 93-108.

353 Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Journal of Medical Science Sports Exercise*, 14(5),  
354 377-381.

355 Bae, K. H., Shin, J. H., Lee, J. S., Yang, J. O., Lee, B. J., & Park, S. B. (2016). Analyses of plantar foot pressure and  
356 static balance according to the type of insole in the elderly. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 26(1),  
357 115-126.

358 Brocklehurst, J. C., Robertson, D., & James-Groom, P. (1982). Clinical correlates of sway in old age—sensory  
359 modalities. *Age and Ageing*, 11(1), 1-10.

360 Brooke-Wavell, K., Prelevic, G. M., Bakridan, C., & Ginsburg, J. (2001). Effects of physical activity and menopausal  
361 hormone replacement therapy on postural stability in postmenopausal women—a cross-sectional study.  
362 *Maturitas*, 37(3), 167-172.

363 Cohen, H., Heaton, L. G., Congdon, S. L., & Jenkins, H. A. (1996). Changes in sensory organization test scores with  
364 age. *Age and ageing*, 25(1), 39-44.

365 Dobbs, R. J., Charlett, A., Bowes, S. G., O'NEILL, C. J. A., Weller, C., Hughes, J., & Dobbs, S. M. (1993). Is this walk  
366 normal?. *Age and ageing*, 22(1), 27-30.

367 Duncan, P. W., Studenski, S., Chandler, J., Bloomfield, R., & LaPointe, L. K. (1990). Electromyographic  
368 analysis of postural adjustments in two methods of balance testing. *Physical Therapy*, 70(2), 88-96.

369 Elble, R. J., Thomas, S. S., Higgins, C., & Colliver, J. (1991). Stride-dependent changes in gait of older people. *Journal*  
370 *of neurology*, 238(1), 1-5.

371 Fujii, M., Goto, N., & Kikuchi, K. (1990). Nerve fiber analysis and the aging process of the vestibulocochlear nerve.  
372 *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 99(11), 863-870.

373 Gabell, A., & Nayak, U. S. L. (1984). The effect of age on variability in gait. *Journal of Gerontology*, 39(6), 662-666.

374 Hur, S. (2008). *The Effect of Pilates on the Women Physical Strength and Fat : concentrate upon 20-30 ages*. Un-  
375 *published Master's Thesis*. Graduate School of Korea National Sport University. Graduate School of Cheongju  
376 University.

377 Hwang, H. H. (2008). *The Effect of Pilates Exercise Program on Health Related Physical Fitness in Salaried Women*.  
378 Un- published Master's Thesis. Graduate School of Korea National Sport University.

379 Imms, F. J., & Edholm, O. G. (1981). Studies of gait and mobility in the elderly. *Age and ageing*, 10(3), 147-156.

380 Jeon, H. J. (2007). *Pilates For Life*. Seoul: Haneon Publishing Co.

381 Jiang, T. F. (1993). High-frequency stabilization and high-order harmonic generation of an excited Morse oscillator  
382 under intense fields. *Physical Review A*, 48(5), 3995-3998.

383 Kang, K. H., Jeong, H. C., & Jeon, M. Y. (2001). A survey study on fall-related fracture in hospitalized elderly patient.  
384 *Journal of Keukdong College*, 251-264.

385 Kim, B. Y., & Cho, H. C. (2007). The effects of walking exercise on the cardiovascular function and respiratory  
386 function in elderly women. *Korean Journal of Sport and Leisure Studies*, 31, 911-920.

387 Kim, C. B., & Shin, J. Y. (2007). Effects of 12-week aquatic exercise on gait in the falls experienced elderly women.  
388 *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 17(4), 9-16.

389 Kim, H. S. (2000). Functional fitness and cardiorespiratory response to exercise training with dumbbell in the elderly.  
390 *Korean Journal of Physical Education*. 39(3), 432-442.

391 Kim, S. Y. (2005). *The Effect of Phylates Mat Exercise of Middle-aged Womens' Physical Strength and Composition*.  
392 Un- published Master's Thesis. Graduate School of Daejeon University.

393 Kollegger, H., Baumgartner, C., Wober, C., Oder, W., & Deecke, L. (1992). Spontaneous body sway as a function of  
394 sex, age, and vision: posturographic study in 30 healthy adults. *European neurology*, 32(5), 253-259.

- 395 Lach, H. W., Reed, A. T., Arfken, C. L., Miller, J. P., Paige, G. D., Birge, S. J., & Peck, W. A. (1991). Falls in the elderly:  
396 reliability of a classification system. *Journal of the American Geriatrics Society*, *39*(2), 197-202.
- 397 Lee, J. C., Choi, S. O., Bae, J. J., Yoon, S. J., Kang, K.H. (2010). Effect of Stretching Exercise on the Proprioceptive and  
398 Gait Ability in Elderly Women. *Journal of Sport and Leisure Studies*, *39*(2), 575-586.
- 399 Lee, K. H. (2006). *The Effect of Pilates Mat Exercise in 8 Weeks on Middle-aged Women's Body Composition,*  
400 *Lumbar Muscle and Flexibility*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Daejeon Health Sciences  
401 College.
- 402 Maki, B. E. (1997). Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear?. *Journal of the American*  
403 *geriatrics society*, *45*(3), 313-320.
- 404 Maki, B. E., & Whitelaw, R. S. (1993). Influence of expectation and arousal on center-of-pressure responses to  
405 transient postural perturbations. *Journal of vestibular research: equilibrium & orientation*.
- 406 Maki, B. E., Holliday, P. J., & Topper, A. K. (1994). A prospective study of postural balance and risk of falling in an  
407 ambulatory and independent elderly population. *Journal of gerontology*, *49*(2), 72-84.
- 408 Means, K. M., Rodell, D. E., O'Sullivan, P. S., & Cranford, L. A. (1996). Rehabilitation of elderly fallers: pilot study of a  
409 low to moderate intensity exercise program. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *77*(10), 1030-  
410 1036.
- 411 Mills, E. M. (1994). The effect of low intensity aerobic exercise on muscle strength flexibility and balance among  
412 sedentary elderly persons. *Nursing Research*, *43*(4), 207-211.
- 413 Nashner, L. M., Black, F. O., & Wall, C. I. I. I. (1982). Adaptation to altered support and visual conditions during  
414 stance: patients with vestibular deficits. *The Journal of Neuroscience*, *2*(5), 536-544.
- 415 Nevitt, M. C., Cummings, S. R., Kidd, S., & Black, D. (1989). Risk factors for recurrent nonsyncopal falls: a prospective  
416 study. *Jama*, *261*(18), 2663-2668.
- 417 Oak, J. S., Kim, J. I., & Im, J. H. (1999). Effects of exercise on physical fitness in aging. *Exercise science*, *8*(1), 9-30.
- 418 Park, J. Y. (2007). *Dolly's Pilates*. Seoul: Daehan media, Inc.
- 419 Sauvage Jr, L. R., Myklebust, B. M., Crow-Pan, J., Novak, S., Millington, P., Hoffman, M. D., ... & Rudman, D. (1992).  
420 A clinical trial of strengthening and aerobic exercise to improve gait and balance in elderly male nursing home  
421 residents. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *71*(6), 333-342.
- 422 Shinkai, S., Watanabe, S., Kumagai, S., Fujiwara, Y., Amano, H., Yoshida, H., ... & Shibata, H. (2000). Walking speed  
423 as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age*  
424 *and ageing*, *29*(5), 441-446.
- 425 Statistics Korea. (2016, Jun, 4). *2015 Elderly Statistics*. Retrieved from [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/2/1/](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/1/index.board?bmode=read&aSeq=348565)  
426 [inde x.board?bmode=read&aSeq=348565](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/1/index.board?bmode=read&aSeq=348565)
- 427 Tinetti, M. E., & Speechley, M. (1989). Prevention of falls among the elderly. *The New England Journal of Medicine*,  
428 *320*(16), 1055.
- 429 Tobis J, S., Friis, R., & Reinsch, S. (1989). Impaired stretch leads to falls in the community. *Gerontologist*, *29*, 256-  
430 257.
- 431 Whipple, R. H., Wolfson, L. I., & Amerman, P. M. (1987). The relationship of knee and ankle weakness to falls in  
432 nursing home residents: an isokinetic study. *Journal of the American Geriatrics Society*, *35*(1), 13-20.
- 433 Winter, D. A., Patla, A. E., Frank, J. S., & Walt, S. E. (1990). Biomechanical walking pattern changes in the fit and  
434 healthy elderly. *Physical therapy*, *70*(6), 340-347.
- 435 Woo, J., Ho, S. C., Lau, J., Chan, S. G., & Yuen, Y. K. (1995). Age-associated gait changes in the elderly: pathological  
436 or physiological?. *Neuroepidemiology*, *14*(2), 65-71.
- 437 Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A., & Nashner, L. M. (1986). Aging and posture control: changes in sensory  
438 organization and muscular coordination. *The international journal of aging and human development*, *23*(2),  
439 97-114.
- 440 Yi, J. H., & Chang, J. K. (2014). The Comparative Analysis of Gait Safety between Elderly Female and Adult Female.  
441 *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *24*(3), 249-258.