

# 10주간 초등학교 축구선수의 신체안정화 프로그램을 통한 기능적 움직임 평가, 신체균형, 폐활량 효과

강양훈<sup>1</sup>, 김철승<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>목포과학대학교 물리치료과, <sup>2</sup>목포과학대학교 임상병리과

## Functional Movement Evaluation, Body Balance, Vital Capacity Effects after a 10-week Body Stabilization Program for Elementary School

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

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

<sup>2</sup>Department of Clinical Laboratory Science, Mokpo Science University

**요약** 본 연구의 목적은 초등학교 축구 선수들의 신체 안정화 운동 프로그램 후 부상예방과 경기력 향상 여부를 측정하기 위하여 실시하였다. 목포 Y 초등학교 축구 선수 23명을 대상으로 10주 동안 신체 안정화 운동 프로그램을 통해 경기 중 필요한 능력 향상을 위해 시각 반응속도 측정, 기능적 움직임 평가, 신체 균형 능력 평가(와이발런스), 폐활량의 결과를 비교 분석하여 부상예방을 통해, 경기력 향상을 시킬 수 있는 추후 관리 및 운동 자료를 제공하고자 실시하였다. 시각 반응속도 평가 결과 힘과 민첩성이 유의하게 증가하였고, 반응시간이 유의하게 단축되었다( $p < .001$ ). 기능적 움직임 평가 프로그램 총점은 운동 전  $10.83 \pm 0.12$ , 운동 후  $12.09 \pm 0.90$ 로 유의하게 증가했다( $p < .001$ ). 신체 균형 능력 평가 프로그램은 운동 전  $85.87 \pm 5.75$ , 운동 후  $87.78 \pm 6.03$ 로 유의하게 증가했다( $p < .001$ ). 폐활량 측정 항목 중 노력성 폐활량은 운동 전  $1.53 \pm 0.23$  운동 후  $1.76 \pm 0.19$ , 1초량은 운동 전  $1.74 \pm 0.39$  운동 후  $1.93 \pm 0.24$ 로 운동 후에 유의하게 증가하였다( $p < .001$ ). 10주간 신체 안정화 운동 프로그램을 통해 속도, 민첩성, 기능적 움직임, 신체 균형(와이발런스), 폐활량이 향상되었다. 결론적으로, 축구를 수행하면서 부상을 예방하거나 감소시킬 수 있고, 경기력을 향상시킬 수 있을 것이다.

**Abstract** This study aimed to see how the Body Stability Exercise (BSE) program can prevent injuries and improve performance for elementary school soccer players. A 10-week BSE program was conducted on 23 soccer players at Mokpo Y Elementary Soccer School. The results of changes in Visual Response Speed Test (VRST), Functional Movement Screen (FMS), Body Balance Ability Evaluation (Y-Balance Test, YBT), and Vital Capacity (VC) were observed, compared, and analyzed to provide follow-up management and training data that can be used to reduce injuries and improve performance. After VRST training, strength and agility increased significantly and reaction time significantly shortened ( $p < .001$ ). The total score of FMS evaluation increased from  $10.83 \pm 0.12$  before training to  $12.09 \pm 0.90$  after training, which was statistically significant ( $p < .001$ ). YBT significantly increased from  $85.87 \pm 5.75$  before training to  $87.78 \pm 6.03$  after training ( $p < .001$ ). Among the VC tests, FVC significantly increased from  $1.53 \pm 0.23$  before training to  $1.76 \pm 0.19$  after training, and FEV1.0 increased from  $1.74 \pm 0.39$  before training to  $1.93 \pm 0.24$  after training ( $p < .001$ ). After the 10-week BSE, improved speed, agility, FMS, Y-Balance, and VC were observed. In conclusion, the BSE program can prevent or reduce injuries and improve performance while playing soccer.

**Keywords** : Body Stability Exercise, Visual Response Speed Test, Functional Movement Screen, Y-Balance Test, Vital Vapacity

\*Corresponding Author : Chul-Seung Kim(Mokpo Science Univ.)

email: hippo48@hanmail.net

Received March 16, 2021

Accepted July 2, 2021

Revised April 5, 2021

Published July 31, 2021

## 1. 서론

축구는 가장 많이 즐기는 스포츠이며, 연령과 관계없이 누구나 쉽고, 흥미롭게 경기할 수 있는 스포츠 종목이며, 체력은 경기력을 극대화하기 위한 가장 중요한 요인 중 하나이다[1]. 또한, 지구력과 속도 향상을 위해, 짧은 스프린트, 빠른 속도, 가속, 감속, 빠른 방향 변경, 점프와 많은 움직임을 요구하는 스포츠이다[2,3]. 유소년(만 7세 이하, 만 7세~15세) 시기에 스포츠 종목에 적합한 운동프로그램을 적용해 체력을 향상시키면, 학생에서 노인에 이르기까지 운동능력을 가질 수 있다고 보고했다[4]. 이를 위해 과학적 운동 처방과 적정 나이와 시기에 맞는 여러 체력 요인들의 발달 시기의 연구 필요성을 보고했다[5]. 평균적으로 축구 선수들은 경기 중 9~12km 계속 이동하며 움직이고, 속도, 전술, 상대 또는 위치에 따라 약 17~29회 정도의 움직임의 변화를 계속적으로 유지해야 하며, 최단 시간에 거리를 변환시키는 가속적인 속도, 출발 속도, 속도의 가속도, 최고 속도 도달 유지 등 신체적 특성의 향상을 위해서, 체력 및 축구 기능을 키워야 하며, 종목의 특성을 이해하는 것이 중요하다[6]. 주로 축구를 수행하면서 발바닥 굴근, 무릎 및 엉덩이 세 개 근육의 펌 동작의 강화가 필요하고, 이를 통해 출발속도와 가속도의 향상으로 인해 추진력이 증가한다고 보고했고[7], 체력소모가 많고, 경기 중 중증도의 부상이 동반되는 팀 스포츠이며[8], 프로와 아마추어 선수들 모든 연령대에서 부상의 위험이 있다고 보고했다[9]. 축구는 다른 운동에 비해 운동이나 경기 도중 부상 위험이 높은 신체 접촉 및 비접촉 게임이다[10]. 이러한 부상의 원인은 대부분 훈련이나 시합 중 비접촉으로 발생하고, 잘못된 자세나 습관으로 인한 몸 형태의 불균형, 근력의 불균형 상태에서 관절을 반복적으로 사용함으로써 성인보다 성장기에 더 많이 발생 할 수 있다고 보고했다[11,12].

부상 예방과 경기력 향상을 위해 몸통의 안정성을 유지하기 위한 신체 안정화 운동(Body Stability Exercise, BSE)이 필요하다[13]. 몸통의 효율적인 안정화가 이루어지지 않으면, 팔과 다리근육의 불균형적인 수축이 몸통에 영향을 미쳐 척추구조와 연부조직에 과도한 피로가 발생하여, 자세조절과 균형의 장애가 발생할 수 있다. 이러한 몸통의 조절은 모든 기능적 움직임에 의해 향상을 보고했다[14]. 몸통 안정화는 코어근육인 배, 허리, 골반 주위 앞면에 배근(abdominal muscle), 뒷면에 척추옆근(paraspinal muscle), 볼기근(gluteal muscle), 위쪽면에는 가로막(diaphragm), 아래쪽면에는 골반기저근

(pelvic floor muscle), 골반대(hip girdle)의 근육들이 박스 형태로 상호 도움을 주는 중요성을 보고했다[15,16]. 이러한 몸통 근육은 사람의 모든 힘과 운동성이 발생하는 곳으로 우리가 몸을 움직일 때마다 중심을 잡아주고[17], 중력에 대해 균형을 유지하여 자세를 조절하며, 일상생활 시 의식적, 무의식적으로 움직이는 팔다리의 균형과 기능을 유지하는데 중요하다[18].

신체적 균형은 일반적인 활동에 필요한 모든 동작을 시행하는데 필수적이고, 신체를 평형 상태로 유지하며[19], 바닥면 안에서 신체의 중심을 유지하고, 변화된 환경에 반응하여 몸의 자세를 정렬하는 능력이다. 또한 앉고, 선 자세에서 모든 신체적 기능수행에 반드시 필요한 요소이고, 균형과 기능적 활동의 관계는 밀접하다고 보고했다[20].

호흡은 공기가 허파의 안과 밖으로 이동하는 것으로 주요 근육은 가로막이며 배속빚근, 배바깥빚근, 배곧은근, 배가로근 등 다양한 호흡 보조근들의 존재를 보고했다[21]. 호흡근은 몸통 근육으로 가로막은 배벽을 형성하는 4개의 배부위근육들인 배가로근, 배속빚근, 배바깥빚근, 배곧은근과 함께 배 부위의 내압을 증가시키거나, 유지하면서 몸통의 안정성을 제공하는 기능이 있으며, 호흡을 하는 동안 수축을 통해 들숨을 유도하고, 이완을 통해 수동적인 날숨이 발생하도록 하는 중요한 기능을 보고했다[22]. 또한, 배곧은근과 배바깥빚근은 척추를 앞으로 굽히거나 배부위에 압력을 가할 때 작용하는 근육으로, 척추의 안정성과 운동성에 기여하고 근 골격 구조를 적절히 유지하여 몸의 중심을 잡아주며 안정적인 호흡 시 작용한다[17].

선행연구에서는 일정 기간 다양한 코어 운동 프로그램 후 윗몸일으키기의 능력이 향상되고 [23], BSE 후 운동 선수의 체력이 유의한 향상을 보고했고[24], 이를 위해, 운동 전·후 스트레칭 실시 후 유연성 향상, 근·골격계의 손상 위험률 감소를 보고했다[25,26]. 또한, 어린 선수들이 다양한 운동 프로그램을 통해 근력 강화[27], 파워 향상[28], 달리기 속도 증가[29], 방향 전환 속도[30] 및 운동 수행력의 향상[27]을 보고했다. 특히, 축구 경기 중 사용 빈도가 높은 부분과 사용 빈도가 낮은 부분의 트리플 홉 측정(Triple hop test)이 8주간의 복합 체력 운동 후 두 그룹 모두 체력 향상을 보고했다[32]. BSE를 통해 체력향상에 효과적이라는 사실이 이미 밝혀졌지만[23-31], 우리나라에서는 유소년 축구선수가 수행과제에 대한 신체의 최적화를 준비하는 단계로써 부상의 위험성이 높고, 이를 방지하기 위한 복합적인 부상 방지 프로그램의 활

용도가 낮고, 특히 청소년 축구선수는 운동 중 거의 40% 이상의 부상 부위가 다리 부분 비접촉에 의한 햄스트링, 힘줄, 무릎인대라고 보고했고[7,32-35], 청소년 시기의 축구선수가 운동이나 경기 중 다른 스포츠와 비교해서 손상의 빈도 및 부상의 심각성이 높고[36,37], 경기 중 다리의 부상 위험도가 점차적인 증가하면서, 경기 중 꼭 필요한 움직임을 수행하기 어렵게 되고 결국, 경기에 참여하는 비율이 감소하게 되며, 경기력이 떨어지고, 결국에는 이른 시기에 축구를 그만두는 경우가 많다[38]. 이에, 부상을 방지하고, 축구 능력의 향상을 위해서 청소년 축구선수들을 위한 체계적인 운동 프로그램이 꼭 필요하며, 이를 통해 체력이 우수해지면 경기 중 부상의 위험률이 감소하고 경기력이 향상됨을 보고했다[39]. 그러나, 고등학교 대상으로 BSE의 효과에 관한 연구는 드물고, 가장 접하기 쉬운 축구나 태권도 등의 비교 연구한 내용이 부족하고[40], 청소년 축구 선수에 대한 자료 역시 부족한 실정이다. 이에, 축구 선수들의 BSE를 체계적으로 일정 기간 실시를 통해 부상을 예방하여, 경기력을 최대한 향상시킬 수 있는 프로그램이 절실히 필요하다.

본 연구에서는 초등학교 축구선수를 대상으로 10주간 BSE를 통해 경기 중 필요한 능력을 향상하기 위해 시각 반응속도측정(Visual Response Speed Test, VRST), FMS, 신체 균형 능력평가(Y-Balance Test, YBT), 폐활량(vital capacity, VC)을 증가시킬 수 있는 프로그램을 실시 후 신체 안정화의 향상 여부를 측정했다. 이에, 축구에 필요한 체력요건과 경기력을 향상시킬 수 있는 프로그램의 효과를 검증하고, 운동 자료를 제공하는 목적이 있다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 대상

본 연구의 대상자는 목포시 Y 초등학교 축구선수 23명을 대상으로 구성하였고, 모든 선수에게 검사 전면에 대한 설명과 측정에 대한 정보를 충분히 알린 후 측정을 실시하였다. Table 1과 같이 연구대상자의 신장을 측정하기 위해 자동 신장측정기(DS-103, Dong Sahn Jenix, Korea)를 이용하였고 체중과 체질량지수(Body Mass Index, BMI)의 측정은 생체전기 임피던스 장비(In-Body H20, In-Body, Korea)를 이용하였으며 측정된 연구대상자의 일반적 특성을 측정하였다[41].

Table 1. General characteristics of participants (N=23)

Characteristics	Value
Age	11.74±0.45
Height(cm)	157.27±5.24
Weight(kg)	58.34±4.39
<sup>1</sup> BMI(kg/m <sup>2</sup> )	20.17±3.14
Body fat(%)	31.48±4.34
Leg length(cm)	90.39±5.61

\*\*\*p<0.001, <sup>1</sup>BMI: Body Mass Index

### 2.2 평가 전 조치 사항

본 연구는 BSE가 축구선수의 VRST, FMS, YBT, VC 향상 여부를 조사하기 위해, 모든 대상자에게 프로그램 적용 전 학교를 방문하여 VRST, FMS, YBT, VC 평가항목의 개요 설명과 교육 후 개인별 평가를 실시하고, 10주간 BSE프로그램에 맞춰 운동 후 각 동작별 점수를 측정하였다. 또한 검사 전 보호자와 대상자에게 연구에 대한 충분한 운동의 종류, 방법, 효과, 주의사항 등을 설명하였고, 23명의 선수에게 개인정보 수집·이용·제공 동의서를 작성하고 프로그램을 운영하였다(Fig. 1).

Fig. 1. Agreement form before to application of the program

## 2.3 연구 대상자 특성

목포시 Y 초등학교 축구선수들을 BSE를 시행했는데, 평균적으로 나이  $11.74 \pm 0.45$ , 신장  $157.27 \pm 5.24$ , 몸무게  $58.34 \pm 4.39$ , BMI  $20.17 \pm 3.14$ , 몸의 지방분포  $31.48 \pm 4.34$ , 다리 길이  $90.39 \pm 5.61$ 의 특성을 보였다 (Table 1).

## 2.4 BSE 평가 방법

BSE은 McGill과 Karpowicz[42]와 Song 등[41]에 의해 실시한 BSE를 적용하여 10가지 평가항목을 구성하였다. 평가항목은 첫 번째, 머리-가슴들기(Curi-up). 두 번째, 바로 누워 교차로 팔다리 들기(Dead Bug). 세 번째, 바로 누워 몸통 들기(Supine bridge). 네 번째, 옆으로 누워 몸통 들기(Sidelying Bridge). 다섯 번째, 엎드려 누워 몸통 들기(Prone Bridge). 여섯 번째, 깊은 근육 수축 운동(Abdominal Bracing). 일곱 번째, 네발 기기 자세에서 교차로 팔다리 들기(Quadruped). 여덟 번째, 네발 기기 자세에서 교차로 들어 올린 팔다리로 사각형 그리기(Modified Quadruped). 아홉 번째, 엎드려 누워 교차로 팔다리 들기(Swimming). 열 번째, 엎드려 누워 같은 쪽 팔다리 들기(Modified Swimming)의 각각 동작을 12초씩 유지하도록 지시하였다. 한 동작당 10회씩 반복하여 총 2~3세트 운동을 실시하였고, 1회 실시 후 5초간의 휴식 시간을 두어 실시하였다. BSE 난이도는 실험 4주 후 운동 지지대를 불안정하게 하여 난이도를 조정하였다. 실험은 총 10주간, 주 3회, 30분간 실시하였고, BSE 프로그램 적용 전 5분간의 준비운동 시간을 두고 운동을 실시하였다[41].

## 2.5 측정항목 및 분석방법

본 연구는 BSE가 축구선수의 VRST, FMS, Y-Balance, VC 미치는 영향을 살펴보기 위해 모든 피험자들에게 프로그램 적용전 VRST, FMS, Y-Balance, VC 등 개별평가를 실시하고, 10주간의 BSE를 실시하여, 프로그램 실시 후 운동 전, 후 비교 평가하였다[41].

### 2.5.1 VRST 평가 방법

VRST는 순간 스피드, 반사 신경 등의 특수한 능력을 측정할 수 있는 장비인 블레이즈 포드(BlazePod, Play coyotta Ltd., Thailand)를 사용하여 평가했다. 순간 반사 운동(Flash Reflex Exercise, FRX)을 기반으로 반사 신경 및 순발력을 길러주는 전문화된 측정 장비이다. 전

용 앱을 통하여 VRST 측정하여 자신의 기록을 정확하게 확인할 수 있다. 본 연구에서는 BSE 중 VRST 적용 전과 후에 측정 장비를 적용하여 평가했다. 이 장비는 불빛이 들어오면 터치하는 방식으로 15초 동안 터치한 횟수와 15초 동안 터치하는 것으로 정해진 시간 동안 시각 반응에 대한 반응 횟수와 시각에 의한 반응 시각을 확인할 수 있다. 팔의 측정은 엎드린 상태를 유지한 상태에서 측정했고 동일하게 측정하기 위하여 위치가 표시된 매트를 이용했고, 다리는 선 상태에서 양쪽을 측정했다. 3회 측정하여 평균값을 산정하여 평가했다[41].

### 2.5.2 FMS 평가 방법

FMS는 Cook 등[43]의 연구를 참고하여 진행되었으며, 검사를 위해 전용 도구(Functional Movement Screen Test Kit, Functional Movement Systems Inc, USA)를 사용했다. FMS 평가항목은 깊게 쪼그려 뛰기(Deep Squat, DS), 허들 건너기(Hurdle Step, HP), 직선 내에서의 런지(In-Line Lunge, IL), 어깨 이동성(Shoulder Mobility, SM), 능동적 펌 다리 올리기(Active Straight Leg Raise, ASLR), 몸통 안정성 팔굽혀펴기(Trunk Stability Push-Up, TSPU), 회전안정성(Rotary Stability, RS)까지 총 7가지 평가 항목을 구성했다. 본 연구에서는 초등학교 축구 23명 대상으로 평가 방법을 충분히 설명했고, 왼쪽과 오른쪽을 평가하는 테스트는 기본지침에 따라 왼쪽부터 실시했고, 최종 결과에서 가장 적게 나온 점수를 기록했다. 평가 항목당 0점부터 3점까지의 점수가 있으며, 평가 항목마다 요구되는 기준을 근거로 하여 점수를 부여하였다[43,44]. FMS의 점수는 통증이 있음(0점), 동작 수행을 하지 못함(1점), 동작을 실행하나 완벽하지 못함(2점), 완벽한 동작을 수행함(3점)으로 총 21점 만점에 0~3점의 순위 척도로 평가 기준을 정했다. FMS-kit를 사용하여 측정했고, FMS 측정의 정확도를 높이기 위해 공통된 측정 방법 교육을 운동 전에 시행했고, 철저히 숙지한 3명의 평가자 2명은 평가 시 실시간 관찰하면서 평가하고 FMS를 점수화했다. 결과의 신뢰성 확보를 위하여 1명은 정확한 기록과 동시에 카메라로 녹화했고, 측정 후 녹화 내용을 다시 시청했다. 검토를 진행한 후 평가했다[41].

### 2.5.3 YBT 평가 방법

YBT 평가는 자세조절과 발목의 안정화를 동시에 검사할 수 있는 방법이다. 본 연구에서는 학교 축구 23명을 대상으로 발이 떨어지지 않게 하고, 발이 플랫폼에서 운

동 중 계속 유지 시켜야 한다는 주의사항과 양쪽 발 모두 각각 3회 측정 방법을 설명했다. 측정 시 신발을 벗고, 중심을 잃은 경우에는 다시 처음의 시작 자세로 돌아오지 못하는 경우 그리고 발이 땅에 닿거나, 발판을 발로 차는 경우에는 파울로 간주했다.

Y-Balance 평가는 앞쪽(anterior), 뒤안쪽 (posteriomedial), 뒤가쪽 (posteriolateral)의 수치를 모두 더한 값을 피험자의 다리 길이(limb length)를 3배 수 곱한 값으로 나누고 100을 곱하여 총합 점수 (composite score)로 분석했다. 피험자의 다리길이는 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine, ASIS)에서 안쪽복사뼈 (medial malleolus)까지의 거리로 정했다. 복합점수(Composite Score) = (Anterior + Posteriomedial + Posteriolateral) × 100 / (3Limb Length) 식을 이용해 평가했다[41].

### 2.5.4 VC 평가 방법

BSE 후 노력성폐활량(Forced vital capacity, FVC)과 시간폐활량(Forced expiratory volume in time, FEV<sub>T</sub>) 중 1초량(FEV<sub>1.0</sub>)을 측정했다. FVC는 용적-시간 곡선 에서 자발적인 노력을 통해 가능한 한 빠르게 최대 들숨 위치로부터 날숨 위치까지 날숨 시킨 용적이다. 측정단위는 ml로 측정하였다. FEV<sub>1.0</sub>은 용적-시간 곡선에서 최대들숨 위치에서 노력성 날숨 개시 후 1초간 내쉬 용적이다. 측정단위는 ml로 측정하였다. 각 수치를 평가 종목의 운동 전, 후 향상 여부 검토했다[45].

### 2.5.5 자료처리

본 연구에서 얻어진 자료는 SPSS 21.0 for Window 통계 프로그램을 통해 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차를 산출했고, 정규성 검정을 시행했다. 정규성을 만족한 신체안정화운동에 따른 변인들의 운동 전, 운동 후 효과성을 검정하기 위해 모수 검정법인 대응 표본 t 검정 (paired t-test)을 실시했고, 통계적 유의수준은 α=0.05로 설정했다.

## 3. 결과

### 3.1 BSE 후 VRST 변화 양상

축구선수에게 적용한 10주간 BSE가 VRST의 향상 여부에 대한 결과는 Table 2와 같다. 팔의 15초 동안 터치 횟수는 운동 전 18.65±4.25회, 운동 후 19.74±4.32회

로 유의하게 증가했고(p<.001), 반응시간은 운동 전 821.87±190.61 ms, 운동 후 773.13±179.50 ms로 반응시간이 유의하게 짧아졌다(p<.001). 왼쪽 다리의 15초 동안 터치 횟수는 운동 전 20.30±2.67회, 운동 후 21.69±2.46회로 유의하게 증가했고(p<.001), 반응시간은 운동 전 663.22±93.19 ms, 운동 후 624.48±89.53 ms로 반응시간이 유의하게 짧아졌다(p<.001). 오른쪽 다리의 15초 동안 터치 횟수는 운동 전 21.30±2.30회, 운동 후 22.74±2.54회로 유의하게 증가했고(p<.001), 오른쪽 발의 반응시간은 운동 전 659.22±88.21 ms, 운동 후 624.56±84.50 ms로 반응시간이 유의하게 짧아졌다(p<.001).

Table 2. Effect of 10-week Body Stability Exercise Program on Power and Agility (unit: time, ms)

Variables		Pretest Mean±SD	Posttest Mean±SD	t	p
Upper extremity	Touch for 15 seconds	18.65 ±4.25	19.74 ±4.32	-6.146	0.000***
	Reaction Time	821.87 ±190.61	773.13 ±179.50	6.270	0.000***
Left Lower extremity	Touch for 15 seconds	20.30 ±2.67	21.69 ±2.46	-6.459	0.000***
	Reaction Time	663.22 ±93.19	624.48 ±89.53	7.791	0.000***
Right Lower extremity	Touch for 15 seconds	21.30 ±2.30	22.74 ±2.54	-5.927	0.000***
	Reaction Time	659.22 ±88.21	624.56 ±84.50	6.379	0.000***

\*\*\* p<.001

### 3.2 BSE 후 FMS 변화 양상

축구선수의 10주간 BSE를 통해 기능적 움직임의 향상 여부는 Table 3과 같다. DS 동작은 운동 전 1.65±0.59점, 운동 후 1.87±0.3점(p=.022), IL은 운동 전 1.52±0.51점, 1.69±0.47점(p=.043), SM 동작은 운동 전 1.69±0.47점, 운동 후 1.87±0.34점 (p=.043), TSPU는 운동 전 1.17±0.39점, 운동 후 1.70±0.47(p<0.01)점으로 유의한 증가를 보였다. 그러나, ASLR 동작은 운동 전 1.61±0.50점, 운동 후 1.65±0.49점(p=.328), RS 동작은 운동 전 1.39±0.50 점, 운동 후 1.48±0.51점(p=.162)으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 점수는 증가했다. 총 점수는 운동 전 10.83±0.12점, 운동 후 12.09±0.90점으로 유의한 증가를 보였다(p<0.01).

Table 3. Effects of 10-week Body Stability Exercise Program on Functional Movement Screen (unit: Score)

Variables	Pretest Mean±SD	Posttest Mean±SD	t	p
Deep Squat	1.65± 0.49	1.87±0.34	-2.472	0.022*
Hurdle Step	1.78± 0.42	1.83±0.39	-1.000	0.328
In-Line Lunge	1.52± 0.51	1.69±0.47	-2.152	0.043*
Shoulder Mobility	1.69± 0.47	1.87±0.34	-2.152	0.043*
Active Straight Leg Raise	1.61± 0.50	1.65±0.49	-1.000	0.328
Trunk Stability Push-Up	1.17± 0.39	1.70±0.47	-4.899	0.000***
Rotary Stability	1.39± 0.50	1.48±0.51	-1.447	0.162
Total Score	10.83± 0.12	12.09±0.90	-8.780	0.000***

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

### 3.3 BSE 후 YBT 변화

축구선수의 10주간 BSE 후 YBT의 향상 여부의 결과는 Table 4와 같다. 왼쪽 복합점수(Left Composite Score)는 운동 전 84.11±7.53점, 운동 후 97.65±8.47점으로 유의한 차이의 결과를 보였고(p<.001), 오른쪽 복합점수(Right Composite Score)는 운동 전 83.74±6.64점, 운동 후 97.27±8.48점으로 유의한 증가를 보였다(p<.001).

Table 4. Effects of 10-week Body Stability Exercise Program on Y-Balance (unit: Score)

Variables	Pretest Mean±SD	Post Mean±SD	t	p	
Lt	anterior (cm)	57.35±4.36	59.61±4.23	-12.545	0.000***
	posteriolateral (cm)	75.13±8.47	76.91± .57	-7.332	0.000***
	posterio-medial (cm)	87.56±0.79	89.30±5.79	-7.609	0.000***
Rt	anterior (cm)	58.48±3.89	60.30±3.90	-7.342	0.000***
	posteriolateral (cm)	74.13±8.38	76.00±8.00	-8.153	0.000***
	posterio-medial (cm)	85.87±5.75	87.78±6.03	-10.192	0.000***

\*\*\*p<.001

### 3.4 BSE 후 VC 변화

축구선수의 10주간 BSE 후 VC의 향상여부의 결과는 Table 5와 같다. FVC의 변화는 운동 전 1.53±0.23점,

운동 후 1.76±0.19점으로 유의한 증가를 했고 (p<.001), FEV<sub>T</sub> 중 FEV<sub>1.0</sub>의 변화는 운동 전 1.74±0.39점, 운동 후 1.93±0.24점으로 유의한 증가를 보였다 (p<.001).

Table 5. Effects of 10-week Body Stability Exercise Program on Vital Capacity (unit: ml)

Variables	Pretest Mean±SD	Posttest Mean±SD	t	p
1FVC	1.53±0.23	1.76±0.19	-5.479	0.000***
2FEV <sub>1</sub>	1.74±0.39	1.93±0.24	-4.225	0.000***

\*\*\*p<.001, <sup>1</sup>FVC:Forced vital capacity, <sup>2</sup>FEV<sub>1.0</sub>: Forced expiratory volume in time 1.0

## 4. 논의

체력의 향상은 경기력에 가장 중요하고 축구에서는 꼭 필요한 요인 중의 하나이다[1]. 청소년 시기에 스포츠 종목에 적합한 운동프로그램을 적용해 체력을 향상시키면, 학생에서 노인에 이르기까지 운동능력을 가질 수 있다고 보고했다[4]. 이를 위해 적정 연령과 시기에 맞춰 몇몇 체력 요인들의 발달시킬 과학적인 운동 처방의 필요성을 보고했다[5]. Lee 등[6]은 축구는 각각 선수들의 신체적 특성을 고려하여 체력 및 축구 기능을 향상시키고, 종목의 특이성을 이해시키기 위해, 스포츠 영재를 발굴하기 위하여 맞춤 운동과 적절한 운동 프로그램 개발의 중요성을 보고했다.

본 연구에서는 축구선수가 10주간 BSE 중 VRST 평가 결과 전반적으로 운동 후 15초 동안의 터치한 횟수가 유의하게 증가하였고, 15초 동안의 반응시간도 유의하게 짧아졌다(Table 2)(p<.001).

선행연구에서 Song 등[41]은 목포시 Y 중학교 배구 선수들을 대상으로 VRST 변화에 영향을 미치는 10주 동안의 BSE를 평가한 결과, 본 연구와 비슷한 결과를 보고했다. 8주간 남자대학 축구선수 14명을 코어 안정화 운동 후 속도 및 민첩성의 향상을 보고했다[44]. 위의 연구사례를 토대로 축구선수 VRST를 통해 근육의 힘, 인대나 힘줄이 운동 전보다 운동 후 향상된 결과 고유 감각 기능을 촉진할 수 있는 신경전달과 근수축 기능이 운동 전보다 강화되고, 축구선수에게 요구되는 순발력, 민첩성, 협조성과 같은 기술 체력이 유의하게 향상[41]된 것으로 사료된다.

본 연구에서 FMS 평가는 DS, HL, IL, SM, ASLR,

TSPU, RS의 총 7가지 항목을 이용해 평가를 실시했다 [41]. FMS 평가 결과 DS는 운동 전  $1.65 \pm 0.59$ 점, 운동 후  $1.87 \pm 0.3$ 점( $p=.022$ ), IL은 운동 전  $1.52 \pm 0.51$ 점,  $1.69 \pm 0.47$ 점( $p=.043$ ), SM은 운동 전  $1.69 \pm 0.47$ 점, 운동 후  $1.87 \pm 0.34$ 점( $p=.043$ ), TSPU는 운동 전  $1.17 \pm 0.39$ 점, 운동 후  $1.70 \pm 0.47$ ( $p<0.01$ )점으로 유의한 증가를 보였다. 그러나, ASLR 운동 전  $1.61 \pm 0.50$ 점, 운동 후  $1.65 \pm 0.49$ 점( $p=.328$ ), RS는 운동 전  $1.39 \pm 0.50$ 점, 운동 후  $1.48 \pm 0.51$ 점( $p=.162$ )으로 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 점수는 증가하였다. 총 점수는 운동 전  $10.83 \pm 0.12$ 점, 운동 후  $12.09 \pm 0.90$ 점으로 유의한 증가를 보였다(Table 3)( $p<0.01$ ).

선행연구에 의하면, Song 등[41]은 목포시 Y중학교 배구선수들을 대상으로 10주 동안 기능성 움직임 평가점수가 운동 전  $10.90 \pm 1.30$ 이지만 운동 후  $13.81 \pm 0.60$ 으로 평가항목이 유의하게 증가한 점은 본 연구와 비슷한 결과를 보고했다. FMS 평가 항목 중 DS 평가는 발목 양쪽의 대칭성, 엉덩이, 무릎의 기능적 움직임을, IL 평가는 무릎 및 넓다리네갈래근의 유연성, 안정성과 발목, 엉덩이의 가동성과 안정성을, TSPU 평가는 햄스트링과 장딴지근, 가자미근의 유연성을 향상 시키고[43], ASLR 평가는 유연성, 가동성을 담당하는 코어 안정화를 향상시키는 데, 특히 엉덩관절의 운동능력을 향상시킨다고 보고했다 [44]. SM 평가는 위 몸통의 움직임을 통해 코어근육의 안정성 지표에 대한 정보를 제공한다고 보고했다[46]. RS 평가는 위 몸통 및 아래 몸통의 움직임을 강화해 코어 안정화를 평가할 수 있다고 보고했다[44]. C 지역 소재 C 축구센터 U-21 유소년 축구클럽 소속 16명을 8주간 DS, IL, ASLR, RS 을 실시한 후 근지구력, 유연성 및 코어 근력 향상을 보고했다[31]. 8주간 대학 남성 축구선수 14명을 대상으로 코어 안정화 운동을 실시한 후, FMS 평가점수 향상을 보고했다[44]. 이러한 복합 체력운동 후에 움직임의 안정성 및 가동성 등이 FMS 평가항목 향상을 통해 증가했다[47]. FMS는 운동 시 손상에 의한 부상의 위험성이 있는 여러 스포츠 종목 선수들의 손상 지표로서 많이 활용되고 있다고 보고했다[43]. 14~19세의 슈퍼리그 풋볼 클럽 아카데미 소속 선수 중 최소 3년 동안 슈퍼리그 경험과 부상 경험이 없는 연구군 24명, 대조군 43명 대상으로 12주 동안 7가지 FMS 평가한 결과 연구군은 운동 전  $14.83 \pm 1.46$ , 운동 후  $16.79 \pm 1.61$ , 대조군은 운동 전  $14.95 \pm 1.19$ , 운동 후  $15.33 \pm 1.19$ 로 연구군이 대조군에 비해 유의한 FMS 향상을 보고했다 [46]. C지역 소재 C축구센터 U-12 유소년 축구클럽 소

속 16명 중 대조군은 운동 전 12.4점, 8주 후 12.3점으로 감소하였지만, 연구군은 운동 전 13.3점, 8주 후, 16.4점으로 14.8%의 FMS 향상을 보고했다[31].

선행연구를 바탕으로 본 연구에서 BSE를 통해 축구 선수들에게 FMS 실시 후 좋은 점수를 받지 못한 선수들은 신체 안정성 근육이 발달하지 못한 경우가 있었다. 이에, BSE를 통한 FMS 점수가 증가되면, 신체 안정성 근육이 발달하지 못한 축구선수의 운동능력을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 부상의 감소 및 예방을 통해 유소년에서 성인 선수로 진출할 기회가 많아질 수 있다고[39] 사료된다.

본 연구에서는 축구선수의 10주 동안의 YBT후 동적 균형능력의 향상 여부를 평가했다. 왼쪽복합점수는 운동 전  $81.39 \pm 6.26$ 점, 운동 후  $83.57 \pm 6.24$ 점, 오른쪽 복합점수는 운동 전  $80.74 \pm 5.70$ 점, 운동 후  $82.78 \pm 6.17$ 점으로 유의한 증가를 보였다(Table 4)( $p<.001$ ).

선행연구에서 Song 등[41]은 목포시 Y 중학교 배구 선수들을 대상으로 10주 동안 YBT 향상 여부 결과 왼쪽 복합점수는 운동 전  $84.11 \pm 7.53$ 점, 운동 후  $97.65 \pm 8.47$ 점, 오른쪽 복합점수는 운동 전  $83.74 \pm 6.64$ 점, 운동 후  $97.27 \pm 8.48$ 점으로 본 연구와 비슷한 결과를 보고했다. Plisky [48] 등은 신체 균형 능력 운동 후 동적 균형이 향상 후 다리 근력, 유연성 및 고유 수용성 감각이 강화되었다. 축구는 몸통의 한쪽 부분을 많이 사용하는 운동이며 정교한 축구를 수행하기 위해 주로 사용하는 다리를 많이 이용하는 종목이라고 보고했다. 운동 시 오른쪽과 왼쪽의 이용 빈도를 다르게 이용해 지속적으로 운동을 한다면, 오른쪽과 왼쪽의 근력 불균형에 의해 신체 균형이 무너지고, 다리의 손상 위험률이 증가하며 결국, 축구에 맞는 운동능력이 감소한다고 보고했다[49]. 몸의 기울어짐을 보정하기 위해 몸통의 위치 조절 부위의 코어 근력이 향상된 결과를 예측하기 위해 12주 동안 코어 운동 훈련 후 유소년 축구선수의 동적 균형이 향상되었다고 보고했다[50]. Seo 와 Lee[31]는 8주간 복합 체력운동이 집단의 경기나 운동 중 이용을 많이 하는 부분이 5.2%, 이용을 적게 하는 부분이 3.3%의 모두 증가했다. 두 집단 모두 점수 향상은, 동적 균형을 유지하기 위해 주로 이용되는 다리 근력, 평형성 및 코어 근력의 강화된 결과라고 보고했다. Rössler 등[8]은 13세 미만의 유소년 축구선수의 높은 수준 축구 기술 향상을 위해, 122명을 대상으로 주 2회, 10주간의 FIFA 11+ Kids 준비운동을 실시한 후 동적 균형, 민첩성 및 드리블이 기존의 준비운동 프로그램과 비교해서 향상을 보고했다. Whittaker 와 Emery[51]는 복합 체력운동 후 운동집단이 주로 사

용하는 부위는 3.7%, 주로 사용하지 않은 부위는 3.8% 정도 증가했지만, 비운동집단은 주로 사용하는 부위는 2.2%, 주로 사용하지 않은 부위는 1.7% 감소를 보았다. 대부분 운동선수들은 가장 일반적으로 근육의 불균형 상태에서 경기에 임하는데, 손상 예방프로그램을 이용하여 불균형의 원인인 근육의 기능적 매개변수를 평가하는 것이 매우 중요하며, 이 프로그램의 운영을 통해 다리 무릎관절 대항근(antagonistic muscle), 작용근(agonistic muscle)사이의 근육의 비율 측정하여 다리의 안정성, 안정적 근육 비율을 향상시켜 경기력뿐만 아니라 무릎관절의 부상을 예방 할 수 있다[52].

이러한 결과는 신체 안정성 개선으로 배, 허리, 골반 부위의 배근, 척추옆근, 불기근, 가로막, 골반기저근, 골반대 등의 코어근육의 단련과 조화를 통해[15,16], 몸통 부위의 근육과 유연성의 기능적 움직임의 강화를 통해, 신체 균형을 유지하는 동적 평형성이 향상되었다고[41]사료된다. 특히, 축구에 꼭 필요한 다리 근육, 유연성 및 고유 수용성 감각이 강화되었다[49].

본 연구에서는 축구선수의 10주 동안의 BSE후 VC 향상 여부를 평가했다. FVC는 운동 전  $1.53 \pm 7.53$ 점, 운동 후  $1.76 \pm 0.19$ 로 유의한 차이를 보였고, FEV<sub>1.0</sub> 운동 전  $1.74 \pm 0.39$ , 운동 후  $1.93 \pm 0.24$ 점으로 유의한 증가를 보였다(Table 5). 이러한 결과는 일반적인 체력단련이나 지구력 운동을 통하여 FVC는 증가하지 않는다는[53], 선형연구들과 달리 운동선수의 적절한 BSE를 실시한 선수가 다소 높거나 증가를 보였다. 신체 안정성의 개선으로 몸통과 배 근육군인 코어근육이 단련되어 폐활량 증가에 영향을 미친 것으로 사료된다.

선형연구에서 일반인과 수영선수를 대상으로 총폐용량(Total lung capacity, TLC), 들숨예비량(Inspiratory Reserve Volume, IRV)등을 측정한 결과 일반인보다 수영선수가 의미 있는 향상을 보았다[54]. 수영선수 10명, 일반 학생 14명 대상으로 점증적인 운동 후 FVC, FEV<sub>1.0</sub> 측정된 결과 FVC는 안정된 상태와 운동을 실시한 후에 각각 프로그램 참여 선수가 대조군보다 다소 유의한 증가를 보였고, FEV<sub>1.0</sub>도 역시 프로그램 참여선수가 대조군보다 유의하게 높게 나타났다고 보고했다[55]. 대학조정 경기 선수들의 운동 후 VC 변화도 비슷하게 보고했다[56]. BSE 후 VC의 변화는 척추를 앞으로 굽히거나 배 부위에 압력을 가할 때 작용하는 배곧은근과 배바깥빗근으로 구성된 호흡근의 강화를 통해, 척추의 안정성과 운동성이 증가하고, 근 골격 구조를 적절히 유지시켜 몸의 중심을 잡아 주어 신체 안정성에 영향을 미친다고

[17] 사료된다. 운동이 폐기능에 미치는 영향 여부에 대한 연구가 있지만, 아직 이견이 많으며 구체적인 결론이 없는 실정이다[57]. 이에 각 종목별로 연구가 더 필요한 시점이다.

## 5. 결론

위의 결과를 종합해 볼 때 신체적인 능력이 감소되어 있는 축구선수에게 규칙적이고, 일정 기간 VRST, FMS, YBT, VC 평가를 통해 운동 시 꼭 필요한 근육, 속도, 기능적 움직임, 동적균형, VC 강화를 통해 훈련이나 경기 중 격한 움직임, 접촉에 의한 충돌, 움직임과 속도의 빠른 변화 등에 의한 부상을 방지함으로써 경기력을 최대한 향상시키는데 효과적이다. 초등학교 축구선수의 BSE를 계획적으로 시행한다면, VRST 향상 후 경기 중 빠르게 이동하는 공을 따라갈 수 있고, 순간적으로 움직이는 스피드와 반사 신경으로 무의식중에 움직이는 데 도움을 주며, FMS 향상 후 경기 중 다양한 변화에 적응할 수 있도록 작용하는 각 기능적 움직임 근육이 강화되고, YBT 향상 후 코어근육인 몸통과 배 부위 근육군이 강화되어 몸통 부위 근육의 유연성, 신체 균형 유지가 원활하게 이루어지고, 호흡근 강화에 의한 VC 향상 후 척추의 안정성과 운동성이 향상되면서, 기능적 움직임, 균형 잡힌 동작과 기술적 능력의 조화와 향상을 통해 우수한 경기력을 발휘할 수 있다고 사료된다.

## 6. 제언

위의 결과를 토대로 12주간의 BSE 중 VRST, FMS, YBT, VC의 규칙적이고 반복적인 프로그램에 의해 초등학교 축구선수들이 훈련이나 경기 중 속도 및 민첩성 향상, 안정된 자세 유지, 균형잡힌 자세 유지, VC 향상과 기술적 능력의 조화를 통해 축구선수에 적합한 신체적 능력을 강화하면, 부상 예방과 감소가 가능하고, 성인이 되어서 경기 중 우수한 경기력을 발휘할 수 있다고 사료된다. 본 연구의 제한점으로 대조군 없이 연구가 이루어져 일부 요인 부분들을 통제할 수 없었다는 것이 제한 요인으로 보이며 향후 추가 연구를 통해 실제로 축구선수의 다른 운동 종목별 부상 예방이나 감소에 얼마나 이바지할 수 있을지에 대한 부분을 장기적으로 관찰할 수 있는 연구가 필요할 것 같다.

## Reference

- [1] J. Bangsbo, M. Mohr, P. Krstrup, "Physical and metabolic demands of training and match play in the elite football player", *Journal of Sports Sciences*, Vol.24, No.4, pp.665-674, NOV. 2006.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- [2] T. Kaplan, E. Nurtekin, H. Taskin, "The Evaluation Of The Running Speed And Agility Performance In Professional And Amateur Soccer Players", *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.23, NO.3, pp.774-778, May. 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a079ae>
- [3] T. Stølen, K. Chamari, C. Castagna, U. Wislø, "Physiology of soccer: an update", *sports medicine*, Vol.35, No.6, pp.501-536, Jun. 2005.  
DOI:<https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- [4] W. K. Kim, Y. J. Oh, "A longitudinal study on the on the physique growth and physical fitness development of middle school students", *Korean Journal of Sport Science*, Vol.19, No.4, pp. 1435-1445, Nov. 2010.
- [5] Y. S. Lee, M. S. Ha, "Longitudinal study on the growth of the physique and physical fitness of adolescent soccer player", *Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance*, Vol.9, No.1, pp.733-743, 2000.
- [6] K. T. Lee, W. S. Jung, C. K. Kang, M. G. Lee, "A comparative analysis of physical fitness and skill according to school level and performance level in soccer players", *Korean Journal of Sport Science*, Vol.23, No.4, pp.923-936, 2014.
- [7] S. Yıldız, O. Ate's, E. Gelen, E. Cırak, D. Bakıcı, V. Sert, G. Kayıhan, "The relationship between start speed, acceleration and speed performances in soccer", *Universal Journal of Educational Research*, Vol.6, No.8, pp.1697-1700, Aug. 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.13189/uier.2018.060810>
- [8] R. Rössler, L. Donath, M. Bizzini, O. Faude, "A new injury prevention programme for children's football-FIFA 11+ Kids-can improve motor performance: a cluster-randomised controlled trial", *Journal of Sports Sciences*, No.34, Vol.6, pp549-556, Sep. 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1099715>
- [9] A. Junge, J. Dvorak, "Soccer injuries", *Sports Medicine*, No.34, Vol.13, pp.929-938, Sep. 2004.
- [10] P. Lisman, M. Nadelen, E. Hildebrand, K. Leppert S. de la Motte, "Functional movement screen and Y-Balance test scores across levels of American football players", *Biol Sport*, Vol.35, No.3, pp.253-260, Aug. 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.5114/biolsport.2018.77825>
- [11] C. L. Ardern, T. Pizzari, M. R. Wollin, K. E. Webster, "Hamstrings strength imbalance in professional football(soccer) players in Australia", *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.29, No.4, pp.997-1002, Apr. 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000747>
- [12] R. Bahr, "No injuries but plenty of pain? On the methodology for recording overuse symptoms in sports", *British Journal of Sports Medicine*, Vol.43, No.13, pp.966-972, Dec. 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1136/bism.2009.066936>
- [13] V. Akuthota, S. F. Nadler, "Core strengthening", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.85, NO.1, pp.86-92, Mar. 2004.
- [14] C. Kisner, L. A. Colby, Therapeutic exercise: foundations and techniques, p.443, FA Davis Company, 2017, pp.262-270.
- [15] S. M. McGill, "Low-back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation", *Exer Sports Sci Rev*, Vol.29, No.1, pp.26-31, Jan. 2001.
- [16] P. W. Marshall, B. A. Murphy, "Core stability exercise on and off a swiss ball", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.86, No.2, pp.242-249, Feb. 2005.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.05.004>
- [17] P. W. Brill, G. S. Couzen, The Core program: Fifteen Minutes a day That Can Change Your Life, p.256, Bantam Book, Jan, 2003, pp.50-54.
- [18] G. Verheyden, L. Vereeck, S. Truijen, M. Troch, I. Herregodts, C. Lafosse, A. Nieuwboer, W. E. Weerdt, "Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait functional ability", *Clin Rehabil*, Vol.20, No.5, pp.451-458, May. 2006.  
DOI: <https://doi.org/10.1191%2F0269215505scr955oa>
- [19] B. H. Huh, S. M. Lee, C. W. Jin, B. H. Kim, S. R. Kim, "Effects of Balance Exercise on the Unstabled the Balance Ability of Visually Disabled in Unstable Support Area", *Korea Association for Education & Rehabilitation of the Visually Impaired*, Vol.24, No.1, pp.67-88, Jun. 2008.
- [20] S. J. Olney, G. R. Colborne, "Assessment and treatment of gait dysfunction in the geriatric stroke patient", *Topics in Geriat Rehabil*, Vol.7, No.1, pp.70-78, Sep. 1991.
- [21] M. H. Cameron, L. G. Monroe, Physical rehabilitation: evidence-based examination, evaluation and intervention, p.973, Saunders, Aug. 2007, pp.689-717.  
DOI: <https://doi.org/10.2522/ptj.2008.88.8.973>
- [22] G. Allison, K. Kendle, S. Roll, J. Schupelius, Q. Scott, J. Panizze, "The role of the diaphragm during abdominal hollowing exercise" *Aust J Physiother*, Vol.44, No.2, pp.95-102, Aug. 1998.
- [23] J. D. Childs, D. S. Teyhen, T. M. Benedict, J. B. Morris, A. D. Fortenberry, "Effects of sit-up training versus core stabilization exercises on sit-up performance", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol.41, No.11, pp.2072-2083, Nov. 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a84db2>

- [24] K. Learman, J. Pintar, A. Ellis, "The effect of abdominal strength or endurance exercises on abdominal peak torque and endurance field tests of healthy participants: A randomized controlled trial", *Physical Therapy in Sport*, Vol.16, No.2, pp. 140-147, May. 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.08.009>
- [25] B. K. Kim, S. K. Lee, S. Y. Jung, "The effect of yoga exercise program on middle-aged women's health-related physical fitness and metabolic syndrome exercise", *Korea Science & Art Forum*, Vol.20, pp.99-101, Jun. 2015.  
DOI : <https://doi.org/10.17548/ksaf.2015.06.20.93>
- [26] H. Y. Lee, "Comparative analysis of fitness for performance and body balance in women with osteoporosis after menopause and normal women", *Korean Journal of Sport Science*, Vol.17, Feb. No.1, pp.735-744, 2008.
- [27] M. Behringer, A. V. Heede, M. Matthews, J. M-ester, "Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: a meta-analysis", *Pediatric Exercise Science*, Vol.23, No.2, pp.186-206, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.1123/pes.23.2.186>
- [28] A. Sander, M. Keiner, K. Wirth, D. Schmidtbl-eicher, "Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players", *European Journal of Sport Science*, Vol.13, No.5, pp.445-451, Oct. 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.742572>
- [29] J. Mikkola, H. Rusko, A. Nummela, T. Pollari, K. Häkinen, "Concurrent endurance and explosive type strength training improves neuromuscular and anaerobic characteristics in young distance runners", *Int J Sports Med*, Vol.28, No.7, pp.602-611, Mar. 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.742572>
- [30] K. Thomas, D. French, P. R. Hayes, "The effect of plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players", *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol.23, No.1, pp.332-335, Jan. 2009.  
DOI:<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318183a01a>
- [31] S. W. Seo, H. S. LEE, "Effects of complex physical training on exercise and football performances in youth football players", *Korea open Access Journal*, Vol.29, No.1, pp.49~62, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.24985/kjss.2018.29.1.49>
- [32] J. Brito, R. M. Malina, A. Seabra, J. L. Massada, J. M. Soares, P. Krustup, A. Rebelo, "Injuries in portuguese youth soccer players during training and match play", *J Athl Train*, No.47, Vol.2, pp.191-197, 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.2.191>
- [33] D. R. Grooms, T. Palmer, J. A. Onate, G. D. Myer, T. Grindsta, "Soccer-Specific Warm-Up and Lower Extremity injury Rates in Collegiate Male Soccer Players", *J Athl Train*, No.48, Vol.6, pp.782-789, Dec. 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.4.08>
- [34] J. O'rien, W. Young, C. F. Finch, "The delivery of injury prevention exercise programmes in professional youth soccer: Comparison to the FIFA 11", *J Sci Med Sport*, Vol.20, No.1, pp.26-31, Jun. 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isams.2016.05.007>
- [35] D. Pfirrmann, M. Herbst, P. Ingelfinger, P. Simon, S. Tug, "Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: A systematic review", *J Athl Train*, No.51, Vol.5, pp.410-415, May. 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.6.03>
- [36] L. Fridman, J. L. Fraser-Thomas, S. R. McFaull, A. K. Macpherson, "Epidemiology of sports-related injuries in children and youth presenting to Canadian emergency departments from 2007-2010", *Sports Science Medicine Rehabilitation, Therapy & Technology*, Vol.5, No.1, pp.1-6, Dec. 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1186/2052-1847-5-30>
- [37] J. M. Hootman, R. Dick, J. Agel, "Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary an -nd recommendations for injury prevention initiati-ves", *J Athl Train*, Vol.42, No.2, pp.311-319, Apr-Jun. 2007.
- [38] F. M. Vanderlei, F. N. Bastos, G. Y. C. Tsutsumi, L. C. M. Vanderlei, J. N. Júior, C. M. Pastre, "Characteristics and contributing factors related to sports injuries in young volleyball players", *BMC Research Notes*, Vol.6, No.1, pp.415-428, Oct. 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1186/1756-0500-6-415>
- [39] A. Arnason, S. B. Sigurdsson, A. Gudmundsson, I. Holme, L. Engebretsen, R. Bahr, "Physical fitness, injuries, and team performance in soccer", *Medicine and science in sports and exercise*, Vol. 36, No.2, pp.278-285, Feb. 2004.  
DOI: <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000113478.92945.CA>
- [40] Y. T. Cheon, S. C. Kim, "A Comparative Study of High School Taekwondo Players and Soccer Players on Physical Fitness, Cardiopulmonary Function, and Body Composition", *Journal of Exercise ans Sport Science*, Vol.13, No.2, pp.51-58. 2007.
- [41] I. Y. Song, Y. S. 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 Society of Physical Therapy*, Vol.32, No.4, pp.203-209, Aug. 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.18857/jkpt.2020.32.4.203>
- [42] S. M. McGill, A. Karpowicz, "Exercises for spinestabilization: motion, motor patterns, stability progressions, and clinical technique", *Archives of Physical and Medicine and Rehabilitation*, Vol.90, No.1, pp.118-126, Jan. 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.06.026>
- [43] G. Cook, L. Burton, J. Hoogenboom, M. Voight,

- "Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function part-1", *International Journal of Sports Physical Therapy*, Vol.9, No.3, pp.396-409, May. 2014 a.
- [44] S. H. Kim, W. Y. So, J. Y. Kim, "Effect of 8-week core stabilization training on skill-related physical fitness and functional movement screen(FMS) test scores in college soccer players", *The Korea Journal of Sports Science*, Vol.25, No.1, pp.1473-1483, Feb. 2016.
- [45] H. G. Bae, G. A. Shin, K. Y. Hyun, H. H. Chu, G. G. Kim, S. K. Lee, L. Y. Bae, S. A. Park, J. B. Park, *Pulmonary Function Test*, p.201, Korea medicine Publishing Company, 2021, pp.103-107.
- [46] G. Cook, L. Burton, J. Hoogenboom, M. Voight, "Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function part-2", *International Journal of Sports Physical Therapy*, Vol.9, No.4, pp.549-563, Aug. 2014 b.
- [47] K. Kiesel, P. J. Plisky, M. L. Voight, "Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen?" *North American Journal of Sports Physical Therapy*, Vol.2, No.3, pp.147-158, Aug. 2007.
- [48] 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.
- [49] J. L. Croisier, "Muscular imbalance and acute lower extremity muscle injuries in sport", *International Journal of Sports Medicine*, Vol.5, No.3, pp.169-176, Jan. 2004.  
DOI: <https://journals.co.za/doi/10.10520/EJC48555>
- [50] D. Engin, E. K. Bekir, B. Muge, T. E. Yunus, B. Bülent, "Effects of special exercise programs on functional movement screen scores and injury prevention in preprofessional young football players", *Journal of Exercise Rehabilitation*, Vol.23, No.5, pp.535-540, Oct. 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.12965/jer.1735068.534>
- [51] J. L. Whittaker, C. A. Emery, "Impact of the FIFA 11+ on the structure of select muscles in adolescent female soccer players", *Physical Therapy in Sport*, Vol.16, No.3, pp.228-235, Aug. 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.10.007>
- [52] P. Aagaard, E. B. Simonsen, S. P. Magnusson, B. Larsson, P. Dyhre-Poulsen, "A new concept for iso-kinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio", *American Journal Sports Medicine*, Vol.26, No.2, pp.231-237, Mar-Apr. 1998.  
DOI: <https://doi.org/10.1177%2F03635465980260021201>
- [53] I. P. F. Mungall, R. Hainsworth, "An object assessment of the value of exercise training to patients with chronic obstructive airways disease", *Quarterly Journal of Medicine*, Vol.49, No.193, pp.77-85, Jan. 1980.
- DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.qjmed.a067607>
- [54] J. Armour, P. M. Donnelly, "The large lung of elite swimmers: an increased alveolar number?", *European Respiratory Journal*, Vol.6, No.2, pp.237, Feb. 1993.
- [55] H. K. Cho, J. R. Chae, "The change of pulmonary function after graded exercise in swimmers", *Korean Society of Exercise Physiology*, Vol.9, No.1, pp.41-50, 2000.
- [56] C. K. Kim, H. K. Cho, "The change of pulmonary function after exercise in rowing players", *Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance*, Vol.35, No.4, pp.179-188, 1996.
- [57] J. S. Park, Y. S. Kim, E. K. Choi, Y. K. Jee, K. Y. Lee, K. Y. Kim, Y. C. Chun, "The Effect of exercise on pulmonary Function", *Tuberculosis and Respiratory Disease*, Vol.45, No.2, pp.351-359, 1998.

강 양 훈(Yang-Hoon Kang)

[정회원]



- 2002년 3월 ~ 2011년 2월 : 동신대학교부속목포한방병원 물리치료실장
- 2011년 3월 ~ 2016년 2월 : 서남대학교 물리치료학과 교수
- 2021년 2월 : 세한대학교 물리치료학 (물리치료학 박사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 목포과학대학교 물리치료과 교수

<관심분야>

의료융복합, 물리치료학, 신경해부생리학

김 철 승(Chul-Seung Kim)

[정회원]



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

<관심분야>

의료융복합, 임상병리학, 임상생리학, 운동생리학