

10주간의 고교 남자 핸드볼 선수 신체 안정화 프로그램 후 시각 반응 속도, 기능적 움직임, 신체 균형, 폐활량 변화

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

강양훈*, 김철승**

목포과학대학교 물리치료과*, 목포과학대학교 임상병리과**

Yang-Hoon Kang(mokpopt@hanmail.net)*, Chul-Seung Kim(hippo48@hanmail.net)**

요약

무안 Y고등학교 남자 핸드볼 선수 21명을 대상으로 10주간 신체안정화 훈련 후 시각반응속도, 기능적 움직임, 균형, 폐활량의 결과를 비교 분석하여 부상을 감소시킴으로써, 경기력 향상을 시킬 수 있는 추후 관리 및 훈련 자료를 제공할 목적으로 연구하였다. 훈련 결과 핸드볼선수에게 요구되는 순발력, 민첩성이 크게 증가하였고, 반응시간이 유의하게 단축되었다 ($p<0.001$). 기능적 움직임 평가 총점은 훈련 전 10.43 ± 1.16 , 훈련 후 12.05 ± 1.07 로 유의하게 증가하였다 ($p<0.001$). 와이발런스 측정은 훈련 전 89.18 ± 6.99 , 훈련 후 91.39 ± 7.33 으로 유의하게 증가하였다 ($p<0.001$). 폐활량은 유의하게 증가하였다($p<0.001$). 결론적으로, 10주간 신체안정화 훈련 프로그램을 적용하면 속도, 민첩성, 기능적 움직임, 와이발런스 측정, 폐활량의 향상에 효과적이다. 결론적으로, 부상을 예방하거나 줄일수 있고 핸드볼 경기 중 경기력을 향상시킬 수 있을 것이다.

■ 중심어 : | 신체안정화 훈련 | 기능적 움직임 평가 | 와이발런스측정 | 시각반응속도측정 | 폐활량측정 |

Abstract

This study aims to see, a 10-weeks program of Body Stability Exercise(BSE) was conducted on 21 male handball players at Muan Y High School and then, the results of changes in Visual Response Speed Test, Functional Movement Screen, Y-Balance Test, and Vital Capacity were observed, compared and analyzed to provide follow-up management and training data that can be used to reduce injuries and improve performance. After training, strength and quickness were increased significantly and reaction time was significantly shortened ($p<0.001$). The total score of Functional Movement Screen was increased from 10.43 ± 1.16 , before training to 12.05 ± 1.07 after training, which was statistically significant($p<0.001$). Y-Balance Test was significantly increased from 89.18 ± 6.99 before training to 91.39 ± 7.33 after training($p<0.001$). The Vital Capacity increase was also shown to be more than statistically significant($p<0.001$). The 10-week BSE program improved speed, agility, Functional Movement Screen, Y-Balance Test, and Vital Capacity. In conclusion, it's can prevent or reduce injuries and performance could be improved while playing handball.

■ keyword : | Body Stability Exercise | Functional Movement Screen | Y-Balance Test | Visual Response Speed Test | Vital Capacity |

I. 서론

스포츠 선수들이 경기에 승리를 하기 위해서는 경기를 준비하는 기간 또는 경기 중 각 스포츠에 맞는 신체 형태학적 능력과 각 스포츠가 요구하는 신체적인 조건을 충족시킬 수 있는 운동학적 특성을 갖추는 것이 필요하다. 이러한 신체 능력을 향상 시키기 위해 코어 안정화훈련(Core Stabilization Exercises, CSE)을 통한 신체 안정화훈련(Body Stability Exercise, BSE)이 필요하고, 이 운동을 통해 팔과 다리의 운동능력이 향상될 것이다[1]. BSE 중 CSE에 의해 코어근육(core muscle)을 강화하여 직립자세를 유지하는 인간이 중력의 영향에 대항하여 몸통의 안정성을 유지한다. 척추에 지속적인 자극 없이 기능적인 활동을 원활하게 할 수 있도록 작용하는 몸통 즉 척추, 배부위, 골반 등의 근육을 코어근육이라고 한다. 몸에서 모든 운동성과 힘이 발생하는 곳으로 신체를 움직일 시 중심을 유지하며, 근, 골격 구조를 적절하게 유지하기 위해 몸에서 모든 운동성과 힘을 발생하도록 하는 주요한 부분의 뼈들과 근육을 보호하는 역할을 하고 있다[2]. 장기간 과도한 훈련을 반복적으로 시행하는 운동선수들은 몸통이 비대칭이 되고, 몸의 형태가 변형되어 생리적 만족도를 유지하는 척추의 기능이 변형되며, 주로 근력 저하가 누적되는 배 근육에 의해, 한쪽으로 치우쳐지는 근육강직과 관절의 가동범위가 줄어들어 근육이 무기력해지고, 근육의 펌 동작이 제대로 이루어질 수 없게 된다[3-5]. 따라서, 몸통과 배 근육군에 포함된 코어근육을 단련시키게 되면 척추의 안정화가 유지되고, 몸통 부위의 유연성과 근력이 향상된다[4-6]. 이에, 허리뼈 주변 부위와 몸통의 중심이 흐트러지 않음으로, 위 및 아래 몸통으로 전해지는 힘의 전달을 통해 몸통의 근력 및 균형 유지력을 강화할 수 있다[2]. 코어근육을 강화하는 훈련프로그램을 실시한다면, 배 부위의 근육 등의 강화에 의해 신체 안정화, 동적 균형, 민첩성 등의 능력이 향상될 것이다[7][8]. 핸드볼은 경기 중 달리기, 점프, 순간 속도변화, 던지기 및 경기 중 상대 선수 밀기, 방어하기, 부딪히기 등이 계속 반복되는 매우 격렬하면서, 우수한 체력이 필요하며, 상대 선수와 계속 부딪혀야 하는 운동 종목이다[9]. CSE는 모든 핸드볼 선수들에게

꼭 필요한 부분이므로, 경기 중 계속 반복해서 몸을 좌우로 움직이거나, 공을 향해 몸을 회전시켜야 하고, 경기 중 상대 선수와 속도 경쟁하기와 상대 선수균형 무너뜨리기, 상대 선수를 피하기 위해 많은 방향 변화를 원활하게 하기 위해 적합한 신체적 훈련을 통한 강화가 필요하고, 이는 승리를 위한 전략으로 매우 중요하다[10]. 운동 경기력 향상을 위해서는 팀이 자주 사용하는 훈련의 일종인 CSE를 통해 신체의 어떤 부위의 기능을 향상해야 하는지, 향상하기 위한 기간을 정하는 것이 중요하다. 특히, 몸통 균형을 유지하면서, 중력에 대한 독립된 자세를 유지하고 팔다리의 움직임을 대비하는 자세적 안정성과 중심이동의 동작을 개선 시켜, 쉽게 또 다른 자세로 움직이도록 하는 동적 움직임이 필요하다[11]. BSE를 통해 몸통을 안정시키려면 코어근육을 동시에 강화하는 CSE가 필요하며 이를 통해 안정적으로 자세를 유지하고 조절할 수 있는 능력을 향상하는데 효과적이다[12]. 선행연구에 의하면 핸드볼 선수들의 신체 안정화훈련을 통한 CSE 그룹의 점프 높이가 대조군보다 0.8%, 동적 균형이 13.4%가 유의하게 증가하였고, CSE를 통해 동적균형, 민첩성, 스피드, 점프와 같은 운동 필수 요소들이 향상되었으며, 일정 기간의 BSE를 통해 운동선수의 체력을 유의하게 향상시킬 수 있는 것과, 신체 안정화를 위한 CSE의 효과를 조사하는 상관관계 및 실험 연구 모두 민첩성과 속도에 대해 서로 다른 결과를 보고했다[10]. 핸드볼에서 경기력을 향상시킬 수 있는 점프, 스피드, 민첩성 등 운동 기술에 대한 BSE의 긍정적 효과는 여전히 낮다는 연구 결과도 있다[12-16].

본 연구에서는 고등학교 남자 핸드볼선수 21명을 대상으로 10주간 BSE 프로그램을 통해 시각 반응속도, 기능적 움직임, 신체 균형, 폐활량 강화 훈련을 실시하여, 신체 안정화에 어떠한 영향을 미치는지 규명하고, BSE 프로그램 적용 후 핸드볼 선수들의 경기력 향상을 위한 추후 관리 및 훈련 자료를 제공하는 데 목적이 있다.

II. 본 론

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 무안군 Y고등학교 남자 핸드볼 선수 21명을 대상으로 구성하였고, 모든 피험자들에게 검사 전반에 대한 설명과 측정에 대한 정보를 충분히 알린 후 측정을 실시하였다. 연구대상자의 신장을 측정하기 위해 자동 신장측정기(DS-103, Dong Sahn Jenix, Korea)를 이용하였고, 체중과 체지방률의 측정은 생체 전기 임피던스 장비(InBody H20, InBody, Korea)를 이용하였으며, 측정된 연구대상자의 일반적 특성은 [표 1]과 같다.

표 1. General characteristics of participants (N=21)

Characteristics	Value
Sex	Male
Age (yrs)	18.57±0.67
Height (cm)	175.48±6.24
Weight (kg)	67.34±5.37
1BMI (kg/m ²)	19.57±4.14
Body fat (%)	29.51±5.21
Leg length (cm)	88.90±4.42

1BMI:Body Mass Index

2. 측정 항목 및 자료 처리

본 연구는 BSE 프로그램이 핸드볼선수의 기능적 움직임과 균형에 미치는 영향을 살펴보기 위해 모든 피험자들에게 프로그램 적용 전 시각반응속도측정(Visual Response Speed Test, VRST), 기능적 움직임 평가(Functional Movement Screen, FMS), 신체균형능력평가(Y-Balance Test, YBT), 폐활량(vital capacity, VC) 측정 등을 개별 평가 실시하였고, 10주간의 BSE 프로그램을 실시하여, 프로그램을 적용한 훈련 후 평가를 실시하였다. 또한 검사 전 보호자와 대상자에게 연구에 대한 충분한 훈련 전 설명과 실험 동의 여부를 확인하였다.

2.1 BSE 방법

McGill and Karpowicz[17]가 고안한 BSE를 적용하여 10가지 동작으로는 첫 번째, 머리·가슴 들기

(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)로 구성하였다. 한 동작당 12초씩 유지하도록 하였다. 한 동작당 10회씩 반복하여 총 2-3세트 훈련을 실시하였고, 1회 실시 후 5초간의 휴식 시간을 두어 실시하였다. BSE의 난이도는 실험 4주 후 운동 지지대를 불안정하게 하여 난이도를 조정하였다. 실험은 2020년 총 10주간, 주 3회, 30분간 실시하였고, BSE 프로그램 적용 전 5분간의 준비운동 시간을 두고 훈련을 실시하였다[18].

2.2 VRST 측정 방법

VRST 측정 방법은 블레이크 포드(BlazePod, Play coyotta Ltd., Thailand)를 사용하여 측정하였다. 이것은 순간 스피드, 반사 신경 등의 특수한 능력을 측정할 수 있는 장비이다. 전문화된 반사 신경 및 순발력을 길러주는 순간 반사 운동(Flash Reflex Exercise, FRX)을 기반으로 만들어졌고, VRST 전용 앱을 통해 자신의 기록을 정확하게 확인할 수 있다. 본 연구에서는 BSE 프로그램 적용 전과 후에 측정 장비를 이용하여 VRST를 실시하였다. 네발서기 자세에서 VRST 장비 불빛이 들어오면 왼쪽 팔과 오른쪽 팔을 교대하면서 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. 다리 측정은 선 상태에서 양쪽을 측정하였고, 팔 측정은 엎드린 상태를 유지한 상태에서 측정하였으며, 동일하게 측정할 수 있도록 위치가 표시된 매트를 이용하여, 3회 측정하여 평균값을 구하였다[18].

2.3 FMS 방법

Cook 등[19]의 연구를 기반으로 FMS를 실시하였으며, 검사를 위해 전용 키트(Functional Movement Screen Test Kit, Functional Movement Systems Inc, USA)가 사용되었다. FMS 동작 항목은 깊게 쪼그려 뛰기(Dep Squat, DS), 허들 건너기(Hurdle Step, HP), 직선 내에서의 런지(In-Line Lunge, IL), 어깨 이동성(Shoulder Mobility reaching, SM), 능동적 펄다리 올리기(Active Straight Leg Raise, ASLR), 몸통 안정성 팔굽혀펴기(Trunk Stability Push-Up, TSPU), 회전안정성(Rotary Stability, RS)까지 총 7가지 항목으로 나누었다. 본 연구에서는 피험자에게 평가 방법에 대해 충분히 설명하였고, 왼쪽과 오른쪽을 평가하는 테스트는 기본 지침에 따라 왼쪽부터 실시하였으며, 최종 결과에서 가장 적게 나온 점수를 기록하였다. FMS 점수는 완벽한 동작을 수행함(3점), 동작을 실행하나 완벽하지 못함(2점), 동작 수행을 하지 못함(1점), 통증이 있음(0점)으로 총 21점 만점에 0-3점의 순위 척도로 구성되었다. FMS-kit를 사용하여 측정하였으며, FMS 측정의 정확도를 높이기 위하여 공통된 측정 방법을 훈련 전 교육을 하였으며, 철저하게 숙지한 3명의 평가자 중 2명은 실시간 관찰하면서 측정, 평가하고 FMS를 점수화했다. 결과의 신뢰성 확보를 위하여 1명은 정확한 기록과 동시에 카메라를 이용하여 녹화하였고, 측정 후 녹화된 내용을 다시 시청하면서 검토를 진행하였다[18].

2.4 YBT 측정 방법

YBT는 자세조절과 발목의 안정화를 동시에 검사할 수 있는 방법이다. 본 연구에서는 피험자에게 플랫폼에서 발이 유지가 되지 않거나, 발이 떨어지지 않도록 측정 방법 및 주의사항을 설명한 후 양쪽 발 모두 각각 3회 실시하였다. 측정 시에는 신발을 벗고 실시하였으며 중심을 잃은 경우, 다시 처음의 시작 자세로 돌아오지 못하는 경우 그리고 발이 땅에 닿거나, 발판을 발로 차는 경우에는 파울로 간주하였다. YBT에서는 앞쪽(anterior), 뒤안쪽(posteriomedial), 뒤가쪽(posteriolateral)의 수치를 모두 더한 값을 피험자의 다리 길이(limb length)를 3배수 곱한 값으로 나누고,

100을 곱하여 복합점수(composite score)로 분석하였다. 피험자의 다리 길이는 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine, ASIS)에서 안쪽 복사뼈(medial malleolus)까지의 거리로 하였다. Composite Score=(Anterior + Posteriomedial + Posteriolateral) × 100/(3 Limb Length) 식을 이용해 YBT를 측정하였다[18].

2.5 VC 측정 방법

폐활량 측정하기 위해 Spirometer(Vitalograph Inc, United Kingdom)를 이용하여, VRST, FMS, YBT를 통한 BSE 측정 후 최대한 들숨 후 날숨을 통해 노력성폐활량(Forced vital capacity, FVC)을 측정하고 단위는 ml로 측정하여 퍼센트로 환산하였다. 정상 범위는 80% 이상으로 하였다. 시간폐활량(Forced expiratory volume in time, FEV_T) 중 용적-시간 곡선에서 자발적으로 노력을 통해 가능한 한 빠르게 최대 들숨 위치로부터 날숨 위치까지 1초간 날숨 시킨 용적을 구하는 1초간 강제날숨량(FEV_{1.0})을 측정하였다. 측정단위는 ml로 측정하여 퍼센트로 환산하였고, 정상 범위는 70% 이상으로 하였다[20].

2.6 자료 처리

본 연구에서 얻어진 자료는 통계프로그램(SPSS 21.0 for Window, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 통해 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였고, 정규성 검정을 시행하였다. 정규성을 만족한 BSE에 따른 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.

III. 결 과

1. VRST 변화 측정

핸드볼 선수에게 적용한 10주간 BSE 중 VRST 훈련 후 힘과 민첩성의 변화 측정에 대한 결과는 [표 2]와 같다. 팔을 15초 동안 터치하는 훈련은 훈련 전 19.09 ± 4.57 회, 훈련 후 20.33 ± 4.55 회로 유의한 증가

를 했고($p < 0.001$), 팔의 반응시간은 훈련 전 825.71 ± 190.53 ms, 훈련 후 793.71 ± 196.19 ms로 반응시간이 유의하게 짧아지는 결과를 보였다 ($p < 0.001$). 왼쪽 다리의 15초 동안 터치하는 훈련은 훈련 전 20.24 ± 2.82 회, 훈련 후 21.71 ± 2.45 회로 유의한 증가를 했고 ($p < 0.001$), 왼쪽 다리의 반응시간은 훈련 전 670.19 ± 97.34 ms, 훈련 후 638.04 ± 93.79 ms로 반응시간이 유의하게 짧아지는 결과를 보였다 ($p < 0.001$). 오른쪽 다리의 15초 동안 터치하는 훈련은 훈련 전 21.28 ± 2.41 , 훈련 후 22.76 ± 2.45 회로 유의한 증가를 했고($p < 0.001$), 오른쪽 다리의 반응시간은 훈련 전 646.71 ± 80.64 ms, 훈련 후 612.52 ± 77.56 ms로 반응시간이 유의하게 짧아지는 결과를 보였다 ($p < 0.001$)[표 2].

표 2. Effects of 10-week body stability exercise program on power and agility(unit: time, ms)

Factor		Pre test Mean±SD	Post test Mean±SD	t	p
Upper extremity	Touch for 15 seconds	19.09± 4.57	20.33±4.55	-9.080	0.000***
	Reaction Time	825.71±190.53	793.71±196.19	5.449	0.000***
Left Lower extremity	Touch for 15 seconds	20.24±2.82	21.71±2.45	-8.315	0.00****
	Reaction Time	670.19±97.34	638.04±93.79	5.789	0.00****
Right Lower extremity	Touch for 15 seconds	21.28±2.41	22.76±2.45	-6.897	0.000***
	Reaction Time	646.71±80.64	612.52±77.56	7.748	0.000***

***p < 0.001

2. FMS 변화 측정

핸드볼 선수의 10주간 BSE를 통해 훈련 후 기능적 움직임에 영향을 미치는지에 대한 결과는 [표 3]과 같다. HS 동작은 훈련 전 1.66 ± 0.48 점, 훈련 후 1.90 ± 0.30 점($p = 0.021$), IL 동작은 훈련 전 1.43 ± 0.51 점, 1.61 ± 0.50 점($p = 0.042$), SM 동작은 훈련 전

1.62 ± 0.49 점, 훈련 후 1.90 ± 0.30 점($p = 0.030$), ASLR 동작은 훈련 전 1.43 ± 0.51 점, 훈련 후 1.71 ± 0.56 점 ($p = 0.010$)으로 유의한 증가를 했다. DS 동작은 훈련 전 1.62 ± 0.59 , 훈련 후 1.71 ± 0.56 점($p = 0.162$), TSPU 동작은 훈련 전 1.33 ± 0.48 점, 훈련 후 1.48 ± 0.51 점 ($p = 0.186$), RS 동작은 훈련 전 1.48 ± 0.51 점, 훈련 후 1.71 ± 0.46 점 ($p = 0.056$)으로 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 훈련 후 점수가 증가했다. 총 점수는 훈련 전 10.43 ± 1.16 점, 훈련 후 12.05 ± 1.07 점으로 유의한 증가를 했다($p < 0.010$)[표 3].

표 3. Effects of 10-week body stability exercise program on functional movement (unit: Score)

Factor	Pre test Mean±SD	Post test Mean±SD	t	p
	Deep Squat	1.62±0.59		
Hurdle Step	1.66±0.48	1.90±0.30	-2.500	0.021*
In-Line Lunge	1.43±0.51	1.61±0.50	-2.169	0.042*
Shoulder Mobility reaching	1.62±0.49	1.90±0.30	-2.335	0.030*
Active Straight Leg Raise	1.43±0.51	1.71±0.56	-2.828	0.010*
Trunk Stability Push-Up	1.33±0.48	1.48±0.51	-1.369	0.186
Rotary Stability	1.48±0.51	1.71±0.46	-2.024	0.056
Total Score	10.43±1.16	12.05±1.07	-8.059	0.000***

***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

3. YBT 변화 측정

핸드볼 선수의 10주간 BSE가 YBT에 영향을 미치는지에 관한 결과는 [표 4]와 같다. 왼쪽 복합점수는 훈련 전 90 ± 6.96 점, 훈련 후 92.03 ± 7.26 점으로 유의하게

증가하였고($p < 0.001$), 오른쪽 복합점수도 훈련 전 89.18 ± 6.99 점, 훈련 후 91.39 ± 7.33 점으로 유의하게 증가를 했다($p < 0.001$)[표 4].

표 4. 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)	59.57 ±8.16	61.04 ±7.65	-5.413	0.000***
	posteriolateral (cm)	90.52 ±8.63	92.09 ±8.98	-6.423	0.000***
	posteriomedial (cm)	89.61 ±6.26	91.95 ±6.91	-6.718	0.000***
	composite score	90±6.96	92.03 ±7.26	-12.984	0.000***
Rt	anterior(cm)	59.52 ±7.19	61.09 ±6.94	-5.021	0.000***
	Posteriolateral (cm)	90.09 ±9.91	91.76 ±10.51	-5.801	0.000***
	posteriomedial (cm)	87.95 ±6.53	90.57 ±6.18	-5.756	0.000***
	composite score	89.18 ±6.99	91.39 ±7.33	-9.107	0.000***

*** $P < 0.001$

4. VC 변화 측정

핸드볼 선수의 10주간 BSE를 통해 VC에 영향을 미치는지에 대한 결과는 [표 5]와 같다. FVC의 변화는 훈련 전 1.57 ± 0.24 점, 훈련 후 1.74 ± 0.18 점으로 유의한 증가를 했다($p < 0.001$), FEV_T 중 FEV_{1.0}의 변화는 훈련 전 1.81 ± 0.34 점, 훈련 후 1.96 ± 0.21 점으로 유의한 증가를 했다($p < 0.001$)[표 5].

표 5. Effects of 10-week body stability exercise program on vital capacity (unit: ml)

Factor	Pre test	Post test	t	p
	Mean±SD	Mean±SD		
¹ FVC	1.57±0.24	1.74±0.18	-3.572	0.000***
² FEV _{1.0}	1.81±0.34	1.96±0.21	-3.150	0.000***

*** $P < 0.001$, ¹FVC: Forced vital capacity, ²FEV_{1.0}, Forced expiratory volume in time 1.0

IV. 고찰

본 연구는 BSE 프로그램이 핸드볼 선수의 시각 반응 속도, 기능적 움직임, 균형, 폐활량에 미치는 영향을 살펴보기 위해 모든 피험자들에게 프로그램 적용 전 VRST, FMS, YBT, VC 측정은 개별 평가를 실시하였고, 10주간의 BSE 프로그램을 실시하여, 적용 전과 적용 후 BSE의 향상을 확인하여, 핸드볼 선수들의 경기력 향상을 위한 추후 관리 및 훈련 자료를 제공하는데 목적이 있다.

1. VRST 변화 측정

본 연구에서는 핸드볼 선수의 10주간 BSE가 VRST 변화에 영향을 미치는지 10주간 BSE 후 15초 동안의 터치한 횟수가 유의하게 증가하였고, 15초 동안의 반응 시간도 유의하게 짧아졌다($p < 0.001$). VRST를 통해 훈련 후 힘과 민첩성의 향상 여부를 측정하였다. 위의 연구를 위해 블레이크 포드(BlazePod)라는 측정도구로, 기존에 측정하기 어려웠던 순간 스피드, 반사 신경 등의 특수한 능력을 측정할 수 있는 스마트한 운동기구를 이용하였다[21]. 선행연구에서 목포시 Y 중학교 배구 선수들을 대상으로 VRST 변화에 영향을 여부를 10주간 BSE 실시한 결과 전반적으로 BSE 이후로 15초 동안의 터치한 횟수는 유의하게 증가하였고, 15초 동안의 반응시간도 유의하게 단축되었다고 보고하였다[18]. 8주 동안 여자 핸드볼 선수 20명을 대상으로 순간 사용되는 힘과 민첩성, 속도시험 결과 오직 수직점프만 시행한 군보다 CSE를 시행한 군이 유의하게 증가하였다[10]. 여러 연구에서 선수들의 점프, 스피드, 민첩성을 향상시키는데 CSE가 효과적이라고 보고하였다[12-16]. 이 중 특별 운동 측정도구를 통한 운동선수와 관련된 프로그램 24개 연구 중 13개 연구에서 긍정적인 운동능력의 향상을 보였다고 보고하였지만, 기본 근력, 전력질주 및 점프가 충분히 입증되지 않은 연구결과가 있었다[16]. 다른 연구에서는 CSE 그룹과 대조군 모두 수직점프, 공 던지기, 20m 전력 달리기의 점수가 비슷한 결과를 보여 CSE 그룹이 운동능력이나, 경기력 향상에 영향을 주지 않는다고 보고하였다[15]. 그러나, 일부 연구들에서는 CSE가 다리의 힘을 긍정적으로 향

상시킨다고 보고하였고[22-24], 남자 대학 축구선수 14명을 대상으로 8주간의 CSE 후 스피드 및 민첩성이 향상되었다고 보고하였다[25]. 배구 선수들은 다른 운동선수 보다 전신 반응시간이 빛 보다 소리 자극에 의해 빠르게 단축되었지만, 검도, 야구, 배구, 유도, 핸드볼, 육상 선수들의 전신반응이 소리자극 보다 빛 자극에 의해 단축되는 것을 확인했고, 시지각 운동프로그램을 통해 시각의 변화에 반응속도가 단축되면서 민첩성이 향상되고, 이로 인해, 동작의 이동이나 방향 전환 능력에 대해 신체가 짧은 시간 내에 빨리 반응하는 능력이 향상됨을 보고하였다[26]. 또한, 경기 중 뛰어난 시지각 기능을 갖고 있는 우수한 선수가 많다면 승패를 좌우할 수 있으므로 중요한 요인이라고 보고하였다[27-29].

위의 연구사례에서 보듯이 BSE 중 VRST 훈련에 의해 경기 중 다양하게 변화하는 상황에 대처할 수 있고 정확하게 원하는 곳에 패스하고, 빠르게 움직이는 공을 잡는 것을 수행할 수 있으려면, 순간적으로 움직이는 스피드와 반사 신경으로 무의식중에 움직일 수 있고, 경기 중 많은 상황의 변화에도 몸의 균형을 유지하고, 빠르게 다음 행동으로 움직이는 반사신경을 향상 시킴으로서 핸드볼, 축구, 농구, 배구, 럭비, 야구 등의 선수들에게 요구되는 순발력, 민첩성 그리고 협조성과 같은 기술 체력이 유의하게 향상된 것으로 사료된다.

2. FMS 변화 측정

FMS는 기능적 움직임을 통해 경기력을 감소시키는 부상의 위험성을 감소시키고 경기력을 향상시키기 위해, 안정된 동작과 움직임을 효율적으로 강화할 수 있다. 이러한, 기능적 움직임의 강화를 위해 필요한 측정 종목이다. FMS를 통해 비효율적 동작으로 판정된 동작을 수정, 보완하여 스포츠에 관련된 특정 동작을 개선하는데 그 가치가 있다고 할 수 있다[30]. 그러나, 운동을 실시하는 것과 FMS 사이의 연관성에 대해 여전히 논란의 여지가 남아있다[12][31]. DS 동작은 엉덩이 관절과 무릎, 발목, 어깨, 가슴의 기능성, 균형성, 안정성을, HS 동작은 발목과 무릎의 기능적 움직임과 양쪽의 안정성과 균형성에 대해 정보를 제공하며, SM 동작은 양측 어깨의 관절 가동범위와 안쪽회전 및 모음, 바깥

회전, 벌림 등의 정보를 제공하고, ASLR 동작은 햄스트링과 장딴지근, 가자미근의 유연성을 향상 시킨다고 보고하였다[30][32]. 본연구결과 DS 훈련 후 유의한 차이를 나타내지 않았지만($p=0.186$), FMS 점수는 증가하였고, HS($p=0.021$), ASLR($p=0.010$) 훈련 후 FMS 점수가 유의하게 증가했다. 달리기와 점프 등의 동작 시 엉덩이 및 넙다리내갈래근을 단련시킬 뿐만 아니라 인대와 힘줄 등의 결합조직을 강화시키는 중요한 동작으로 보고되고 있다[30][32]. 이는 BSE 훈련 후 다리 강화 운동과 스쿼트의 정확한 동작 수행을 통해 엉덩이, 무릎관절의 근력 향상에 밀접하게 관여하는 근육의 강화 의할 것이라고 추측할 수 있다. SM 동작은 훈련 후 FMS 점수가 유의하게 증가하였다($p=0.030$). 이러한 결과는 10주간 BSE 훈련 후 유연성 향상을 위한 스트레칭과 폼롤러(form roller) 운동에 의해 유연성이 강화되어 점수가 향상되었다[33].

TSPU 동작은 훈련 후 FMS 점수가 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 증가하였다($p=0.186$). 이러한 결과는 상체의 움직임의 안정성을 향상시키고, 이는 큰 가슴근 및 앞뒀니근 등의 몸통 근육을 강화함으로써 가슴뼈 및 나비뼈 등을 기능적으로 안정화 시키고, 비록 유의한 차이가 보이지 않았지만, 협력근의 기능 개선을 통해 점수가 증가한 이유는 반복적인 팔꿈치 펴기 운동과 위 몸통 강화 운동에 의한 것으로 추측할 수 있다. 또한, 위 몸통의 움직임을 통해 코어근육의 안정성 지표에 대한 정보를 제공한다고 추측된다[34].

IL 훈련은 넙다리내갈래근의 유연성, 엉덩관절의 움직임과 안정성, 무릎과 발목에 대한 안정성 정보를 제공한다[30][32]. 본연구결과 훈련 후 FMS 점수가 유의하게 증가하였다 ($p=0.042$). 이는, BSE에 포함된 여러 종류의 런지 동작과 레더 트레이닝(Ladder training) 병행이 IL의 기능을 향상한 결과로 사료된다. RS 동작은 동시에 위 몸통과 아래 몸통을 움직일 시 안정된 몸통의 상태 유지를 확인할 수 있는 검사항목이다. 척추와 배 주위 근육의 안정성을 통해 척추, 골반 등의 균형적인 움직임을 향상 시킬 수 있는 중요한 동작이라고 보고하였다[35]. 이 동작은 FMS 점수가 훈련 후 비록 유의한 수준은 아니었지만($P=0.056$) 증가하였다. 이러한 결과는 BSE 훈련 후 코어근육(core muscle)을 단

련한 결과로 사료된다. 송 등[18]의 연구 결과와 비교 시 본 연구에서 DS, TSPU, RS 동작이 훈련 후 FMS 점수가 유의한 차이를 보이지 않았지만, 증가를 나타냈고, 송 등[18]의 연구에서 유의한 차이를 보이지 않았던 HS 동작은 본 연구에서 유의하게 증가하였고, DS, TSPU, RS 동작은 송 등[18]의 연구에서 유의한 차이가 보였지만, 본 연구에서는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, FMS점수는 증가하였다. 전체 FMS 점수도 송 등[18]의 연구와 동일하게 유의한 증가를 보였다 ($p < 0.001$). CSE는 BSE의 일종으로 인간이 신체를 움직이거나 선 자세를 유지하기 위해 중력의 영향에 대하여 몸통의 안정성(core stability)을 제공하며, 팔다리의 근육이 척추에 부담을 주지 않고, 기능적 움직임을 원활하게 수행할 수 있도록 작용하는 척추, 배 부위, 엉덩이 등의 몸통 근육을 코어근육이라고 한다. 이 코어근육은 신체의 모든 힘과 운동성이 발생하는 곳으로 우리가 몸을 움직일 시 중심을 유지해 주는 근·골격계의 수축과 이완의 작용이 원활하게 하는데 중요한 근육과 뼈들을 보호하는 기능을 수행하는 근육이다 [36][37]. 또한 신체의 기능적인 안정성을 유지하기 위해, 허리뼈 주위 근육 강화를 통해 오랜 시간 계속 반복되는 무리한 훈련과, 몸통의 비대칭과 변형된 몸통이 척추의 생리적인 만곡도를 변형하여, 척추 중심부위에 집중되어 있는 활동 전위를 발생시키게 하는 자세로 움직일 시, 허리 통증이 유발된다. 그리고 계속 이러한 자세가 지속한다면, 몸통이 변형되고, 배 근육을 중심으로 근력이 약해지고, 피로도가 증가하여, 한쪽으로 치우친 근육강직과 관절의 가동범위(range of motion)가 감소하여 근육의 무기력과 함께 벌리는(extension) 힘을 잃게 된다[4][38]. 결국 척추의 안정화를 유지하는 몸통과 배 부위 근육군인 코어 근육을 강화함으로써 몸통부위의 근력과 유연성이 향상되고[4][17], 허리뼈 주위와 몸통의 중심이 강화되어 팔과 다리의 힘과 가동범위의 향상을 통해, 기능적 움직임에 필요한 근력과 신체 균형을 향상할 수 있다고 보고하였다[39]. CSE는 신경의 활성을 담당하는 근육의 조절하는 운동과 선수의 자세 및 균형 조절, 민첩성과 근력에도 매우 효과적인 면을 보고하였다[40].

본 연구에서 DS, HS, ASLR 동작은 달리기와 점프

등의 동작 시 엉덩이 및 넓다리네갈래근을 단련시킬 뿐만 아니라 인대와 힘줄 등의 결합조직을 강화한 보고했다[30][32]. 위 세 동작 중 HS, ASLR 동작의 FMS 점수가 유의하게 증가한 것을 보면 핸드볼 경기 중 필요한 발목과 무릎의 기능적 움직임과 양쪽의 안정성과 균형성, 햄스트링과 장딴지근, 가자미근의 유연성이 [30][32] 향상됨을 확인할 수 있다. SM, TSPU 훈련 중 SM 훈련만 유의하게 증가했으며, 핸드볼 경기에 필요한 위 몸통의 움직임을 통해 코어근육의 안정성 향상을 [30][32] 확인 할 수 있었다. IL 동작도 유의하게 증가했으며, 핸드볼 경기에 필요한 넓다리네갈래근의 유연성, 엉덩관절의 움직임과 안정성, 무릎과 발목에 대한 안정성 향상을 [30][32] 확인할 수 있었다. 그러나 동시에 위 몸통과 아래 몸통을 움직일 시 안정된 몸통의 상태를 향상 시키는 RS동작은 유의한 차이를 보이지 않았다. 선행연구에서 이 같은 FMS의 점수가 낮으면 부상을 당할 수 있는 경우가 높은 것으로 나타났으며, 이는 운동프로그램과 동작을 운동에 맞게 수정하는 방법을 통해 개선될 수 있음을 보고하였고[41], 여자 운동선수 상해의 위험성이 남자선수보다 높다는 연구[42][43]와, Kiesel 등[44]과 Peate 등[45]의 연구에서 FMS 점수의 낮은 동작 또는 총점이 낮을 경우 훈련 프로그램을 통해 개선한다면 상해의 위험성을 줄일 수 있음을 보고하였다. 위의 연구사례에서 보듯이 핸드볼 선수는 훈련 및 경기 시 선수들의 부상위험이 매우 높은 종목이며, 이러한 부상은 경기력을 저하시키는 중요한 원인 중의 하나이다. 따라서 부상의 위험성이 매우 높은 핸드볼 선수의 FMS를 통하여 FMS를 주기적으로 진행한다면 부상예방과 경기력 향상을 위한 좋은 기초자료로 활용될 수 있을 것이라고 사료되고, 송 등[18]의 연구 결과와 상이한 점은 각 운동 종목별 기능적 움직임의 차이에 의한 것이라고 추측된다.

3. YBT 변화 측정

신체 균형 능력을 평가하는 항목 중 YBT는 다리의 근육의 힘, 유연성, 고유수용성 감각을 측정하기 위해 보편적으로 사용되는 한발서기 상태에서 동적 균형을 평가하는 검사(Star excursion balance test, SEBT)의 반복성을 높이기 위해 개발된 측정 방법이며, SEBT

의 여덟 방향 중 만성적인 발목 불안정성을 가진 대상자를 판정하는 데 매우 높은 신뢰도(ICC=0.91)를 지닌 것으로 보고되었고, 앞쪽, 뒤안쪽, 뒤가쪽의 세 가지 방향을 선택하여 발목의 고유수용성 감각을 평가 하였다[46]. YBT에서 뒤안쪽 거리는 엉덩관절의 펌 근력과 연관성이 있으며 뒤가쪽 거리는 엉덩관절의 별림 근력과 연관성이 있다는 연구가 보고되었다[47]. 본 연구 결과, 왼쪽, 오른쪽 복합점수가 유의하게 증가하였다($p<0.001$). 선행 연구에서 8주 동안 여자 핸드볼 선수 20명을 대상으로 CSE 프로그램 시행 후 10명의 선수가 대조군보다 앉은 상태에서 위 몸통을 앞으로 최대한 뻗어서 발끝을 잡는 동작(sit and reach)가 13.54% 증가했고, SEBT가 왼쪽은 2.2%, 오른쪽은 5.74% 증가하였고, 이는 척추(특히 가슴 및 허리뼈), 햄스트링 유연성과 균형 감각성 능력의 향상에 의한 것이라고 보고하였다[9]. 많은 연구논문에서 CSE 를 실시함으로써 YBT 점수가 증가한다고 보고하였다[13][48-52]. 12주 동안 17명의 남자 축구선수를 대상으로 BSE 결과 대조군과 비교해서 YBT 점수가 크게 향상되었다고 보고하였고[53], 송 등[18]은 목포시 Y중학교 배구선수들을 대상으로 10주 동안의 BSE 훈련 중 YBT 점수 향상 여부를 조사하였는데, 왼쪽복합점수가 훈련 전 84.11 ± 7.53 점, 훈련 후 97.65 ± 8.47 점, 오른쪽 복합점수는 훈련 전 83.74 ± 6.64 점, 훈련 후 97.27 ± 8.48 점으로 본 연구와 비슷한 결과를 보고하였다. 이러한 균형을 향상시키기 위해서는 정적 및 동적 균형으로 분류할 수 있는데, 동적 평형성이 정적 평형성보다 스포츠 활동에 더 중요하며, 균형성 측정 시 정적균형 테스트는 막대 위에서 한발 서기, 눈감고 한발 서기 등이 있고, 동적 균형 테스트는 직선 보행 검사, Bass의 동적 균형 테스트 등이 있다고 보고하였다[54]. 균형성의 기전은 시각, 청각, 피부 등에서 들어오는 여러 가지 정보를 종합해서 본인 자세의 균형을 조절한다고 보고했다[55]. 위의 연구사례에서 보듯이 상대 선수와 부딪힘, 밀기, 피하기 등에서 몸의 균형을 유지하는 신체 능력을 향상함으로써 경기력의 향상을 도모할 수 있을 것이라고 사료된다.

4. VC 변화 측정

호흡은 공기가 허파의 안과 밖으로 이동하는 것으로 주요 근육은 가로막이며 배속빗근, 배바깥빗근, 배곧은근 등으로 이루어져 있다[56]. 조직, 생리학적인 골격근으로 나뉘어 있기 때문에 골격근의 생리학적 특성이 있고, 다른 골격근처럼 적절한 생리적 부하를 이용한 훈련에 따라 반응이 다르게 나타난다[57]. 몸통근육인 동시에 호흡근인 가로막은 배벽을 형성하는 4개의 배 부위 근육들 즉, 배속빗근, 배바깥빗근, 배가로근과 함께 배의 내압을 증가시키거나 유지하면서, 몸통의 안정성과 호흡을 통한 수축을 통해 들숨 과정을 유도하고, 이완을 통해 수동적인 날숨을 원활하게 할 수 있게 하는 중요한 기능을 하고 있다[58]. 또한, 배곧은근과 배바깥빗근은 척추를 앞으로 굽히거나 배부위에 압력을 증가시킬 때 작용하는 근육으로, 척추의 안정성과 운동성에 기여하고 근 골격 구조를 적절하게 작용 시켜, 몸의 중심을 유지하며, 호흡 시 안정적으로 작용한다[4]. 본 연구 결과 FVC의 변화는 훈련 전 1.57 ± 0.24 점, 훈련 후 1.74 ± 0.18 점으로 유의한 증가를 했고($p<0.001$), FEV_{1.0}의 변화는 훈련 전 1.81 ± 0.34 점, 훈련 후 1.96 ± 0.21 점으로 유의한 증가를 했다($p<0.001$). 선행연구에서 BSE를 2주간 실시하여 VC의 전, 후 변화를 측정한 결과, 최대들숨량은 실험 전 423.50 ± 101.00 에서 실험 후 426.00 ± 101.79 로 수치적 변화 양상을 보아 향상됨을 보였으나, 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다[59]. 수영선수들에서 총폐용량, 폐활량, 들숨 예비량 등이 일반인보다 운동 후 의미 있게 증가하였고[60], 역시 대학조정 경기 선수들의 운동 후 VC변화의 비슷한 결과를 보고하였다[61]. 일반적인 체력단련이나 지구력 훈련을 통하여 노력성폐활량은 증가하지 않는다는[45], 선행연구들과 달리 운동선수의 적절한 신체안정화 훈련을 실시한 선수가 다소 높거나 증가하는 것으로 관찰되는 것을 확인할 수 있었습니다. 이는, 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 미치는[4] 특히, 코어근육을 강화 시키는 운동을 통해 호흡근이 강화되면, 심폐 능력이 향상되어 지구력, 순간 스피드, 상대 선수와의 경

쟁에 중요한 영향을 미쳐서, 운동능력을 향상 될 것이라고 사료된다. 그러나, 폐활량에 영향을 미치는 적정한 BSE에 대한 연구자료가 부족함에 각 스포츠 별로 연구가 더 필요한 시점이다.

V. 결 론

위의 결과를 종합해 볼 때 각 스포츠 선수가 훈련이나, 경기 중 본인의 신체 능력을 최대한 향상시킬 수 있는 다양한 운동 프로그램이 필요할 것이다. 이에, 핸드볼 선수에게 일정 기간 동안 규칙적으로 BSE를 시행한다면, VRST, FMS, YBT, VC을 향상할 수 있다. 핸드볼 선수가 BSE를 통해 경기 중 빠르게 이동하는 공을 잡고, 패스를 정확하게 수행하기 위해서는 순간적으로 움직이는 스피드와 반사 신경으로 무의식중에 움직이는 VRST의 향상, 경기 중 다양한 변화에 적응하기 위해 각 근육을 강화시켜주는 FMS의 향상, 코어근육인 몸통과 배 부위 근육군을 향상시켜 몸통부위의 근력과 유연성, 신체 균형을 유지할 강화를 주는 YBT의 향상, 호흡근 강화를 통한 VC의 향상, 이를 바탕으로 안정화된 자세와 균형 잡힌 동작을 통한 기술적 능력의 조화와 향상을 통해 우수한 경기력을 발휘할 수 있다고 생각된다.

본 연구의 제한점으로 대조군 없이 연구가 이루어져 일부 요인 부분들을 통제할 수 없었다는 것이 제한 요인으로 보인다. 이에, 향후 대조군과 연구군을 나누어서 추가 연구를 통해 핸드볼 선수 외 다른 운동 종목 선수들의 경기력 향상과 부상 예방이나 감소에 얼마나 효과적인지의 여부를 장기적으로 관찰하고, 또한, 훈련이나 운동 중 손상이나 기능장애가 있는 선수들에게 신체 안정화 운동의 효과 여부에 대해 추적 관찰이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] J. M. Willardson, "Core stability training: Applications to sports conditioning programs," *J Strength Cond Res*, Vol.21, No.3, pp.979-985, 2007.
- [2] W. B. Kibler, J. Press, and A. Sciascia, "The role of core stability in athletic function," *sports med*, Vol.36, No.3, pp.189-198, 2006.
- [3] F. P. Kendall, E. K. McCreary, P. G. Provance, M. M. Rodgers, and W. A. Romani, *Muscles: Testing and Function with Posture and Pain*, Lippincott / Williams & Wilkins, 2006.
- [4] P. W. Brill and G. S. Couzen, *The Core Program: Fifteen Minutes a Day That Can Change Your Life*, Bantam Books, 2003.
- [5] C. A. Richardson and G. A. Jull, "Muscle control-pain control. What exercises would prescribe?," *Manual Therapy*, Vol.1, No.1, pp.2-10, 1995.
- [6] S. M. McGill, *Low back disorders: evidence based -prevention and rehabilitation*, Human Kinetics, 2002.
- [7] G. A. Mirka and W. S. Marras, "A Stochastic model of trunk muscles co activation during trunk bending," *Spine*, Vol.18, No.1, pp.1396-1409, 1993.
- [8] S. F. Nadler, G. A. Malanga, L. A. Bartoli, J. H. Feinberg, M. Prybicien, and M. DePrince, "Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening," *Med Sci Sports Exerc*, Vol.34, No.1, pp.9-16, 2002.
- [9] M. B. Wallace and M. Cardinale, "Conditioning for team handball," *Strength Cond J*, Vol.19, No.6, pp.7-12, 1997.
- [10] H. Genc, A. E. Cigerci, and O. Sever, "Effect of 8-week core training exercises on physical and physiological parameters of female handball players," *Physical Education of Students*, Vol.23, No.6, pp.297-305.
- [11] 송주민, 김수민, "체간 안정화 운동이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향." *대한물리학회지*, 제5권, 제3호, pp.413-420, 2010.
- [12] T. Okada, K. C. Huxel, and T. W. Nesser, "Relationship between core stability, functional movement and performance," *J Strength Cond Res*, Vol.25, No.1, pp.252-261, 2011.
- [13] K. Steffen, H. M. Bakka, G. Myklebust and R. Bahr, "Performance aspects of an injury prevention program: A ten-week intervention in adolescent female football players." *Scand J Med Sci Sport*, Vol.18, No.5, pp.596-604, 2008.

- [14] O. Sever and E. Zorba, "Comparison of static and dynamic core exercises effects on speed and agility performance in soccer players," *Isokinet Exerc Sci*, Vol.26, No.1, pp.29-36, 2018.
- [15] K. L. Parkhouse and N. Ball, "Influence of dynamic versus static core exercises on performance in field based fitness tests," *J Bodyw Mov Ther*, Vol.15, No.4, pp.517-524, 2011.
- [16] C. A. Reed, K. R. Ford, G. D. Myer, and T. E. Hewett, "The effects of isolated and integrated core stability training on athletic performance measures: A systematic review," *Sports med*, Vol.42, No.8, pp.697-706, 2012.
- [17] 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.
- [18] 송인영, 서영미, 강양훈, "고등학교 배구선수의 10주 신체안정화 훈련 후 기능적 움직임, 신체 균형의 효과," *대한물리치료학회지*, 제32권, 제4호, pp.203-209, 2020.
- [19] G. Cook, L. Burton, J. Hoogenboom, and M. Voight, "Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function part-1," *Int J Sports Phys*, Vol.9, No.3, pp.396-409, 2014.
- [20] 배형준, 신경아, 현경예, 추현혜, 김종규, 이선경, 배난영, 오지은, 박준범, *폐기능검사학(2판)*, 고려의학, 2012.
- [21] <https://www.facebook.com/1641325682810951/posts/2226632587613588>.
- [22] E. M. Cressey, C. A. West, D. P. Tiberio, W. J. Kraemer, and C. M. Maresh, "The effects of ten weeks of lower body unstable surface training on markers of athletic performance," *J Strength Cond Res*, Vol.21, No.2, pp.561-567, 2007.
- [23] G. D. Myer, K. R. Ford, J. P. Palumbo, and T. E. Hewett, "Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes," *J StrengthCond Res*, Vol.19, No.1, pp.51-60, 2005.
- [24] O. Prieske, T. Muehlbauer, R. Borde, M. Gube, S. Bruhn, D. G. Behm, and U. Granacher "Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability," *Scand J Med Sci Sports*, Vol.26, No.1, pp.48-56, 2016.
- [25] 김성호, 소위영, 김주영, "8주간 코어 안정성 훈련이 대학축구선수의 기술체력과 기능성움직임(FMS)점수의 변화에 미치는 영향," *대한체육과학회지*, 제25권, 제1호, pp.1473-1483, 2016.
- [26] 김기호, *종목별 운동선수의 순발력과 전신반응 시간의 비교*, 청주대학교, 석사학위논문, 1995.
- [27] B. Abernethy, "Anticipation in sport: A review," *Physical Education Review*, Vol.10, No.16, pp.5-16, 1987.
- [28] J. M. Vickers, "Gaze control in putting," *Perception*, Vol.21, No.1, pp.117-132, 1992.
- [29] A. M. Williams and K. Davids, "Visual search strategy, selective attention and expertise in soccer," *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Vol.69, No.2, pp.111-128, 1998.
- [30] G. Cook, L. Burton, and B. Hoogenboom, "Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2," *N Am J Sports Phys Ther*, Vol.1, No.3, p.132, 2006.
- [31] C. J. Parchmann and J. M. McBride, "Relationship between functional movement screen and athletic performance," *J Strength Cond Res*, Vol.25, No.12, pp.3378-3384, 2011.
- [32] C. Gray, L. Burton, K. Kyle, R. Greg, and F. B. Milo, *Movement: Functional movement systems: Screening-Assessment-Corrective Strategies*, On Target Publication, 2012.
- [33] R. F. Escamilla, "Knee biomechanics of the dynamic squat exercise," *Med Sci Sports Exerc*, Vol.33, No.1, pp.127-141, 2001.
- [34] T. S. Ellenbecker and G. J. Davies, "Closed kinetic chain exercise: a comprehensive guide to multiple joint exercise," *J Chiropr Med*, Vol.1, No.4, p.200, 2002.
- [35] V. Akuthota, A. Ferreiro, and T. Moore, "Fredericson M. Core stability exercise principles," *Curr Sports Med Rep*, Vol.7, No.1, pp.39-44, 2008.

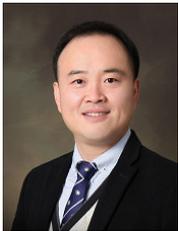
- [36] 송홍선, *코어 근육을 빠르게 알아*, 스포츠과학, 2009.
- [37] W. B. Kibler, J. Press, and A. Sciascia, "The role of core stability in athletic function," *sportsmed*, Vol.36, No.3, pp.189-198, 2006.
- [38] C. Richardson and G. Jull, "Muscle control-pain control, What exercises would prescribe?," *Manual Therapy*, Vol.1, No.1, pp.2-10, 1995.
- [39] G. A. Mirka and W. S. Marras, "A Stochastic model of trunk muscles co activation during trunk bending," *Spine*, Vol.18, No.1, pp.1396-1409, 1993.
- [40] 권보영, "코어 안정화 훈련이 리듬체조 선수의 동적 균형감각에 미치는 영향," *한국여성체육학회지*, 제21권, 제5호, pp.13-19, 2007.
- [41] 이진옥, 장석암, 이장규, "12주간의 복합트레이닝이 국가대표 여자 럭비선수들의 FMS(Functional Movement Screen)점수에 미치는 영향," *한국산학기술학회*, 제16권, 제11호, pp.7439-7446, 2015.
- [42] M. R. Devan, L. S. Pescatello, P. Faghri and J. A. Anderson, "prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities," *J Athl Train*, Vol.39, No.3, p.263, 2004.
- [43] F. G. Neely, "Intrinsic risk factors for exercise-related lower limb injuries," *Sports med*, Vol.26, No.4, pp.253-263, 1998.
- [44] K. Kiesel, P. Plisky and R. Butler, "Functional movement test scores improve following a standardized off season intervention program in professional football players," *Scand J Med Sci Sports*, Vol.21, No.2, pp.287-292, 2011.
- [45] W. F. Peate, G. Bates, K. Lunda, S. Francis and K. Bellamy, "Core strength: a new model for injury prediction and prevention," *J Occup Med Toxicol*, Vol.2, No.3, pp.1-9, 2007.
- [46] J. P. Phillip, P. G. Paul, J. B. Robert, B. K. Kyle, B. U. Frank, and E. Bryant, "The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test," *N Am J Sports Phys Ther*, Vol.4, No.2, pp.92-99 2009.
- [47] T. J. Hubberd, L. C. Kramer, C. R. Denega, and K. Hertel, "Correlations among multiple measures of functional and mechanical in stability in subjects with chronic ankle in stability," *J Athl Train*, Vol.42, No.3, pp.361-366, 2007.
- [48] P. Aksen-Cengizhan, D. Onay, O. Sever, and A. A. Doğan, "A comparison between core exercises with Theraband and Swiss Ball in terms of core stabilization and balance performance," *Isokinet Exerc Sci*, Vol.26, No.3, pp.183-191, 2018.
- [49] J. D. Mills, J. E. Taunton, and W. A. Mills, "The effect of a 10-week training regimen on lumbo-pelvic stability and athletic performance in female athletes: A randomized controlled trial," *Physical Therapy in Sport*, Vol.6, No.3, pp.60-66, 2005.
- [50] J. I. Stray-Pedersen, R. Magnussen, E. Kuffel, S. Seiler, and F. Katch, "Sling Exercise Training improves balance, kicking velocity and torso stabilization strength in elite soccer players," *MED SCI SPORT EXER*, Vol.38, No.5, p.243, 2006.
- [51] G. Yildizer and S. Kirazci, "Effects of core stability on junior male soccer players balance: randomized control trial," *Pamukkale Journal of Sport Sciences(PJSS)*, Vol.8, No.1, pp.48-62, 2017.
- [52] A. Filipa, R. Byrnes, M. V. Paterno, G. D. Myer, and T. E. Hewett, "Neuromuscular training improves performance on the Star Excursion Balance Test in young female athletes," *J Orthop Sports Phys Ther*, Vol.40, No.9, pp.551-558, 2010.
- [53] A. Imai, K. Kaneoka, Y. Okubo, and H. Shiraki, "Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players," *Int J Sports Phys Ther*, Vol.9, No.1, pp.47-57, 2014.
- [54] 정현도, *태권도, 가라테, 우슈의 경기내용 비교분석*, 경남대학교, 박사학위논문, 2002.
- [55] 유승희, *체력측정평가*, 도서출판 산과들, 2000.
- [56] M. H. Cameron and L. G. Monroe, *Physical rehabilitation: evidence-based examination, evaluation and intervention*, Saunders Elsevier, 2008.
- [57] S. J. Enright and V. B. Unnithan, "Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial," *Phys Ther*, Vol.91, No.6, pp.894-905, 2011.

- [58] G. Allison, K. Kendle, S. Roll, J. Schupelius, Q. Scott, and J. Panizza, "The role of the diaphragm during abdominal hollowing exercise," Aust J Physiother, Vol.44, No.2, pp.95-102, 1998.
- [59] 남형천, 조윤진, 강병주, 김슬비, 안옥주, 이화주, 정수진, "체간 안정화운동이 정상성인의 균형, 폐활량, 근활성도에 미치는 영향," 대한통합의학지, 제3권, 제4호, pp.43-51, 2015.
- [60] P. Armour and P. M. Donnelly, "The large lung of elite swimmers: an increased alveolar number?," Eur Respir J, Vol.6, No.2, pp.237, 1993.
- [61] 김창규, 조홍관, "스포츠 생리학: 운동 후 조정경기 선수의 폐기능 변화," 제35권, 제4호, pp.179-188, 1996.

저 자 소 개

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