

# 고등학교 구기종목 운동선수들의 와이밸런스 평가 수치에 의한 유연성 및 평형성 차이 비교 및 평가 부위와 다리 길이와의 상관관계

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

<sup>1</sup>목포성심요양병원 물리치료사, <sup>2</sup>목포과학대학교 물리치료학과, <sup>3</sup>광주보건대학교 임상병리학과

## Comparison of Differences in Flexibility and Balance through the Y-balance Evaluation Values of High School Ball Game Players and the Correlation between Evaluation Sites and Leg Length

Jong-Hyuk Yun<sup>1</sup>, Yang-Hoon Kang<sup>2</sup>, Chul-Seung Kim<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Mokpo Sung-Sim convalescent hospital physical therapist

<sup>2</sup>Division of Physical Therapy, Mokpo Science University

<sup>3</sup>Division of Clinical Laboratory Science, Gwangju Health University

**요약** 본 연구는 종목별 고등학교 운동선수들의 와이밸런스 평가 수치를 이용하여 종목별 선수들의 유연성과 평형성의 차이점을 비교하고 그 측정값과 다리 길이와의 상관관계를 분석하였다. 본 연구를 위하여 핸드볼(n=21), 축구(n=24), 배구(n=19) 운동선수들 64명을 대상으로 와이밸런스 검사를 시행하였다. 본 연구를 통해 양쪽 앞쪽은 배구 운동선수가 왼쪽 뒀안쪽과 오른쪽 앞쪽, 뒀안쪽, 복합점수가 핸드볼, 축구 운동선수보다 점수가 높음을 확인할 수 있었다. 이 값을 바탕으로 다리 길이와 측정 부위와의 상관관계를 분석한 결과 왼쪽 앞쪽, 복합점수, 오른쪽 앞쪽, 뒀가쪽, 복합점수에서 상관관계가 보였다. 본 연구는 종목별 대학 운동선수들의 와이밸런스 검사 평가 수치 비교와 다리 길이와의 상관관계를 규명하고자 한 연구로서 가치가 있다고 판단되며 추후 다양한 종목의 선수들에 대한 추가 연구가 필요할 것이라고 생각 된다.

**Abstract** This study compared the differences in flexibility and balance of athletes by event using the Y balance evaluation values of high school athletes and analyzed the correlation between the measured value and leg length. A Y balance test was conducted on 64 athletes, including handball players (n=21), soccer players (n=24), and volleyball players (n=19). This study showed that the volleyball players had higher composite scores on the anterior parts of both sides, and the soccer players had higher composite scores on the left posterior medial part, the right anterior part, and the posteromedial part. Correlation analysis between the leg length and the measured part based on this value showed a correlation between the composite scores of the left anterior side and those of the right anterior side and the posterior lateral side. This study is important to compare the Y balance test numerical values of university athletes in each event and their leg length. However, further studies on athletes in various sports are needed in the future.

**Keywords** : Y-Balance Test, Flexibility, Balance, High School, Leg Length

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

email: hippo48@hanmail.net

Received March 14, 2022

Revised April 11, 2022

Accepted June 3, 2022

Published June 30, 2022

## 1. 서론

와이밸런스 검사는 재활 전과 후에 경기 수행 능력 향상 프로그램인 동적 균형 운동 프로그램이며, 재활 후 경기에 임할 수 있도록 할 수 있는 여부를 매우 정확하게 측정할 수 있는 평가 항목이다[1].

프로선수들의 경우 전문적으로 교육을 수료한 의료인 또는 운동 전문가에 의해 경기나 훈련 시 발생하는 부상을 관리, 치료하고 있지만, 청소년들의 경우는 이러한 처치 및 도움을 전혀 받지 못하고 있는 실정이다[2]. 특히, 구기종목 선수들은 타 종목의 선수들에 비해 빠른 움직임과 속도 및 급격하게 방향을 전환하는 운동 특성상 더 많은 부상의 위험성이 높다[3]. 따라서 핸드볼, 축구, 배구 등의 구기종목 운동선수들의 부상과 재발을 방지하기 위해 지속적인 연구가 필요한 시점이다.

운동선수들이 훈련과 경기 도중 일어날 수 있는 부상과 관계가 깊은 체력항목으로 평형성과 유연성이 있다[4,5]. 평형성은 경기 도중에 일어날 수 있는 다양한 상황에서 몸의 위치와 무게 중심을 유지하는 능력이며, 몸의 다양한 환경에 순간적으로 적응하여 적절한 관계를 유지할 수 있도록 하는 능력을 의미한다[6]. 해외의 많은 연구에서 운동선수의 부상 및 재발 방지를 위한 평형성 향상의 중요성을 보고하였다[7-10]. 또한, 유연성은 근육과 관절의 유연성으로 구분할 수 있는데 관절의 유연성은 단일 관절이 경기 중에 나타날 수 있는 여러 상황에 따라 움직일 수 있는 운동범위라고 정의하였고[11], 근육의 유연성은 경기 도중에 나타날 수 있는 여러 상황에 따라 관절 범위 내에서 근육을 최대한으로 활성화 할 수 있는 능력이라고 정의하였다[12].

운동 종목에 따라 다양한 부위에서 유연성이 선수의 부상 방지 및 경기 능력에 중요하게 작용하지만, 특히 다리 부분의 유연성은 폭발적으로 힘이 필요한 경우 또는 방향을 갑작스럽게 전환해야 하는 구기종목 운동선수들에게 부상 및 재발을 방지하기 위한 매우 중요한 요소라고 할 수 있다[13,14]. 국내의 경우 최근 운동선수들의 부상 및 재발 방지를 위해 기능적으로 평형성과 유연성의 향상을 통해 경기나 훈련 중 안정적으로 운동 동작을 수행하게 할 수 있는 운동 방법들의 중요성을 보고하였다[15-18].

이러한 운동 방법 중 와이밸런스 검사는 발목의 기능적 불안정성평가(SEBT; Star Excursion Balance Test, 이하 SEBT)의 8개 방향의 움직임[19-22], 3개 방향으로 단순화한 버전이며, SEBT는 원래 8가지 방향의 특정 검사방법과 장치를 통해 검사하여 신뢰성과 관리가 용이

하고, 체계적으로 검토할 수 있는 평가 도구이며, SEBT 평가 방법을 단순화하고, 평가 수치 판단이 유사하여 동적 균형, 부상 예측, 균형을 식별할 수 있는 신뢰할 수 있는 검사방법이다[23]. 와이밸런스 검사는 한쪽 다리 자세로 고정하여 유지한 후 반대쪽 다리로 가능한 한 멀리 뻗으면서 각 목표지점에 도달하는 거리가 평가하는데 중요한 요소이기 때문에 다리 길이를 측정이 중요하고, 검사자마다 다리 길이가 달라서, 다리 길이 보정을 통해 객관적으로 측정할 수 있는 복합점수가 중요하다고 보고 하였다[23,24]. 본 검사를 시행하기 전에 6번의 연습이 먼저 수행되어야 하며, 각 발에 대해 앞쪽(anterior), 뒤가쪽(posterolateral), 뒤안쪽(posteromedial)의 3방향에서 다리의 최대 도달 범위를 분석하여 유연성과 평형성을 동시에 평가할 수 있는 평가 도구이다[25].

와이밸런스 검사의 유용성은 Plisky 등[26], Butler 등[27], Smith 등[28]에 의해 연구가 진행되어 왔다. 고등학교, 대학교 운동선수와 군인을 대상으로 앞쪽 방향으로 오른쪽과 왼쪽 사이의 다리 도달거리 및 복합점수가 4 cm 이상 차이가 생기면, 운동이나 일상생활 중 다리 부상의 위험이 증가하며, 도달거리에 좌우 비대칭이 있거나 비슷한 그룹과 비교하여 와이밸런스 평가 점수가 낮은 경우 평가 결과를 바탕으로 기능적 움직임 평가, 부상 이력, 종목 및 성별로 나누어 Move2Perform 알고리즘에 대한 테스트 결과를 바탕으로 운동이나 훈련 중 부상의 위험도를 정확하게 예측할 수 있었다[29].

현재 국내에서는 와이밸런스 검사 평가를 단순한 측정 도구로 연구가 진행되고 있으며[30], 운동선수들의 종목별 와이밸런스 검사 평가 수치의 수준을 비교하는 기초 연구조차 제대로 이루어지고 있지 않은 실정이다.

본 연구는 구기종목 고등학교 운동선수들의 유연성과 평형성을 평가할 수 있는 와이밸런스 평가 도구를 이용하여[25] 평가 부위인 앞쪽, 뒤가쪽, 뒤안쪽 점수와 다리 길이 보정한 복합점수를 통해 유연성과 평형성을 종목별로 비교하였으며, 평가 부위별 평가 수치와 다리 길이와의 상관관계를 조사하여 운동선수들의 부상 및 재발 방지에 도움이 되는 기초 자료를 제공하며, 이를 통해 운동선수들의 부상 및 재발 방지에 도움이 되고자 본 연구를 진행하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구 대상

연구의 대상자는 전라남도 교육청의 초·중·고등학교 운동선수들의 부상 재발 방지 및 예방 프로그램을 통해 선정된 최소 2년 이상의 운동 경험이 있는 무안군 M 고등학교 남자 핸드볼 운동선수(n=21), 목포시 M 공업고등학교 남자 축구 운동선수(n=24), 목포시 M 여상고등학교 여자 배구 운동선수(n=19) 총 64명을 대상으로 2021년 3월부터 11월까지 실시하였으며, 운동부 전체인원을 대상으로 진행하였다. 총 연구 대상자들을 각 종목별로 동일한 조건하에 각각의 선수들을 대상으로 와이벨런스 검사를 시행하여 유연성과 평형성을 측정하여 비교 분석하였다. 모든 운동 선수들에게 와이벨런스검사 평가 항목에 대한 개요 설명 후 개인별, 동작별 평가를 실시하였다. 또한, 평가 전 대상자와 보호자에게 연구를 진행하기 위한 운동의 종류, 방법, 효과, 주의사항에 대해 설명을 드렸고, 총 대상자 64명 운동선수들 각각 개인정보 수집·이용·제공 동의서를 작성하고 프로그램을 진행하였다 [Fig. 1].

본 연구대상자의 표본수는 Gpower 3.1 프로그램을 활용하여, 일원배치분산에 필요한 유의수준 ( $p=.05$ ), large Effect Size( $f=.40$ ), 코엔이 제안한 법칙에 따라 검정력 ( $power=.80$ ), 변수는 총 3개를 기준하여 설정하였을 때, 최소 표본수가 66명이며, 피어슨의 상관분석 필요한 대립가설( $p=.5$ ), 유의수준( $p=.05$ ), 검정력( $power=.80$ )로 설정하였을 때, 최소 표본수가 29명으로 나타났으며 본 연구와 비슷한 적정 표본수를 충족하는 것으로 분석되었다[Fig. 2].

개인정보 수집·이용·제공 동의서 (자필문 기재)

개인정보 수집·이용·제공 동의서			
정보 부재	성명 (생년월일)	성 별	전화번호 이메일주소
	김○○	남	010-○○○○-○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○○○○○○○

■ 개인정보 수집·이용에 관한 동의  
 1. 개인정보보호법 제 15조에 따라 학생수의 부상방지 및 경기력 향상과 일반학생들의 건강활동을 위하여 대안으로서 시행된 '전라남도 선학 건강활동 지원 프로그램'과 관련하여 귀하의 개인정보를 수집·이용하고자 하오니 동의해 주시기 바랍니다.  
 2. 개인정보의 수집·이용 목적: 건강활동 지원 프로그램의 진행과 건강활동 지원사업의 진행을 위하여  
 3. 개인정보 보유 및 이용 기간: '전라남도 선학 건강활동 지원 프로그램' 종료일까지  
 4. 귀하의 본 건 건강활동 지원 프로그램과 관련하여 귀하의 개인정보 수집·이용에 대하여 거부할 권리가 있으며, 동의할 거부할 경우, (프로그램 진행에 관한 안내, 건강정보 및 평가정보 등) 불이익을 받을 수 있습니다.

동의함  동의안함

■ 개인정보 제공에 관한 동의  
 1. 개인정보보호법 제 17조 및 제 18조에 따라 '건강활동 지원 프로그램'과 관련하여 귀하의 개인정보를 대한 대안으로서 시행된 '전라남도 선학 건강활동 지원 프로그램'과 관련하여 귀하의 개인정보를 제공하고자 하오니 동의해 주시기 바랍니다.  
 2. 개인정보를 제공하는 자: 전라남도교육청, 대한민국체육진흥재단, 건강활동 지원사업  
 3. 개인정보를 제공하는 자의 개인정보 보유 및 이용 기간: '전라남도 선학 건강활동 지원 프로그램' 종료일까지  
 4. 귀하의 본 건 건강활동 지원 프로그램과 관련하여 귀하의 개인정보 수집·이용에 대하여 거부할 권리가 있으며, 동의할 거부할 경우, (프로그램 진행에 관한 안내, 건강정보 및 평가정보 등) 불이익을 받을 수 있습니다.

동의함  동의안함

목포 M 고등학교  
 2021년 11월 25일  
 동의인 김○○ (서명/인)

Fig. 1. A written consent of the program

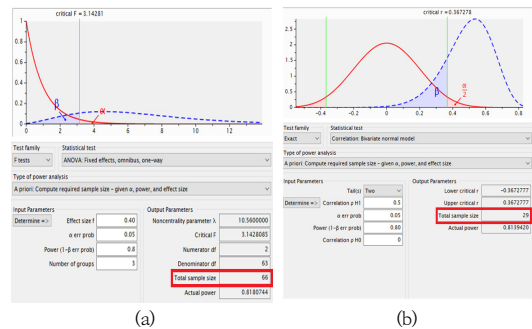


Fig. 2. Gpower analysis  
 (a) one-way ANOVA Gpower  
 (b) Pearson's correlation analysis Gpower

## 2.2 연구방법

### 2.2.1 체질량 및 다리길이 측정

모든 운동선수들을 대상으로 체중과 신체적 특성을 분석하였다. 체지방을 측정하기 위해 생체 전기 인피던스 장비(InBody H20, InBody, Korea)를 이용하였고, 신장을 측정하기 위하여 자동 신장 측정기(DS-103, Dong Sahn Jenix, Korea)을 이용하였으며, 다리 길이는 Fig. 3과 같이 연구대상자를 반듯이 눕게 하고 안쪽 복사뼈에서 위앞엉덩뼈가시(ASIS; anterior superior iliac spine, 이하 ASIS)까지의 길이를 줄자로 측정하였고, 모든 운동선수들에게 플랫폼에서 발을 올려놓은 상태를 유지한 상태에서, 플랫폼에서 발이 떨어지지 않도록 주의 사항 및 측정 방법을 주지시킨 후 왼쪽과 오른쪽 발을 번갈아 가면서 3회 실시하여 평균값을 채택하였다. 평가시 중심을 잃거나, 다시 처음의 시작 자세로 돌아오지 못하는 경우나, 발이 땅에 닿거나, 발판을 발로 차는 경우에는 파울로 간주하였고 0점으로 평가하였다. 연구대상자를 반듯이 눕게 하고 ASIS 까지 다리 길이를 줄자로 측정하였다[31-34]. 다리 길이 측정 시 첫 번째, 테이블 위에 양말과 신발을 벗은 상태로 반듯이 눕게 하였다. 두 번째, 마치 서 있는 상태와 비슷하게 무릎을 구부리게 하였다. 세 번째, 테이블 바닥에 밀착된 엉덩이를 올린 후 원래 상태로 돌아가게 하였다. 네 번째, 무릎을 최대한 펴게 하였다. 다섯 번째, 오른쪽 다리에서 ASIS의 가장 아래쪽 원위 부위 표면을 측정하여 "0" 선으로 정렬하여 줄자로 측정하였다. 여섯 번째, 측정값은 0.5 cm까지 기록하였다[34].

### 2.2.2 와이벨런스 검사 평가방법

본 연구의 주요 평가 요소의 와이벨런스 평가 값은

Professional Y-balance test Kit(Functional movement system, USA)를 이용하여 평가를 진행하였다. 평가 방법은 앞쪽[Fig. 4a], 뒤안쪽[Fig. 4b], 뒤가쪽[Fig. 4c]를 순서적으로 평가 후 각각의 점수를 모두 더한 값에 모든 운동선수들의 다리 길이를 3배수 곱한 값으로 나누고, 100을 곱하여 복합점수(composite score)로 분석하였다. Composite Score(복합점수) 평가는(앞쪽+ 뒤안쪽+ 뒤가쪽) $\times$ 100/(3 $\times$ 다리길이) 공식을 이용해 와이밸런스 검사 후 평가하였다[31-34].



Fig. 3. Measurement of Leg Length

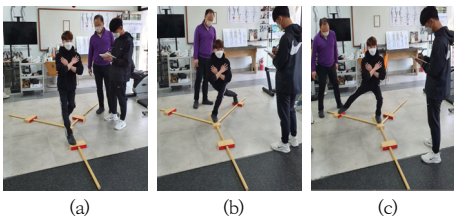


Fig. 4. Evaluation of Y-balance

(a) Evaluation of anterior area (b) Evaluation of posteromedial area (c) Evaluation of posterolateral area

### 2.2.3 자료처리

본 연구에서 자료의 처리는 연구대상자의 적절한 표본 수를 산정하기 위하여 Gpower 3.1 프로그램을 이용하였으며, 통계 프로그램(SPSS 21.0 for Window, SPSS Inc., Chicago IL, USA)을 이용하여, 세 그룹 각각 와이밸런스 검사 평가 후 평균값과 표준편차를 산출하였고, 그룹 간 차이를 알아보기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)법을 사용하였다. 그룹 간 차이에 대한 사후검정은 Tukey법을 사용하였다. 유의수준은  $p=0.05$ 로 설정하였다. 또한, 와이밸런스 검사 후 변수들과 다리 길이와의 상관관계를 알아보기 위해 피어슨의 상관분석(Pearson's correlation analysis)을 사용하여

분석하였으며, 유의수준은  $p=0.05$ 로 설정하였다.

## 3. 결과

### 3.1 종목 간 연구대상자의 신체적 특성의 동질성 여부

연구대상자를 대상으로 신체적 특성을 측정된 결과 무안군 M 고등학교 핸드볼 운동선수들은 나이  $18.57 \pm 0.67$ 세, 몸무게  $67.34 \pm 5.37$  kg, 키  $175.48 \pm 6.24$  cm, 체질량 지수  $19.57 \pm 4.14$   $\text{kg}/\text{m}^2$ , 몸의 지방분포  $29.51 \pm 5.21$  %, 다리 길이  $88.90 \pm 4.42$  cm로 측정되었고, 목포시 M 공업고등학교 축구 운동선수들은 나이  $18.04 \pm 0.75$ 세, 몸무게  $69.54 \pm 8.25$  kg, 키  $169.79 \pm 7.21$  cm, 체질량 지수  $18.24 \pm 3.25$   $\text{kg}/\text{m}^2$ , 몸의 지방분포  $25.89 \pm 6.25$  %, 다리 길이  $87.14 \pm 4.84$  cm로 측정되었고, 목포 M 여상 고등학교 배구 운동선수들은 나이  $18.36 \pm 0.76$ 세, 몸무게  $61.84 \pm 8.51$  kg, 키  $178.79 \pm 10.49$  cm, 체질량 지수  $19.67 \pm 7.25$   $\text{kg}/\text{m}^2$ , 몸의 지방분포  $27.81 \pm 6.35$  %, 다리 길이  $89 \pm 5.04$  cm로 측정되었다. 핸드볼, 축구, 배구 운동선수들의 동질성 검사 결과 나이( $F=0.097$ ,  $p=0.908$ ), 몸무게( $F=1.059$ ,  $p=0.352$ ), 키( $F=0.745$ ,  $p=0.478$ ), 체질량 지수( $F=0.261$ ,  $p=0.771$ ), 몸의 지방분포( $F=0.613$ ,  $p=0.545$ ), 다리 길이( $F=1.227$ ,  $p=0.300$ )로 측정되었으며, 유의한 차이를 보이지 않았으므로 세종목 간 동질성을 확인할 수 있었다 [Table 1].

### 3.2 종목 간 왼쪽 유연성과 평형성 비교

Table 2와 같이 와이밸런스 앞쪽 평가 수치 비교 결과 핸드볼 운동선수들은  $59.57 \pm 8.16$  cm, 축구 운동선수들은  $55.17 \pm 5.89$  cm, 배구 운동선수들은  $60.84 \pm 5.63$  cm로 유의한 차이를 보였고, 뒤가쪽 평가 수치 비교 결과 핸드볼 운동선수들은  $90.52 \pm 8.63$  cm, 축구 운동선수들은  $93.17 \pm 7.93$  cm, 배구 운동선수들은  $92.63 \pm 5.21$  cm로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 뒤 안쪽 평가 수치 비교 결과 핸드볼 운동선수들은  $89.61 \pm 6.26$  cm, 축구 운동선수들은  $94.42 \pm 6.70$  cm, 배구 운동선수들은  $91.47 \pm 4.53$  cm로 유의한 차이를 보였으며, 복합점수 평가 수치 비교 결과 핸드볼 운동선수들은  $90 \pm 6.96$  %, 축구 운동선수들은  $92.94 \pm 6.85$  %, 배구 운동선수들은  $91.93 \pm 5.43$  %로 유의한 차이를 보이지 않았다.

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

Variables	Group	HB(n=21)	FB(n=24)	BB(n=19)	F	p`
		M±SD	M±SD	M±SD		
Age (years)		18.57±0.67	18.04±0.75	18.36± 0.76	.097	.908
Weight (Kg)		67.34±5.37	69.54±8.25	61.84± 8.51	1.509	.352
Height (cm)		175.48±6.24	169.79±7.21	178.79± 0.49	.745	.478
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )		19.57±4.14	18.24±3.25	19.67± 7.25	.261	.771
Body fat (%)		29.51±5.21	25.89±6.25	27.81± 6.35	.613	.545
Leg length (cm)		88.90±4.42	87.14±4.84	89± 5.04	1.227	.300

`p: one-way ANOVA, HB: Handball, FB: Football, BB: Ballyball

Table 2. Comparison of Y-balance between groups

Variables		Major	M±SD	df	F	p`	post-hoc``
Lt.	anterior(cm)	<sup>1</sup> HB(n=21)	59.57±8.16	2	3.556	.035	2, 1 < 1, 3
		<sup>2</sup> FB(n=24)	55.71±5.89				
		<sup>3</sup> BB(n=19)	60.84±5.63				
	posterolateral(cm)	<sup>1</sup> HB(n=21)	90.52±8.63	2	.755	.474	
		<sup>2</sup> FB(n=24)	93.17±7.93				
		<sup>3</sup> BB(n=19)	92.63±5.21				
	posteromedial(cm)	<sup>1</sup> HB(n=21)	89.61±6.26	2	3.687	.031	1, 3 < 3, 2
		<sup>2</sup> FB(n=24)	94.42±6.70				
		<sup>3</sup> BB(n=19)	91.47±4.53				
	composite score(%)	<sup>1</sup> HB(n=21)	90±6.96	2	1.162	.320	
		<sup>2</sup> FB(n=24)	92.94±6.85				
		BB(n=19)	91.93±5.43				
Rt.	anterior(cm)	<sup>1</sup> HB(n=21)	59.52±7.19	2	3.244	.046	2, 1 < 1, 3
		<sup>2</sup> FB(n=24)	56.71±5.06				
		<sup>3</sup> BB(n=19)	61.53±6.47				
	posterolateral(cm)	<sup>1</sup> HB(n=21)	90.09±9.91	2	3.102	.057	
		<sup>2</sup> FB(n=24)	95.67±6.44				
		<sup>3</sup> BB(n=19)	91.63±6.99				
	posteromedial(cm)	<sup>1</sup> HB(n=21)	87.95±6.53	2	15.799	.000	3, 1 < 2
		<sup>2</sup> FB(n=24)	96.33±6.93				
		<sup>3</sup> BB(n=19)	87.26±3.74				
	composite score(%)	<sup>1</sup> HB(n=21)	89.18±6.99	2	5.871	.005	1, 3 < 2
		<sup>2</sup> FB(n=24)	94.97±5.98				
		<sup>3</sup> BB(n=19)	90.19±5.02				

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

### 3.3 종목 간 오른쪽 유연성과 평형성 비교

Table 2와 같이 와이밸런스 앞쪽 평가 수치 비교 결과 핸드볼 운동선수들은  $59.52 \pm 7.19$  cm, 축구 운동선수들은  $56.71 \pm 5.06$  cm, 배구 운동선수들은  $61.53 \pm 6.47$  cm, 뒤가쪽 평가 수치 비교 결과 핸드볼운동선수들은  $90.09 \pm 9.91$  cm, 축구 운동선수들은  $95.67 \pm 6.44$  cm, 배구 운동선수들은  $91.63 \pm 6.99$  cm, 뒤 안쪽 평가 수치 비교 결과 핸드볼 운동선수들은  $87.95 \pm 6.53$  cm, 축구 운동선수들은  $96.33 \pm 6.93$  cm, 배구 운동선수들은  $87.26 \pm 3.74$  cm, 복합점수 평가 수치 비교 결과 핸드볼 운동선수들은  $89.18 \pm 6.99$  %, 축구 운동선수들은  $94.97 \pm 5.98$  %, 배구 운동선수들은  $90.19 \pm 5.02$  %로 오른쪽 모든 부위에서 유의한 차이를 보였다.

### 3.4 종목 간 사후 검증 결과

Table 2와 같이 종목별 와이밸런스 평가 결과를 토대로 종목 간 사후 검증 결과 왼쪽 부위 앞쪽(F=3.556, p=.035)은 축구, 핸드볼, 배구 운동선수들순으로 점수가

높았고, 뒤안쪽(F=3.687, p=.031)은 핸드볼, 배구, 축구 운동선수들 순으로 점수가 높았으며, 뒤가쪽과 복합점수는 유의한 차이가 보이지 않았다. 오른쪽 부위 앞쪽(F=3.244, p=.046)은 축구, 핸드볼, 배구 운동선수들 순으로 점수가 높았고, 뒤안쪽(F=15.799, p=.000)은 배구, 핸드볼, 축구 운동선수들 순으로 점수가 높았고, 복합점수(F=5.871, p=.005)는 핸드볼, 배구, 축구 운동선수들 순으로 점수가 높았으며, 뒤가쪽은 유의한 차이를 보이지 않았다.

### 3.5 와이밸런스 평가 수치와 다리 길이와의 상관관계 분석

Table 3과 같이 와이밸런스 평가 부위와 다리길이와의 상관관계 분석 결과 다리길이는 왼쪽 앞쪽(r=.411, p=.001), 왼쪽 복합점수(r=.492, p=.000), 오른쪽 앞쪽(r=.513, p=.000), 오른쪽 뒤가쪽(r=.279, p=.025), 오른쪽 복합점수(r=.440, p=.000)에서 유의한 상관관계를 보였다.

Table 3. Correlation analysis between Y-balance evaluation value and leg length

	LL	LA	LPL	LPM	LCM	RA	RPL	RPM	RCM
<sup>1</sup> LL	1								
<sup>2</sup> LA	.411	1							
\`p	.001								
<sup>3</sup> LPL	.214*	.389*	1						
\`p	.090	.001							
<sup>4</sup> LPM	.038	.079	.637*	1					
\`p	.763	.535	.000						
<sup>5</sup> LCM	.492*	.287	.651*	.632*	1				
\`p	.000	.535	.000	.000					
<sup>6</sup> RA	.513*	.851*	.379*	.121	.153	1			
\`p	.000	.000	.002	.340	.227				
<sup>7</sup> RPL	.279*	.336*	.807*	.677*	.508*	.423*	1		
\`p	.025	.007	.000	.000	.000	.000			
<sup>8</sup> RPM	.008	.106	.467*	.647*	.389*	.016	.621*	1	
\`p	.950	.404	.000	.000	.001	.900	.000		
<sup>9</sup> RCM	.440*	.117	.545*	.599*	.828*	.171	.668*	.703*	1
\`p	.000	.355	.000	.000	.000	.176	.000	.000	

\`p: Pearson's correlation analysis, <sup>1</sup>Left Leg Length, <sup>2</sup>Left Anterior, <sup>3</sup>Left PosteroLateral, <sup>4</sup>Left PosteroMedial, <sup>5</sup>Left Composite Score, <sup>6</sup>Right Leg Length, <sup>7</sup>Right PosteroLateral, <sup>8</sup>Right PosteroMedial, <sup>9</sup>Right Composite Score

#### 4. 논의

본 연구는 핸드볼, 축구, 배구 고등학교 구기종목 운동선수들의 신체적 특성과 와이밸런스 검사를 통한 종목간 평형성과 유연성을 비교 분석한 후 사후검증을 실시하여, 부상 예측과 평형성 및 유연성의차이를 분석하였고, 와이밸런스 평가 시 가장 중요한 신체적 요소인 다리 길이와 와이밸런스 평가 부위와의 상관관계를 분석하였다.

본 연구대상자의 표본의 적정수를 산정하기 위하여 다양한 t 테스트, F 테스트,  $\theta^2$  테스트, z 테스트 및 몇 가지 정확한 테스트에 대한 통계 전력 분석을계산하는 GPower을 이용하였다. GPower를 사용하여 효과 크기를 계산하고 전력 분석 결과를 그래픽으로 표시할 수도 있다. 연구 대상이 되는 전체를 모집단이라고 하며, 이 모집단으로부터 추출한 일부를 표본이라고 한다[35]. 즉 표본은 모집단의 전형(typicality of a population)이자 모집단의 특성을 대변한다 할 수 있을 것이다[36]. 표본의 크기는 통계량을 토대로 모수를 추정하는 통계적 검정력에 유의한 영향을 미친다는 점을 고려할 때, 통계적 결론 타당도가 높은 의미 있는 연구가 되기 위해서는 적정 수준의 표본 수를 확보하는 것이 반드시 필요하다. 표본의 크기가 커질수록, 특히 연구대상자가 30 샘플 이상이 되면, 표본 평균의 분포가 정규분포를 이루기 때문에 통계적 추정과 관련된 모든 문제해결을 위해 정규분포가 갖는 특성들을 적용할 수 있다[35]. 통계적 결론 타당도에 중요한 영향을 미치는 것이 바로 표본크기이다. 통계적 결론 타당도를 높이기 위한 표본크기는 위에서 언급한 중심극한정리, 즉 표본의 크기가 30 샘플 이상이어야 한다는 것이 기본이 된다. 통계적 검정력 분석을 위해 기본적으로 이용하는 3가지 개념이 있는데, 이는 표본크기(sample size), 유의수준(significance criteria), 효과크기(effect size)이다[37]. 효과크기란 귀무가설이 기각되는 정도가 얼마나 큰지를 말하며, 각 집단평균의 서로 다른 정도를 측정하는 척도이며, 통계적 검정력 80%를 유지하기 위해서는 유의수준, 효과크기, 그리고 표본크기가 동시에 고려되어야 한다고 보고하였다[37]. Gpower를 이용한 적정 표본수는 일원배치분산분석을 위해 66명, 피어슨의 상관분석을 위해 29명으로 본 연구의 표본수인 64명과 비슷하게 적정 표본수를 충족하는 것으로 분석되었다.

와이밸런스 검사는 주로 왼쪽, 오른쪽 평형성과 복합 점수를 측정하기 위해 이용되고 있으며, 이를 토대로 선수들의 부상 예측 및 평형성을 판단하는데 이용되고 있

다[38]. 여러 연구에서 와이밸런스는 SEBT에 비하여 평형성과 유연성을 평가하는데 편리하고 간단하며, 객관적으로 평가할 수 있으며, 측정 방법들과의 상관관계가 존재한다는 연구 등이 많이 보고되고 있다[39-41]. 와이밸런스 검사는 앞쪽 평가를 통해 발목의 고유수용성 감각을 평가할 수 있으며[42], 뒤가쪽 평가를 통해 엉덩관절의 벌림 근력을 뒤안쪽 평가를 통해 엉덩관절의 펌 근력을 평가할 수 있다고 보고하였다[26,43]. 와이밸런스 검사 시 다음과 같은 사항은 꼭 주지해야 한다. 첫째, 검사 전 신발과 양말 착용 유무 확인해야 한다. 둘째, 평가 전 각 방향의 각 다리에 대해 연습 시험을 6회 실시해야 한다. 셋째, 플랫폼에서 준비 자세를 계속 유지해야 한다. 넷째, 매번 시행 후 라인 뒤에서 토우를 사용하여 시작 위치를 확인하도록 한다. 다섯째, 움직이는 동안 목표 부위의 도달 표시기에 발이 측정 상자의 빨간색 부위에 발을 터치하고 일정 시간 유지해야 한다. 여섯째, 리치 인디케이터 위에 발을 올려놓도록 해야 한다. 일곱째, 측정 후 발을 원래 위치로 반드시 돌아오도록 해야 한다. 일곱째 이동 시 코칭 하지 말고 필요한 경우 지침을 반복하는 것이 중요하다고 보고하였다[44].

와이밸런스 검사의 장점은 반복적으로 시행할 수 있으며, 일관된 테스트 결과를 산출할 수 있고, 최대 도달 범위의 인터레이터(Interrater) 검사-재검사 신뢰성이 있었으며, 연구 대상들 간 3가지 도달 방향(앞쪽, 뒤안쪽, 뒤가쪽)의 상관계수는 0.80~0.85이고 측정 표준 오차는 3.1~4.2 cm라고 보고하였다[25]. Plisky 등[38] 및 Faigenbaum 등[39]은 초등학생 축구 운동선수들 평가 시 재검사의 신뢰성이 우수하다고 보고하였다.

와이밸런스 검사를 통해 부상 예측 능력을 연구하였는데, 선행연구에서 SEBT 평가 결과를 복합점수가 89% 미만인 대학생 축구 선수의 부상 확률이 37.7%에서 68.1%로 증가하였고, 대학 미식축구 선수들을 대상으로 전향적 코호트 연구한 결과 복합점수가 89.6% 이하 기록한 선수들의 부상 위험성이 3.5배 높았고, 복합점수가 89% 이하일 경우 부상의 위험성이 5배 이상 증가한다고 보고하였다[27]. 남·여 고등학교 농구 선수들이 시즌을 시작할 때부터 시즌을 진행할 동안 와이밸런스 평가 점수를 계속적으로 추적한 결과, 앞쪽 및 복합점수의 도달거리가 양쪽 4 cm 이상 차이가 있을 경우 부상의 위험성이 증가한다고 보고하였다[26]. 와이밸런스 평가 점수를 바탕으로 전향적 코호트 실시한 결과 100명의 남녀 대학 축구 운동선수들의 앞쪽 도달거리 평가 결과 비대칭이 존재한 경우 6배 이상 부상의 위험성이 존재한다고

보고하였다[40].

기능적 움직임(FMS)과 와이벨런스 검사는 환자의 스포츠 복귀 준비를 평가하는 가능한 객관적 도구이며, 임상적으로 치료된 많은 대상자들을 반복적으로 측정할 수 있다[41]. 이를 통해 부상을 경험한 운동선수들의 복귀를 위한 추가적인 도구로 사용될 뿐만 아니라, 앞쪽 도달 범위의 평가 수치가 부상 후 운동 복귀 시 운동선수들의 경기력을 위한 운동 기능성과 관련이 있다고 보고하였다[43]. 13개 대학 운동선수들 184명을 대상으로 와이벨런스 평가 결과 13개 대학 스포츠와 그들의 경쟁 시즌 동안 부상의 횟수가 증가하여, ROC 곡선을 적용한 결과 비대칭성이 4 cm를 초과(감도=59 %, 특이성=72 %)한 경우 부상의 예측을 위한 최적의 컷포인트로 판단하였다. 앞쪽 비대칭성은 비접촉 손상과 유의하게 관련이 있었으며, 이전 연구와 유사하게, 앞쪽 도달 비대칭이 4cm 이상 부상의 위험 요인이 있었으며, 남자 농구(n=9), 여자 농구(n=2), 남자 크로스컨트리 달리기(n=13), 여자 크로스컨트리 달리기(n=17), 남자 축구(n=68), 여자 골프(n=3), 남자 육상(n=7), 여자 육상 및 필드(n=3), 남자 테니스(n=5), 여자 테니스(n=5), 여자 배구(n=8), 여자 축구(n=27), 여자 테니스 수영/다이빙(n=17)의 여러 종목에서 복합점수를 바탕으로 부상 위험성의 컷포인트를 연령, 성별, 종목별로 연구한 결과 와이벨런스 검사 항목 중 한 방향의 컷 포인트로 부상을 예측할 수 없다고 보고하였다[45].

본 연구 결과 대상자의 신체적 특성에서 키, 몸무게, 나이, 체질량 지수, 몸의 지방 분포, 다리 길이에서 종목 간 대상자들의 일반적인 특성의 정규성을 보기 위해 일원배치분산분석을 한 결과 그룹 간 유의한 차이가 없었으므로 종목 간 동질성을 확인하였다. 종목 간 와이벨런스 평가 수치를 비교한 결과 왼쪽 앞쪽, 뒤안쪽과 오른쪽 앞쪽, 뒤안쪽, 복합점수에서 종목 간 유의한 차이를 보였으며, 사후 검증 결과 왼쪽, 오른쪽 앞쪽 부위에서는 배구 운동선수들의 유연성과 평형성이 가장 높았으며, 왼쪽 뒤안쪽, 오른쪽 뒤안쪽, 복합점수는 축구 운동선수들의 유연성과 평형성이 높았으며, 부상의 위험성이 감소됨을 확인할 수 있었다. 이는 Plisky 등[26]의 연구자료에서 앞쪽 및 복합점수의 도달거리가 양쪽 4 cm 양쪽 차이를 보이지 않은 점과 Butler 등[27]의 연구자료를 바탕으로 왼쪽과 오른쪽 복합점수가 89.6 % 이상을 기록함에 부상의 위험도가 떨어진다는 연구에서 확인할 수 있었다.

특히, 와이벨런스 검사방법은 반대쪽 다리로 가능한

한 멀리 뻗으면서 한쪽 다리 자세를 유지하면서 평가 시 각 목표지점에 다리 부분이 도달하는 거리가 중요한 요소이기 때문에 다리 길이를 측정할 필요가 있으며, 검사자마다 다리 길이 차이를 보정할 필요가 있으며, 이를 통해 다리 길이 차이에 따른 유연성과 평형성을 객관적으로 평가하기 위해 앞쪽, 뒤안쪽, 뒤가쪽의 점수를 모두 더한 값에 모든 운동선수들의 다리 길이 3배수 곱한 값으로 나누고, 100을 곱하여 복합점수를 퍼센트로 산출이 필요하다고 보고하였다[45]. 세 가지 도달 방향 중 일부 또는 모두에서 비대칭으로 값이 나오더라도 종합점수는 정상으로 측정될 수 있다. 또는, 세 가지 도달 방향 모두에서 비대칭이 없을 수 있지만 종합 점수는 낮은 점수로 측정될 수 있다. 앞쪽, 뒤가쪽, 뒤안쪽, 종합점수 평가항목 모두 매우 중요하며 그 중 어느 것이든 기준 미만의 점수는 유연성과 평형성에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다. 예를 들어 여자 대학 축구선수를 대상으로 와이벨런스 평가 결과 앞쪽, 뒤가쪽, 뒤안쪽은 정상범위임에도 불구하고, 종합점수가 비정상적으로 측정되었다. 이는 개인별로 다리의 길이가 상이하기 때문에 다리길이의 보정이 필요하다고 보고하였다[43]. 대학 축구선수들에게 다리 길이를 보정한 종합점수 89 % 이하인 선수들이 부상의 위험성이 높았고, 226명의 청소년 여자 축구선수를 대상으로 복합체력 운동군이 대조군보다 종합점수가 높아 부상의 위험성이 감소했다고 보고하였으며, 남·녀 고등학교 농구 선수들이 시즌이 시작될 때 와이벨런스 평가를 통해 다리의 평형성 및 유연성을 추적한 결과 시즌 내내 평가 결과 오른쪽과 왼쪽 4cm 비대칭과, 다리 길이를 보정한 종합점수 89 % 이하로 평가 될 시 다리 부상의 위험이 증가했다고 보고하였으며, 남자와 여자 고등학교 농구 선수들이 앞쪽 부분에서 4 cm 이상의 비대칭 발생 시 부상 위험이 증가했으며 종합 점수가 94 % 미만일 경우 부상을 입을 확률이 6배 더 높다고 보고하였다[24].

종합해보면, 운동선수들이 와이벨런스 평가 시 최대한 다리를 측정지점까지 뻗으면서 유연성 및 평형성을 평가하기 때문에, 평가자의 양쪽 다리 길이와 다른 선수와의 다리 길이 차이는 유연성과 평형성의 결합이 있을 것이라고 보고하였다[26,27,46]. 그러나, 다리 길이와 와이벨런스 평가 부위와의 상관관계에 대한 연구 자료는 미비한 실정이다. 이에, 본 연구에서 와이벨런스 평가 부위와 다리 길이와의 상관관계를 분석한 결과 왼쪽 앞쪽, 복합점수, 오른쪽 앞쪽, 뒤가쪽, 복합점수와 유의한 상관관계가 보임을 확인할 수 있었다. 부상을 예측할 수 있는 부



위인 앞쪽과 복합점수에서 양쪽 모두 다리 길이와의 상관관계를 확인할 수 있었다. 규격화된 와이벨런스 평가 시 운동선수들 개개인의 다리 길이 차이에 의해 평가 수치의 오류가 발생할 수 있기 때문에 다리 길이의 보정을 통한 복합점수를 꼭 측정해야 되며, 와이벨런스 평가 시 한쪽 발을 고정 시킨 다음 반대쪽 발을 최대한 뻗어 주어야 하기 때문에 다리 길이가 평가 수치에 많은 영향을 미칠 수 있는 점을 간과해서는 안될 것이다.

## 5. 결론

핸드볼, 축구, 배구 구기종목 운동선수들의 와이벨런스 평가 점수 비교 결과 왼쪽 앞쪽, 뒀안쪽, 오른쪽 앞쪽, 뒀안쪽, 복합점수에서 종목 간 유의한 차이를 확인할 수 있었고, 사후 검증 결과 오른쪽, 왼쪽 앞쪽은 배구 운동선수들이 왼쪽 뒀안쪽, 오른쪽 뒀안쪽, 복합점수에서 축구 운동선수들이 다른 종목에 비해 유연성과 평형성이 높음을 확인할 수 있었다. 앞쪽 부위의 양쪽 차이가 4 cm 미만이며, 양쪽 복합점수가 89 % 이상을 보인 것은 부상의 위험성이 떨어질 수 있다는 것을 추측할 수 있었다. 각 종목 운동선수들의 개인별 다리 길이와 와이벨런스 평가 부위와의 상관관계를 조사한 결과 왼쪽 앞쪽, 복합점수, 오른쪽 앞쪽, 뒀가쪽, 복합점수와 유의한 상관관계가 보임을 확인할 수 있었다. 특히, 유연성과 평형성의 향상을 통해 부상의 위험도를 줄일 수 있는 부위인 앞쪽과 복합점수가 양쪽 모두 상관관계를 보였다.

## 6. 제언

향후 연구에서는 고등학교 운동선수들 이외에 초등학교, 중학교, 대학교, 일반인을 대상으로 평형성과 유연성을 향상 시킬 수 있는 운동프로그램을 적용하여 적용 전과 후의 다리 길이와 상관관계를 조사하여 적용 후 다리 길이와 평가 부위와의 상관관계 변화 여부와 평형성과 유연성의 차이에 대한 연구가 필요할 것이다.

## References

[1] G. Cook, P. Plisky, FMS: move Well, move often-YBT, p.30, Functional Movement Systems Online, 2015, p.3

[2] H. B. Kim, S. Y. Kweon, "Exploring the meanings of injury experiences among college soccer players", *Korean Society for the Sociology of Sport*, Vol.26, No.1, pp.107-124, May. 2013.

[3] 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%2F036354659101900206>

[4] C. B. Corbin, R. P. Pangrazi, B. D. Franks, "Definitions: Health, fitness and physical activity", *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*, Vol.3, No.9, Mar. 2000.

[5] E. Cumps, E. Verhagen, E. R. Meeusen, "Efficacy of a sports specific balance training programme on the incidence of ankle sprains in basketball", *Journal of Sports Science & Medicine*, Vol.6, No.2, pp.212, Jun. 2007.

[6] A. S. Pollock, B. R. Durward, P. J. Rowe, J. P. Paul, "What is balance?", *Clinical Rehabilitation*, Vol.14, No.4, pp.402-406, Aug. 2000.  
DOI: <https://doi.org/10.1191%2F0269215500cr342oa>

[7] L. J. DiStefano, D. A. Padua, J. T. Blackburn, W. E. Garrett, K. M. Guskiewicz, S. W. Marshall, "Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children", *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol.24, No.2, pp.332-342, Feb. 2010.  
DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181cc2225>

[8] A. Dunsky, I. Barzilay, O. Fox, "Effect of a specialized injury prevention program on static balance, dynamic balance and kicking accuracy of young soccer players", *World Journal of Orthopedics*, Vol. 8, No.4, p.317, Apr. 2017.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5312/wjo.v8.i4.317>

[9] M. Fredericson, T. Moore, "Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle-and long-distance runners", *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, Vol.16, No.3, pp.669-689, Aug. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2005.03.001>

[10] C. Hrysomallis, "Relationship between balance ability, training and sports injury risk", *Sports Medicine*, Vol.37, No.6, pp.547-556, Dec. 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200737060-00007>

[11] 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*, Vol.45, No.2, p.183, Jun. 2005.

[12] A. Hedrick, "Dynamic flexibility training", *Strength & Conditioning Journal*, Vol.22, No.5, p.33, Oct. 2000.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/00126548-200010000-00010>

[13] 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>
- [14] T. W. Worrell, D. H. Perrin, B. M. Gansneder, L. H. Gieck, "Comparison of Isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and non injured athletes", *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 13, No.3, pp.118-125, Mar. 1991.  
DOI: <https://www.iospt.org/doi/10.2519/iospt.1991.13.3.118>
- [15] J. M. Park, J. H. Lee, "The effects of core exercises on the Balance abilities and FMS(Functional Movement Screen) of Female College Jumping Players in Athletics", *The Korean Society of Sports Science*, Vol. 26, No. 1, pp.1087-1097, Feb. 2017.  
DOI: <http://doi.org/10.35159/kjss.2017.02.26.1.1087>
- [16] Y. J. Lee, *Effects of Balance Training on SEBT and Motor Skill Fitness of Middle School Students in Badminton Club*, Master's thesis, Korea National university of education, cheongju, korea, pp.50-53, 2019.
- [17] S. T. Jung, S. Y. Jae, W. H. Park, H. S. Kim, Y. T. Lee, G. H. Hwang, "Effects of the Proprioceptive Exercises on Isokinetic Strength and Postural Control", *Journal of korean academy of rehabilitation medicine*, Vol.28, No.2, pp.151-156, Aug. 2004.
- [18] S. H. Cha, J. S. Kim, "The Effects of Balance Exercises on Functional Ankle Stability with Ankle Sprained Patients", *KINESIOLOGY*, Vol. 11, No.2, pp.73-83, Jun. 2009.
- [19] 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/pti/76.6.576>
- [20] 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>
- [21] 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>
- [22] 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/pti/82.2.128>
- [23] 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, pp. 955, Dec. 2015.
- [24] G. Cook, P. Plisky, FMS: move Well, move often-YBT, p.30, Functional Movement Systems Online, 2015, p.4
- [25] S. W. Shaffer, D. S. Teyhen, C. L. Lorenson, R. L. Warren, C. M. Koreerat, C. A. Straseske, J. D. Childs, "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>
- [26] P. J. Plisky, M. J. Rauh, T. W. Kaminski, F. B. Underwood, "Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players", *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, Vol.36, No.12, pp.911-919, Jul. 2006.
- [27] 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, Sep. 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1177%2F1941738113498703>
- [28] C. A. Smith, N. J. Chimera, M. Warren, "Association of y- balance test reach asymmetry and injury in division I athletes", *Medicine and science in sports and exercise*, Vol.47, No.1, pp.136-141, Jan. 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000380>
- [29] M. E. Lehr, P. J. Plisky, R. J. Butler, M. L. Fink, K. B. Kiesel, F. B. Underwood, "Field-expedient screening and injury risk algorithm categories as predictors of non contact lower extremity injury" *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Vol.23, No. 4, pp.e225-232, Aug. 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.12062>
- [30] S. J. Kim, H. J. Nam, J. G. Kim, H. S. Nho, "Characteristics of Lipid Metabolism during and after a Bout of Prolonged Exercise in Two Types of Obese Women", *Korea Institute of Sport Science*, Vol.24, No.3, pp.428-435, 2013.  
DOI: <http://doi.org/10.24985/kjss.2013.24.3.428>
- [31] 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/jkpt.2020.32.4.203>
- [32] 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>
- [33] 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>

[34] G. Cook, P. Plisky, FMS: move Well, move often-YBT, p.30, Functional Movement Systems Online, 2015, p.10

[35] B. M. Williams, W. H. Williams, A sampler on sampling-Wiley Series in Probability and Statistics - Applied Probability and Statistics Section(1st ed). p254, Wiley Press, 1978.  
DOI: <https://doi.org/10.1002/bimi.4710350713>

[36] F. N. Kerlinger, H. B. Lee, Foundations of behavioral research(4th ed.), p.890, Harcourt Brace or Harcourt Press, 2000.

[37] J. Cohen, Statistical power analysis for the behavioral science(7th ed), p.559, New York: Academic Press, 1988.

[38] P. J. Plisky, P. P. Gorman, R. J. Butler, K. B. Kiesel, F. B. Underwood, B. Elkins, "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.

[39] A. D. Faigenbaum, G. D. Myer, I. P. Fernandez, E. G. Carrasco, N. Bates, A. Farrell, N. A. Ratamess, J. Kang, "Feasibility and reliability of dynamic postural control measures in children in first through fifth grades", *International journal of sports physical therapy*, Vol.9, No.2, pp.140-148, Apr. 2014.

[40] G. Cook, P. Plisky, FMS: move Well, move often-YBT, p.30, Functional Movement Systems Online, 2015, p.13

[41] L. Sun, D. E. Lin, J. Fan, T. J. Gil, "Editorial: Functional testing in the assessment of return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction", *Annals of translational medicine*, Vol.3, No.16, pp.225, Sep. 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.3978/j.issn.2305-5839.2015.07.09>

[42] J. C. Garrison, J. M. Bothwell, G. Wolf, S. Aryal, C. A. Thigpen, "Y Balance Test Anterior Reach Symmetry at Three Months Is Related to Single Leg Functional Performance at Time of Return to Sports Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction", *International journal of sports physical therapy*, Vol.10, No.5, pp.602-511, Oct. 2015.

[43] 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.

[44] G. Cook, P. Plisky, FMS: move Well, move often-YBT, p.30, Functional Movement Systems Online, 2015, p.11

[45] C. A. Smith, N. J. Chimera, M. Warren, "Association of y balance test reach asymmetry and injury in division I athletes", *Medicine and science in sports and exercise*. Vol.47, No.1, pp.136-141, Jan. 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000380>

[46] G. Cook, P. Plisky, FMS: move Well, move often-YBT, p.30, Functional Movement Systems Online, 2015, p.13-46

윤 종 혁(Jong-Hyuk Yun)

[정회원]



- 2013년 8월 : 세한대학교 보건대학원(보건학 석사)
- 2019년 2월 : 세한대학교 일반대학원(물리치료학 박사)
- 2021년 6월 ~ 현재 : 목포성심요양병원 재활치료센터장

<관심분야>

물리치료학, 운동학, 스포츠재활학

김 철 승(Chul-Seung Kim)

[정회원]



- 1998년 7월 ~ 2007년 8월 : 순천성가톨릭병원 신경생리기능검사실 주임기사
- 2011년 8월 : 순천대학교 생물학 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

강 양 훈(Yang-Hun Kang)

[정회원]



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

<관심분야>

의료융복합, 물리치료학, 신경해부생리학