

# 신체안정화운동 후 고등학교 핸드볼, 축구, 배구 구기종목 운동선수들의 유연성과 평형성 향상 비교

강양훈<sup>1</sup>, 김철승<sup>2\*</sup>, 최희영<sup>3</sup>

<sup>1</sup>목포과학대학교 물리치료학과, <sup>2</sup>광주보건대학교 임상병리학과, <sup>3</sup>대원대학교 보건의료행정학과

## Comparison of Improvement in Flexibility and Balance between High School Handball, Soccer, and Volleyball Sports after Performing the Body Stabilization Exercise

Yang-Hoon Kang<sup>1</sup>, Chul-Seung Kim<sup>2\*</sup>, Hee-Young Choi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Division of Physical Therapy, Mokpo Science University,

<sup>2</sup>Division of Clinical Laboratory Science, Gwangju Health University,

<sup>3</sup>Division of Healthcare Administration, Daewon University

**요약** 본 연구는 종목별 고등학교 구기종목 운동선수들의 신체안정화운동 후 와이밸런스 실시 후 평형성과 유연성의 향상 정도의 차이점에 대하여 연구하였다. 연구대상은 무안군 M 고등학교 남자 핸드볼 선수 21명, 목포시 M 공업고등학교 남자 축구선수 24명, 목포시 M 여상고등학교 여자 배구선수 19명 대상으로 진행하였다. 2021년 3월 1일부터 8월 31일까지 10주간 신체안정화운동 프로그램 수행 전·후 와이밸런스 검사를 통해 유연성과 평형성의 차이를 SPSS 21.0을 사용하여 t-test, ANOVA, ANCOVA로 통계 분석한 결과 모든 부위에서 유연성 및 평형성이 유의하게 향상되었다. 종목 간 유연성 및 평형성의 차이를 사후검증을 통해 분석한 결과 양쪽 뒤가쪽, 복합점수, 오른쪽 뒤안쪽 부위에서 배구 운동선수들이 핸드볼, 축구 운동선수들보다 향상되었다. 결론적으로 핸드볼, 축구, 배구 운동선수들 모두 신체안정화운동 후 유연성 및 평형성이 향상되었으며, 배구 운동선수들이 다른 종목에 비해 유연성과 평형성이 많이 향상됨을 추측할 수 있었다.

**Abstract** This study examined the differences in the degree of improvement in balance and flexibility through the Y balance test after the Body Stabilization Exercise (BSE) program for high school players between sports. The study subjects were 21 male handball players from M High School in Muan, 24 male soccer players from M Technical High School in Mokpo, and 19 female volleyball players from M Women's Commercial High School in Mokpo, Korea. From March 1 to August 31, 2021, the difference in flexibility and equilibrium was statistically analyzed with t-test, analysis of variance (ANOVA), and analysis of covariance (ANCOVA) using SPSS 21.0 through Y-Balance tests before and after the 10-weeks BSE program. The result of analyzing the difference in flexibility and balance between sports through post-hoc test showed that volleyball players improved over handball and soccer players on both sides of posterolateral parts, the composite score, and the right posteromedial part. In conclusion, handball, soccer, and volleyball players all improved their flexibility and balance after the BSE, and volleyball players improved their flexibility and balance more than other sport players.

**Keywords** : Body Stability Exercise, Y-balance Test, Flexibility, Balance, High School

\*Corresponding Author : Chul-Seung Kim(Gwangju Health Univ.)

email: hippo48@hanmail.net

Received February 4, 2022

Revised March 23, 2022

Accepted April 1, 2022

Published April 30, 2022

## 1. 서론

운동 기능 관련 체력항목 중 선수들의 부상과 연관된 체력항목들에는 평형성, 민첩성, 순발력, 유연성 등이 있으며[1,2], 유연성과 평형성이 운동선수들의 부상과 연관성이 높다[3]. 유연성은 근육과 관절의 유연성으로 나누어진다[3]. 첫째, 근육의 유연성은 다양한 관절 범위 안쪽 부위에서 근육을 최대한으로 확장할 수 있는 능력이며[4], 둘째, 관절의 유연성은 단일 관절이 움직일 수 있는 관절 범위이다[3]. 운동 종목별로 다양한 부위의 유연성이 선수의 부상 방지와 유연성에 영향을 미치고, 특히 다리의 유연성이 갑작스럽게 방향을 전환하고, 폭발적으로 힘을 발휘해야 하는 구기종목 선수들에게 부상을 방지하기 위한 중요한 요소이다[5].

운동에 필요한 체력적인 요소 중 평형성은 몸을 일정한 자세로 유지하게 하는 능력이며[6], 경기 중 중요한 체력 요소 중의 하나로, 이동 중 또는 정지 시 몸의 균형을 유지하기 위해 매우 중요한 요소 중의 하나이다[7]. 평형성은 하나 또는 두 개 이상의 기관이 협동하여 작용과 반작용으로 작용하는 상태이며, 정적, 동적 평형성으로 나누었으며, 정적 평형성은 움직이지 않고 정지 상태에서 몸의 균형을 유지하는 능력, 동적 평형성은 어떠한 동작의 수행 시 몸의 중심축을 지속해서 유지하는 능력이다[8]. 이러한, 평형성을 유지하는 능력이 떨어지면 몸의 균형과 자세를 유지하는 능력이 약화되며 부상의 위험성이 유발될 수 있다[9-11].

특히 배구, 농구, 핸드볼, 축구 등의 구기종목 선수들은 경기 중 주로 수행하는 커팅, 점프, 방향 전환 등과 같은 기능적인 동작 수행 시 대부분 기능적 발목 불안정성이 나타나고[12], 발목 손상을 유발하여 경기력에 영향을 미칠 수 있다[13].

평형성을 측정하는 항목 중 측정장소 및 방법 등이 매우 간편하고, 평가항목별 결과 오류가 흔히 발생하여 신뢰도가 떨어지는 경우가 많아 평형성을 전문적으로 평가하기 위한 한계점이 있었다[14]. 이를 보완하기 위하여, 눈감고 한발 서기[15], 한쪽 다리로 일어난 자세를 유지하면서 지정한 여덟 개 방향으로 다리를 뻗어 거리를 측정하는 발목 기능적 불안정성 평가(Star Excursion balance, 이하 SEBT)와 14가지의 자세 항목을 평가하여 점수를 환산하여 평가하는 방법(Berg Balance Scale, 이하 BBS) 등의 여러 가지 방법들을 이용하여 평형성과 유연성을 측정하였다[16-19]. 최근에는 SEBT의 복잡성을 수정하여 평가가 매우 간편한 와이밸런스 검사를

통해 평형성과 유연성을 측정하며, 세 군데 방향을 지정하여 평가하는 방법으로, 시간을 단축할 수 있는 장점이 있고[20], 동적인 평형성을 대변할 뿐만 아니라[21], 부상을 예측하기에 유용하며[22], 다리의 부상 및 재발 방지를 위해 유연성과 평형성이 경기력의 향상에 중요한 평가항목으로 많은 연구가 진행 중이다[20,23,24].

몸통은 균형을 유지하면서 중력에 대하여 독립된 자세를 유지하면서, 중심 이동과 동시에 자세를 원활하게 하여 팔다리의 움직임과 자세를 바꾸는데 쉽게 적응할 수 있게 하는 동적인 역할을 담당한다[25].

신체의 안정화는 중립을 유지 시키는 안정화 체계의 중요한 능력이며, 수동적, 능동적 동작을 수행하면서 상호 작용을 통해 신경계 각 부위의 활성화에 의해 영향을 받게 된다[26]. 수동적으로 움직이려고 하면 척추뼈 사이 관절, 척추 몸통, 관절 주머니와 인대들이 주로 관절 가동범위의 끝 범위에서 운동을 조절하여 안정성을 담당한다. 능동적으로 움직이려고 하면 척추 주위를 둘러싸고 있으면서 활성화되는 근육과 힘줄에 의해 역동적, 능동적으로 관절에 가해지는 부하를 감소시키고, 척추에 직접 부착된 국소 근육들이 중립 위 범위 내에서 분절의 안정성을 유지하는데 가장 큰 역할을 수행하며, 신경계통에 의해 고유수용성 감각기관들과 중추신경계로 구성되는 신경적 안정화를 이룬다[27]. 이러한 신체안정화운동 프로그램을 통해 근력과 균형이 향상되며, 운동선수들에게 매우 중요한 요소이며, 몸통의 안정화를 통해 코어와 연관된 근육이 동시에 향상되는 운동으로, 불안정한 자세가 유지와 조절 능력을 향상하는데 능률적인 운동 방법이다[28]. 이렇듯, 코어와 연관된 근육 강화를 통해 원활하게 여러 동작을 수행할 수 있으며, 몸통 근력이 강화되어 자세 안정성과 유연성이 향상되고, 자세도 교정되며, 정적, 동적 균형 능력을 유지하거나 향상되어 부상을 예방할 수 있다고 보고하였다[29]. Mun[30]은 신체안정화운동 프로그램을 통해 코어와 관련된 근육이 자극되어 근육의 두께와 활성화, 균형을 유지하는 능력도 향상된다고 보고하였다. 이렇게 코어와 관련된 근육을 강화해주는 신체안정화운동 프로그램을 일정 기간 수행 후 유연성과 평형성 향상을 고찰한 선행연구를 살펴보면, 12주 동안 중학교 축구 운동선수 12명에 대하여 신체안정화운동 프로그램을 수행한 결과 대조군보다 체력 부분인 민첩성, 평형성, 근력이 유의하게 향상되었고, 특히 평형성이 다른 체력 부분보다 더 많이 유의하게 향상되었다[31]. 이외 다양한 종목에서 복합적인 훈련프로그램을 수행한 후 신체 체력의 향상이 입증되고 있으며, 수행 전보

다 8주 정도 수행한 후 민첩성, 순발력, 호흡능력, 신경 반응성 등의 체력적인 요소들이 많이 향상되었다고 보고 하였다[32-34].

특히, 최근 10주간 신체안정화운동 프로그램 수행 후 초등학교 축구[35], 중학교 배구[36], 초등학교 태권도 [37] 운동선수들의 와이밸런스 평가 결과 유연성과 평형성이 유의하게 향상됨을 보고 하였다. 그러나, 위와 같이 각 종목의 초·중학교 운동선수들[35-37]과 야구, 축구, 배구, 골프 등의 대학교 운동선수들을 대상으로 운동을 수행하지 않고 와이밸런스를 통해 유연성과 평형성 평가한 국내 연구[38]는 있지만, 신체안정화운동 프로그램 수행 후 사전·사후 평가한 수치의 차이를 통해 종목 간 유연성과 평형성의 향상 정도에 대한 비교 연구가 미비하여, 본 연구자는 구기 종목별 핸드볼, 축구, 배구 고등학교 운동선수를 대상으로 10주간 신체안정화운동 프로그램 수행 후 유연성과 평형성이 향상 여부와, 구기종목 간 유연성과 평형성의 향상 정도의 차이가 있는지 알아보고자 한다. 이를 통해, 경기 도중 발생할 수 있는 부상 예방 및 재발 방지의 기대효과에 대해 살펴보았다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 대상

연구의 대상자는 최소 2년 이상의 운동 경험이 있는 무안군 M 고등학교 남자 핸드볼 운동선수들 21명, 목포시 M 공업고등학교 남자 축구 운동선수들 24명, 목포시 M 여상고등학교 여자 배구 운동선수들 19명 총 64명을 실시하였다. 2021년 3월 1일부터 8월 31일까지 사전 교육, 프로그램 진행, 자료 정리를 실시하였으며, 학교별 10주 동안 신체안정화운동 프로그램 수행 전과 후 핸드볼, 축구, 배구 운동선수들 총 64명을 대상으로 와이밸런스 검사를 통해 유연성과 평형성의 향상 여부를 관찰하였다.

평가 전 대상자와 보호자에게 연구를 진행하기 위한 운동의 종류, 방법, 효과, 주의 사항에 대해 설명을 하였고, 총 연구 대상자 64명의 운동선수들에게 개인정보 수집·이용·제공 동의서를 작성하고 프로그램을 진행하였다.

모든 운동선수들에게 프로그램 운동 전 학교를 방문하여 10주간 신체안정화운동 프로그램 수행 후 와이밸런스 검사 평가항목에 대한 개요 설명과 훈련 후 각 개인별로 평가를 실시하였고, 각 동작별로 평가를 진행하였다.

### 2.2 연구 방법

#### 2.2.1 체질량 측정

모든 구기 종목별 운동선수들을 대상으로 신체적 특성을 파악하고 사전동질성 여부를 확인하기 위하여 체중과 체질량을 측정하였다. 체지방을 측정을 위해 생체 전기 인피던스 장비(InBody H20, InBody, Korea)를 이용하였고, 신장을 측정하기 위하여 자동 신장 측정기(DS-103, Dong Sahn Jenix, Korea)을 이용하였다[35-37].

#### 2.2.2 신체안정화운동 프로그램 수행 방법

McGill과 Karpowicz[39]이 실시한 연구 방법을 바탕으로 Table 1과 같이 10가지 동작으로 구성된 신체안정화운동 프로그램을 수행하였고, 순차적으로 한 동작당 12초씩 유지하도록 지시하였다. 한 동작당 10회씩 반복하여 총 2~3세트 운동 수행하였으며, 1회 실시 후 5초간 휴식 시간을 두어 실시하였다. 순차적으로 한 동작당 12초씩 유지하도록 지시하였고, 1회 실시 후 5초간 휴식 시간을 두어 실시하였다. 총 소요 시간은 30분 실시하였다. 실험은 총 10주간, 주 3회 실시하였고, 신체안정화운동 프로그램 수행 전 5분간 준비운동 시간을 두고 운동 수행하였다.

Table 1. Body stability exercise program

No	Body stability exercise program
1	Curl-up
2	Dead bug
3	Supine bridge
4	Sidelying bridge
5	Prone bridge
6	Abdominal bracing
7	Quadruped
8	Modified quadruped
9	Swimming
10	Modified swimming

#### 2.2.3 와이밸런스 검사 평가 방법

본 연구의 주요 평가 부위의 와이밸런스 평가 수치는 Professional Y-balance test Kit(Functional movement system, USA)를 이용하여 평가를 진행하였다. Fig 1과 같이 각 종목 운동선수들을 대상으로 플랫폼에서 발을 올려놓은 상태를 유지한 상태에서, 플랫폼에서 발이 떨어지지 않도록 주의 사항 및 측정 방법을 주지시킨 후 왼쪽과 오른쪽 발을 번갈아 가면서 3회 실시하



Fig. 1. Y-Balance test

였다. 평가 시 중심을 잃거나, 다시 처음의 시작 자세로 돌아오지 못하는 경우나, 발이 땅에 닿거나, 발판을 발로 차는 경우 파울로 간주하였고 0점으로 평가하였다. 와이밸런스 검사를 통한 평가 방법은 anterior(앞쪽), posteromedial(뒤안쪽), posterolateral(뒤가쪽)의 점수를 모두 더한 값에 모든 운동선수들의 다리길이(limb length)를 3배수 곱한 값으로 나누고, 100을 곱하여 복합점수(composite score)로 분석하였다. 출자를 이용하여 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine, ASIS)에서 안쪽복사뼈(medial malleolus)까지의 거리 측정을 위해 각 종목별 운동선수들의 다리 길이를 측정하였다. Composite Score(복합점수) 평가는 (앞쪽+ 뒤안쪽 + 뒤가쪽)×100/(3×다리 길이) 공식을 이용해 와이밸런스 검사 후 평가하였다[35-38].

앞쪽 부위와 복합점수 평가를 통해 유연성 및 평형성을 평가할 수 있으며[40], 뒤안쪽 및 뒤가쪽 평가를 통해 평형성을 평가할 수 있으며[41]. 앞쪽 도달 범위가 양쪽 4cm 이상 차이가 나면 유연성 및 평형성의 감소, 뒤가쪽 역시 양쪽 4cm 이상 차이가 생기면 평형성이 감소로 평가하였고, 이는 부상의 위험성이 증가한다고 보고 하였고[42]. 복합점수 평가 결과 89.6 % 이하일 경우 유연성 및 평형성의 감소로 부상의 위험도가 5배 이상 증가한다고 보고한[43] 자료를 바탕으로 각 평가 부위별로 유연성 및 평형성의 향상 정도를 평가하였다.

#### 2.2.4 자료처리

본 연구에서 자료의 처리는 통계 프로그램(SPSS 21.0 for Window, SPSS Inc., Chicago IL, USA)을 사용하였다. 대상자의 일반적 특성에 대한 정규성 검정을 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)법을 사용하였다. 신체 안정화 운동 후 그룹 내 와이밸런스 변화의 차이를 알아보기 위해 대응표본 t 검정(Paired t-test)을 사용하여 분석하였다. 그룹 간 와이밸런스 변화의 차이를 알아

보기 위해 변화량(사후측정값 - 사전측정값)을 산출하여 일원배치분산분석(one-way ANOVA). 공분산분석법(ANCOVA),을 사용하여 비교 분석하였고, 사후검정은 Tukey법을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 p=.05로 설정하였다.

### 3. 결과

#### 3.1 연구 대상자의 특성

연구 대상자의 특성은 목포 M 여상 고등학교 배구선수들은 선수들은 나이 18.36±0.76세, 몸무게 61.84±8.51 kg, 키 178.79±10.49 cm, 체질량지수 19.67±7.25 kg/m<sup>2</sup>, 몸의 지방 분포 27.81±6.35%, 다리 길이 89±5.04 cm로, 무안군 M 고등학교 핸드볼 운동선수는 나이 18.57±0.67세, 몸무게 67.34±5.37 kg, 키 175.48±6.24 cm, 체질량지수 19.57±4.14 kg/m<sup>2</sup>, 몸의 지방분포 29.51±5.21 %, 다리 길이 88.90±4.42 cm로, 목포시 M 공업고등학교 축구선수들은 나이 18.04±0.75세, 몸무게 69.54±8.25 kg, 키 169.79±7.21 cm, 체질량지수 18.24±3.25 kg/m<sup>2</sup>, 몸의 지방 분포 25.89±6.25 %, 다리 길이 87.14±4.84 cm로 측정되었다. 핸드볼, 축구, 배구 선수들의 동질성 검사 결과 나이(F=.097, p=.908), 몸무게(F=.1059, p=.352), 키(F=.745, p=.478), 체질량 지수(F=.261, p=.771), 몸의 지방분포(F=.613, p=.545), 다리 길이(F=1.227, p=.300)로 측정되었으며, 유의한 차이를 보이지 않아, 종목별 선수들의 신체적 특성에 사전 동질성이 확보되었다[Table 2].

#### 3.2 종목별 신체안정화운동 전과 후 유연성과 평형성 향상 비교

핸드볼, 축구, 배구 운동선수들을 대상으로 10주간 신체안정화운동 프로그램 수행 전과 후 와이밸런스 검사 평가 점수에 대한 향상 여부 결과는 Table 3과 같다.

핸드볼 운동선수들 21명 왼쪽 부위 앞쪽은 59.57±8.16 cm에서 61.04±7.65 cm(p<.001), 뒤가쪽은 90.52±8.63 cm에서 92.09±8.98cm(p<.001), 뒤안쪽은 89.61±6.26 cm에서 91.95±6.91 cm(p<.001)로 유의하게 향상되었고, 복합점수도 훈련 전 90±6.96 %에서 훈련 후 92.03±7.26 %로 유의하게 향상하였고(p<.001). 오른쪽 부위 앞쪽은 59.52±7.19 cm에서 61.09±6.94 cm(p<.001), 뒤가쪽은 90.09±9.91 cm에

서  $91.76 \pm 10.51 \text{cm}$  ( $p < .001$ ), 뒤안쪽은  $87.95 \pm 6.53 \text{cm}$ 에서  $90.57 \pm 6.18 \text{cm}$  ( $p < .001$ )로 유의하게 향상되었고, 복합 점수도  $89.18 \pm 6.99 \%$ 에서,  $91.39 \pm 7.33 \%$ 로 유의하게 향상되었다( $p < .001$ ).

축구 운동선수들 24명 왼쪽 부위 앞쪽은  $55.71 \pm 5.89 \text{cm}$ 에서  $57.13 \pm 5.49 \text{cm}$  ( $p < .001$ ), 뒤가쪽은  $93.17 \pm 7.93 \text{cm}$ 에서  $94.50 \pm 7.57 \text{cm}$  ( $p < .001$ ), 뒤안쪽은  $94.42 \pm 6.70 \text{cm}$ 에서  $95.75 \pm 6.45 \text{cm}$  ( $p < .001$ )로 유의하게 향상되었고, 복합 점수도  $92.94 \pm 6.85 \%$ 에서  $94.52 \pm 6.72 \%$  ( $p < .001$ )로 유의하게 향상되었다. 오른쪽 부위 앞쪽은  $56.71 \pm 5.06 \text{cm}$ 에서  $58.17 \pm 7.65 \text{cm}$  ( $p < .001$ ), 뒤가쪽은  $95.67 \pm 6.4 \text{cm}$ 에서  $96.33 \pm 6.93 \text{cm}$  ( $p < .001$ ), 뒤안쪽은  $96.33 \pm 6.93 \text{cm}$ 에서  $97.80 \pm 6.81 \text{cm}$  ( $p < .001$ )으로 유의하게 향상되었고, 복합 점수도  $94.97 \pm 5.98 \%$ 에서  $96.57 \pm 5.72 \%$ 로 유의하게 향상되었다( $p < .001$ ).

Table 2. Physical characteristics of the participants in <sup>1</sup>BB, <sup>2</sup>HB, <sup>3</sup>FB (n=64)

Variables	Group	<sup>1</sup> BB (n=19)	<sup>2</sup> HB (n=21)	<sup>3</sup> FB (n=24)	F	p`
		M±SD	M±SD	M±SD		
Age (years)		18.36 ± 0.76	18.57 ± 0.67	18.04 ± 0.75	.097	.908
Weight (Kg)		61.84 ± 8.51	67.34 ± 5.37	69.54 ± 8.25	1.509	.352
Height (cm)		178.79 ± 10.49	175.48 ± 6.24	169.79 ± 7.21	.745	.478
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )		19.67 ± 7.25	19.57 ± 4.14	18.24 ± 3.25	.261	.771
Body fat (%)		27.81 ± 6.35	29.51 ± 5.21	25.89 ± 6.25	.613	.545
Leg length (cm)		89 ± 5.04	88.90 ± 4.42	87.14 ± 4.84	1.227	.300

p: one-way ANOVA, <sup>1</sup>Ballyball, <sup>2</sup>Handball, <sup>3</sup>Football

Table 3. Effects of 10-week body stability exercise program on Flexibility and Balance in <sup>1</sup>HB, <sup>2</sup>FB, <sup>3</sup>BB sports players

Site	Evaluation factor	Evaluation area	Major Sports	Pre exercise M±SD	Post exercise M±SD	t	p`
Lt.	Flexibility and Balance	anterior(cm)	<sup>1</sup> HB(n=21)	59.57±8.16	61.04±7.65	-5.413	.000
			<sup>2</sup> FB(n=24)	55.71±5.89	57.13±5.49	-7.882	.000
			<sup>3</sup> BB(n=19)	60.84±5.63	62.58±5.89	-8.683	.000
	Balance	posterolateral(cm)	HB(n=21)	90.52±8.63	92.09±8.98	-6.423	.000
			FB(n=24)	93.17±7.93	94.50±7.57	-5.426	.000
			BB(n=19)	92.63±5.21	95.11±5.89	-8.543	.000
	Balance	posteromedial(cm)	HB(n=21)	89.61±6.26	91.95±6.91	-6.718	.000
			FB(n=24)	94.42±6.70	95.75±6.45	-5.127	.000
			BB(n=19)	91.47±4.53	93.42±4.54	-7.210	.000
Flexibility and Balance	composite score(%)	HB(n=21)	90±6.96	92.03±7.26	-12.984	.000	
		FB(n=24)	92.94±6.85	94.52±6.72	-10.270	.000	
		BB(n=19)	91.93±5.43	94.23±5.66	-11.136	.000	
Rt.	Flexibility and Balance	anterior(cm)	HB(n=21)	59.52±7.19	61.09±6.94	-5.021	.000
			FB(n=24)	56.71±5.06	58.17±7.65	-6.725	.000
			BB(n=19)	61.53±6.47	63.05±6.31	-8.614	.000
	Balance	posterolateral(cm)	HB(n=21)	90.09±9.91	91.76±10.51	-5.801	.000
			FB(n=24)	95.67±6.44	96.33±6.93	-4.992	.000
			BB(n=19)	91.63±6.99	94.32±7.82	-8.042	.000
	Balance	posteromedial(cm)	HB(n=21)	87.95±6.53	90.57±6.18	-5.756	.000
			FB(n=24)	96.33±6.93	97.80±6.81	-5.880	.000
			BB(n=19)	87.26±3.74	91.63±5.04	-4.807	.000
	Flexibility and Balance	composite score(%)	HB(n=21)	89.18±6.99	91.39±7.33	-9.107	.000
			FB(n=24)	94.97±5.98	96.57±5.72	-11.743	.000
			BB(n=19)	90.19±5.02	93.43±6.17	-7.629	.000

p: paired-t test, <sup>1</sup>Handball, <sup>2</sup>Football, <sup>3</sup>Ballyball

Table 4. Effects of 10-week body stability exercise program on Flexibility and Balance through covariance analysis in <sup>1</sup>HB, <sup>2</sup>FB, <sup>3</sup>BB sports players

site	Evaluation area	Major Sports	Pre exercise	Post exercise	F	p <sup>*</sup>
			M±SD	M±SD		
Lt.	anterior(cm)	HB(n=21)	59.57±8.16	61.04±7.65	1.779	.178
		FB(n=24)	55.71±5.89	57.13±5.49		
		BB(n=19)	60.84±5.63	62.58±5.89		
	Posterolateral(cm)	HB(n=21)	90.52±8.63	92.09±8.98	5.085	.009
		FB(n=24)	93.17±7.93	94.50±7.57		
		BB(n=19)	92.63±5.21	95.11±5.89		
	Posteromedial(cm)	HB(n=21)	89.61±6.26	91.95±6.91	2.638	.080
		FB(n=24)	94.42±6.70	95.75±6.45		
		BB(n=19)	91.47±4.53	93.42±4.54		
	Composite score(%)	HB(n=24)	90±6.96	92.03±7.26	4.743	.012
		FB(n=22)	92.94±6.85	94.52±6.72		
		BB(n=19)	91.93±5.43	94.23±5.66		
Rt.	anterior(cm)	HB(n=21)	59.52±7.19	61.09±6.94	.449	.640
		FB(n=24)	56.71±5.06	58.17±7.65		
		BB(n=19)	61.53±6.47	63.05±6.31		
	Posterolateral(cm)	HB(n=21)	90.09±9.91	91.76±10.51	8.148	.001
		FB(n=24)	95.67±6.44	96.33±6.93		
		BB(n=19)	91.63±6.99	94.32±7.82		
	Posteromedial(cm)	HB(n=21)	87.95±6.53	90.57±6.18	3.449	.037
		FB(n=24)	96.33±6.93	97.80±6.81		
		BB(n=19)	87.26±3.74	91.63±5.04		
	Composite score(%)	HB(n=21)	89.18±6.99	91.39±7.33	10.083	.001
		FB(n=24)	94.97±5.98	96.57±5.72		
		BB(n=19)	90.19±5.02	93.43±6.17		

\*p: analysis of covariance(ANCOVA), <sup>1</sup>Handball, <sup>2</sup>Football, <sup>3</sup>Ballyball

Table 5. Results of changes in Y-Balance evaluation factors after applying body stabilization exercise to each sports in <sup>1</sup>HB, <sup>2</sup>FB, <sup>3</sup>BB

Site	Evaluation factor	Evaluation area	Major Sports	Evaluation Score difference M±SD	df	F	p <sup>*</sup>	post-hoc <sup>†</sup>
Lt.	Flexibility and Balance	anterior(cm)	<sup>1</sup> HB(n=21)	1.47±1.24	2	.574	.566	
			<sup>2</sup> FB(n=24)	1.41±0.88				
			<sup>3</sup> BB(n=19)	1.74±0.87				
	Balance	posterolateral(cm)	HB(n=21)	1.57±1.12	2	5.171	.008	2,1<3
			FB(n=24)	1.33±1.20				
			BB(n=19)	2.47±1.26				
	Balance	posteromedial(cm)	HB(n=21)	2.33±1.59	2	3.103	.052	
			FB(n=24)	1.33±1.27				
			BB(n=19)	1.95±1.18				
Flexibility and Balance	composite score(%)	HB(n=21)	2.03±0.71	2	4.271	.018	2,1<3	
		FB(n=24)	1.58±0.75					
		BB(n=19)	2.3±0.90					
Rt.	Flexibility and Balance	anterior(cm)	HB(n=21)	1.57±1.43	2	.057	.944	
			FB(n=24)	1.45±1.06				
			BB(n=19)	1.52±1.11				
	Balance	posterolateral(cm)	HB(n=21)	1.67±1.32	2	5.942	.004	2,1<3
			FB(n=24)	1.29±1.27				
			BB(n=19)	2.68±1.45				
	Balance	posteromedial(cm)	HB(n=21)	2.62±2.09	2	6.808	.002	2,1<3
			FB(n=24)	1.46±1.22				
			BB(n=19)	4.37±3.96				
Flexibility and Balance	composite score(%)	HB(n=21)	2.21±1.11	2	8.991	.000	2,1<3	
		FB(n=24)	1.60±0.67					
		BB(n=19)	3.24±1.87					

\*p: one-way ANOVA, <sup>†</sup>post-hoc: Sceffe, Tukey, <sup>1</sup>Handball, <sup>2</sup>Football, <sup>3</sup>Ballyball

배구 운동선수들 19명 왼쪽 부위 앞쪽은  $60.84 \pm 5.63$  cm에서  $62.58 \pm 5.89$  cm( $p < .001$ ), 뒤가쪽은  $92.63 \pm 5.21$  cm에서  $95.11 \pm 5.89$  cm( $p < .001$ ), 뒤안쪽은  $91.47 \pm 6.70$  cm에서  $93.42 \pm 4.54$  cm( $p < .001$ )로 유의하게 향상되었고, 복합 점수도  $91.93 \pm 5.43$  %에서  $94.23 \pm 5.66$  %( $p < .001$ )로 유의하게 향상되었다. 오른쪽 부위 앞쪽은  $61.53 \pm 6.47$  cm에서  $63.05 \pm 6.31$  cm( $p < .001$ ), 뒤가쪽은  $91.63 \pm 6.99$  cm에서  $94.32 \pm 7.82$  cm( $p < .001$ ), 뒤안쪽은  $87.26 \pm 3.74$  cm에서  $91.63 \pm 5.04$  cm( $p < .001$ )로 유의하게 향상되었고, 복합점수도  $90.19 \pm 5.02$  %에서  $93.43 \pm 6.17$  %로 유의하게 향상되었다( $p < .001$ ).

Table 5 에서 보듯이 종목별 유연성과 평형성 평가 결과를 토대로 종목 간 공분산 분석을 시행한 결과 왼쪽 앞쪽( $F=1.779$ ,  $p=.178$ ), 뒤안쪽( $F=2.638$ ,  $p=.080$ )은 종목 간 유의한 차이를 보이지 않았으며, 뒤가쪽( $F=5.085$ ,  $p=.009$ ), 복합점수( $F=4.743$ ,  $p=.012$ )는 유의한 차이를 보였다. 오른쪽 앞쪽은 유의한 차이를 보이지 않았지만( $F=.449$ ,  $p=.640$ ), 뒤가쪽( $F=8.148$ ,  $p=.001$ ), 뒤안쪽( $F=3.499$ ,  $p=.037$ ), 복합점수( $F=10.083$ ,  $p=.001$ )는 유의한 차이를 보였다.

### 3.3 사후 검증을 통한 종목 간 신체안정화운동 수행 전과 후 유연성 및 평형성 향상 여부 비교

#### 3.3.1 왼쪽 유연성과 평형성 향상 여부 사후 검증

Table 5 에서 보듯이 신체안정화운동 프로그램 수행 후 유연성과 평형성의 향상을 동시에 평가할 수 있는 앞쪽 부위 경우 핸드볼은  $1.47 \pm 1.24$  cm, 축구는  $1.41 \pm 0.88$  cm, 배구는  $1.74 \pm 0.87$  cm( $F=.574$ ,  $p=.566$ )로 종목 간 유의한 차이가 없었다.

평형성을 평가할 수 있는 뒤가쪽 부위 경우 핸드볼은  $1.57 \pm 1.12$  cm, 축구는  $1.33 \pm 1.20$  cm, 배구는  $2.47 \pm 1.26$  cm( $F=5.171$ ,  $p=.008$ )로 종목 간 유의한 차이가 있었으며, 사후 검증 결과 배구, 핸드볼, 축구 순으로 향상되었다.

평형성을 평가할 수 있는 뒤안쪽 부위 경우 핸드볼은  $2.33 \pm 1.59$  cm, 축구는  $1.33 \pm 1.27$  cm, 배구는  $1.95 \pm 1.18$  cm( $F=3.103$ ,  $p=.052$ )로 종목 간 유의한 차이가 없었다.

유연성과 평형성을 동시에 평가할 수 있는 복합 점수 경우 핸드볼은  $2.03 \pm 0.71$ %, 축구는  $1.58 \pm 0.75$  %, 배구는  $2.30 \pm 0.90$  %( $F=4.271$ ,  $p=.018$ )로 유의한 차이가 있었으며, 배구, 핸드볼, 축구 순으로 향상되었다.

#### 3.3.2 오른쪽 유연성과 평형성 향상 여부 사후 검증

Table 5 에서 신체안정화운동 프로그램 수행 후 유연성과 평형성을 동시에 평가할 수 있는 앞쪽 부위 경우 핸드볼은 후  $1.57 \pm 1.43$  cm, 축구는  $1.45 \pm 1.06$  cm, 배구는  $1.52 \pm 1.11$  cm( $F=.057$ ,  $p=.944$ )로 종목 간 유의한 차이가 없었다.

평형성을 평가할 수 있는 뒤가쪽 부위 경우 핸드볼은  $1.67 \pm 1.32$  cm, 축구는  $1.29 \pm 1.27$  cm, 배구는  $2.68 \pm 1.45$  cm( $F=5.942$ ,  $p=.004$ )로 종목 간 유의한 차이가 있었으며, 배구, 핸드볼, 축구 순으로 향상되었다.

평형성을 평가할 수 있는 뒤안쪽 부위 경우 핸드볼은  $2.62 \pm 2.09$  cm, 축구는  $1.46 \pm 1.22$  cm, 배구는  $4.37 \pm 3.96$  cm( $F=9.172$ ,  $p=.854$ )로 종목 간 유의한 차이가 있었으며, 배구, 핸드볼, 축구 순으로 향상되었다.

유연성과 평형성을 동시에 평가할 수 있는 복합 점수 경우 핸드볼은  $2.21 \pm 1.11$  %, 축구는  $1.60 \pm 0.67$  %, 배구는  $3.24 \pm 1.87$  %( $F=8.991$ ,  $p=.000$ )로 종목 간 유의한 차이가 있었으며, 사후 검증 결과 배구, 핸드볼, 축구 순으로 향상되었다.

## 4. 논의

본 연구는 고등학교 핸드볼, 축구, 배구 구기종목 간 운동선수들을 대상으로 10주 동안 신체안정화운동프로그램 수행 후 와이밸런스 평가를 통해 유연성과 평형성의 향상 정도의 차이 여부에 대하여 알아보고자 한다.

본 연구 결과 대상자의 신체적 특성에서 키, 몸무게, 나이, 체질량 지수, 몸의 지방분포, 다리 길이에서 종목 간 대상자들의 일반적인 특성의 정규성을 보기 위해 일원배치분산분석법을 시행한 결과 그룹 간 유의한 차이가 없었으므로 종목 간 동질성을 보였다.

국내 논문의 경우 한 개 종목에 대한 초·중학교 [35-37] 유연성과 평형성 향상 여부와 대학교 [38] 운동선수들에 대한 종목 간 와이밸런스 평가항목을 비교 분석하여 유연성과 평형성의 향상 여부에 대한 논문은 존재하지만, 아직 구기종목 간 신체안정화운동 사전·사후 평가값을 비교하여 고등학교 운동선수들에 대한 국내외 연구는 미비한 상태이다.

이에, 본 연구에서는 신체안정화운동 프로그램 수행 후 와이밸런스 검사 평가 결과를 바탕으로 핸드볼, 축구, 배구 구기종목 운동선수들 69명에 대해 와이밸런스 검사 평가 전과 후의 유연성과 평형성의 향상 여부를 조

사하였는데, 모든 종목에서 양쪽 부위의 앞쪽, 뒤가쪽, 뒀안쪽, 복합점수 모두 유의하게 향상되었다.

유연성과 평형성 평가 결과를 참조하여 종목별 공분산 분석을 시행한 결과 일원배치분산법과 동일한 결과를 보였다.

와이벨런스 검사 평가 결과를 참조하여 신체안정화운동 프로그램 수행 전과 후 유연성과 평형성의 향상 효과에 대하여 기기종목 간 비교한 자료를 통해, 평형성을 사후 검증을 통해 평가한 결과 양쪽 뒤가쪽 및 오른쪽 뒀안쪽 부위에서 수행 전에 비해 배구 운동선수들이 핸드볼, 축구 운동선수들보다 유의하게 향상되었다. 유연성과 평형성을 동시에 평가할 수 있는 양쪽 복합점수도 사후 검증을 통해 평가한 결과 수행 전에 비해 배구 운동선수들이 핸드볼, 축구 운동선수들보다 유의하게 향상되었다. 앞쪽 부위와 왼쪽 뒀안쪽 부위는 유의한 차이를 보이지 않았지만, 모든 종목에서 수행 전 보다 향상되었다. 핸드볼 운동선수들이 축구 운동선수들보다 양쪽 부위 뒤가쪽, 오른쪽 뒀안쪽, 복합점수가 수행 전보다 유의하게 향상되었다.

선행연구에서 코어와 관련된 근육을 강화하는 운동프로그램을 이용하여 평형성과 유연성의 변화 여부에 대해 고찰해 보면 많은 연구 논문에서 신체안정화운동 프로그램 수행 후 유연성과 평형성이 유의하게 향상되었다고 보고하였으며[44], 12주 동안 남자 축구선수를 17명을 대상으로 프로그램을 적용한 결과 대조군과 비교한 결과 유연성과 평형성이 유의하게 향상되었고[45], 8주 동여자 핸드볼 선수 20명을 대상으로 코어강화 프로그램 시행 후 10명의 선수가 대조군에 비해 앉은 상태에서 위몸통을 앞으로 최대한 뻗어서 발끝을 잡는 동작(sit and reach)가 13.54% 증가했고, SEBT 점수가 왼쪽은 2.2%, 오른쪽은 5.74% 증가하였고, 이는 척추(특히 가슴 및 허리뼈), 햄스트링 유연성과 균형 감각성 능력이 증가에 의한 것이라고 보고하였다[46]. 12주간 코어를 강화할 수 있는 운동프로그램을 통해 유연성과 근지구력이 유의하게 향상됨을 보고하였고[47], 10주간 신체안정화운동 프로그램 수행 후 남자 골프선수들의 유연성과 허리 근력(Lumbar Strength), 굽힘근(Flexor muscle)과 폼근(Extensor muscle)이 유의하게 향상됨을 보고하였다[48]. 10주간 코어 재활 운동프로그램을 통해 실험군 7명이 대조군 6명에 비해 근력, 근지구력, 유연성이 유의하게 향상됨을 보고하였다[49]. 17명의 남자 축구 운동선수들 대상으로 신체안정화운동 프로그램 12주 수행 후 대조군보다 실험군의 유연성 및 평형성의 향상됨

을 보고하였다[45]. 본 연구와 동일한 조건으로 적용한 선행연구를 고찰해 보면 모든 부위에서 대응표본 t-검정 결과 초등학교 축구 운동선수들 23명[35] 중학교 배구 운동선수들 20명[36], 초등학교 태권도 운동선수들 22명[37] 모두 유연성과 평형성이 유의하게 향상됨을 보고하였다. 중학교, 고등학교, 대학 운동선수들을 경기력의 수준을 단독으로 고려하여 유연성 및 평형성의 향상 효과에 대해 비교하여 메타 분석한 결과, 앞쪽(p=.05), 뒀안쪽(p=.69), 뒤가쪽 (p=.62), 복합점수 (p=.15)에 대해 유의한 차이가 없다고 보고하였다[50]. 비록, 연령의 차이가 있지만 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다. 그러나, 신체안정화운동 시행 후 사전 및 사후 값에 대한 검증한 국내 및 국외 선행연구는 전무한 상태이다.

또한, 13개의 와이벨런스 평가 관련 연구자료를 메타 분석 토대로, 성별 차이에 의한 유연성 및 평형성의 향상 정도 차이를 분석한 결과, 뒀안쪽 부위는 남성 [109.6(95 % CI 107.4~111.8)], 여성 [102.3(95 % CI 97.2~107.4)] (p<0.01), 뒤가쪽 부위는 남성 [107.0(95% CI 105.0~109.1)], 여성 [102.0(95 % CI 97.8~106.2)] (p=0.036)로 남녀 간의 차이 유의하게 관찰되었지만, 앞쪽 부위는 남성 [71.9(95 % CI 69.5~74.5)], 여성 [70.8 (95 % CI 65.7-75.9)] (p=0.708) 및 복합점수 남성 [95.8(95 % CI 94.5-97.20], 여성 [95.3(95 % CI 92.9-97.8)] (p=0.75)로 남녀 간의 차이를 관찰할 수 없었다[50]. 13개 대학 운동선수 184명을 대상으로 복합체력 훈련 시행 후 와이벨런스 평가 결과 13개 대학 운동선수들이 경쟁 시즌 동안 양쪽 유연성과 평형성의 차이가 발생하여 부상 발생률이 증가하였고, 특히, 평가항목 중 복합점수를 바탕으로 성별, 연령, 종목별로 비교하였는데, 남자농구(n=9), 여자 크로스컨트리 달리기(n=17), 남자 축구(n=68), 여자농구(n=2), 남자 육상(n=7), 여자 육상 및 필드(n=3), 여자 골프(n=3), 남자 테니스(n=5), 여자 축구 (n=27), 여자 테니스(n=5), 여자 테니스 수영/다이빙(n=17), 여자 배구(n=8) 등의 여러 종목에서 유연성과 평형성의 향상의 차이는 평가항목 중 한 방향으로만 유연성과 평형성의 향상 여부에 평가할 수 없다고 보고하였다[42].

본 연구에서는 핸드볼, 축구 운동선수들 비해 배구 운동선수들이 신체안정화운동 프로그램 수행 후 양쪽, 뒤가쪽, 복합점수와 오른쪽 뒀안쪽 부위에서 유연성 및 평형성의 향상 효과가 높다는 것을 추측할 수 있었다.

선행연구에서 코어 강화 운동 프로그램을 통해 허벅지 뒤 근육(hamstring) 및 가슴 및 허리뼈 등의 척추뼈의



균형 감각능력과 유연성이 향상됨을 보고하였다[51]. 몸통 안정화 향상을 통해 몸통부위에 위치하는 배 부위의 코어근육이 강화되어 몸통 부위의 근력과 유연성이 강화되고, 이를 통해 동적 평형성이 강화되어 신체 균형을 유지하는데 효과적이라고 보고하였고[36], 불균형적인 근육의 상태로 대부분의 운동선수들이 경기를 수행하면서 일어날 수 있는 근육의 손상을 방지하는 프로그램 수행을 통해 불균형을 일으키는 근력의 기능적 매개변수를 평가하는 것이 매우 중요하며, 특히, 다리 부분의 무릎관절 작용근(agonistic muscle)과 대항근(antagonistic muscle) 사이의 근력 비율 평가를 통해 다리의 안정적 근력 비율과 안정성의 향상이 있을 것이라고 보고하였다[52]. 또한, 신체의 안정성이 향상되면 배, 허리, 골반 부위의 배근, 척추 옆근, 불기근, 가로막, 골반기저근, 골반대 등의 코어와 관련된 근육의 단련과 조화가 이루어지며[53], 몸통 부위의 근력과 유연성의 기능적 움직임의 강화를 통해, 신체 균형을 유지하는 동적 평형성이 향상됨으로써[36], 훈련이나 경기 도중 발생할 수 있는 부상 예방과 방지를 할 수 있으며, 이를 통해 경기력이 향상될 수 있다고 보고하였다[35-37].

결론적으로, 핸드볼, 축구, 배구 고등학교 운동선수들에게 같은 조건으로 신체안정화운동 프로그램 수행 후 코어와 관련된 근육의 강화를 통해 평형성을 반영하는 양쪽 뒤가쪽과 오른쪽 뒤안쪽 및 평형성과 유연성을 반영하는 복합점수에서 배구 운동선수들이 핸드볼, 축구 운동선수들보다 유연성과 평형성이 향상되었다고 추측할 수 있다. 단, 축구 운동선수들의 경우 운동프로그램 시행 전 평가 점수가 배구 운동선수들보다 높았기 때문에 유연성과 평형성의 향상 효과가 낮게 평가된 것에 대하여 고려해야 할 것이다.

본 연구는 종목별 유연성과 평형성의 차이가 프로그램 시행 전부터 존재했다는 점을 바탕으로, 대조군 없이 연구가 이루어져 일부 요인 부분들을 통제할 수 없었다는 것이 제한요소로 보인다. 이에, 향후 대조군과 실험군을 설정한 후 추가 연구를 통해 구기종목 선수들 경기력 향상과 부상 예방이나 감소에 얼마나 효과적인 인지 여부를 장기적으로 관찰하고, 또한, 훈련이나 운동 중 손상이나 기능장애가 있는 선수들에게 신체 안정화 운동의 효과 여부에 대해 추적 관찰이 필요하며, 고등학교 운동선수들 이외에 초등학교, 중학교, 대학교, 일반인을 대상으로 신체안정화운동 수행 후 평형성과 유연성의 향상 정도와 대조군을 설정하여 운동군과의 평형성과 유연성의 향상 여부에 대한 연구가 필요할 것이다.

## 5. 결론

신체안정화운동 10주 수행 전과 후 세 종목별 와이벨런스 평가 점수 비교 결과 모든 부위의 향상은 신체안정화운동 프로그램 수행 후 모든 종목에서 유연성과 평형성의 향상을 확인할 수 있었다. 세 종목 간 유연성 및 평형성을 비교한 결과 양쪽 부위 뒤가쪽, 오른쪽 뒤안쪽 평가 항목에서 핸드볼, 축구 운동선수들보다 배구 운동선수들이 향상 정도가 증가하였다. 각 종목의 운동선수들의 다리길이 차이에 의한 와이벨런스 결과값을 보정한 복합점수는 유연성과 평형성 평가할 수 있는데 핸드볼, 축구 운동선수들보다 배구 운동선수들의 향상 정도가 증가하였다. 이는 성별 이외 종목의 특이성, 경기력 수준 등의 차이라고 추측할 수 있을 것 같다. 또한, 부상 위험성의 척도인 앞쪽, 뒤가쪽, 뒤안쪽 양쪽 차이가 4 cm 이하이며, 복합점수가 모두 89 % 이상을 보인 것은 부상의 위험성이 감소를 기대할 수 있을 것이다.

## References

- [1] F. J. Backx, H. J. Beijer, E. Bol, W. B. Erich, "Injuries in high-risk persons and high-risk sports: a longitudinal study of 1818 school children", *The American Journal of Sports Medicine*, Vol.19, No.2, pp.124-130, Mar-Apr. 1991.  
DOI: <https://doi.org/10.1177/036354659101900206>
- [2] E. C. Kim, *Health physical strength comparison that follow in athletes' exercise type*, Master's thesis, Chosun university of Physical Education, Gwangju, Korean, 2008.
- [3] P. V. Decicco, M. M. Fisher, "The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on shoulder range of motion in overhand athletes", *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(2), pp.183, Jun. 2005.
- [4] A. Hedrick, "Dynamic flexibility training", *Strength & Conditioning Journal*, Vol.22, No.5, pp.33, Oct. 2000.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/00126548-200010000-00010>
- [5] J. Alonso, M. P. McHugh, M. J. Mullaney, T. F. Tyler, "Effect of hamstring flexibility on isometric knee flexion angle torque relationship", *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Vol.19, No.2, pp.252-256, Mar. 2009.  
DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00792.x>
- [6] F. Franchignoni, L. Tesio, M. T. Martino, C. Ricupero. "Reliability of four simple, quantitative tests of balance and mobility in healthy elderly females", *Aging(Milano)*, Vol.10, NO.1, pp.26-31, Feb. 1998.

- [7] W. Y. Park, Y. S. Oh, "The effects of the equilibrium and balance strategy with aging", *The Korean Society of Sports Science*, Vol.22, No.4, pp.1101-1112, Aug. 2013.
- [8] S. K. Effgen, "Effect of an exercise program on the static balance of deaf children", *Physical Therapy*, Vol.61, No.6, pp.873-877, Jun. 1981.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/61.6.873>
- [9] N. Harada, V. Chiu, J. A. Damron-Rodriguez, E. Fowler, A. Siu, D. B. Reuben, "Screening for balance and mobility impairment in elderly individuals living in residential care facilities", *Physical Therapy*, Vol.75, No. 6, pp.462-469, Jun. 1995.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/75.6.462>
- [10] O. Joseph, L. Raymond, "Balance and its clinical assessment in older adults: a review", *Journal of Geriatric Medicine and Gerontology*, Vol.1, No.1, p.3, Sep. 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.23937/2469-5858/1510003>
- [11] I. Shiro, I. Zenya, W. Norimitsu, S. Taisuke, H. Kenichi, M. Akio, "Influence of spinal sagittal alignment, body balance, muscle strength, and physical ability on falling of middle-aged and elderly males", *European Spine Journal*, Vol.22, No.6, pp.1346-1353, Feb. 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00586-013-2721-9>
- [12] J. Karlsson, O. Lansinger, "Lateral instability of the ankle joint", *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol.276, pp.253-261, Mar. 1992.
- [13] S. W. Ji, H. S. Kim, K. W. Kwon, Y. O. Shin, Y. J. Kim, J. P. Lee, J. K. Oh, "The Ankle Strength, Balance and Functional Ability of the Adolescent Volleyball Players with Functional Ankle Instability", *The Korean Journal of Physical Education*, Vol.43, No.1, pp.567-577, 2004.
- [14] E. Jonsson, A. Seiger, A. H. Hirschfeld, "One-leg stance in healthy young and elderly adults: A measure of postural steadiness?", *Clinical Biomechanics(Bristol, Avon)*, Vol.19, No.7, pp.688-694, Aug. 2004.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2004.04.002>
- [15] F. Franchignoni, L. Tesio, M. T. Martino, C. Ricupero, "Reliability of four simple, quantitative tests of balance and mobility in healthy elderly females", *Aging(Milano)*, Vol.10, No.1, pp.26-31, Feb. 1998.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/bf03339630>
- [16] L. D. Bogle Thorbahn, R. A. Newton, "Use of the berg balance test to predict falls in elderly persons", *Physical Therapy*, Vol.76, No.6, pp.576-585, Jun. 1996. DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/76.6.576>
- [17] P. A. Gribble, J. Hertel, P. Plisky, "Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review", *Journal of Athletic Training*, Vol. 47, No. 3, pp.339-357, May-Jun. 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>
- [18] J. Hertel, R. A. Braham, S. A. Hale, L. C. Olmsted-Kramer, "Simplifying the star excursion balance test: Analyses of subjects with and without chronic ankle instability", *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, Vol. 36, No. 3, pp.131-137, Mar. 2006.  
DOI: <https://www.iospt.org/doi/10.2519/iospt.2006.36.3.131>
- [19] T. M. Steffen, T. A. Hacker, L. Mollinger, "Age and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: six-minute walk test, berg balance scale, timed up & go test and gait speeds", *Physical Therapy*, Vol.82, No.2, pp.128-137, Feb. 2002.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/82.2.128>
- [20] A. C. Gonell, J. A. P. Romero, L. M. Soler, "Relationship between the Y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team", *International Journal of Sports Physical Therapy*, Vol.10, No.7, p.955, Dec. 2015.
- [21] L. E. Bouillon, J. L. Baker, "Dynamic balance differences as measured by the star excursion balance test between adult-aged and middle-aged women", *Sports Health*, Vol.3, No.5, pp.466-469, Jun. 2011. DOI:<https://doi.org/10.1177/1941738111414127>
- [22] S. W. Shaffer, D. S. Teyhen, C. L. Lorenson, R. L. Warren, C. M. Koreerat, C. A. Straseske, "Y-balance test: A reliability study involving multiple raters", *Military Medicine*, Vol.178, No.11, pp.1264-1270, Nov. 2013.  
DOI:<https://doi.org/10.7205/milmed-d-13-00222>
- [23] N. J. Chimera, C. A. Smith, M. Warren, "Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test", *Journal of Athletic Training*, Vol.50, No.5, pp.475-485, May. 2015.  
DOI:<https://dx.doi.org/10.4085%2F1062-6050-49.6.02>
- [24] G. F. Coughlan, K. Fullam, K. E. Delahunt, C. Gissane, B. M. C. Caulfield, "A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test", *Journal of Athletic Training*, Vol.47, No.4, pp.366-371, Jun. 2012.  
DOI:<https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.4.03>
- [25] J. M. Song, S. M. Kim, "The effece of Trunk Stability Exercise on Balance and Gait in Stroke Patients", *Korean Society of Physical Medicine*, Vol.5, No.3, pp.413-420, Jun. 2010.
- [26] M. M. Panjabi, "The stabilizing system of spine: part I. Function dysfunction, adaptation, and enhancement", *Journal of Spinal Disorders*, Vol.5, No.4, pp.383-389, Apr. 1992.
- [27] S. M. McGill, "Low-Back stability: from formal to issues for performance and rehabilitation", *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Vol.29, No.1, pp.23-31, 2001.
- [28] C. M. Norris, "Abdominal muscle training in sport", *Brazilian Journal of Physical Therapy*, Vol.27, No.1, pp. 19-27, Sep. 1993.

- DOI: <https://dx.doi.org/10.1136%2Fbism.27.1.19>
- [29] S. H. Kim, "Effects of 12 Weeks Core Exercise to Range of Motion and Isokinetic Muscle Functions of Elderly Women", *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*, Vol.49, No.3, pp.353-362, May. 2012.
- [30] D. J. Mun, *The Effect of Muscle Stability Exercise on Muscle Activity, Muscle Thickness and Balance of Core Muscle*, Ph.D dissertation, Seonam university of Physical Therapy, p.85, 2016.
- [31] K. D. Yun, I. G. Jun, H. M. Kwak, J. H. Kim, C. B. Jeon, G. K. Kim, H. J. Lee, "The Effect of 12-weeks Core Stability Exercise Program on Physical Fitness and Soccer Techniques in Middle School Soccer Players", *Journal of Coaching Development*, Vol.15, No.3, pp.205-213, 2013.
- [32] Y. Kim, "The effect of regular taekwondo exercise on brain-derived neurotrophic factor and stroop test in undergraduate student", *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, Vol.19, No.2, pp.73-79, Jun. 2015.
- [33] Y. H. Liao, Y. C. Sung, C. C. Chou, C. Y. Chen, "Eight-week training cessation suppresses physiological stress but rapidly impairs health metabolic profiles and aerobic capacity in elite Taekwondo athletes", *PLoS One*, Vol.11, No.7:e0160167, Jul. 2016.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0160167>
- [34] R. Sedaghat, M. H. Solhjo, A. Nikseresht, "The impact of 8 weeks of plyometric exercises on anaerobic power, speed, and agility of male students", *Advances in Environmental Biology*, Vol.8, No.2, pp.410-414, Feb. 2014.
- [35] Y. H. Kang, C. S. Kim, "Functional Movement Evaluation, Body Balance, Vital Capacity Effects after a 10-week Body Stabilization Program for Elementary School", *Korea Academy Industrial Cooperation Society*, Vol. 22, No. 7, pp.40-50, Jul. 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.7.40>
- [36] I. Y. Song, Y. M. Seo, Y. H. Kang, "Effects of 10-Week Body Stability Exercise Program on Functional Movement and Body Balance of Middle School Volleyball Players" *The Journal of Korean Physical Therapy*, Vol.32, No.4, pp. 203-209, Aug. 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.18857/ikpt.2020.32.4.203>
- [37] Y. H. Kang, C. S. Kim, "Effect of Changes in Visual Response Speed, Functional Movement, Body Balance, and Lung Capacity after a 10-Week Body Stability Exercise Program for High School Male Taekwondo Athletes", *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, Vol.9, No.3, pp.11-124, Aug. 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.15268/ksim.2021.9.3.111>
- [38] T. H. Kim, M. J. Yang, "Comparison of The Y-balance Test Scores for Collegiate Athletes and Correlation with Body Composition", *Journal of the Korean society for Wellness*, Vol. 15, No.2, pp.575-585, 2020.
- [39] S. M. McGill, A. Karpowicz, "Exercises for spine stabilization: motion, motor patterns, stability progressions, and clinical technique", *Archives of Physical and Medicine and Rehabilitation*, Vol.90, No.1, pp.118-126, Jan. 2009. Jan.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.06.026>
- [40] P. J. Plisky, M. J. Rauh, T. W. Kaminski, F. B. Underwood, "Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in highschool basketball players", *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, Vol.36, No.12, pp.911-919, Jul. 2006.
- [41] P. J. Plisky, P. P. Gorman, R. J. Butler, K. B. Kiesel, "The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test", *North American Journal of Sports Physical Therapy*, Vol.4, No.2, pp.92-99, May. 2009.
- [42] C. A. Smith, N. J. Chimera, M. Warren, "Association of y balance test reach asymmetry and injury in division I athletes", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol.47, No.1, pp.136-141, Jan. 2015  
DOI: <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000380>
- [43] R. J. Bulter, M. E. Lehr, K. B. kiesel, P. J. Plisky, "Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players", *Sports health*, Vol.5, No.5, pp.417-422, Aug. 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1177%2F1941738113498703>
- [44] P. Aksen-Cengizhan, D. Onay, O. Sever, A. A. Doğan, "A comparison between core exercises with theraband and Swiss ball in terms of core stabilization and balance performance" *Isokinetics and Exercise Science*, Vol.26, No.3, pp.183-191. 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.3233/IES-173212>
- [45] A. Imai, K. Kaneoka, Y. Okubo, S. Hitoshi, "Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players", *International Journal of Sports Physical Therapy*, Vol.9, No.1, pp.47-57, Feb. 2014.
- [46] M. B. Wallace and M. Cardinale, "Conditioning for team handball", *Strength Cond J*, Vol.19, No.6, pp.7-12, 1997.
- [47] A. H. Alnahdi, A. A. Alderaa, A. Z. Aldali, H. Alsobayel, "Reference values for the Y Balance Test and the lower extremity functional scale in young healthy adults", *The Journal of Physical Therapy Science*, Vol.27, No.12, pp.3917-3921, Dec. 2015.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1589%2Fjpts.27.3917>
- [48] K. K. Lee, H. D. Kim, S. H. Baek, "The Change of the Underwater Dolphin Kick Performance, Body Composition, and Physical Fitness after Core Stability Exercise and Circuit Weight Training", *The Korean Society of Sports Science*, Vol.37, No.2, pp.1281-1292, Aug. 2009.
- [49] K. J. Kim, J. W. Jung, "Effects of 10-week core rehabilitation training on flexibility, isokinetic muscular strength, driver shot performance, and pain

in elite golfers with lower back pain”, *Exercise Science*, Vol.18, No.1, pp.115-124, Feb. 2009.

- [50] J. W. Powell, K. D. Barber-Foss, “Sex-related injury patterns among selected high school sports”, *The American Journal of Sports Medicine*, Vol.28, No.3, pp.385-391. May-Jun, 2000.  
DOI: <https://doi.org/10.1177/03635465000280031801>
- [51] D. K. Lee, M. H. Kang, T. S. Lee, J. S. Oh, “Relationships among the y balance test, berg balance scale, and lower limb strength in middle-aged and older females”, *Brazilian Journal of Physical Therapy*, Vol.19, No.3, pp.227-234, May-Jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0096>
- [52] J. P. Phillip, P. G. Paul, J. B. Robert, B. K. Kyle, B. U. Frank, E. Bryant, “There liability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test”, *Journal of Physiotherapy*, Vol.4, No.2, pp.92-99, May. 2009.
- [53] T. J. Hubberd, L. C. Kramer, C. R. Denega, K. Hertel, “Correlations among multiple measures of functional and mechanical in stability in subjects with chronic ankle in stability”, *Journal of Athletic Training*, Vol.42, No.3, pp.361-366, Aug. 2007.

**강 양 훈(Yang-Hoon Kang) [정회원]**



- 2002년 3월 ~ 2011년 2월 : 동신대학교 부속 목포한방병원물리치료과 실장
- 2011년 3월 ~ 2016년 2월 : 서남대학교 물리치료학과 교수
- 2021년 2월 : 세한대학교 물리치료학과(물리치료학 박사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 목포과학대학교 물리치료학과 교수

〈관심분야〉  
의료융복합, 물리치료학, 신경해부생리학

**김 철 승(Chul-Seung Kim) [정회원]**



- 1998년 7월 ~ 2007년 8월 : 순천성가톨릭병원 신경생리기능검사실 주임기사
- 2011년 8월 : 순천대학교 생물학과 동물생리학(이학박사)
- 2007년 9월 ~ 2018년 2월 : 서남대학교 임상병리학과 교수
- 2018년 3월 ~ 2022년 2월 : 목포과학대학교 임상병리학과 교수
- 2022년 3월 ~ 현재 : 광주보건대학교 임상병리학과 교수

〈관심분야〉  
의료융복합, 임상병리학, 임상생리학, 운동생리학

**최 희 영(Hee-Young Choi) [정회원]**



- 2005년 10월 ~ 2011년 8월 : 고흥종합병원 원무과 주임
- 2015년 8월 : 조선대학교 일반대학원(보건학 박사)
- 2011년 9월 ~ 2018년 2월 : 서남대학교 보건의료행정학과 교수
- 2020년 9월 ~ 현재 : 대원대학교 보건의료행정학과 교수

〈관심분야〉  
의료융복합, 보건행정학, 지역사회건강, 건강보험