

융복합적 신체안정화운동이 고등학교 축구선수의 시각반응속도와 기능적 움직임, 균형 및 폐활량에 미치는 영향

서연순¹, 송인영¹, 윤종혁^{2*}

¹목포과학대학교 물리치료학과 교수, ²세한대학교 물리치료학박사

Effect of convergence body stabilization exercise on the visual response speed and functional movement, balance, and vital capacity of High School Football Players.

Yeon–Soon Seo¹, In–Young Song¹, Jong–Hyuk Yoon^{2*}

¹Professor, Department of Physiotherapy, Mokpo Science University

²Ph.D., Department of Physiotherapy, Sehan University

요 약 본 연구의 목적은 고등학교 남자 축구선수 24명을 대상으로 10주간 신체안정화운동 프로그램 중재 후 기술 체력에 미치는 영향을 규명하는 것이다. 블레이즈포드로 시각반응속도 검사를 시행한 결과 위팔, 왼발, 오른발의 15초간 반응횟수와 반응시간($p<0.001$)은 유의하게 증가하였다. 기능적 움직임 평가하기 위해 7가지 동작의 향상 여부 평가 결과 허들건너기($p<0.001$), 능동적평다리올리기($p=0.022$) 동작이 유의하게 향상되었다. 균형능력을 평가하기 위해 와이발런스 평가결과 양쪽 복합점수($p<0.001$)가 유의하게 향상하였다. 기동력과 근지구력을 평가하기 위해 폐활량 측정 결과 노력성폐활량($p<0.001$)과 1초간 강제날숨량($p=0.003$)이 유의하게 향상되었다. 10주간 신체안정화운동 중재 후, 경기에 필요한 기술 체력인 순발력, 민첩성, 다리 근력, 다리의 안정성, 기동력, 근지구력을 효과적으로 향상할 수 있다는 결론을 얻었고, 이러한 기술체력의 향상은 축구선수들의 부상을 방지할 수 있으며, 경기력을 향상할 수 있을 것이다.

주제어 : 융복합적 신체안정화운동, 시각반응속도, 기능적 움직임, 와이발런스, 폐활량

Abstract The purpose of this study is to examine the effect of a 10-week body stability exercise program, which was conducted on 24 male football players. The result of the Visual Response Speed Test using BlazePod, showed a significant increase of the upper arms, left foot and right foot for 15 second in number of reactions and reaction time ($p<0.001$). As a result of evaluating whether or not 7 functional movements were improved in order to evaluate the functional movement screen, Hurdle Step ($p=0.001$) and Active Straight Leg Rise ($p=0.022$) movements were significantly improved. As a result of measuring the y-balance Test in order to evaluate the balance ability, composite score($p<0.001$) of both sides was significantly improved. The result of evaluating vital capacity, which was conducted to evaluate mobility and muscle endurance, showed a significant improvement in Forced vital capacity($p<0.001$) and Forced expiratory volume in 1.0($p=0.003$). In conclusion, a 10-week BSE program intervention in high school period, which can most improve the technical fitness necessary for the game in power, agility, leg strength, leg stability, mobility, and muscle endurance, will improve overall technical fitness, prevent football players from being injured and enhance their performance.

Key Words : Convergence body stabilization exercise, Visual response speed test, Functional movement screen, Y-balance Test, Forced vital capacity.

This paper was supported by Mokpo Science University Research Grant in 2021.

*Corresponding Author : Jong-Hyuk Yoon(4781004@naver.com)

Received October 26, 2021

Revised December 19, 2021

Accepted January 20, 2022

Published January 28, 2022

1. 서론

운동선수들은 경기를 준비하는 기간 또는 경기 중 각 운동형태에 맞는 신체의 형태학적 특징 및 요구하는 신체의 조건에 맞는 운동학적 특성의 향상을 통해 경기력이 향상될 수 있다. 이에, 팔, 다리의 운동능력을 강화하기 위해 코어 안정화훈련(core stabilization exercises, CSE)을 통한 신체 안정화훈련(Body Stability Exercise, BSE)이 필요하다[1]. 신체안정화 운동 중 주로 코어안정화 운동을 동시에 실시하여 코어근육 강화를 통해 몸통의 안정성을 유지한다[2]. 코어근육 강화는 몸통 주변의 안정성을 유지하기 위해 필요한 근육의 조절을 말하며, 관절에서의 큰 움직임이나 미세한 움직임을 조절할 수 있는 능력이 강화됨을 의미한다[3]. 코어근육은 척추에 지속적인 자극 없이 기능적인 활동을 원활하게 할 수 있도록 작용하는 몸통 측 척추, 배부위, 골반 등의 근육이며, 이 근육은 몸에서 모든 운동성과 힘이 발생하는 곳으로 신체를 움직일 시 중심을 유지한다[4].

축구선수는 대한축구협회에 등록된 남녀 팀을 합하여 26,197명이 등록되어 있을 정도로 널리 알려져 있고, 쉽게 접할 수 있는 대중적인 스포츠이다[5]. 또한, 나이와 상관없이 누구나 쉽게 접할 수 있고, 경기를 진행하면서 흥미를 느낄 수 있는 스포츠 종목이다[6]. 축구는 90분 동안 경기 중 지속적으로 움직여야 하는 운동이며, 슈팅, 패스, 근지구력이 필요하며, 순간적인 힘, 빠르고 정확한 패스, 상대 선수의 움직임을 주시하면서 게임 전체 흐름을 판단하는 능력, 공을 자유자재로 다루기 위한 동적 및 정적 평형감각 및 회전 등 협응력, 순발력 및 민첩성 등의 다양한 체력 요소들이 필요하다[7]. 축구 경기 시 승리를 위하여 체력적 요소인 비연속적, 간헐적, 고강도 체력 외에 민첩성, 순발력, 지구력 등의 중요성이 강조되고 있으며, 이러한 기술 체력들은 운동프로그램 중재를 통해 향상될 수 있지만, 적절한 시기와 연령에 맞는 개인적이며 과학적인 운동 프로그램을 통해 경기 시 필요한 일부 요인들은 발달시킬 수 있다고 보고하였다[8]. 축구 경기의 국내 많은 종목에서도 많은 연구 자료와 운동 프로그램 방법을 통해 향상된 경기력을 이루는데 많은 연구가 이루어져 있고, 현재 축구에서는 더욱더 기술과 강한 체력적 요소를 요구하고 있지만, 국내 축구선수들의 운동 프로그램은 아직 세계수준에 미치지 못하고 있는 실정이다[9]. 국내 선수들은 달리기, 10m 제자리멀리뛰기 등의 지루하고 단조로운 훈련프로그램을 이용하여 체력을 향상시키고 있는데, 이런 운동 프로그램은 선수들에게 있어

서 훈련의 동기 유발을 저하시킬 수 있으며, 결국 훈련의 효과가 저하된다[10].

안정적인 기능적 움직임을 유지하려면 허리뼈 주위 근육 강화가 필요하며, 특히 코어근육의 강화는 허리뼈 부위 손상을 효과적으로 예방할 수 있으며, 경기력의 향상도 기대할 수 있다[11]. 신체안정화 운동은 코어근육을 동시에 강화하는 운동프로그램으로 이를 통해 안정적으로 자세를 유지하고 조절할 수 있는 능력을 향상할 수 있다[12].

선행 연구들에서는 8주간 남자 대학생들을 대상으로 코어안정화훈련 중재 후 앉아 윗몸 앞으로 굽히기, 윗몸 일으키기, 배근력, 사이드 스텝에서 유의한 증가를 보였고[13], 여성 노인들을 대상으로 12주간 코어안정화 프로그램 중재 후 근력, 전신지구력, 유연성, 평형성이 유의하게 향상된 것을 보고하였다[14]. 여자 농구 선수들에게 12주간 코어안정화 프로그램 중재 후 경기 수행능력 및 체력 향상을[15], 12주간 초등학교 태권도 선수를 대상으로 코어안정화 프로그램 중재 후 유연성, 순발력, 근지구력, 근력이 유의하게 향상된 것을 보고하였다[16]. 많은 연구자들이, 부상 예방을 위한 BSE에 대해 연구를 진행하고 있으며, 성인클럽의 전문 운동선수들에 대한 대상 연구는 많으나, 청소년 선수를 대상으로 한 연구는 아직 미비한 실정이다. 우리나라의 유소년 시기 축구선수들은 부상의 위험이 높고 이를 예방하기 위한 프로그램의 적용이 적어 햄스트링, 힘줄, 무릎인대의 부상이 많이 발생한다[17-21]. 유소년 및 청소년시기의 축구선수가 운동이나 경기 중 다른 스포츠와 비교해서 손상의 빈도 및 부상의 심각성이 높고[22, 23], 특히, 경기 수행 시 다리의 부상 위험도가 점차적으로 증가하는데, 이는 경기 중 꼭 필요한 움직임을 수행하기가 어려워지고, 결국에는 경기에 참여하는 비율이 감소되어 경기력이 떨어지고, 최악의 경우 이른 시기에 운동을 그만두는 경우가 많다[17]. 이에, 부상을 방지하고, 축구 능력의 향상을 위해서 유소년 축구선수들을 위한 체계적인 운동 프로그램이 꼭 필요하며, 이를 통해 체력이 우수해지면 경기 중 부상의 위험률이 감소하고 경기력 향상을 기대할 수 있다[24, 25].

따라서 본 연구의 목적은 부상의 발생이 높고, 체계적인 운동프로그램이 필요한 청소년기 축구선수들을 대상으로 10주간 융복합적 신체 안정화운동을 적용한 후 체력에 미치는 영향을 규명하여 청소년기의 운동선수들과 지도자들에게 효율적이고 과학적인 훈련방법의 기초 자료를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 2019년 4월부터 2019년 10월까지 실시하였다. 연구의 대상자는 전남에 소재하고 있는 M 공업 고등학교 남자 축구 선수를 대상으로 하였고, 현재 근육뼈대계통의 부상에서 회복하지 않은 선수들은 제외하였다. 모든 대상자들에게 검사 전반에 대한 설명과 측정에 대한 정보를 충분히 알린 후 연구 참여에 동의한 24명을 선정하였다. 연구대상자의 자동 신장측정기(DS-103, Dong Sahn Jenix, Korea)로 신장을 측정하였으며, 생체 전기 임피던스 장비(InBody H20, InBody, Korea)을 이용하여 체지방율과 체중을 측정하였다. 연구대상자들의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of participants.

Characteristics	Value
Sex	Male
Age (yrs)	18.04±0.75
Height (cm)	169.79±7.21
Weight (kg)	69.54±8.25
BMI (kg/m ²)	18.24±3.25
Body fat (%)	25.89±6.25
Leg length (cm)	87.41±4.84

BMI:Body Mass Index

2.2 측정 항목 및 자료 처리

본 연구는 10주간 융복합적 BSE 프로그램 중재 후 축구선수들의 기술 체력에 영향을 살펴보기 위해 모든 대상자들에게 중재 전과 중재 후 동일한 조건으로 시각반응속도측정(Visual Response Speed Test, VRST), 기능적 움직임 평가(Functional Movement Screen, FMS), 신체균형능력평가(Y-Balance Test, YBT), 폐활량(vital capacity, VC) 개인별로 평가를 실시하였고, 각 항목에 대한 평가를 실시하였다. 공통된 측정 방법에 대해 교육을 중재 전 실시 하였으며, 경험이 풍부하고 검사에 대해 정확히 인지하고 있는 3명의 평가자가 측정하였고, 1명의 평가자가 측정하는 동안 2명의 평가자는 실시간으로 측정의 과정을 확인하였다. 또한, 대상자와 보호자에게 중재 전 충분히 연구의 개요와 중재 방법에 대하여 충분히 설명하고, 실험 동의서를 작성하였다.

2.2.1 융복합적 BSE 방법

McGill & Karpowicz[26], Song 등[27]이 실시한 연구방법을 바탕으로 Table 1과 같이 10가지 동작으로 구성된 BSE 운동 프로그램을 시행하였고, 순차적으로 한 동작당 10회씩 반복하도록 하였으며, 한 동작당 12초씩 유지하도록 지시하였고, 총 2~3세트 운동을 시행하도록 하였다. 1세트당 20분 실시 후 5초간 휴식 시간을 두어 실시하였다. 총 소요 시간은 40분~60분 소요되었다. 실험은 총 10주간, 주 3회 실시하였고, BSE 프로그램 적용 전 5분간의 준비운동 시간을 두고 운동을 시행하였다.

2.2.2 VRST 평가 방법

VRST 측정은 블레이즈 포드(BlazePod, Play coyotta Ltd., Thailand)를 사용하여 측정했다. 순간 속도, 반사 신경 등의 특수한 능력을 측정할 수 있는 장비이다. 전문화된 반사 신경 및 순발력을 길러주는 순간 반사 운동(flash reflex exercise; FRX)을 기반으로 제작하였다[28]. VRST 전용 앱을 통해 대상자들의 기록을 정확하게 확인하였다. 본 연구에서는 BSE 프로그램 중재 전과 후에 블레이즈 포드 측정 장비를 이용하여 VRST 점수를 평가하였다. 측정을 위하여 블레이즈 포드 장치를 실험자가 보는 방향에서 삼각형 모양으로 배치하였고, 각 장치의 거리는 50 cm를 유지하였다. 위팔 측정은 네발 서기 자세에서 엎드린 상태로 유지하다가, 블레이즈 포드 장비 불빛이 들어오면 일어서서 오른쪽, 왼쪽 손을 번갈아 가면서 터치하는 방식으로 측정을 시행했다. 실시 후 15초 터치 횟수(number)와 15초 터치 시각 반응에 대한 반응 횟수(ms)로 평가하였다. 다리 측정은 선 자세를 유지하다가, 블레이즈 포드 장비 불빛이 들어오면 왼발부터 측정을 시행했다. 위팔과 다리를 동일하게 측정할 수 있도록 위치가 표시된 측정 센서를 이용하여, 3회 측정 후 평균 수치를 구하였다[27, 29-32].

Table 2. 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 FMS 방법

FMS 검사를 위해 전용 키트(Functional Movement Screen Test Kit, Functional Movement Systems Inc, USA)가 사용되었다. FMS 동작 항목은 Table 3과 같이 7가지 동작을 순서로 진행하였다[30]. 본 연구에서는 대상자에게 충분히 평가 방법에 대해 설명하였고, 왼쪽과 오른쪽을 평가는 기본 지침에 따라 왼쪽부터 실시하였으며, 최종 결과에서 가장 적게 나온 점수를 기록하였다. FMS 점수는 0-3점을 부여했으며, 완벽한 동작을 수행하면 3점, 동작을 실행하나 완벽하지 못하면 2점, 동작 수행을 하지 못하면 1점, 통증을 호소하면 0점을 부여하였고, 각 동작의 만점은 총 21점이다. FMS 측정의 정확도를 높이기 위하여 공통된 측정 방법에 대해 교육을 중재 전 실시 하였으며, 경험이 풍부하고 검사에 대해 정확히 인지하고 있는 3명의 평가자 중 실시간으로 2명이 관찰하면서 측정, 평가하고 FMS를 점수화했다. 결과의 신뢰성 확보를 위하여 1명은 카메라 녹화와 동시에 기록을 정확하게 하기 위해 카메라 녹화를 동시에 실시하여, 결과의 신뢰성을 확보 하려고 하였고, 평가 후 녹화된 내용을 다시 시청하면서 검토를 진행하였다[27, 31-33].

Table 3. Functional Movement Screen Test

No	Body stability exercise program
1	Deep Squat
2	Hurdle Step
3	In-Line Lunge
4	Shoulder Mobility reaching
5	Active Straight Leg Raise
6	Trunk Stability Push-Up
7	Rotary Stability

2.2.4 YBT 측정 방법

YBT는 자세조절과 다리의 안정성을 향상하여, 유연성과 평형성을 동시에 검사할 수 있는 방법이다. 본 연구에서는 대상자에게 지지대에서 발이 떨어지지 않거나, 발이 유지가 되지 않도록 평가 방법 및 주의사항을 설명한 후 양쪽 발 모두 각각 3회 실시 후 평가 하였다. 평가 시 신발을 벗은 상태에서 원래의 위치로 돌아오지 못하거나, 중심을 잃거나, 발판을 발로 차거나, 발이 땅에 닿으면, 파울로 간주하였다. YBT에서는 뒤가쪽(posteriolateral), 뒤안쪽(posteriomedial), 앞쪽(anterior)의 평가 수치를 모두 더한 값을 대상자의 다리 길이(limb length)를 3배수 곱한 값으로 나누고, 100을 곱하여 복합점수

(composite score)로 분석하였다. 대상자의 다리 길이는 안쪽 복사뼈(medial malleolus)에서 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine, ASIS) 까지의 거리로 하였다. Composite Score= (Anterior + Posteriomdial + Posteriolateral)×100/(3 Limb Length) 식을 이용해 YBT를 측정하였다[27, 29-32].

2.2.5 VC 측정 방법

폐활량 측정하기 위해 Spirometer(Vitalograph Inc, United Kingdom)를 이용하여, BSE 중재 후 후 최대한으로 들숨을 진행한 후 빠르게 날숨 하는 동작을 통해 노력성폐활량(Forced vital capacity, FVC)을 측정하였고, 단위는 ml로 측정하여 퍼센트로 환산하였다. 정상 범위는 80% 이상으로 하였다. 시간폐활량(Forced expiratory volume in time, FEV_T) 중 용적-시간 곡선에서 대상자의 자발적인 노력을 통해 가능한 한 빠르게 최대 들숨 위치로부터 1초간 날숨 시킨 용적을 구하는 1초간 강제날숨량(Forced expiratory volume in 1.0, FEV_{1.0})을 측정하였다. 측정단위는 ml로 측정하여 퍼센트로 환산하였고, 정상 범위는 70% 이상으로 하였다[31-33, 34].

2.3 자료 분석 방법

본 연구에서 얻어진 자료는 통계프로그램(SPSS 21.0 for Window, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 통해 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. Shapiro-Wilk 검사를 통해 정규성 검정을 시행하였고, 정규성을 만족한 변인들의 훈련 전, 후 효과성을 검정하기 위해 모수 검정법인 대응 표본 t 검정(paired t-tast)을 실시하였고, 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

3. 결과

3.1 중재 후 VRST 결과

대상자들에게 10주간 BSE 중재 후 VRST 향상에 대한 결과는 Table 4와 같다. 팔을 15초 동안 터치한 횟수는 운동 중재 전 20.25 ± 3.44 회, 중재 후 21.17 ± 3.51 회로 유의하게 증가했고($p < 0.001$), 팔의 반응시간은 운동 중재 전 819.13 ± 164.27 ms, 중재 후 808.25 ± 164.45 ms로 반응시간이 유의하게 단축되었다($p < 0.001$). 왼쪽 다리의 15초 동안 터치 횟수는 운동 중재 전

20.17±1.95회, 중재 후 21.04±1.97회로 유의하게 증가했고 ($p<0.001$), 왼쪽 다리의 반응시간은 운동 중재 전 671.83±86.90 ms, 중재 후 664.17±87.88 ms로 반응시간이 유의하게 단축되었다($p<0.001$). 오른쪽 다리의 15초 동안 터치 횟수는 운동 중재 전 20.42±2.32, 운동 후 21.63±2.26회로 유의하게 증가를 했고($p<0.001$), 오른쪽 다리의 반응시간은 운동 중재 전 632.88±82.19 ms, 운동 후 623.13±80.65 ms로 반응시간이 유의하게 단축되었다($p<0.001$).

Table 4. Effects of 10-week body stability exercise program on agility (unit: time, ms)

Factor		Pre test	Post test	t	p
		Mean±SD	Mean±SD		
U/E	Touch for 15 seconds	20.25± 3.44	21.17±3.51	-5.791	.000*
	Reaction Time	671.83±86.27	664.25±86.45	4.838	.000*
Lt./L/E	Touch for 15 seconds	20.17±1.95	21.04±1.97	-6.307	.000*
	Reaction Time	671.83±86.90	664.17±87.88	4.319	.000*
Rt./R/E	Touch for 15 seconds	20.42±2.32	21.63±2.26	-8.210	.000*
	Reaction Time	632.88±82.19	613.13±80.65	5.855	.000*

* $p < 0.001$ U/E: Upper extremity, Lt./L/E: Left Lower extremity, Rt L/E: Right Lower extremity

3.2 중재 후 FMS 결과

대상자들에게 10주간 BSE 중재 후 FMS 향상에 대한 결과는 Table 5과 같다. 허들 건너기(Hurdle Step, HS) 동작은 운동 중재 전 1.50±0.51점, 중재 후 1.92±0.28점($p<0.001$), 능동적 펌 다리 올리기(Active Straight Leg Raise, ASLR) 동작은 운동 중재 전 1.50±0.51점, 중재 후 1.71±0.46점($p=0.022$)으로 유의하게 평가 점수가 향상 되었다. 깊게 쪼그려 뛰기(Deep Squat, DS) 동작은 운동 중재 전 1.58±0.50, 중재 후 1.67±0.48점($p=0.162$), 직선 내에서의 런지(In-Line Lunge, IL) 동작은 운동 중재 전 1.54±0.51점, 중재 후 1.58±0.50점($p=0.328$), 어깨 이동성 범위(Shoulder Mobility reaching, SMR) 동작은 운동 중재 전 1.62±0.49점, 중재 후 1.75±0.44점($p=0.266$), 몸통 안정성 팔굽혀펴기(Trunk Stability Push-Up, TSPU) 동작은 운동 중재 전 1.50±0.51점, 중재 후 1.62±0.49점($p=0.083$), 회전 안정성(Rotary Stability, RS) 동작은 운동 중재 전 1.67±0.48점, 중재 후 1.71±0.46점($p=0.575$)로 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 운동 중재 후 점수가 향상

했다. 총 점수는 운동 중재 전 10.92±0.77점, 중재 후 11.92±0.83점으로 유의하게 향상 되었다($p<0.010$).

Table 5. Effects of 10-week body stability exercise program on functional movement screen (unit: Score)

Factor	Pre test	Post test	t	p
	Mean±SD	Mean±SD		
Deep Squat	1.58±0.50	1.67±0.48	-1.446	0.162
Hurdle Step	1.50±0.51	1.92±0.28	-4.053	.000**
In-Line Lunge	1.54±0.51	1.58±0.50	-1.000	0.328
Shoulder Mobility reaching	1.62±0.49	1.75±0.44	-1.141	0.266
Active Straight Leg Raise	1.50±0.51	1.71±0.46	-2.460	0.022*
Trunk Stability Push-Up	1.50±0.51	1.62±0.49	-1.813	0.083
Rotary Stability	1.67±0.48	1.71±0.46	-0.569	0.083
Total Score	10.92±0.77	11.92±0.83	-8.307	.000**

** $p < 0.001$, * $p < 0.05$

3.3 중재 후 YBT 결과

대상자들에게 10주간 BSE 중재 후 YBT 향상에 대한 결과는 Table 6과 같다. 왼쪽 YBT 중재 전과 후 평가 결과는 앞쪽은 55.71±5.89점에서 57.13±5.49점($p<0.001$), 뒤가쪽은 93.17±7.93점에서 94.50±7.57점($p<0.001$), 뒀안쪽은 94.42±6.70점에서 95.75±6.45점

Table 6. Effects of 10-week body stability exercise program on body balance (unit: Score)

Factor		Pre test	Post test	t	p
		Mean ±SD	Mean ±SD		
Lt	anterior(cm)	55.71 ±5.89	57.13 ±5.49	-7.882	.000*
	posteriolateral (cm)	93.17 ±7.93	94.50 ±7.57	-5.426	.000*
	posteromedial (cm)	94.42 ±6.70	95.75 ±6.45	-5.127	.000*
	composite score	92.94± 6.85	94.52 ±6.72	-10.270	.000*
Rt	anterior(cm)	59.52 ±7.19	61.09 ±6.94	-5.021	.000*
	Posteriolateral (cm)	95.67 ±6.44	96.33 ±6.93	-4.992	.000*
	posteromedial (cm)	96.33 ±6.93	97.80 ±6.81	-5.880	.000*
	composite score	94.97 ±5.98	96.57 ±5.72	-11.743	.000*

* $P < 0.001$

($p<0.001$)으로 유의하게 향상되었고, 복합점수도 92.94 ± 6.85 점에서 94.52 ± 6.72 점($p<0.001$)으로 유의하게 향상되었다. 오른쪽 YBT 중재 전과 후 평가 결과는 앞쪽은 59.52 ± 7.19 점에서 61.09 ± 6.94 점($p<0.001$), 뒤가쪽은 95.67 ± 6.44 점에서 96.33 ± 6.93 점($p<0.001$), 뒤안쪽은 96.33 ± 6.93 점에서 97.80 ± 6.81 점($p<0.001$)으로 유의하게 향상되었고, 복합점수는 94.97 ± 5.98 점에서 96.57 ± 5.72 점($p<0.001$)으로 유의하게 향상되었다. 복합점수도 94.97 ± 5.98 점에서 96.57 ± 5.72 점($p<0.001$)으로 유의하게 향상했다.

3.4 중재 후 VC 결과

대상자들에게 10주간 BSE 중재 후 VC에 영향을 미치는지에 대한 결과는 Table 7과 같다. FVC의 변화는 운동 중재 전 1.72 ± 0.14 ml점 중재 후 1.78 ± 0.13 ml로 유의하게 향상했고($p<0.001$), $FEV_{1.0}$ 의 변화는 운동 중재 전 1.81 ± 0.14 ml, 중재 후 1.85 ± 0.17 ml로 유의하게 향상되었다($p<0.001$).

Table 7. Effects of 10-week body stability exercise program on vital capacity (unit: ml)

Factor	Pre test	Post test	<i>t</i>	<i>p</i>
	Mean±SD	Mean±SD		
FVC	1.72±0.14	1.78±0.13	-6.060	.000*
$FEV_{1.0}$	1.81±0.14	1.85±0.17	-3.309	.000*

* $P<0.001$, FVC: Forced vital capacity, $FEV_{1.0}$: Forced expiratory volume in time 1.0

4. 고찰

본 연구는 고등학교 축구선수 24명을 대상으로 10주간 BSE 중재 후 체력 요소들의 변화를 알았다.

첫째, BSE 중재 후 블레이즈 포드 측정도구를 이용하여 시각반응속도 평가를 통해 순발력과 민첩성의 변화를 분석한 결과 시각반응 속도가 통계적으로 유의하게 단축되어 순발력과 민첩성이 증가한 결과를 보였다.

경기 중 여러 상황에 대처할 수 있는 순간적인 반응이 꾸준히 운동을 하는 선수가 운동하지 않은 선수보다 크게 단축되었다[35]. 남자 축구 운동선수 10명을 대상으로 코어강화 훈련 후 10m 왕복달리기 기록이 유의하게 향상 되었다고[36], 12주간 코어강화훈련 중재 후 대학교 축구 운동선수들의 사이드스텝 측정 결과 민첩성이

유의하게 향상되었다[37], 코어강화훈련 8주 중재 후, 대상자들의 민첩성이 향상되었다고[38], 남자 대학 축구 선수 14명을 대상으로 8주간 BSE 중재 후 속도 및 민첩성이 향상되었다고 보고하였다[39]. 또한, 여러 연구에서 선수들의 점프, 속도, 민첩성을 향상하는데, BSE가 효과적이라고 보고하였다[12, 40-41]

본 연구와 동일한 조건으로 적용한 선행연구를 고찰해 보면, 중학교 배구선수 20명[27], 초등학교 축구선수 23명[31], 태권도 선수 22명[32], 고등학교 핸드볼 선수 21명[33]을 대상으로 중재 전과 중재 후 비교하여 고찰하였다. 선행연구에서 10주간 신체안정화 운동 중재 후 위팔, 왼발, 오른발의 터치킥수는 유의하게 향상되었고, 반응속도도 유의하게 단축되었다[27, 31-33]. 이러한 결과들은 본 연구 결과와 비슷한 결과로 신체안정화 운동 중재 후 몸통 주변의 자세유지 근육들의 발달로 선행적 자세조절 능력이 향상된 결과 시각반응 속도의 단축이 나타났을 것이라 생각된다.

선수들의 부상 방지를 위해 다양한 연구들이 진행되고 있다. 경기 시 보호 장비와 시설의 최신화로 인해 선수들의 부상을 방지하는 것과 체계적이고 과학적인 훈련 프로그램을 개발하여 부상을 방지하려고 노력하고 있다. 이 중 가장 많이 주목받고 있는 측정 도구인 FMS는 운동선수 및 일반인의 기본적인 동작을 기반으로 부상을 미리 예측할 수 있으며, 여러 운동 종목에 적용할 수 있는 장점이 있다[43, 44]. 7가지 기본적인 기능적 동작으로 구성되어 있고, 총 21점 중 14점 이하의 점수를 받은 선수는 부상의 위험이 높다고 보고하였다[45]. FMS 각 동작별 기술 체력에 영향을 미치는 부분과 본 연구결과와 비교 분석하였다. HS 동작은 발목, 무릎, 엉덩이관절의 기능적 움직임과 안정성을, ASLR 동작은 장딴지 가자미근, 햄스트링의 유연성을 반영한다고 보고하였다[46]. 본 연구 결과 HS, ASLR 모두 유의하게 증가하였다. DS 동작은 가슴, 어깨, 발목, 무릎, 엉덩이관절의 기능적 움직임과 양쪽의 대칭성과 균형성이, IL 동작은 발목과 무릎의 안정성, 넙다리네갈래근의 유연성, 엉덩관절의 움직임과 안정성을, SMR 동작은 어깨의 안쪽회전, 벌림, 바깥 회전, 모음과 양쪽 어깨 관절 가동범위[45], RS 동작은 배와 척추 근육의 안정성에 의해 척추, 골반 등의 안정성이 향상되며, 아래, 위 몸통의 움직임을 원활하게 함으로써 몸통의 안정성[46], TSPU는 위 몸통을 움직일 시 몸통의 안정성을 반영한다고 보고하였다[47]. DS, HS, ASLR 동작은 달리기와 점프 등의 동작 시 엉덩이 및 넙다리네갈래근을 단련시킬 뿐만 아니라 인대와 힘줄 등의 결합조

직을 강화하는데, HS, ASLR 점수의 유의한 증가는 축구 경기에서 필수적인 무릎과 발목의 기능적인 움직임과 양쪽 균형능력과 안정성, 가지미근, 햄스트링, 장딴지근, 가지미근의 유연성이[46, 47] 향상됨을 확인할 수 있었다. 비록 DS, RS, SMR, IL, TSPU 동작은 유의한 차이를 보이지 않았지만, 개별적인 FMS 점수 증가와 총 점수가 유의하게 증가한 결과를 보면 각 동작별 유의한 차이가 보이지 않은 동작도 의미가 있을 것이라고 생각 할 수 있다. 그러나, FMS 총점 변화가 실제적으로 축구선수의 부상 예방이나 감소에 얼마나 기여할 수 있을지에 대한 부분은 아직 미비한 실정이며[48], 더욱더 연구가 필요한 시점이다.

선행연구에서 코어안정화 프로그램이 야구선수의 DS, HS, IL 등의 FMS와 함께 총점이 훈련 전보다 향상된 것으로 보고되었다[49]. 남자선수보다 여자 운동선수의 부상 위험성이 높다는 연구[50, 51]와 Kiesel 등[52]과 Peate 등[53]의 연구에서 FMS 점수가 낮게 평가된 동작 또는 총 점수가 낮을 경우에는 훈련 프로그램을 개선이 필요하다고 보고하였고, 이 점수에 대한 기준이 부상을 예측하는데 있어서 도움이 될 수 있다는 사실을 나타낸 바 있다. 본 연구와 동일한 조건으로 적용한 선행연구를 고찰해 보면, 초등학교 축구선수 23명을 대상으로 BSE 후 DS, IL, SMR, TSPU 동작이[31], 초등학교 태권도 선수 22명을 대상으로 중재 후 SMR 동작이[32], 중학교 배구선수 20명을 대상으로 중재 후 DS, IL, SMR, ASLR, TSPU, RS 동작이[27], 고등학교 핸드볼 선수 21명을 대상으로 중재 후 HS, IL, SMR, ASLR 동작이[33] 유의하게 향상되었고, FMS 총 점수도 유의하게 향상되었다고 보고하였다. 축구선수 외 다른 종목도 훈련 및 경기 중 부상의 위험도가 높으며, 결국, 부상에 의하여 경기력이 떨어지는 중요한 요소 중의 하나이다. 따라서 부상의 위험성이 높은 축구 선수의 BSE 프로그램 중재 후 FMS를 주기적이고 규칙적으로 평가 점수 향상으로 인하여 부상 방지와 경기력을 향상하기 위한 좋은 기초 자료로 활용될 수 있다고 사료된다.

최근 연구에서는 BSE 프로그램 중재 후 고등학교 야구선수의 기능성 움직임 검사의 총점을 유의하게 향상시켰으며, 부상 발생 가능성 기준인 14점 이하의 점수를 받은 선수의 숫자를 감소시킨 것으로 보고하였다[49]. 이에, 본 연구에서 FMS 평가는 BSE에 의한 축구선수의 잠재해 있는 부상 위험성의 감소와 함께 기술 체력에서 요구되는 움직임의 향상을 알아볼 수 있는 검사 방법으로 적용될 수 있을 것으로 보인다. 따라서 신체의 기능이 저

하되어 있는 축구선수에게 일정 기간 BSE 프로그램 중재 후 FMS 향상시키는데 있어서 효과적이고, 이는 곧 부상의 예방이나 감소로도 이어질 수 있을 것으로 사료된다.

운동선수들의 훈련이나 경기 중 부상 예방을 위하여 유연성과 평형성이 중요하다[54]. 이는 경기 중 일어날 수 있는 여러 상황에 따라 몸의 위치변화와 무게 중심의 변화를 일정한 상태로 유지하는 능력이며, 다양한 상황에 대해 순간적으로 반응하여 적응하여 유지할 수 있는 능력이며[55], 해외와 국내의 많은 연구에서 운동선수의 부상 및 재발 방지를 위해 평형성 향상이 중요하다고 보고하였다[56-59]. 최근에는 운동선수들에게 중요한 기술 체력 요소인 평형성과 유연성을 함께 평가하는 측정 도구로 YBT가 널리 이용되고 있다. YBT는 앉아서 스트레칭 및 각도계 등을 이용하여 단순하게 근육 및 관절의 유연성을 평가하는 기존의 방법과 달리 앞쪽, 뒤안쪽, 뒤가쪽의 3군데의 방향에서 평형성과 유연성을 동시에 평가하는 측정 도구이다[60]. YBT 측정 도구로 평가할 수 있는 평형성과 유연성 평가 항목 중 특히 다리 부분 평가 항목은 선수들의 운동능력의 향상과 부상 방지와 밀접한 관계가 있으며, 해외와 국내서 부상을 방지하는데 매우 중요한 측정 도구로 연구가 많이 진행 중이다[61-63]. 그러나 현재 국내에서는 YBT를 단순한 측정 도구로 평가하는 연구만 존재할 뿐[64], 운동선수들의 종목별 YBT의 수준을 비교하는 기초 연구가 미비한 실정이다.

본 연구결과 오른쪽, 왼쪽의 앞쪽, 뒤가쪽, 뒤안쪽 및 복합점수가 유의하게 향상되었다.

선행연구에서 많은 연구 논문에서 BSE 프로그램 중재 후 YBT 점수의 유의한 향상을 보고하였다[65]. 17명의 남자 축구 선수 대상으로 12주 동안 BSE 프로그램을 중재 후 대조군에 비해 실험군의 YBT 점수가 크게 향상됨을 보고하였다[66]. 본 연구와 동일한 조건으로 초등학교 축구 선수 23명[31], 초등학교 태권도 선수 22명[32], 중학교 배구 선수 20명[27] 고등학교 핸드볼 선수 21명[33] 대상으로 왼쪽, 오른쪽 부위의 앞쪽, 뒤안쪽, 뒤가쪽, 복합점수의 YBT 평가 결과 유의하게 증가하였다. 본 연구결과와 비슷하였다. 이러한 결과는 몸의 안정성이 향상되어 복부와 몸통에 존재하는 배 부위 근육인 코어 근육이 강화되어 몸통 부위의 유연성과 근력이 향상된 후, 신체 균형을 유지하는 동적 평형성이 강화되어 신체 균형이 유지되는데 긍정적인 효과가 나타났으며[67-69], 거의 모든 운동선수들은 근육의 불균형 상태에서 경기에 참여하는데, 손상을 방지하는 프로그램을 시행 한다면 불균형의 일으키는 근육의 기능적 매개변수를 평가하는데

매우 중요하며, 이 프로그램을 운영함으로써 다리 부분의 무릎관절 작용근(agonistic muscle)과 대항근(antagonistic muscle)근 사이의 근력 비율 평가를 통해 다리의 안정적 근력 비율과 안정성의 향상을 통해 경기력 향상뿐만 아니라 부상을 예방할 수 있을 것이라고[70] 사료된다.

호흡은 크게 두 가지 요소가 관여한다. 첫째는 가슴막의 확장이고, 두 번째는 호흡 근육들의 근력이다. 호흡 기능을 강화하는 방법에는 가슴막을 확장하는 방법과 호흡 근육들에 대한 저항운동 또는 유산소운동을 통한 근력 증진 운동이 포함되어 있으나, 대부분의 연구들은 유산소운동을 강조하여 호흡 기능의 향상 여부를 연구해 왔다고 보고하였다[71]. 이에, BSE 프로그램 중재 후 호흡근 강화를 통한 폐활량의 변화를 측정하고자 하였다. 이 중 FVC는 가능한 최대로 깊게 들숨을 한 상태에서 최대의 노력으로 깊고, 빠르게 날숨 한 공기의 양을 뜻하며, FEV_{1.0}은 대상자 스스로의 노력을 통해 가능한 빠르게 최대 들숨 위치로까지 도달하여 1초간 날숨 시킨 용적을 구하는 1초량으로서 허파 크기와 호흡근의 생리적 조절, 변화 등을 알 수 있어서 폐기능을 예측, 평가하는 방법으로 많이 사용되어 왔다[34]. 호흡 순환기 계통의 지구력을 전신 지구력이라고 하며 운동을 수행할 시 근육의 활성을 보조하여 에너지의 생산원에 해당되는 것으로서 주로 호흡 기능의 최대 적응력이 관계되어 있다고 보고하였다[72]. 본 연구 결과 BSE 프로그램 중재 후 측정된 FVC와 FEV_{1.0}이 유의한 증가를 보였다. 선행연구에서 엘리트 여성 골프선수의 4주 복합 체력훈련[73], 건강한 남자 20명을 대상으로 들숨 근육훈련[74], BSE와 호흡근 강화 훈련을 동시에 실시한 양궁 선수 10명[75]에 적용한 결과 대조군에 비해서 폐활량 향상됨을 보고하였다. 본 연구와 동일한 조건으로 적용한 선행연구를 고찰해 보면 초등학교 축구 선수 23명[31], 초등학교 태권도 선수 22명[32], 중학교 배구 선수 20명[27], 고등학교 핸드볼 선수 21명[33] 대상으로 BSE 중재 후 FVC와 FEV_{1.0}이 유의하게 향상되었으며 본 연구 결과와 비슷하였다. BSE 프로그램중재 후 근지구력과 기동력 등의 기술 체력이 향상됨을 확인하였다. 이러한 기동력을 향상할 수 있는 운동인 BSE 프로그램 중재 후 코어근육을 강화시킴으로써 호흡근의 기능이 향상되고, 이에 의해 허파의 호흡 능력이 향상됨으로써, 순간적인 스피드, 지구력의 강화에 의해 상대 선수와의 경쟁에서 뒤처지지 않을 수 있는 기동력 등의 기술 체력이 향상될 것이라고 사료된다.

5. 결론

10주 동안 고등학교 축구선수 24명을 대상으로 융복합적 BSE 프로그램 중재 후 블레이즈프드를 이용한 민첩성과 순발력 향상 여부, 7가지 기능적 움직임, YBT 평가를 통한 부상 예방과 경기력 향상 여부, VC 평가를 통한 기동력과 근지구력의 향상여부를 확인하였으며, 다음과 같은 결과를 보였다.

첫째, 불빛 변화에 터치횟수와 반응시간은 유의한 향상을 보였고, 축구 주 기술 체력인 민첩성과 순발력에 영향을 줄 수 있다는 것을 확인하였고, 선행연구와 비교한 결과 비슷한 결과를 보였다.

둘째, 기능적 움직임 평가 결과 HS와 DSLR이 유의하게 향상됨을 확인하였으며, 축구 주 기술 체력인 다리 근육의 강화에 영향을 줄 수 있다는 것을 확인하였고, 선행연구와 비슷한 결과를 보였다.

셋째, YBT 평가 결과 복합점수가 유의하게 향상하였으며, 축구 주 기술 체력인 다리의 안정성과 안정적 근력의 향상을 확인하였고, 선행연구 결과와 비슷한 결과를 보였다.

넷째, VC 평가 결과 FVC, FEV_{1.0}이 유의하게 향상됨을 확인하였으며, 근지구력 및 기동력에 필요한 기술 체력이 향상됨을 확인하였고, 선행연구 결과와 비슷한 결과를 보였다.

이상의 결론을 종합해 보면 10주간 신체안정화 운동 프로그램 중재 후 순발력, 민첩성, 다리 근력, 다리의 안정성, 기동력, 근지구력의 향상을 통해 선수들의 경기력 향상을 확인할 수 있었다.

향후 연구에서는 비슷한 시기의 다양한 운동선수들을 대상으로 종목별 또는 같은 종목 사이의 유의한 차이 여부에 대한 연구가 진행할 예정이다.

REFERENCES

- [1] J. M. Willardson. (2007). Core stability training: A -pplications to sports conditioning programs. *J Strength Cond Res.* 29(3), 979-985.
- [2] W. B. Kibler, J. Press and A. Sciascia. (2006). The role of core stability in athletic function, *sports med*, 36(3), 189-198.
- [3] V Akuthota, S.F. Nadler (2004). Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(1), 86-92. doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005

- [4] D.J. Magee. (1999). *Instability and stabilization. Theory and treatment 2nd ed.* Seminar Work book.
- [5] <https://www.joinkfa.com/>
- [6] J. Bangsbo, M. Mohr, and P. Krstrup. (2006). Physical and metabolic demands of training and match play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*. 24(4), 665-674.
doi.org/10.1080/02640410500482529
- [7] Y. K. Kim. (2000). A Fitness Profiles of the Professional Soccer Players by Each Position. *The Korean Journal of Sports Medicine*, 18(2), 217-226.
- [8] Y. S. Lee. (1996). Changes in activity patterns and physiological factors during a soccer player's game.. *sports science*, 57(27), 28-34.
- [9] K. S. Seo. (2009). *The Analysis on the Possible Effects of Plyometric and Weight Training up on High School Soccer Players*. Master's thesis. Kyoungkii University, Soowon.
- [10] C. Y. Jeon (2012). *The impacts of interval-weight combined training on isokinetic muscles and anaerobic power of soccer player*. Master's thesis. Seokang University, Seoul.
- [11] M. Verstege and P. William. *Core performance: The Revolutionary workout program to transform your body and your life*(1st), St. Martin's Press, 2004.
- [12] T. Okada, K. C. Huxel and T. W. Nesser. (2011). Relationship between core stability, functional movement and performance. *J Strength Cond Res*. 25(1), 252-261.
doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b22b3e
- [13] H. S. Kim. (2012). Effect of Core Stability Training on Body Composition and Physical Fitness in University Students. *International Journal of Coaching Science*, 14(4), 102-110.
- [14] Y. B. Chang. (2013). *Effects of Core Exercise Program on Body Composition, Physical Fitness, Balance Ability and Cognitive Function of Elderly Women*. Master's thesis. Hanshin University, Osan.
- [15] J. S. Yoon. (2011). *(The) effect of core muscles training on physical fitness and performance in female basketball player's*. Master's thesis. Hanlim University, Chuncheon.
- [16] K. N. Joo. (2014). *The Effect of 12 Weeks Core stability exercise on body composition, physical fitness in Elementary school taekwondo student*. Master's thesis. Kacheon University, Seongnam.
- [17] P. Lisman, M. Nadelen, E. Hildebrand, K. Leppert S. de la Motte. (2018). Functional movement screen and Y-Balance test scores across levels of American football players. *Biol Sport*. 35(3), 253-260.
doi: 10.5114/biolsport.2018.77825
- [18] J. Brito, R. M. Malina, A. Seabra, J. L. Massada, J. M. Soares, P. Krstrup, A. Rebelo. (2012). Injuries in portuguese youth soccer players during training and match play. *J Athl Train*. 47(2), 191-197.
doi.org/10.4085/1062-6050-47.2.191
- [19] D. R. Grooms, T. Palmer, J. A. Onate, G. D. Myer, T. Grindsta. (2013). Soccer-specific warm-up and lower extremity injury rates in collegiate male soccer players. *Journal of Athletic Training*. 48(6), 782-789.
doi.org/10.4085/1062-6050-48.4.08
- [20] J. O'rien, W. Young, C. F. Finch. (2017). The delivery of injury prevention exercise programmes in professional youth soccer: Comparison to the FIFA 11. *Journal Science Medicine Sport*. 20(1), 26-31.
doi.org/10.1016/j.jsams.2016.05.007
- [21] D. Pfirrmann, M. Herbst, P. Ingelfinger, P. Simon, S. Tug. (2016). Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: A systematic review. *Journal of Athletic Training*. 51(5), 410-415.
doi.org/10.4085/1062-6050-51.6.03
- [22] L. Fridman, J. L. Fraser-Thomas, S. R. McFaul, A.K. Macpherson. (2013). Epidemiology of sports-related injuries in children and youth presenting to Canadian emergency departments from 2007-2010. *Sports Science Medicine Rehabilitation, Therapy & Technology*. 5(1), 1-6.
- [23] J. M. Hootman, R. Dick, J. Agel. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of Athletic Training*. 42(2), 311-319.
- [24] A. Arnason, S. B. Sigurdsson, A. Gudmundsson, I. Holme, L. Engebretsen, R. Bahr. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine and science in sports and exercise*. 36(2), 278-285.
- [25] Y. T. Cheon, S. C. Kim. (2007). A Comparative Study of High School Taekwondo Players and Soccer Players on Physical Fitness, Cardiopulmonary Function, and Body Composition. *Journal of Exercise and Sport Science*. 13(2), 51-58.
- [26] S. M. McGill and A. Karpowicz. "Exercises for spine stabilization: motion, motor patterns, stability progressions, and clinical technique," *Exerc sports Sci Rev*, Vol.90, No.1, pp.118-126, 2009.
- [27] I. Y. Song, Y. S. Seo, Y. H. Kang. (2020). Effects of 10-Week Body Stability Exercise Program on Functional Movement and Body Balance of Middle School Volleyball Players. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*, 32(4), 203-209.
doi.org/10.18857/jkpt.2020.32.4.203
- [28] <https://blazepod.eu/pages/soccer>
- [29] K. C. Lee, W. S. Bae. (2016). Effect of Push-up Plus Exercise on Serratus Anterior and Upper Trapezius Muscle Activation Based on the Application Method of Togu. *Journal of Korean Society of Integrative Medicine*, 4(2), 29-36.
doi.org/10.15268/ksim.2016.4.2.029

- [30] G. Cook, L. Burton, and B. Hoogenboom. (2006). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function – part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy*. 11(2), 62–72.
- [31] Y. H. Kang and C. H. Kim. (2021). Functional Movement Evaluation, Body Balance, Vital Capacity Effects after a 10-week Body Stabilization Program for Elementary School. *Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 22(7), 40–50.
DOI : 10.5762/KAIS.2021.22.7.40
- [32] Y. H. Kang, C. S. Kim. (2021). 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 Korean Society of Integrative Medicine*, 9(3), 111–124.
DOI : 10.15268/ksim.2021.9.3.111
- [33] Y. H. Kang, C. S. Kim. (2021). Changes in Visual Response Speed, Functional Movement, Body Balance, and Lung Capacity after a 10-Week Body Stability Exercise Program for High School Male Handball Players. *The Korea contents association*, 21(2), 637–649.
doi.org/10.5392/JKCA.2021.21.07.637
- [34] H. J. Bae, K. A. Shin, K. Y. Han, et al. (2021). *Lung function test*. Korea medical book. Seoul.
- [35] Jung JW, Lee KH(2017). A comparison of physique and physical fitness between different level in Korea elite fencers. *Exerc Sci*, 26(1), 40–48.
doi.org/10.15857/ksep.2017.26.1.40.
- [36] Yun KS, Jun IS, Kwak HM, et al(2013). The effect of 12-weeks core stability exercise program on physical fitness and soccer techniques in middle school soccer players. *JCD*, 15(3), 205–213.
- [37] s.w. Kwon, D.H. Kim, S.K. Lee. (2019). The influence of core training on the athletic stamina capability of middle-school soccer athletes. *KSSPE*, 24(2), 199–207.
doi.org/10.15831/JKSSPE.2019.24.2.199.
- [38] Distefano LJ, Distefano MJ, Frank BS, et al. (2013). Comparison of integrated and isolated training on performance measures and neuromuscular control. *J Strength Cond Res*, 27(4), 1083–1090.
doi.org/10.1519/jsc.0b013e318280d40b.
- [39] S.H. Kim, W.Y. So, J.Y. Kim. (2016). Effect of 8-week core stabilization training on skill-related physical fitness and functional movement screen(FMS) test scores in college soccer players. *KSSS*, 25(1), 1473–1483.
- [40] K.L. Parkhouse, N. Ball. (2011). Influence of dynamic versus static core exercises on performance in field based fitness tests. *J Bodyw Mov Ther*, 15(4), 517–524.
doi.org/10.1016/j.jbmt.2010.12.001.
- [41] C.A. Reed, K.R. Ford, G.D. Myer, et al. (2012). The effects of isolated and integrated core stability training on athletic performance measures: A systematic review. *Sports Med*, 42(8), 697–706.
doi.org/10.1007/BF03262289.
- [42] M. Garrison, R. Westrick, M. R. Johnson, and J. Benenson. (2015). Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 10(1), 21–28.
- [43] K. B. Kiesel, R. J. Butler, and P. J. Plisky. (2014). Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *Journal of Sport Rehabilitation*. 23(2), 88–94.
- [44] G. Cook, L. Burton, and B. Hoogenboom,. (2006). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *North American Journal of Sports Physical Therapy*. 11(3), 132–139.
- [45] V. Akuthota, A. Ferreiro, T. Moore, M. Fredericson, “Core stability exercise principles”, *Curr Sports Med Rep*, Vol.7, No.1, pp.39–44, 2008.
- [46] T. S. Ellenbecker and G. J. Davies. (2002). Closed kinetic chain exercise: a comprehensive guide to multiple joint exercise. *Journal of Chiropractic Medicine*. 11(4), 200.
- [47] C. Gray, L. Burton, K. Kyle, R. Greg, and F. B. Milo. (2012). *Movement: Functional movement systems: Screening-Assessment-Corrective Strategies*(4rd), Santa Cruz, California: On Target Pub.
- [48] S. H. Kim, W. Y. So, J. Y. Kim. (2016). Effect of 8-Week Core Stabilization Training on Skill-Related Physical Fitness and Functional Movement Screen (FMS) Test Scores in College Soccer Players. *The Korean Society of Sports Science*, 25, 1473–1483.
- [49] H. S. Song, K. J. Kim, J. C. Park, et. al. (2015). Effect of 16-week functional movement improvement training program for injury prevention on Functional Movement Screen (FMSTM) test score in high-school baseball players. *Sposumer Report*. 26(2), 391–402.
DOI : 10.24985/kjss.2015.26.2.391
- [50] M. R. Devan, L. S. Pescatello, P. Faghri, and J. Anderson. (2004). A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities. *Journal of Athletic Training*. 39(3), 263–267.
- [51] F. G. Neely. (1998). Intrinsic risk factors for exercise-related lower limb injuries. *Sports medicine*. 26(4), 253–263.
- [52] K. Kiesel, P. J. Plisky, and R. Butler. (2011). Functional movement test scores improve following a standardized off season intervention program in professional football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 21(2). 287–292. 2011.
- [53] W. F. Peate, G. Bates, K. Lunda, S. Francis, and K. Bellamy. (2007). Core strength: a new model for injury prediction and prevention. *Journal of Occupational*

- Medicine and Toxicology*, 2(3). 1-9.
- [54] E. Cumps, E. Verhagen, and R. Meeusen. (2007). Efficacy of a sports specific balance training programme on the incidence of ankle sprains in basketball. *Journal of Sports Science & Medicine*. 6(2). 212.
- [55] A. S. Pollock, B. R. Durward, P. J. Rowe, and J. P. Paul. (2000) What is balance?. *Clinical Rehabilitation*. 14(4). 402-406.
- [56] L. J. DiStefano, D. A. Padua, J. T. Blackburn, W. E. Garrett, K. M. Guskiewicz, and S. W. Marshall. (2010). Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 24(2). 332-342.
- [57] A. Dunsky, I. Barzilay, and O. Fox. (2017). Effect of a specialized injury prevention program on static balance, dynamic balance and kicking accuracy of young soccer players. *World Journal of Orthopedics*. 8(4). 317.
- [58] M. Fredericson and T. Moore. (2005). Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle-and long-distance runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 16(3). 669-689.
- [59] C. Hrysomallis. (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine*. 37(6). 547-556.
- [60] S. W. Shaffer, D. S. Teyhen, C. L. Lorensen, R. L. Warren, C. M. Koreerat, C. A. Straseske, J. D. Childs. (2013). Y-balance test: A reliability study involving multiple raters. *Military Medicine*. 178, (11). 1264-1270.
- [61] N. J. Chimera, C. A. Smith, and M. Warren. (2015). Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test. *Journal of Athletic Training*. 50(5). 475-485.
- [62] G. F. Coughlan, K. Fullam, E. Delahunt, C. Gissane, and B. M. Caulfield. (2012). A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test. *Journal of Athletic Training*. 47(4). 366-371.
- [63] A. C. Gonell, J. A. P. Romero, L. M. Soler. (2015). Relationship between the Y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 10(7). 955-966.
- [64] S. J. Kim, H. J. Nam, J. K. Kim, H. S. Rho. (2013). Characteristics of Lipid Metabolism during and after a Bout of Prolonged Exercise in Two Types of Obese Women. *Sposumer Report*. 24(3). 428-435. DOI : 10.24985/kjss.2013.24.3.428
- [65] P. Aksen-Cengizhan, D. Onay, O. Sever, A. A. Doğan. (2018). A comparison between core exercises with theraband and Swiss ball in terms of core stabilization and balance performance. *Isokinet Exercise Science*. 26(3). 183-191.
- [66] A. Imai, K. Kaneoka, Y. Okubo, S. Hitoshi. (2014). Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 9(1). 47-57.
- [67] E. M. Cressey, C. A. West, D. P. Tiberio, W. J. Kraemer, C. M. Maresch. (2007). The effects of ten weeks of lower body unstable surface training on markers of athletic performance. *J Strength Cond Res*. 21(2). 561-567.
- [68] G. D. Myer, K. R. Ford, J. P. Palumbo, T. E. Hewett. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J StrengthCond Res*. 19(1). 51-60.
- [69] O. Prieske, T. Muehlbauer, R. Borde, M. Gube, S. Bruhn, D. G. Behm, U. Granacher. (2016). Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability. *Scand J Med Sci Sports*. 26(1). 48-56.
- [70] P. Aagaard, E. B. Simonsen, S. P. Magnusson, B. Larsson, P. Dyhre-Poulsen. (1998). A new concept for iso-kinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *American Journal Sports*. 26(2). 231-237.
- [71] K. H. Lee, J. Y. Lim, D. W. Han, S. H. Byun. (2013). The Effects of Rib Cage Expanding Exercise which applied Taekwondo on Pulmonary function. *Korean academy of cardiorespiratory physical therapy*. 1(1). 25-33.
- [72] D. K. Miller, *Measurement by the physical educator: why and how*(7th), New York: McGraw Hill Education, 2013.
- [73] B. J. Sung, B. J. Kim, K. Y. Moon, J. B. Lee. (2020). The Effect of 4-Weeks Combined Physical Training on Elite Female Golf Players on Body Composition and Physical Fitness Change. *Korea Society for Wellness*. 15(3). 483-494.
- [74] M. S. Lee, M. C. Kim, C. A. Ahn. (2014). Impact of Concurrent Inspiratory Muscle Training and Tape on Inspiratory Muscle Strength, Endurance and Pulmonary Function. *Journal of Korean Society of Integrative Medicine*, 2(3), 65-73. doi.org/10.15268/ksim.2014.2.3.065
- [75] J. M. Park, K. S. Hyun. (2016). The effects of Respiratory muscles training with core stability exercises on the pulmonary function and static balance abilities of archers. *The Korean Society of Sports Science*. 25(5). 1149-1159.

서 연 순(Yeon-Soon Seo)

[장학원]



- 2000년 3월 ~ 현재 : 목포과학대학교 물리치료과 부교수
- 2006년 2월 : 대구대학교 일반대학원 재활과학과 물리치료전공(박사수료)
- 관심분야 : 의료융복합, 임상전기치료학, 임상 의사결정
- E-Mail : seoriver@hanmail.net

송 인 영(In-Young Song)

[장학원]



- 2000년 3월 ~ 현재 : 목포과학대학교 전임교수
- 2004년 8월 : 계명대학교 일반대학원 공중보건학과(박사)
- 관심분야 : 의료융복합, 물리치료학, 피부미용학
- E-Mail : songiny@empal.com

윤 중 혁(Jong-Hyuk Yoon)

[장학원]



- 2013년 8월 : 세한대학교 보건대학원 (보건학 석사)
- 2019년 2월 : 세한대학교 일반대학원 (물리치료학 박사)
- 관심분야 : 물리치료학, 융복합 의과학
- E-Mail : 47481004@naver.com