



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2022년 2월  
박사학위논문

# 기능성 감각 트레이닝이 태권도 선수의 체력과 근 기능 및 균형능력에 미치는 영향

조선대학교 대학원

체육학과

박성준

# 기능성 감각 트레이닝이 태권도 선수의 체력과 근 기능 및 균형능력에 미치는 영향

Effect of Functional Sensory Training on Physical Fitness,  
Muscular Function and Balance Ability in Taekwondo Players

2022년 2월 25일

조선대학교 대학원

체육학과

박성준

# 기능성 감각 트레이닝이 태권도 선수의 체력과 근 기능 및 균형능력에 미치는 영향

지도교수 서 영 환

이 논문을 이학박사 학위 신청논문으로 제출함.

2021년 10월

조선대학교 대학원

체육학과

박 성 준

## 박성준의 이학박사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 이 계 행



위 원 조선대학교 교수 윤 오 남



위 원 제주대학교 교수 한 남 익



위 원 조선대학교 교수 정 흥 용



위 원 조선대학교 교수 서 영 환



2022년 1월

조선대학교 대학원

# 목 차

## ABSTRACT

<b>I. 서 론</b> .....	<b>1</b>
A. 연구의 필요성 .....	1
B. 연구의 목적 .....	4
C. 연구의 가설 .....	4
D. 연구의 제한점 .....	5
E. 용어의 정의 .....	6
<b>II. 이론적 배경</b> .....	<b>9</b>
A. 고유수용성 감각과 운동 제어 .....	9
B. 기능성 감각 트레이닝 .....	10
C. 비 기능성 감각 트레이닝 .....	11
D. 근 기능 .....	11
E. 균형능력 .....	13
<b>III. 연구 방법</b> .....	<b>14</b>
A. 연구대상 .....	14
B. 연구절차 .....	15
C. 측정도구 .....	16
D. 측정방법 .....	17
1. 신체적 특성 .....	17
2. 체력 .....	17
3. 근 기능 .....	18
4. 균형능력 .....	21

E. 트레이닝 프로그램 .....	23
F. 자료처리 방법 .....	31
<b>IV. 연구 결과 .....</b>	<b>32</b>
A. 체력 .....	32
B. 근 기능 .....	36
C. 균형능력 .....	50
<b>V. 논 의 .....</b>	<b>55</b>
A. 체력의 변화 .....	55
B. 근 기능의 변화 .....	57
C. 균형능력의 변화 .....	59
<b>VI. 결론 및 제언 .....</b>	<b>61</b>
<b>참고문헌 .....</b>	<b>62</b>

## Table

Table 1. Physical Characteristics of Subjects .....	14
Table 2. Measurement item and tool .....	16
Table 3. Electromyogram Attached Site .....	19
Table 4. Functional Sensor Training Program(0~6weeks) .....	24
Table 5. Functional Sensor Training Program(7~12weeks) .....	25
Table 6. Non-functional Sensor Training Program(0~6weeks) .....	28
Table 7. Non-functional Sensor Training Program(7~12weeks) .....	29
Table 8. Change of Standing Broad Jump .....	32
Table 9. Change of Whole Body Reaction .....	34
Table 10. Change of Visual Reaction .....	35
Table 11. Change of Low Body Extensor Muscle Power .....	36
Table 12. Change of Trunk Extensor Muscle Power .....	38
Table 13. Change of Low Body Flexor Muscle Power .....	39
Table 14. Change of Trunk Flexor Muscle Power .....	41
Table 15. Change of Low Body Muscle Activation(Kicking-foot) .....	42
Table 16. Change of Low Body Muscle Activation(Support-foot) .....	44
Table 17. Change of Trunk Muscle Activation(Kicking-foot) .....	46
Table 18. Change of Trunk Muscle Activation(Support-foot) .....	48
Table 19. Change of Static Balance .....	51
Table 20. Change of Dynamic Balance .....	53



## Figure

Figure 1. Research Procedure .....	15
Figure 2. Isokinetic Muscular Function Measuring Tool .....	18
Figure 3. Electromyogram Attached Site .....	20
Figure 4. Muscle Activity Measuring Tool .....	20
Figure 5. Static Balance Measuring Tool .....	21
Figure 6. Dynamic Balance Measuring Tool .....	22
Figure 7. Functional Sensor Training Program .....	26
Figure 8. Functional Sensor Training Tool .....	27
Figure 9. Non-functional Sensor Training Program .....	30
Figure 10. Change of Standing Broad Jump .....	33
Figure 11. Change of Whole Body Reaction .....	34
Figure 12. Change of Visual Reaction .....	35
Figure 13. Change of Low Body Extensor Muscle Power(Left) .....	37
Figure 14. Change of Low Body Extensor Muscle Power(Right) .....	37
Figure 15. Change of Low Trunk Extensor Muscle Power .....	38
Figure 16. Change of Low Body Flexor Muscle Power(Left) .....	40
Figure 17. Change of Low Body Flexor Muscle Power(Right) .....	40
Figure 18. Change of Low Trunk Flexor Muscle Power .....	41
Figure 19. Change of Low Body Muscle Activation(Kicking-foot) .....	43
Figure 20. Change of Low Body Muscle Activation(Support-foot) .....	45
Figure 21. Change of Trunk Muscle Activation(Kicking-foot) .....	47
Figure 22. Change of Trunk Muscle Activation(Support-foot) .....	49
Figure 23. Change of Static Balance(Left) .....	51
Figure 24. Change of Static Balance(Right) .....	52
Figure 25. Change of Dynamic Balance(Left) .....	54
Figure 26. Change of Dynamic Balance(Right) .....	54

## ABSTRACT

### **Effect of Functional Sensory Training on Physical Fitness, Muscle Function and Balance Ability of Taekwondo Players**

Park Sung-Jun

Advisor : Prof. Seo, Young-Hwan Ph.D.

Department of Physical Education,

Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to investigate the effect of functional sensory training on the physical fitness, muscle function and balance ability of the elite Taekwondo players, and the conclusions are as follows.

In relation to physical fitness, functional sensory training showed positive changes in standing long jump, whole body reaction, and visual reaction. In relation to muscle function, functional sensory training showed positive changes in left and right lower extensor strength and extensor power, trunk extensor and extensor power, left and right lower extremity flexor and flexor power, and trunk flexor and flexor power. In relation to muscle function activity, the functional sensory training's dwihuryeochagi muscle activity was positive changes observed in the gluteus medius of lower extremity, erector spinae of the trunk, rectus femoris and calf muscles of the supporting foot on the left, and gluteus medius of the lower extremity, erector spinae of the trunk, and calf of the supporting foot on the right. In relation to balance ability, functional sensory training showed positive changes in one-leg standing pressure center of static balance ability and one-leg multidirectional

of dynamic balance ability.

Summarizing the above results, functional sensory training has a positive effect on the physical fitness, muscle function and balance ability of Taekwondo players. If this program is applied to gyeorugi training, it is thought that high performance can be demonstrated with the ability of the body to respond appropriately to numerous variables that may occur in the game situation.

# I. 서 론

## A. 연구의 필요성

태권도는 ‘겨루기’, ‘품새’, ‘시범’의 세 가지 종목으로 구분되고(안적용, 2019), 겨루기 종목은 2분 경기와 1분 휴식으로 구성된 3회전으로 제한된 시간에 승패가 결정되는 경기이다(대한태권도협회, 2021). 태권도 겨루기 경기는 새로운 전자감응 장치의 도입과 개정된 득점 부위의 차등 점수제의 도입으로 발차기 기술의 중요성이 높아지고 있다(김원재, 이운수, 2019). 태권도 발차기 기술은 지지하는 축의 발과 하지에 체중을 싣고(박규남, 서재명, 2019), 최대 힘을 발휘하기 위해 슬관절과 고관절의 신전과 체간의 회전 운동을 이용한 동작으로 득점 부위를 가격하는 기술이다(홍창배, 박주식, 천우광, 2020). 하지만 발차기 기술을 수행하는 태권도 겨루기 선수들은 근육의 길이와 근력의 차이가 나타나고(이지연, 2010), 각 관절의 관절면이 불일치하기 때문에 좌우 신체 균형(balance)이 무너져, 경기력을 최대로 발휘할 수 없다(정주연, 홍상민, 2018).

이러한 문제점을 해결하기 위하여 태권도 겨루기 선수들은 신체 움직임과 신체 조절 능력의 향상 및 운동 제어(motor control) 능력의 향상을 위한(안종성, 2017), 순발력, 민첩성, 반응 능력, 평형성 등의 체력뿐만 아니라(권태원, 조혜수, 최영철, 2017; Park, 2019), 발차기 기술을 위한 코어(core) 근력과 하지의 근 파워의 발달을 통한 근 기능의 향상과 균형능력이 요구되고 있다(김동원, 심태영, 2019).

태권도 발차기 기술은 빠른 움직임으로 순간적인 힘을 발휘하며, 발차기 시 흐트러진 균형유지를 위해서는 통합적 운동단위 동시 동원으로 근수축이 이루어져야 하며, 특히 움직임 상황에서 안정된 자세 유지 능력이 중요하다(박진서, 오정환, 홍수영, 신의수, 송동호, 2016). 등속성 검사는 동적 근력을 평가하기 위한 대표적인 방법으로 하지와 체간 근력(muscle strength)을 활용하여 근 골격기능을 평가한다(Ellenbecker & Roetert. 2004). 등속성 근력 검사는 등속성 기기를 사용하여 측정하며, 특히 근력 측정할 경우, 중력의 영향을 받기 때문에 일반적으로

시상면(sagittal plane)에서 굴곡과 신전 운동을 측정한다. 이러한 이유는 지면과 반대로 향하는 신전 운동은 중력에 저항하여 실제 값보다 감소된 근력 값이 도출되며, 반대로 시상면에서 지면으로 향하는 굴곡 운동은 중력이 부가되어 실제 값보다 증가된 근력 값이 도출되기 때문이다(조현덕, 김춘섭, 김맹규, 2016).

근전도(electromyography, EMG)는 근육의 활동에 관한 정보를 알 수 있기 때문에 태권도 발차기 기술을 발휘할 때 동원되는 주요한 근력인 하지 관절의 굴곡과 신전 근육의 활동을 파악하는 데 사용된다(이연종, 황원섭, 2017). 이러한 근 활성화는 근 신경 세포의 전기적 자극으로 발생된 활동전위(action potential)로 인해 흥분된 자극이 근 신경연접에서 화학적 반응을 일으켜 근수축이 발생하기 근육의 전기적 전달 신호로 인해 근 활성화를 파악할 수 있다(Kenney, Willmore, & Costill, 2015).

태권도 발차기 기술을 위한 균형능력은 신체의 움직임 시 신체의 중심과 안정성을 유지하고, 지면 위에서의 중력 중심을 유지하는 능력이라고 정의할 수 있다(박순철, 오재근, 2019). 균형능력은 정적 균형능력(static balance ability)과 동적 균형 능력(dynamic balance ability)으로 구분되며, 특히 태권도 겨루기 선수에게는 동적 균형능력이 요구된다. 이러한 동적 균형능력은 불안정한 지지면이나 트레이닝 및 경기 중에 수행되는 여러 가지 동작에 대한 균형 유지와 신체의 중심을 유지하는 능력이다(Wade & Jones, 1997). 동적 균형능력을 향상하기 위한 코어(core)의 근육은 기능적 움직임 시 운동 사슬(kinematic chains)의 안정화, 요추의 동적 안정화 그리고 신경근의 운동 조절 등에 의해 동적 균형능력의 발달에 매우 주요한 역할을 한다(한동엽, 정한상, 이민기, 2021).

태권도 겨루기 선수의 근 기능의 향상 및 균형과 안정화(stabilization) 기능을 향상을 위한 트레이닝 방법인 기능성 감각 트레이닝(functional sensory training)은 스포츠 종목별 특성에 맞는 전문화된 기능성 트레이닝으로서(이한기, 이준철, 송근호, 2014), 신체 중심과 각 관절의 안정성을 발달시키는 안정화 운동(stabilization exercise)이며(박정민, 김준식, 2021), 기능성 감각 운동 시스템(functional sensory exercise system)을 활성화하여 운동능력과 신경전달의 향상에 도움을 주는 통합운동(integration exercise)이다(정주연, 홍상민, 2018). 또한 기능성 감각 트레이닝은 관절과 근육의 고유수용성 감각기에 자극을 전달하고(최종환, 2010), 전달된 자극은 고유수용기에 감각 자극 정보로 수용된 후, 자극

전달 시스템에 의하여 근 신경 조절, 운동 조절, 관절의 안정성 그리고 균형 조절을 유지하여 경기력 상승에 효과적인 트레이닝 방법이다(김현준, 송석중, 신준용, 2011; 류영욱, 2021). 기능성 감각 트레이닝 방법 중 코어 운동 트레이닝(core exercise training)은 상지와 하지의 힘의 이동을 통한 체간 근육을 강화시키고(Brill, 2002), 폭발적인 힘을 발휘하기 위한 근 기능의 발달과 요부골반둔부복합체(lumbar-pelvic-hip complex) 주위의 근력과 신경근의 효율성 상승으로 동적 중심의 안정화(stabilization)된 자세 유지와 균형 조절에 긍정적인 영향을 미쳐 태권도 겨루기 선수의 발차기 기술과 경기력 향상에 도움을 준다(박주식, 윤동규, 김기정, 권규리, 2020).

이상의 내용을 종합해보면 태권도 발차기 선수는 다양한 상황에 적절한 동작과 응용 기술을 수행할 수 있는 능력이 필요하다(Schmidt & Lee, 2019). 특히 태권도 겨루기 수행력의 향상을 위한 체력요인의 분석과 운동수행과 운동 학습의 효과를 파악할 수 있는 신경 생리학적 기능인 정보처리 능력의 분석이 중요하다(박민혁, 강명성, 최동성, 2021).

따라서 태권도 겨루기 선수들의 체력, 근 기능 및 균형능력을 향상하기 위한 처치의 효과를 종합적으로 규명하기 위하여 기능성 감각 트레이닝의 효과를 검증하는 것은 매우 중요한 의미가 있을 것으로 판단된다. 그러나 기존에 수행되었던 연구들은 근력 및 근 기능의 향상을 위한 트레이닝 방법의 효과 혹은 균형능력의 향상을 위한 트레이닝의 효과를 규명한 연구가 대부분이며, 태권도 겨루기 선수들의 근 기능과 균형능력의 관련성을 규명한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 고등학교 엘리트 태권도 겨루기 선수들을 대상으로 한 기능성 감각 트레이닝을 통해 체력, 근 기능 및 균형능력에 미치는 영향을 규명하는 연구가 필요하다고 판단된다.

## B. 연구의 목적

본 연구는 고등학교 엘리트 태권도 겨루기 선수를 대상으로 불안정한 지면의 테라센사와 워터 백 그리고 플래시 반응을 이용하여 12주간의 기능성 감각 트레이닝과 비 기능성 감각 트레이닝이 체력과 근 기능 및 균형능력에 미치는 영향을 규명해서 경기 수행능력을 향상시키는 데 목적이 있다.

## C. 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 연구의 가설을 설정하였다.

1. 기능성 감각 트레이닝 집단이 비 기능성 감각 트레이닝 집단과 통제 집단보다 태권도 겨루기 선수의 체력 변인에 더욱 긍정적 효과를 미칠 것이다.
2. 기능성 감각 트레이닝 집단이 비 기능성 감각 트레이닝 집단과 통제 집단보다 태권도 겨루기 선수의 근 기능에 더욱 긍정적 효과를 미칠 것이다.
3. 기능성 감각 트레이닝 집단이 비 기능성 감각 트레이닝 집단과 통제 집단보다 태권도 겨루기 선수의 균형능력에 더욱 긍정적 효과를 미칠 것이다.

## D. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

1. 본 연구의 대상은 G 광역시에 위치한 고등학교 태권도 겨루기 선수로 한정하였다.
2. 본 연구에 참여한 대상자의 기능성 감각 트레이닝 및 비 기능성 감각 트레이닝을 제외한 생활 패턴을 완벽하게 통제하지 못하였다.



## E. 용어의 정의

이 연구에서 사용하는 주요 용어는 아래 내용과 같이 정의한다.

### 1. 기능성 감각 트레이닝(Functional sensory training)

의도적으로 불안정을 이용하여 심부 근육의 안정근과 고유수용성 감각(신체 인지 감각)을 자극 시키고, 다관절 움직임 패턴으로 신체의 중심을 잡아주고 안정성을 발달시키는 안정화 운동(stabilization exercise)이며, 감각-운동(sensory-motor)을 활성화하여 신경전달과 운동능력을 극대화하는 통합운동(integration exercise)이다.

### 2. 고유수용성감각 및 균형능력(Proprioception and blance ability)

고유수용성감각(proprioception)은 관절이나 신체의 위치나 움직임 등에 대한 정보를 지각하는 감각이다. 신체 내·외적으로 발생하는 효율적인 동작을 위해 필요한 기능이다.

균형 능력은 움직임에 있어 안정된 자세 능력에 관여하는 시·지각의 구심성 신경과 근 방추(muscle spindle)의 근 신장 수용기로부터 신경 전달이 중추신경 계로 전달됨으로써 신체 무게중심을 기저면에서 벗어나지 못하게 해주는 능력이다.

### 3. 테라센사(Terrasensa)

불규칙한 표면과 적절한 탄력을 가지고 있는 Terrasensa는 보행훈련, 균형 훈련, 고유수용성 훈련을 도와 신경근과 체성감각 시스템을 자극시켜주는 좀 더 나은 트레이닝 방법으로 손상의 위험성을 최소화하여 감각-운동능력, 근력과 반응, 안전성과 다양성, 내재근과 외재근의 협응력증가, 균형감각 능력에 효과적이다.

#### 4. 워터 백(Water bag)

워터 백 운동은 유체의 움직임을 통한 신경 조정과 근 기능 발현을 통하여 신체의 안정적인 자세 유지와 하지 분절에서 상지로 이어지는 운동의 협응성을 높여 경기력 향상에 매우 특화된 운동으로 평가되고 있으며, 특히 신체 분절의 안정적인 조정을 통한 스포츠 손상의 위험요인을 감소시키는 트레이닝 방법이다.

#### 5. 블레이즈 포드(Blaze Pod)

전문화된 반사신경 및 순발력을 길러주는 Flash Reflex Exercise(순간반사운동)을 기반으로 만들어진 운동기구이다. 그뿐만 아니라 지구력, 민첩성, 근력, 코어, 균형 등의 능력을 향상시킬 수 있다.

#### 6. 비 기능성 감각 트레이닝(Non-functional sensory training)

일반적인 스포츠 트레이닝이며, 단순 관절의 주동근을 운동하는 것이고, 근력만을 향상시키는 트레이닝으로 가장 널리 사용되는 방법을 말한다. 이는 점진적 과부하의 원리와 1RM(repetition maximum)으로 반복횟수를 정하는, 수행자의 목표에 맞게 처방하여 근 기능을 향상시켜준다. 하지만 주동근(agonistic muscle) 위주로 트레이닝 하기때문에 향상된 힘은 낼 수 있지만, 기능성 움직임을 위한 감각계와 운동계를 발달시키기에는 한계가 있다.

#### 7. 근 기능(Muscular function)

역치 자극 이상의 실무율(all or none law)에 따라 전달되어 전기적 자극이 운동 신경과 근 세포가 연결되어있는 부분에 운동단위 동원율에 따라 액틱과 마이오신의 결합으로 근육이 수축하는 것을 말한다.

#### 8. 근 활성화도 (EMG : Electromyogram)

운동 신경에 의한 신경 세포 미엘린 수초의 전기적 도약 전도에 따라 근 세포막에서의 전위차로 인해 근 수축의 활성화도를 추정하는 것을 말한다.

## 9. 정적 균형(Static balance ability)

개인이 정지해 있는 동안 가능한 기저면 내에서 중력에 대해 저항하여 무게 중심을 유지하는 능력을 말한다.

## 10. 동적 균형(Dynamic balance ability)

신체가 움직이는 동안 안정된 상태를 유지할 수 있는 능력을 말한다.

## 11. 발의 압력 중심(Leg pressure center)

압력 중심은 중력에 의한 신체 무게중심과 지면에 닿는 발의 수직항력의 지면 반력에 의한 접촉면 사이에서 작용하는 힘을 말한다.

## 12. 페도스캔(Pedo Scan)

일반인 및 운동선수를 대상으로 체중의 중심 압력점을 분석하는 측정하는 장비이다.

## 13. 바이오 레스큐(Bio Rescue)

일반인 및 운동선수를 대상으로 동적 균형 능력을 측정하고, 서 있는 자세, 안정범위 측정, 한 발로 선 자세 등으로 특정한 움직임 동안, 압력 중심의 이동 경로선을 관찰하여 이동 경로선의 길이(mm), 면적과 평균속도를 확인한다.

## II. 이론적 배경

### A. 고유수용성 감각과 운동 제어

고유수용성 감각은 근육(muscle), 건(tendon), 관절 내에 있는 감각기관으로 근수축과 수축성 단위들의 긴장, 그리고 사지의 위치에 대한 정보들을 중추에 전달하는 역할을 한다. 그리고 근 세포의 근방추(muscle spindle)는 신장성 반사, 근육의 강도, 그리고 전반적으로 효율적인 활동에 중요한 역할을 담당한다 (Taub & Berman, 1968).

예측할 수 없는 경기 상황에서 직접 지각에 의한 시각정보는 중추신경계와 말초신경계에 의한 감각계 그리고 운동계의 작용에 의해 효율적인 운동 수행을 할 수 있다.

이와 같은 근섬유 내에 있는 고유수용기의 개선은 신체 근육의 자유도를 제어하는 능력으로 관절의 통합적 협응성으로 반응시간을 단축하고 정확한 동작을 수행할 수 있게 된다(Rabin & Gordon, 2004). 또한, 관절 위치를 인지하고 있는 위치감각과 움직임을 인지하고 있는 운동감각으로 나누고, 말초에서 뇌와 척수로 자극을 전달하는 들신경을 통해서 전달하는 정보는 정확한 목표를 향해서 움직이는 과제를 수행할 시 신체의 안정성 유지에 중추적인 역할을 한다 (Bosch & Cook, 2015). 또한 신체의 안정성을 유지하기 위해서는 고유수용성감각과 시각, 평형감각 및 다리 근력 등이 요구되며, 고유수용성감각이 감소하게 되면 신경근육의 조절이 어려워지고 신체의 기능이 불안정하게 되어 반복적인 손상을 유발한다(Mc Gill, 2015).

고유수용성감각은 관절의 안정성과 자세제어 그리고 의식적 감각에 기여하고 신체내부 주변영역에서 발생하는 구심성 정보를 정확하게 설명해 주며(류영욱, 2021), 결과적으로 신체균형을 위해 고유수용성감각은 소뇌와 연결되어 있는 신체의 위치정보를 제공하고 관절과 관절사이와 신체와 신체사이 및 신체와 공간사이의 위치감각을 제공한다(박순철, 2017).

## B. 기능성 감각 트레이닝

일상 속에서 우리는 변화되는 환경에 놓여 있는데, 이에 대응하기 위한 신속한 반응과정에서 살아간다. 이러한 과정에서 우리의 몸은 주변 공간과 신체 내부에서의 여러 정보들을 입수하여야 하는데 특히, 팔과 다리의 위치 그리고 움직임에 대한 수많은 지식들은 신체에서 느껴지는 감각에 의해서 제공받는다. 이러한 정보들은 어둠 속에서도 장애물과 같은 것들을 피할 수 있게 하고, 눈을 감고 있는 상황 속에서도 물체를 조작할 수 있게 한다(허동찬, 2017).

기능성 감각 트레이닝은 기능해부학을 트레이닝에 적용시켜 목적이 분명한 트레이닝 방법이다(박일봉, 홍정기, 2014). 따라서 불안정한 지면을 이용해 스포츠 특성을 고려한 트레이닝 방법을 제시하여 상황 적절한 반응 능력이 길러질 수 있도록 척수반사에 의한 근신경의 자동화로 고유수용성 감각 기능을 향상시켜 통합적으로 다관절이 원활하게 협응할 수 있도록 만드는 트레이닝 방법이다(성진민 등, 2019).

Santana(2015)는 단순 관절의 움직임으로 주로 작용하는 근육만을 트레이닝 하는 것은 기능성 트레이닝이라고 할 수 없으며, 움직임에 있어 수월한 협응력을 발휘하는 통합적 다관절 형태의 트레이닝 방법이 감각-운동 기능성 트레이닝이라고 보고하였다. 그리고 경기 상황에서 주특기 동작만을 발휘해 근 불균형 의한 좌·우 불균형이 된 선수는 결국 높은 경기력을 발휘할 수 없게 된다. 따라서 높은 경기력 발휘를 위해서는 감각계와 운동계를 자극시켜, 근 불균형을 해소시켜 근신경계 기능을 향상시킴으로서 운동능력을 최대로 발휘할 수 있게 된다. 또한 Boyle(2016)은 감각계와 운동계를 스포츠 특성에 맞는 근육사용을 위해서도 해당 스포츠에 맞는 신체 움직임을 적용해 트레이닝 하는 것이라고 보고하고 있다. 그래서 기능성 감각 트레이닝은 발의 감각과 근육에서의 감각 기능을 잘 발휘할 수 있도록 그에 맞는 트레이닝 도구를 사용하고 불안정한 환경을 만들어 트레이닝 해야 함을 주장하고 있다(Gibson, 2014).

## C. 비 기능성 감각 트레이닝

비 기능성 감각 트레이닝은 엘리트 선수의 기초체력과 전문 체력 향상을 위해 가장 널리 알려진 트레이닝 방법이며, 이것은 골격근의 파워 발휘 능력(근력, 근수축 속도, 근수축의 반복 횟수의 증가를 목적으로 강도, 시간(횟수), 빈도의 원칙을 바탕으로 하여 바벨, 덤벨, 및 체중을 저항 부하로 이용하는 트레이닝 방법이다(윤성원 등, 2008).

근력 강화를 위한 웨이트 트레이닝은 강화하려는 근육 군의 저항에 대하여 최대한 수축시킴으로써 가능하다(정준우, 박주식, 2021). 따라서 능력을 강화시키기 위한 저항 운동의 방법을 기계나 기구를 사용하던 특수한 근수축의 양식을 따르는 방법에 관계없이 강화시키고 자 하는 근육 군에 최대 부하가 미칠 수 있도록 하는데 목적이 있다(박일봉, 홍정기, 2014). 하지만 머신 기반(machine-based)트레이닝은 기능적이라고 부르지 않는다. 그 이유는 선수에게 가해지는 부하는 선수 스스로가 아니라 머신에 의해 안정화되기 때문이다. 그리고 고유수용성 감각 정보(자세와 움직임에 대한 내부 감각 피드백) 입력의 부재와 안정화 능력의 부재로 인해 실제 경기중 부상을 일으킬 가능성이 매우 높다(Boyle, 2016).

## D. 근 기능

근육은 단백질 세사인 액틴과 마이오신의 결합과 화학반응으로 등장성 수축(isotonic contraction), 등척성 수축(isometric contraction), 등속성 수축(isokinetic contraction)을 하게 되며(최대혁, 최희남, 전태원, 2008), 스포츠 상황에서 근 기능의 특성을 판단하는 방법으로서 등속성 근 기능 검사를 활용하고 있다(Hulens, Vansant, Lysens, Claessens & Muls, 2002). 따라서 등속성 운동은 일정한 속도로 근수축을 하는 운동이며, 미리 설정된 각도와 저항으로 근력과 근파워를 발현시켜 측정할 수 있다(Teng, Keong, Ghosh, Thimurayan, 2008).

등속성 근 기능은 신뢰성 있는 관절 측정으로 전체 관절가동범위의 근 수축 뿐만 아니라 측정 시 수행되는 속도가 일정하므로 상해 위험성이 낮아 스포츠 의학 및 재활의학 분야에서 사용하고 있다. 등속성 기능 검사는 60°/sec는 근력, 180°/sec는 근파워를 측정한다(Hammami, Ouergui, Zinoubi, Moussa, Salah, 2014).

겨루기 수행 시 차기 동작은 체간의 힘과 하지에서의 신근력, 굴근력, 고관절의 내전과 외전의 공동작용으로 동작을 수행하게 된다(연분홍, 2016; Kannus, 1994).

## 1. 근 활성화도

표면 근전도는 신경계에 의해 수축하는 근 신경의 활성화 정보를 제공하는 생물 의학적 신호이며(Reaz, Hussain, & Mohd-Yasin, 2006), 비침습적 측정으로 임상, 재활, 인간공학 전반에 사용된다. 송출된 신호는 원신호를 제공한 후 평균값을 계산하고 다시 제공근을 씌우는 RMS 값을 구하는 방식으로 근 에너지를 정량화하여 연구에 사용된다(Sousa & Tavares, 2012).

근전도(electromyogram: EMG)는 신경의 접합과 근 신경연접에서의 전기적 신호의 도약 전도로 세포의 흥분성으로 근육이 수축을 일으키는 것으로 활동전위(action potential)를 살펴보는 것이다(Benda, Riley, & Krebs, 1994). 따라서 근 활동전위에 의한 근수축에 대한 정보를 기록하여 근 활성화도의 관계, 근육의 힘과 근육의 피로 관계, 신체 운동 역학적 움직임에 대한 데이터 정보를 제공해 준다(김호준, 이준, 2012). 황시영, 신윤아, 이준희(2015)는 태권도의 차기 동작은 하지관절의 신장성 수축, 구심성 수축, 수축, 내전, 외전되는 근육의 기전이 근원이므로 근전도(EMG: electromyogram)를 활용한 근 활동에 관한 연구의 필요성을 제기하였다.

## E. 균형능력

균형은 자세를 유지하기 위해 필요한 신체적 기능이다. 균형능력이 없다면 움직이기는커녕 가만히 앉아 있는 것조차 힘들 것이다. 우리의 몸은 아무런 외부의 방해 없이 가만히 서 있을 때조차도 끊임없이 흔들리고 있다(Swartz & Bruce, 2011). 자세적 흔들림(postural sway)으로부터 넘어지지 않고 지속적으로 안정된 선 자세를 유지해주기 위해, 움직임 시스템은 자발적인 자세 조절의 메커니즘을 작동시킨다(Giboin, Gruber & Kramer, 2015). 균형은 어떠한 틈이 있어서는 안된다. 그 틈은 우리를 쓰러트릴 수 있으며, 그것은 생존과 연결되어 있기 때문에 움직임 시스템은 자세적 균형이라는 목적을 달성하기 위해서 최선의 노력을 다한다. 그 노력은 다름 아닌 자기조직화를 통해 이루어지며 그것만이 다양하게 발생하는 시스템의 요동(fluctuation)에 대한 틈을 메워 놓을 수 있다(류영욱, 2021).

인체는 자세를 바로 세워 유지하는 능력으로서 역동적인 중력의 변화에 저항하여 몸의 무게중심이 중앙에 위치하도록 하는 자세 조절 및 중심을 유지하는 것을 말한다(Delbroek, Vermeylen, & Spildooren, 2017). 특히 우리 몸에서 직립 자세를 유지하기 위해서 중요한 체력 요소는 바로 평형성이다(Hrysomallis, 2007). 균형능력인 평형성을 유지하기 위해서 감각계와 신경계의 역할도 중요하지만, 관절의 가동범위, 척추의 균형과 유연성, 근육의 기능 등을 포함한 근 골격계의 균형과 기능이 매우 중요하게 작용한다(김진홍, 최보람, 2018).

균형능력은 사람의 신체가 기능적인 활동을 수행하면서 일상생활을 영위하기 위해 신체의 안정성을 유지하려는 능력으로 기능적인 움직임이나 운동 상황에서 균형과 안정 상태를 유지할 수 있는 능력을 의미한다. 즉, 외부 환경에서 신체로 받아들여진 정보를 통해서 신경계와 근 골격계가 유기적으로 역할을 수행하여 적절한 동작을 실시할 수 능력이라고 할 수 있다(이원영, 김미량, 2017; Wade & Jones, 1997). 또한 균형을 분류하면 정적과 동적으로 나눌 수 있는데 정적 균형은 사람의 신체가 움직이지 않는 상태에서 중력 중심을 기저면 내에 두어서 원하는 자세를 유지할 수 있는 능력을 의미하고, 동적 균형은 신체가 움직이는 동안에 중력을 중심으로 기저면 내에 두어서 원하는 자세를 유지할 수 있는 능력을 의미한다(Bosch & Cook, 2015).



### Ⅲ. 연구 방법

#### A. 연구대상

본 연구 연구대상은 대한태권도협회 겨루기 선수로 등록되어있는 G 광역시에  
 고등학교에 재학 중인 태권도 겨루기 선수들로 선정하였다. 대상자 수는  
 G-Power, 3.1 프로그램(Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009)을 기초로 하여  
 효과 크기(Effect Size)를 .40으로 설정하고 유의수준  $\alpha=.05$ 로, 검증력(power)은  
 .95로 적용하여 24명이 산출되었고 탈락률을 고려해 30명을 모집하였다. 집단은  
 세 집단으로 ① 기능성 감각 트레이닝 집단(functional sensory training group:  
 이하 FSTG 표기함), ② 비 기능성 감각 트레이닝 집단(non-functional sensory  
 training group: 이하 NFSTG 표기함), ③ 통제 집단(control group: 이하 CG 표  
 기함)을 각각 10명으로 무선할당(random assignment) 하였지만 진행 과정에서  
 FSTG에서 1명, NFSTG에서 2명, CG에서 2명이 탈락하여 총 25명의 결과만을  
 최종 분석하였다. 모든 연구대상자는 최근 3개월간 근·골격계 및 신경학적 이상  
 이 없는 대상자들을 모집하여 연구 목적과 절차에 대한 오리엔테이션을 실시하  
 였으며, 대상자들이 미성년자임으로 보호자들에게 참여 동의서를 서면으로 받았  
 고, 본 연구에 충분한 이해와 자발적인 동의를 받고 참여하였다. 본 연구에 참  
 여한 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Physical Characteristics of Subjects (M±SD)

Group Division	FSTG (n=9)	NFSTG (n=8)	CG (n=8)
Age	16.33±1.11	17.50±.76	16.00±1.08
High(cm)	174.73±4.40	175.09±2.68	169.51±6.32
Weight(kg)	68.87±8.50	65.89±5.36	58.31±6.51
lean body mass(kg)	56.10±6.29	58.01±5.28	50.03±5.56
Muscle mass(kg)	22.45±2.63	21.55±1.99	20.51±1.77

FSTG: 기능성 감각 트레이닝 집단, NFSTG: 비-기능성 감각 트레이닝 집단, CG: 통제 집단

## B. 연구절차

본 연구의 절차를 도식화하여 제시하면 <Figure 1>과 같다.

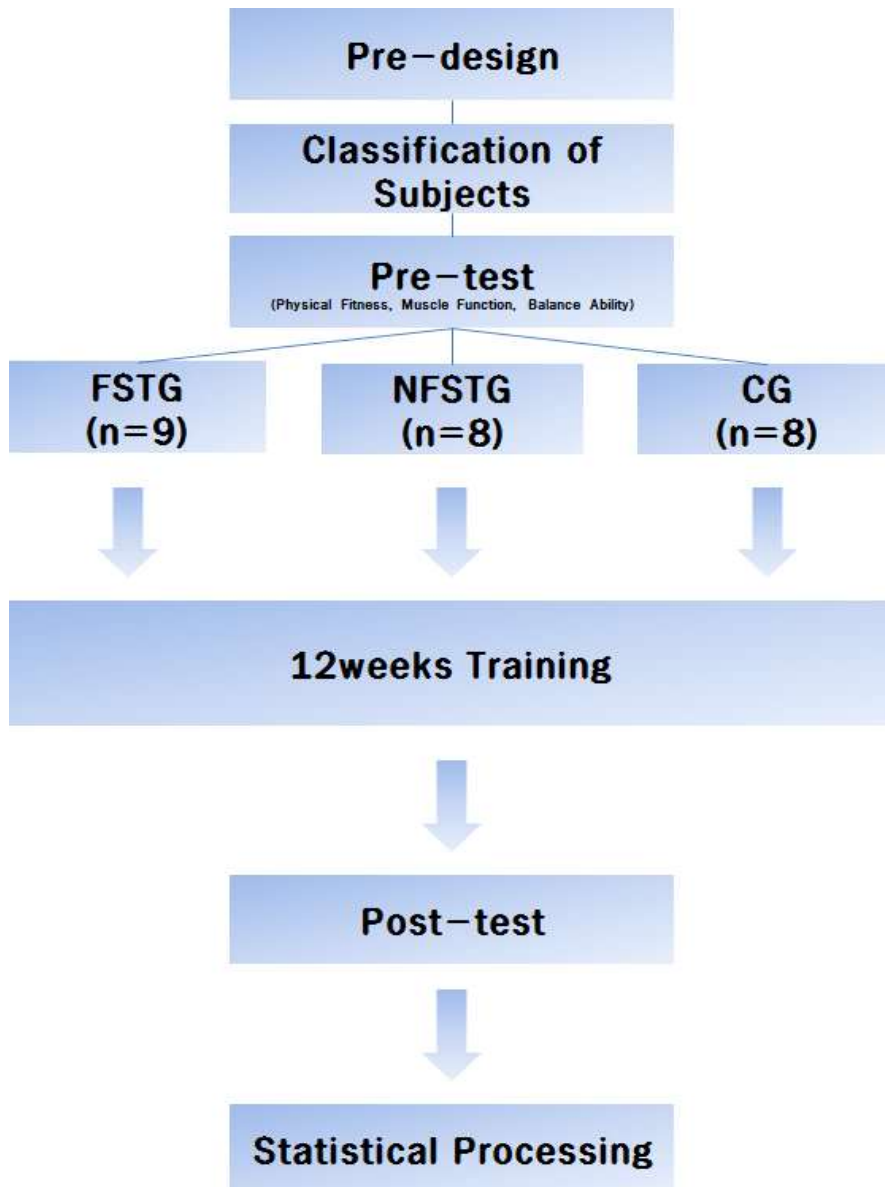


Figure 1. Research Procedure

## C. 측정도구

본 연구에서 사용한 측정도구와 방법은 <Table 2>에 제시된 바와 같다.

Table 2. Measurement item and tool

Division	Measure Item	Tools	Model	National	
Physique	Height(cm)	Manual general kidney system	SAMHWA		
	Weight(kg)	Pansu-dong scale	CAS		
	Lean Body Mass(kg)	Inbody 770			
	Muscle Mass (kg)	Inbody 770		Korea	
Physical Fitness	Standing Broad Jump(cm)	FT-7700	Inbody		
	Whole Body Reaction(sec)	ST-140			
	Visual Reaction(score)	T - WALL	imm	Germany	
Muscle Function	Lower Body (N·m)	HUMAC NORM	CSMI	USA	
	Trunk (N·m)				
Muscle Activity	Dwihuryeochagi (%MVIC)	Free EMG 1000	BTS	Italy	
Balance Ability	Static	Leg Standing Pressure Center (N/cm <sup>2</sup> )	Pedo Scan	API1174	Germany
	Dynamic	Stability Limit (mm <sup>2</sup> )	Bio Rescue	API1153	France

## D. 측정방법

모든 연구 대상자는 G 광역시에 소재한 H 대학교 실험실에 2회 방문하여 1차 방문 시 실험 처치에 관한 전반적인 사항에 대하여 설명을 듣고 설문지를 작성하였고, 30분 정도 안정을 취한 후 측정을 실시하였고, 12주간의 처치를 마친 후 모든 대상자들은 1차 측정과 같은 방법으로 2차 측정을 하여 사전·사후검사 간 결과를 비교·분석하였다.

### 1. 신체적 특성

#### a. 체격

신장의 측정을 위하여 수동식 일반 신장계(삼화, 한국)을 이용하여 cm 단위로 기록하였고, 체중은 판수동저울(CAS, Korea)를 이용하여 kg 단위로 기록하였다.

#### b. 근육량 및 체지방량

근육량과 체지방량은 Inbody 770(Inbody Korea)을 사용하여 측정하였다. 연구 대상자는 간편한 복장을 착용하고 몸에 있는 금속품을 모두 제거한 상태로 손바닥과 발바닥을 전해질 티슈로 닦은 후 측정기기에 올라 기기의 양쪽 손잡이를 손으로 하나씩 잡고 팔을 주먹이 하나 정도 들어갈 수 있는 공간이 생길 만큼 팔을 벌린 상태에서 정면을 바라보며 바로 선 자세로 약 2분간 측정하였다.

### 2. 체력

#### a. 제자리멀리뛰기

피검자는 무릎을 살짝 구부리고, 팔을 몸 뒤로 보냈다가 위로 번쩍 올리며 수직으로 뜬다. 뛰어오르고 약 1초 이내 매트에 착지하면 결과가 표시된다. 2회 측정값 가운데 최고값을 기록하였다.

### b. 전신 반응

피검자는 2~3m 전방에 측정 기자재를 설치하고, 자극방법(빛, 소리 또는 동시)을 정한 후 자극 보드의 버튼을 선택한다. 피검자는 반응 매트 센스 위에 두 발을 올리고 가장 민첩하게 반응할 수 있도록 대기한다. 측정자가 시작 스위치를 누른 후 빛 또는 소리 자극이 나오면, 피검자는 최대한 빠른 속도로 매트에서 도약하여 두 발을 매트 바깥쪽으로 벌려 측정하였다.

### c. 시각 반응

피검자는 준비 위치에서 글러브를 착용하고 선다. 시작 구호와 함께 글러브를 낀 손으로 불빛을 터치한다. 총 100개의 불을 터치하는데 걸리는 시간을 측정한다. 측정 종료 후 0.001초 단위의 시간과 실패한 횟수를 기록하였다.

## 3. 근 기능

### a. 등속성 근 기능

하지와 체간의 근력과 근 파워에 관한 근 기능 검사를 실시하였다. 하지 슬관절의 근력은 60°/sec, 근파워는 180°/sec 그리고 체간의 근력은 30°/sec, 근파워는 120°/sec로 신전과 굴곡을 3회 실시하였다. 등속성 근 기능 측정기구는 <Figure 2>와 같다.



Figure 2. Isokinetic Muscular Function Measuring Tool

### b. 근 활성화도

피검자의 하지 근 활성도를 측정하기 위해 무선표면근전도 장비인 FreeEMG(BTS co. Italy)를 사용하였다<Figure 4>. FreeEMG의 전극은 Ag-AgCl 타입의 유착성 전극을 사용하고 부착된 근육에서 발생된 근전도 신호는 증폭기(amplifier)를 거쳐 10배로 증폭되어 잡음 및 간섭을 막고, 케이블을 따라 키트(patient unit)로 이동된 뒤 16비트로 A/D변환기를 사용하여 디지털 데이터로 전환된다. 수집된 데이터는 무선 통신 시스템을 통해서 무선공유기(access pointer)로 수신이 된다.

FreeEMG에서 활용되는 MYOLAB(software, BTS co, Italy)소프트웨어에서 자동으로 처리가 된다. 주파수 대역폭은 20~500Hz로 설정되어 필터 과정을 거친다. 각 동작별 해당 근육의 근전도 신호에 대한 RMS(root-mean-wqure)값을 구하고 Muscle activation(%MVIC) 단위로 기록하였다. 근전도 부착 부위는 <Table 3>, <Figure 3>과 같고, 근 활성화도 측정기구는 <Figure 4>와 같다.

Table 3. Electromyogram Attached Site

Dwihuryeochagi		
L·R Low body Channel, 3	L·R Suppert Leg Channel, 3	Trunk Channel, 2
RF (Rectus Famoris)	RF (Rectus Famoris)	RA (Rectus Abdomius)
BF (Biceps Femoris)	BF (Biceps Femoris)	
GM (Gluteus Medius)	G (Gastrocnemius)	ES (Erector Spinae)
Total Channel, 8		

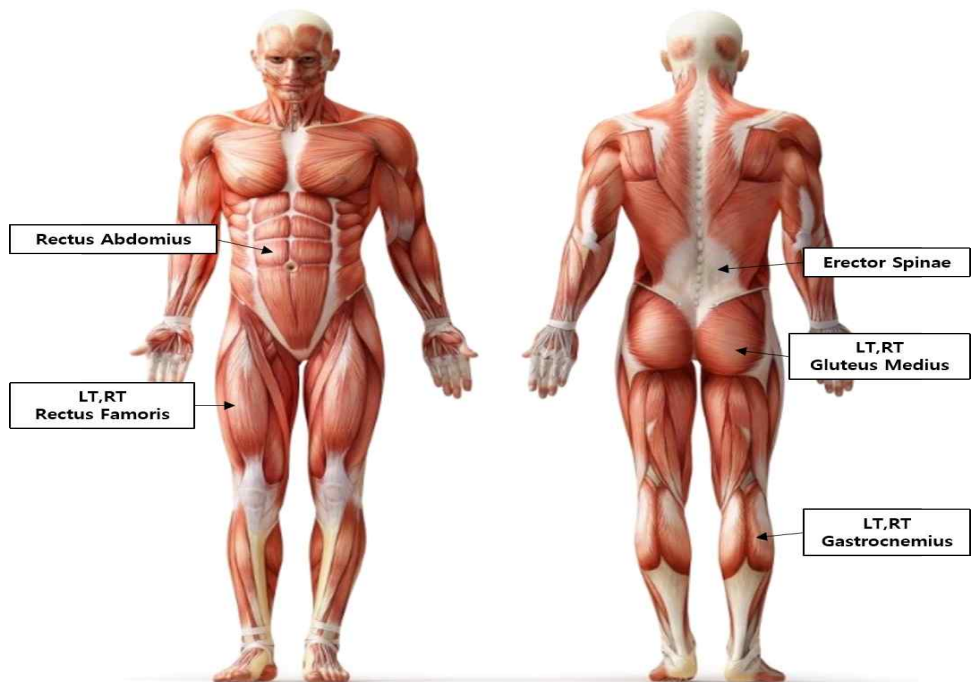


Figure 3. Electromyogram Attached Site



Figure 4. Muscle Activity Measuring Tool

## 4. 균형능력

### a. 정적 균형

발의 압력 중심을 측정하기 위해 Pedoscan(Diers, Germany, 2018) 장비를 사용하였다<Figure 5>. DiCAM 프로그램을 이용하여 시선은 정해진 기준점을 응시해 움직이지 않는 상태에서 30초 동안 한 발 서기를 하였고, 발바닥의 영역을 구분한 후 센서별로 압력지수를 색상으로 표현하고, 수치와 막대그래프로 각 영역을 분석하여 한 발서기의 평균압력을 측정하였다.



Leg standing pressure center

Figure 5. Static Balance Measuring Tool



## b. 동적 균형

피검자들의 동적 균형 능력을 알아보기 위해 바이오레스큐(RM Ingenierie, France)를 사용하였다<Figure 6>. 안정성 한계 측정은 모니터상에서 상·우·전·후 및 각 방향의 중간 방향으로 총 8방향을 화살표를 따라 무게중심을 최대한 이동하도록 하였다. 각 방향으로 10초간 측정하며 최대로 긴 상태에서 유지하도록 하였다. 측정 시 한 발로 서있는 자세에서 중심을 이항하는 동 면적을 측정하였다.

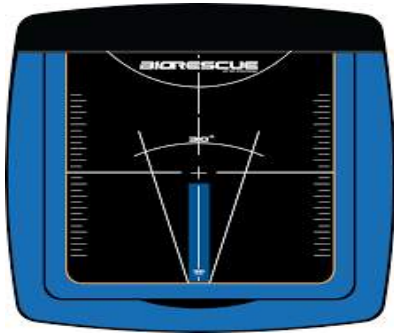


Figure 6. Dynamic Balance Measuring Tool

## E. 트레이닝 프로그램

본 연구는 불안정한 지면의 테라센사와 워터 백, 블레이즈 포드를 이용한 기능성 감각 트레이닝과 안정된 지면에서 신체 부하를 이용한 비-기능성 감각 트레이닝 프로그램을 구성하여 12주간 주 3회 빈도로 준비운동 10분, 본 운동 40분, 정리운동 10분을 실시하여 일일 운동시간을 60분으로 설정하여 실행하였다. 그리고 통제 집단은 평소 생활을 유지하게 하였다.

운동강도는 기능성 감각 트레이닝 집단은 점진적 과부하의 원리와 Borg(1982)의 연구에 따른 운동 자각도(RPE: Rating of Perceived Exertion Borg Scale)에 근거하여 워터 백의 무게와 운동시간을 설정하였고, 반복 횟수는 1RM 60~70%의 무게로 5~14회로 설정하였다. 또한 블레이즈 포드는 약 1.5초~2초 간격으로 플래시가 켜지도록 하여 운동 수행 간격을 일정하게 유지 시켰다.

비-기능성 감각 트레이닝 집단은 안정된 지면에서 도구의 사용 없이, 기능성 감각 트레이닝과 동일한 방법으로 설정하였다.

기능성 감각 트레이닝 프로그램은 <Table 4>~<Table 5> 그리고 <Figure 7>과 같으며, 기능성 감각 트레이닝 사용 도구는 <Figure 8>과 같다. 비 기능성 감각 프로그램은 <Table 6>~<Table 7> 그리고 <Figure 9>와 같다.

Table 4. Functional Sensor Training Program(0~6weeks)

Sortation	Exercise Program	Intensity	Time
Warm -up	1. Walking	HRR	10 Min
	2. Dynamic Stretching	30-40%	
Maine Exercise	1. Single Leg Plank	30sec	40 Min
	2. Later Squat	10reps	
	3. Single Leg Calf Raise	10reps	
	4. Lunge Twist	12reps	
	5. Single Leg Dead Lift Over Head Press	7reps	
	6. Single Leg Later Jump	12reps	
Cool -down	1. Walking	HRR	10 Min
	2. Form-rolling	30-40%	

Table 5. Functional Sensor Training Program(7~12weeks)

Sortation	Exercise Program	Intensity	Time
Warm -up	1. Walking	HRR	10 Min
	2. Dynamic Stretching	30-40%	
Maine Exercise	1. Single Leg Plank	40sec	40 Min
	2. Later Squat	14reps	
	3. Single Leg Calf Raise	12reps	
	4. Lunge Twist	14reps	
	5. Single Leg Dead Lift Over Head Press	10reps	
	6. Single Leg Later Jump	14reps	
Cool -down	1. Walking	HRR	10 Min
	2. Form-rolling	30-40%	



1. single leg plank



2. later squat



3. single leg calf raise



4. lunge twist

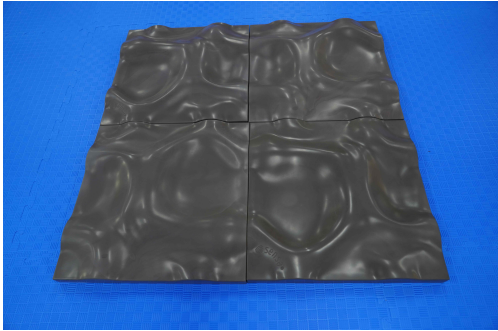


5. single leg deadleft over head press



6. single leg later jump

Figure 7. Functional Sensor Training Program



1. Terrasensa



2. Water bag



3. Hydro vest Water bag



4. Blaze Pod

Figure 8. Functional Sensor Training Tool

Table 6. Non-functional Sensor Training Program(0~6weeks)

Sortation	Exercise Program	Intensity	Time
Warm -up	1. Walking	HRR	10 Min
	2. Dynamic Stretching	30-40%	
Maine Exercise	1. Single Leg Plank	30sec	40 Min
	2. Later Squat	10reps	
	3. Single Leg Calf Raise	10reps 1RM 60-70%	
	4. Lunge Twist	12reps 3Set	
	5. Single Leg Dead Lift Over Head Press	7reps	
	6. Single Leg Later Jump	12reps	
Cool -down	1. Walking	HRR	10 Min
	2. Form-rolling	30-40%	

Table 7. Non-functional Sensor Training Program(7~12weeks)

Sortation	Exercise Program	Intensity	Time	
Warm -up	1. Walking	HRR 30-40%	10 Min	
	2. Dynamic Stretching			
Maine Exercise	1. Single Leg Plank	40sec	40 Min	
	2. Later Squat	14reps		
	3. Single Leg Calf Raise	12reps		1RM 60-70%
	4. Lunge Twist	14reps		4Set
	5. Single Leg Dead Lift Over Head Press	10reps		
	6. Single Leg Later Jump	14reps		
Cool -down	1. Walking	HRR 30-40%	10 Min	
	2. Form-rolling			





1. single leg plank



2. later squat



3. single leg calf raise



4. lunge twist



5. Single Leg Dead Lift Over Head Press



6. Single Leg Later Jump

Figure 9. Non-functional Sensor Training Program

## F. 자료처리 방법

본 연구에서 얻은 자료는 SPSS ver. 26.0의 통계 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 그 구체적인 방법을 제시하면 다음과 같다.

세 집단(기능성 감각 트레이닝 집단, 비 기능성 감각 트레이닝 집단, 통제 집단)의 체력과 근 기능 및 균형능력에 대한 결과는 평균(mean)과 표준편차(standard deviation: SD)로 제시하였으며, 모든 통계처리에 대한 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 설정하였다.

각 집단 내 체력과 근 기능 및 균형능력에 대한 변화는 사전 검사와 사후 검사 간 대응표본 t-검정(paired samples t-test)를 실시하였으며, 각 세 집단 간 효과검증을 위하여 이원변량분석(two-way ANOVA)을 실시하였다. 집단의 주효과가 나타났을 경우 사후검증(Scheffe)을 통해 유의차를 구별하였다.

## IV. 연구 결과

### A. 체력

#### 1. 제자리멀리뛰기의 변화

세 집단의 제자리멀리뛰기 변화 결과는 <Table 8>과 <Figure 10>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p < .01$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, NFSTG( $p > .05$ )와 CG( $p > .05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았다.

각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 시기( $p < .05$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p < .05$ )에서 유의한 변화가 나타났다.

Table 8. Change of Standing Broad Jump (M±SD)

Sortation	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA		
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>	
Standing Broad Jump (cm)	FSTG	221.29 ±7.24	227.18 ±8.96	.005**	Group	2.66	.689
	NFSTG	220.88 ±8.36	222.7 ±9.08	.303	Time	0.82	.037*
	CG	227.00 ±14.00	225.44 ±13.67	.364	T×G	-0.69	.011*

T×G: Time×Group, \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

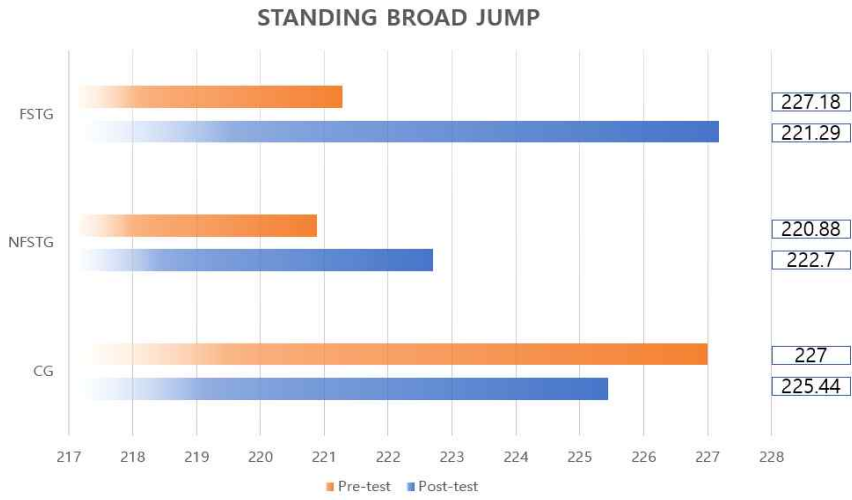


Figure 10. Change of Standing Broad Jump

## 2. 전신 반응의 변화

세 집단의 전신 반응 변화 결과는 <Table 9>와 <Figure 11>에 제시된 바와 같다. 각 집단 내 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.01$ )와 NFSTG( $p<.01$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았다. 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 시기( $p<.001$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.01$ )에서 유의한 변화가 나타났다.

Table 9. Change of Whole Body Reaction (M±SD)

Sortation	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA		
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>	
Whole Body Reaction (1/1000sec)	FSTG	.24±.04	.27±.03	.008**	Group	12.5	.663
	NFSTG	.25±.05	.27±.04	.003**	Time	8.00	.000***
	CG	.24±.03	.24±.02	.537	T×G	0.00	.005**

T×G: Time×Group, \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

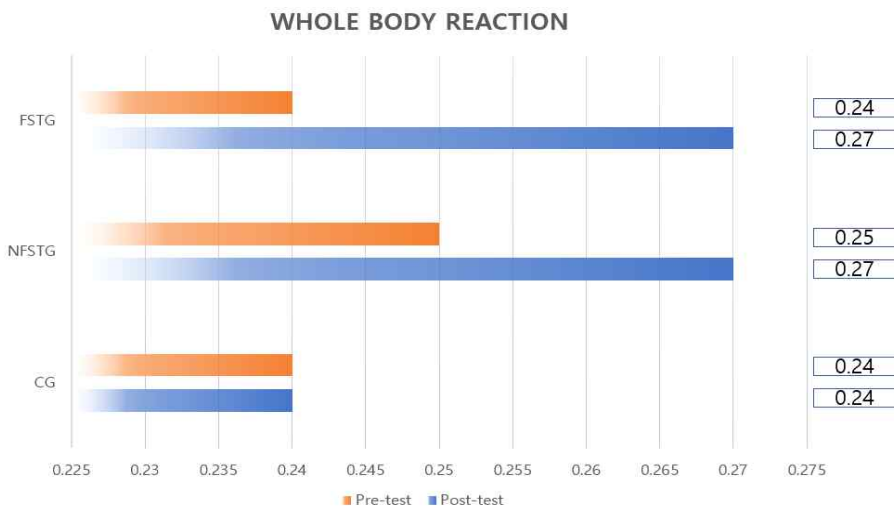


Figure 11. Change of Whole Body Reaction

### 3. 시각 반응의 변화

세 집단의 시각 반응 변화 결과는 <Table 10>과 <Figure 12>에 제시된 바와 같다. 각 집단 내 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.01$ )와 NFSTG( $p<.01$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았다. 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.01$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

Table 10. Change of Visual Reaction (M±SD)

Sortation	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA		
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>	
Visual Reaction (1/1000sec)	FSTG	49.08 ±4.92	51.24 ±4.02	.004**	Group	4.40	.107
	NFSTG	49.82 ±3.73	50.54 ±4.14	.003**	Time	1.45	.001**
	CG	46.56 ±3.09	46.43 ±2.95	.728	T×G	-0.28	.002**

T×G: Time×Group, \*\* $p<.01$

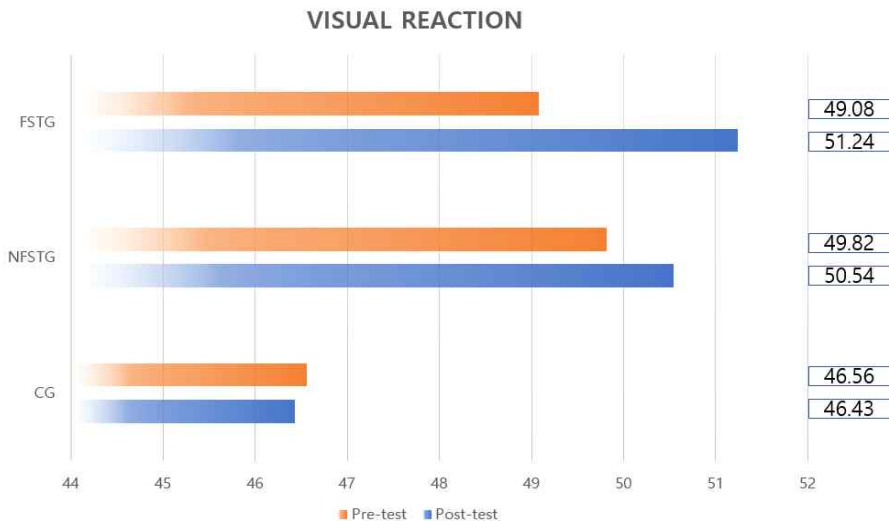


Figure 12. Change of Visual Reaction

## B. 근 기능

### 1. 하지 신근력의 변화

세 집단의 하지 신근력 변화 결과는 <Table 11>과 <Figure 13>, <Figure 14>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 좌측 하지 신근력의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.01$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, NFSTG( $p>.05$ )와 CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았고, 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.01$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

각 집단 내 우측 하지 신근력의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.01$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, NFSTG( $p>.05$ )와 CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았고, 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.001$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

Table 11. Change of Low Body Extensor Muscle Power (M±SD)

Sortation	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA		
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>	
Low Body Extensor Muscle Power (Nm)	FSTG	233.32 ±25.19	242.21 ±26.17	.003**	Group	3.81	.313
	Left NFSTG	250.79 ±44.64	250.32 ±44.52	.789	Time	-0.19	.006**
	CG	264.02 ±32.27	264.16 ±32.18	.352	T×G	0.05	.001**
	FSTG	238.67 ±19.86	250.73 ±14.41	.003**	Group	5.05	.433
	Right NFSTG	256.8 ±50.52	257.49 ±50.76	.241	Time	0.27	.002**
	CG	260.59 ±32.65	259.86 ±32.33	.457	T×G	-0.28	.000***

T×G: Time×Group, \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$



Figure 13. Change of Low Body Extensor Muscle Power (Left)



Figure 14. Change of Low Body Extensor Muscle Power (Right)



## 2. 체간 신근력의 변화

세 집단의 체간 신근력 변화 결과는 <Table 12>와 <Figure 15>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 체간 신근력의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p < .05$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, NFSTG( $p > .05$ )와 CG( $p > .05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았고, 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 집단( $p < .05$ ), 시기( $p < .05$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p < .01$ )에서 유의한 효과가 나타났다. 집단에 대한 사후검증(Scheffe)결과 FSTG와 CG에서 유의한 차이가 나타났으며, 기능성 감각 트레이닝이 비 기능성 감각 트레이닝보다 더 효과가 있음을 나타낸다.

Table 12. Change of Trunk Extensor Muscle Power (M±SD)

Sortation	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA			p-hoc
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	β%	<i>p</i>		
Trunk Extensor Muscle Power (Nm)	FSTG <sup>a</sup>	429.24 ±58.12	573.92 ±99.89	.019*	Group	33.71	.010*	a > c
	NFTG <sup>b</sup>	420.01 ±74.24	418.33 ±73.53	.729	Time	-0.40	.015*	
	CG <sup>c</sup>	402.73 ±80.51	401.93 ±80.52	.100	T×G	-0.20	.003**	c < a

T×G: Time×Group, \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

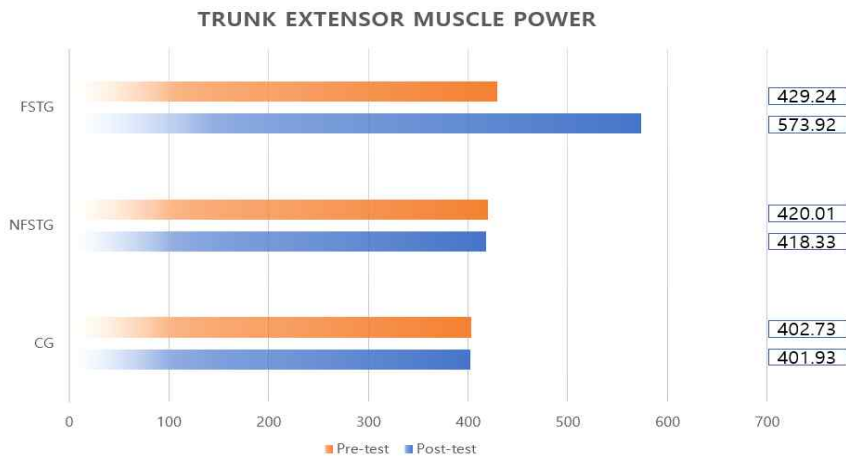


Figure 15. Change of Trunk Extensor Muscle Power

### 3. 하지 굴근력의 변화

세 집단의 체간 굴근력 변화 결과는 <Table 13>과 <Figure 16>, <Figure 17>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 좌측 하지 굴근력의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.01$ )와 NFSTG( $p<.05$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았고 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.01$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

각 집단 내 우측 하지 굴근력의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.01$ )와 NFSTG( $p<.05$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았고, 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.01$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

Table 13. Change of Low Body Flexor Muscle Power (M±SD)

Sortation	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA		
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>	
Low Body Flexor Muscle Power (Nm)	FSTG	124.14 ±20.35	134.26 ±19.44	.007**	Group	8.15	.433
	Left NFSTG	134.28 ±22.39	135.68 ±22.96	.015*	Time	1.04	.001**
	CG	142.78 ±22.06	142.93 ±22.02	.656	T×G	0.11	.001**
	FSTG	133.1 ±21.5	142.41 ±20.69	.003**	Group	6.99	.45
	Right NFSTG	143.03 ±38.5	144.38 ±39.04	.038*	Time	0.94	.004**
	CG	154.55 ±15.51	154.06 ±15.26	.391	T×G	-0.32	.001**

T×G: Time×Group, \* $p<.05$ , \*\* $p<.01$

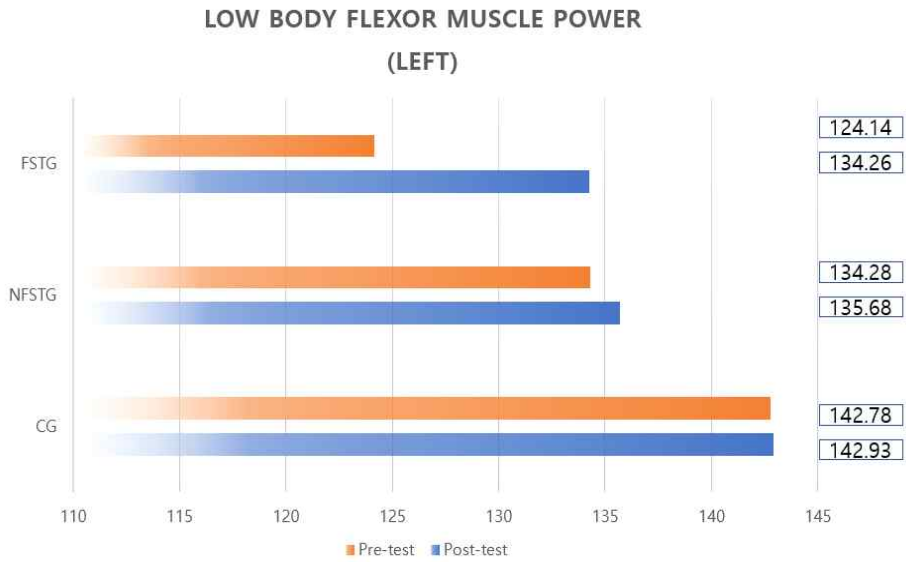


Figure 16. Change of Low Body Flexor Muscle Power (Left)

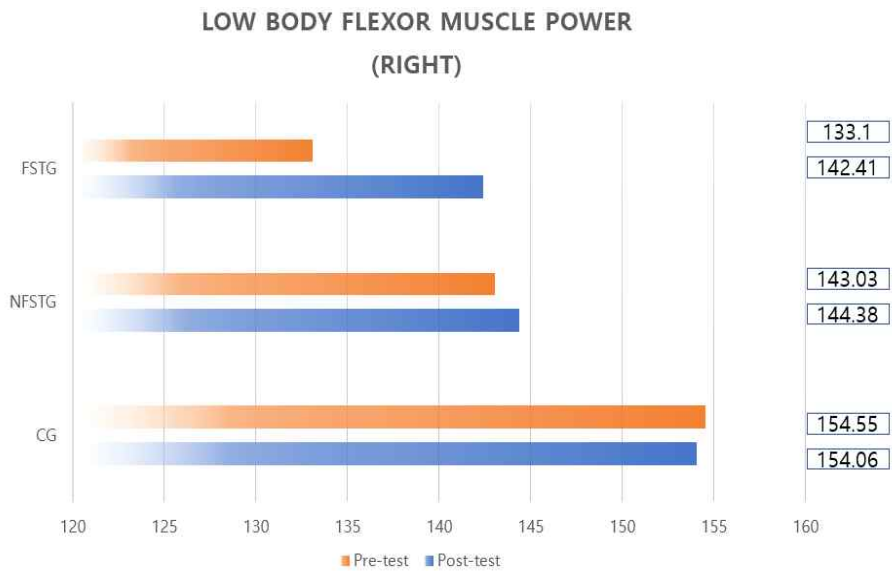


Figure 17. Change of Low Body Flexor Muscle Power (Right)

#### 4. 체간 굴근력의 변화

세 집단의 체간 굴근력 변화 결과는 <Table 14>와 <Figure 18>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 체간 굴근력의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.05$ )와 NFSTG( $p<.05$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았고, 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 시기( $p<.05$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.01$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

Table 14. Change of Trunk Flexor Muscle Power (M±SD)

Sortation	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA		
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>	
Trunk Flexor Muscle Power (Nm)	FSTG	260.67 ±56.08	349.71 ±71.41	.013*	Group	34.16	.478
	NFSTG	290.75 ±42.39	294.84 ±48.33	.043*	Time	1.41	.017*
	CG	274.69 ±64.22	273.78 ±68.24	.963	T×G	-0.33	.007**

T×G: Time×Group, \* $p<.05$ , \*\* $p<.01$

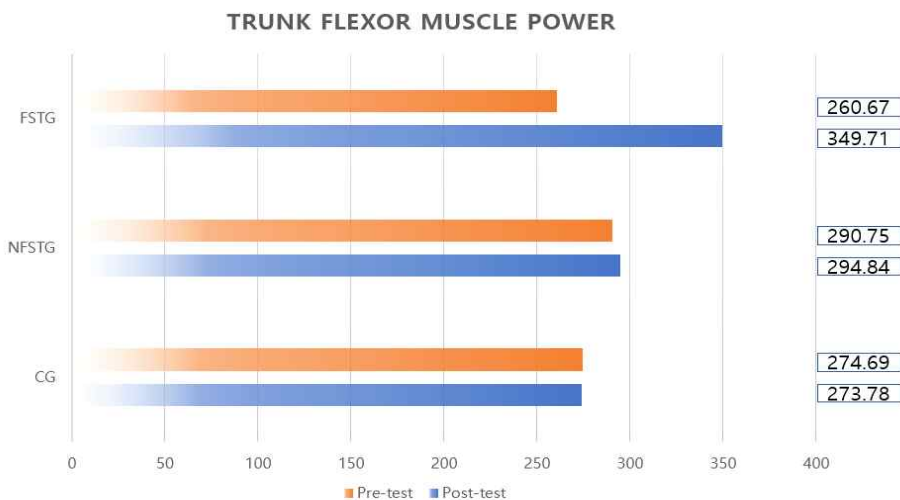


Figure 18. Change of Trunk Flexor Muscle Power

## 5. 하지 근 활성화도의 변화

### a. 차는 발

세 집단의 뒤후려차기 차는 발 하지 근 활성화도 변화 결과는 <Table 15>와 <Figure 19>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 뒤후려차기 차는 발 하지 근 활성화도의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 BF의 FSTG( $p<.05$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, G의 FSTG( $p<.05$ )에서 유의한 변화가 나타났고 각 집단 간 이원변량분석 결과는 BF의 주 효과 시기( $p<.05$ )에서 유의한 효과가 나타났으며, G의 주 효과 시기( $p<.05$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.05$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

Table 15. Change of Low Body Muscle Activation(Kicking-foot) (M±SD)

Kicking -foot	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA			
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>		
Low Body Muscle Activation (%MVIC)	RF	FSTG	364.3 ±163.98	364.99 ±162.96	.289	Group	0.19	.153
		NFSTG	532.3 ±234.13	532.73 ±234.26	.127	Time	0.08	.124
		CG	583.19 ±296.04	583.21 ±296.34	.896	T×G	0.00	.522
	BF	FSTG	382.38 ±77.42	384.3 ±77.42	.012*	Group	0.50	.874
		NFSTG	373.98 ±77.35	374.28 ±77.83	.723	Time	0.08	.028*
		CG	365.58 ±50.22	365.78 ±49.78	.316	T×G	0.05	.086
	G	FSTG	531.56 ±135.73	533.19 ±136.27	.01*	Group	0.31	.99
		NFSTG	522.15 ±270.35	522.99 ±270.43	.127	Time	0.16	.001**
		CG	538.9 ±261.17	539.08 ±261.3	.255	T×G	0.03	.016*

RF: Rectus Femoris, BF: Biceps Femoris, G: Gastrocnemius, T×G: Time×Group, \* $p<.05$ , \*\* $p<.01$

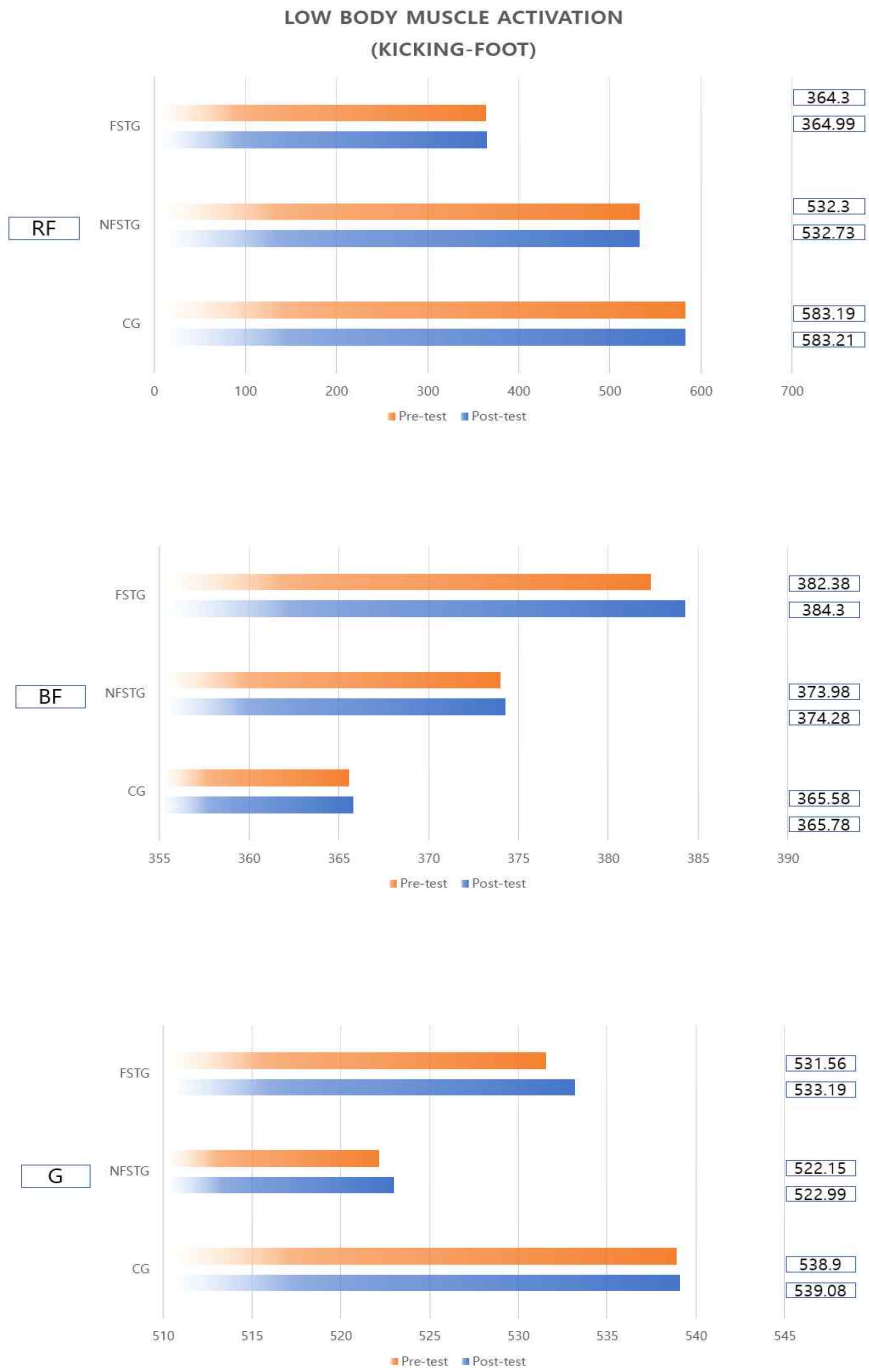


Figure 19. Change of Low Body Muscle Activation (Kicking-foot)

### b. 지지 발

세 집단의 뒤후러차기 지지 발 하지 근 활성화도 변화 결과는 <Table 16>과 <Figure 20>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 뒤후러차기 지지 발 하지 근 활성화도의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 G의 FSTG( $p<.01$ )에서 유의한 변화가 나타났고 각 집단 간 이원변량분석 결과는 BF의 주 효과 시기( $p<.05$ )에서 유의한 효과가 나타났으며, G의 상호작용 효과 시기×집단( $p<.05$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

Table 16. Change of Low Body Muscle Activation(Support-foot) (M±SD)

Support -foot	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA			
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>		
Low Body Muscle Activation (%MVIC)	RF	FSTG	243.36 ±93.95	244.1 ±95.38	.489	Group	0.30	.225
		NFSTG	276.96 ±54.56	277.3 ±54.59	.666	Time	0.12	.427
		CG	209.79 ±67.72	210.05 ±67.31	.808	T×G	0.12	.927
	BF	FSTG	95.89 ±33.44	111.52 ±36.51	.288	Group	16.30	.575
		NFSTG	104.98 ±32.64	105.15 ±32.60	.481	Time	0.16	.306
		CG	121.81 ±44.46	121.68 ±45.00	.688	T×G	-0.11	.34
	G	FSTG	333.82 ±87.39	335.49 ±87.16	.005**	Group	0.50	.923
		NFSTG	330.71 ±92.35	330.75 ±91.70	.962	Time	0.01	.087
		CG	318.45 ±78.73	318.33 ±78.45	.397	T×G	-0.04	.035*

RF: Rectus Femoris, BF: Biceps Femoris, G: Gastrocnemius, T×G: Time×Group, \* $p<.05$

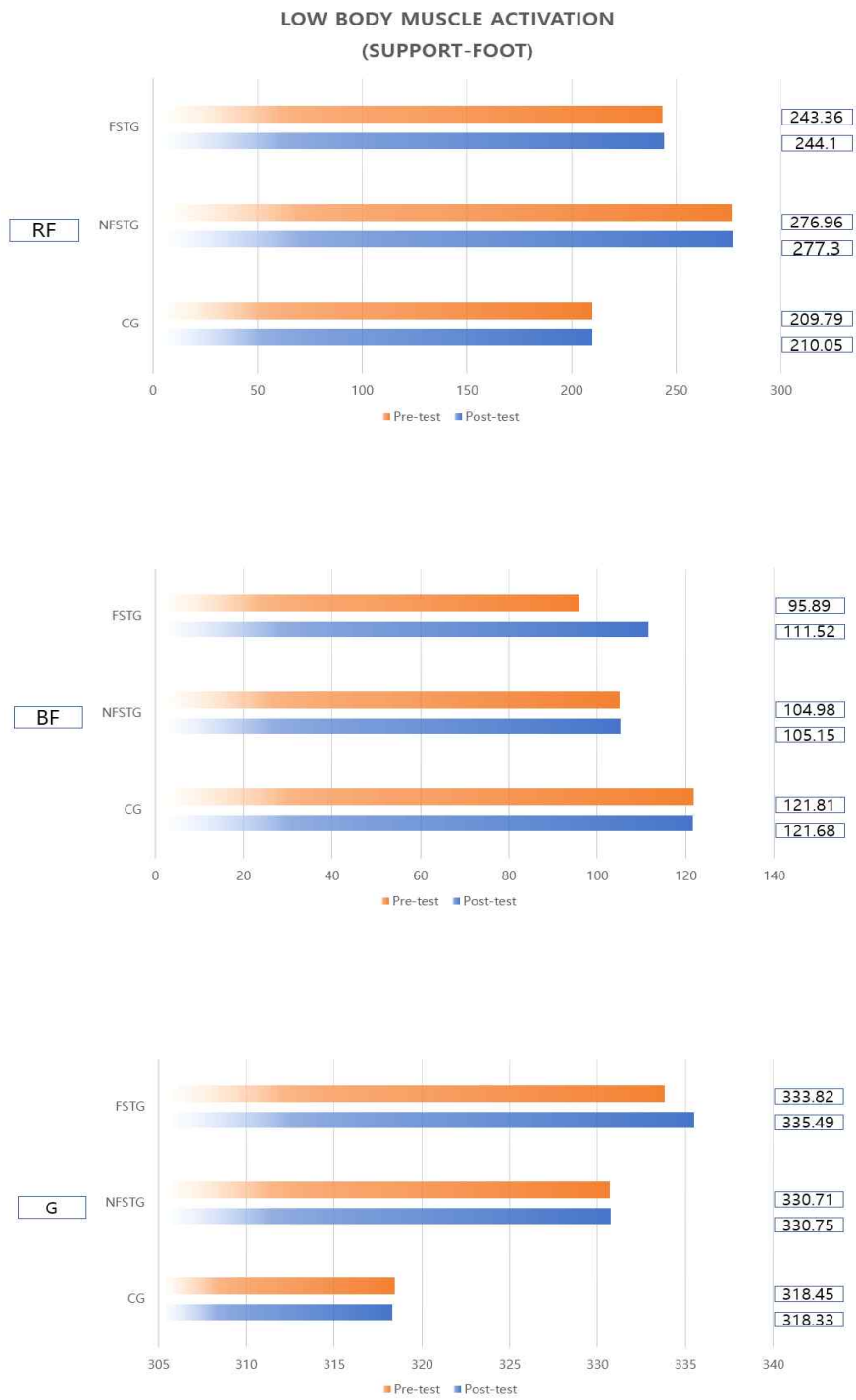


Figure 20. Change of Low Body Muscle Activation (Support-foot)



## 6. 체간 근 활성화도의 변화

### a. 차는 발

세 집단의 뒤후려차기 차는 발 체간 근 활성화도 변화 결과는 <Table 17>과 <Figure 21>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 뒤후려차기 차는 발 체간 근 활성화도의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 ES의 FSTG( $p<.05$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, 각 집단 간 이원변량 분석 결과는 ES의 주 효과 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.05$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

Table 17. Change of Trunk Muscle Activation(Kicking-foot) (M±SD)

Kicking -foot	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA		
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>	
Trunk Muscle Activation (%MVIC)	FSTG	273.13 ±79.74	274.51 ±80.60	.526	Group	0.51	.171
	RA NFSTG	335.81 ±78.10	336.36 ±78.36	.063	Time	0.16	.301
	CG	249.43 ±114.55	248.8 ±114	.64	T×G	-0.25	.154
	FSTG	217.21 ±80.87	219.91 ±80.77	.015*	Group	1.24	.845
	ES NFSTG	209.69 ±84.11	210.46 ±83.66	.084	Time	0.37	.002**
	CG	232.26 ±65.62	232.5 ±65.69	.367	T×G	0.10	.019*

RA: Rectus Abdominis, ES: Erector Spinae, T×G: Time×Group, \* $p<.05$ , \*\* $p<.01$



Figure 21. Change of Trunk Muscle Activation (Kicking-foot)

## b. 지지 발

세 집단의 뒤후려차기 지지 발 체간 근 활성화도 변화 결과는 <Table 18>과 <Figure 22>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 뒤후려차기 지지 발 체간 근 활성화도의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 ES의 FSTG( $p<.05$ )와 NFSTG( $p<.05$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, 각 집단 간 이원변량분석 결과는 RA의 주 효과 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.01$ )에서 유의한 효과가 나타났고 ES의 주 효과 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.01$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

Table 18. Change of Trunk Muscle Activation(Support-foot) (M±SD)

Support -foot	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA		
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>	
Trunk Muscle Activation (%MVIC)	FSTG	250.91 ±103.85	251.48 ±102.21	.526	Group	0.23	.433
	RA NFSTG	335.81 ±78.10	336.5 ±78.35	.063	Time	0.21	.001**
	CG	274.43 ±78.24	273.96 ±78.82	.64	T×G	-0.17	.001**
	FSTG	261.66 ±41.03	263.42 ±41.13	.013*	Group	0.67	.45
	ES NFSTG	247.19 ±65.65	247.83 ±64.92	.038*	Time	0.26	.004**
	CG	257.26 ±80.18	257.51 ±79.99	.391	T×G	0.10	.001**

RA: Rectus Abdominis, ES: Erector Spinae, T×G: Time×Group, \* $p<.05$ , \*\* $p<.01$

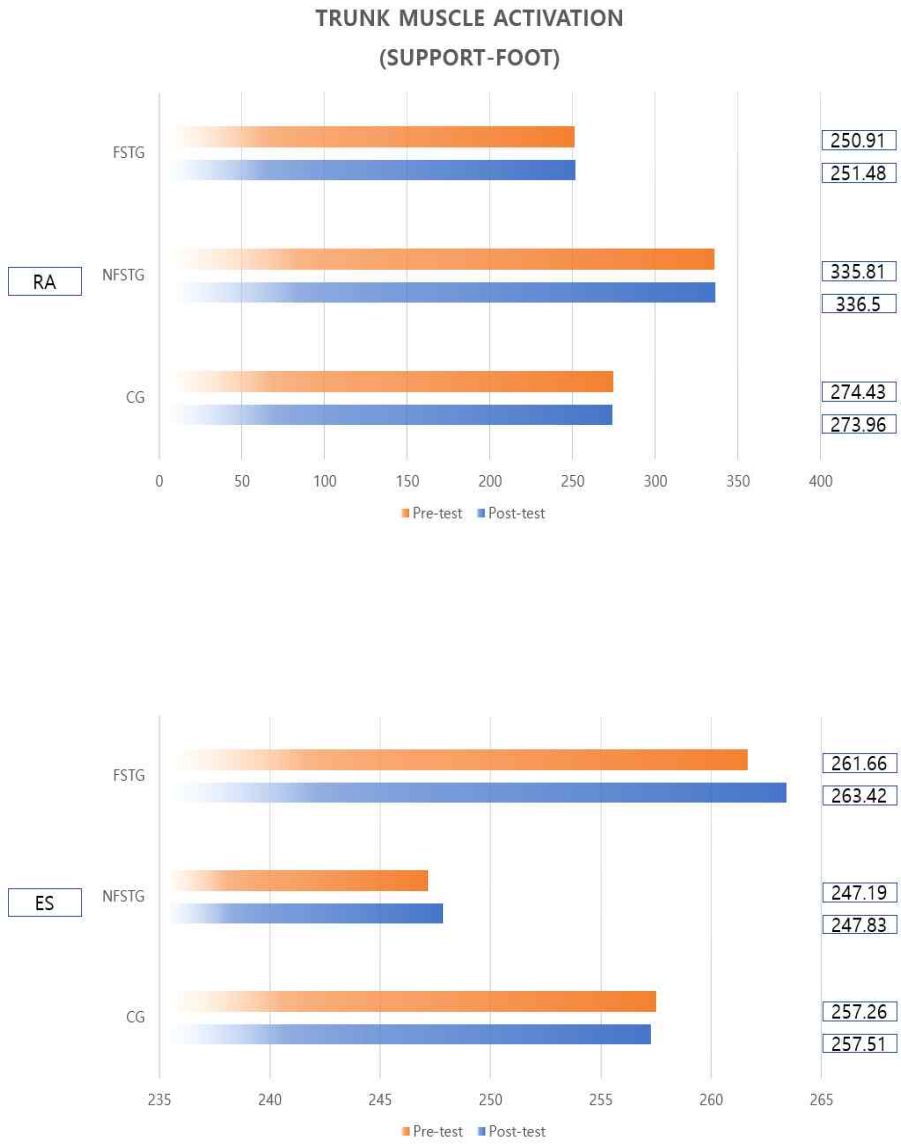


Figure 22. Change of Trunk Muscle Activation (Support-foot)

## C. 균형능력

### 1. 정적 균형의 변화

세 집단의 정적 균형 한발압력 중심 변화 결과는 <Table 19>와 <Figure 23>, <Figure 24>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 좌측 한발압력 중심의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.05$ )와 NFSTG( $p<.01$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았고, 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 집단( $p<.05$ ), 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.05$ )에서 유의한 효과가 나타났다. 집단에 대한 사후검증(Scheffe)결과 FSTG과 NFSTG에서 유의한 차이가 나타났으며, 기능성 감각 트레이닝이 비 기능성 감각 트레이닝 보다 더 효과가 있음을 나타낸다.

각 집단 내 우측 한발압력 중심의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.05$ )와 NFSTG( $p<.05$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았고 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.05$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

Table 19. Change of Static Balance (M±SD)

Sortation	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA		p-hoc		
		Pre-test	Post-test	p	β%	p			
Static Balance (N/cm <sup>2</sup> )	Left	FSTG <sup>a</sup>	3.00 ±.44	3.98 ±.91	.019*	Group	32.67	.028*	a > b
		NFTG <sup>b</sup>	2.58 ±.58	3.05 ±.51	.007**	Time	18.22	.002**	
	CG <sup>c</sup>	2.98 ±.48	3.03 ±.58	.761	T×G	1.68	.046*	b < a	
	Right	FSTG	3.00 ±.47	3.32 ±.45	.02*	Group	10.67	.189	
		NFSTG	2.8 ±.37	2.99 ±.35	.018*	Time	6.79	.004**	
		CG	2.86 ±.27	2.85 ±.34	.879	T×G	-0.35	.044*	

T×G: Time×Group, \*p<.05, \*\*p<.01

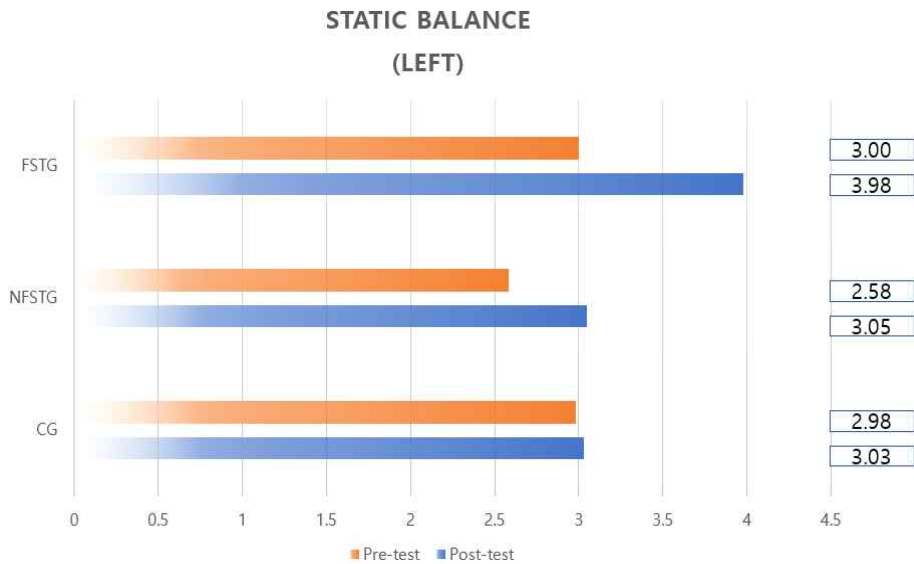


Figure 23. Change of Static Balance (Left)

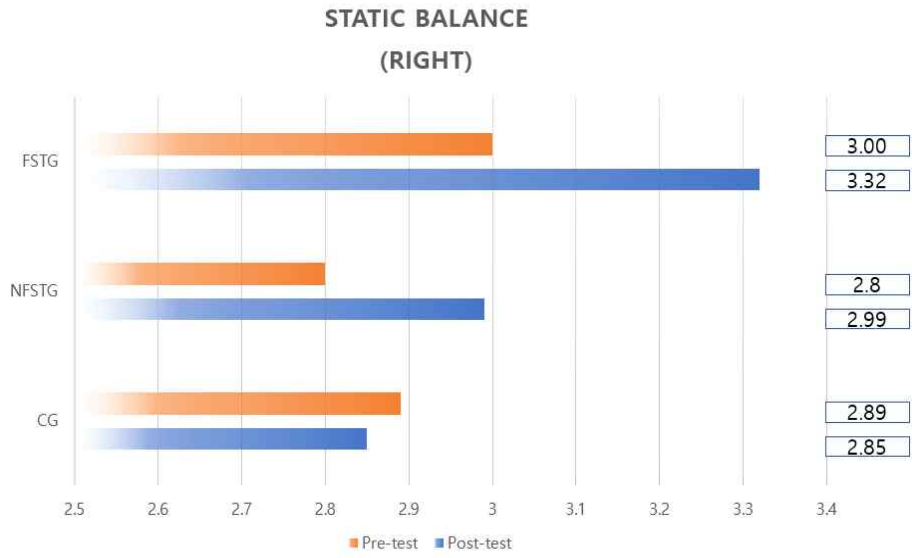


Figure 24. Change of Static Balance (Right)

## 2. 동적 균형의 변화

세 집단의 동적 균형 한발 다방향 변화 결과는 <Table 20>과 <Figure 25>, <Figure 26>에 제시된 바와 같다.

각 집단 내 좌측 한발 다방향의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.05$ )와 NFSTG( $p<.01$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았고, 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 집단( $p<.05$ ), 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.05$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

각 집단 내 우측 한발 다방향의 사전·사후 대응표본 t-검정 결과는 FSTG( $p<.05$ )와 NFSTG( $p<.05$ )에서 유의한 변화가 나타났으며, CG( $p>.05$ )에서는 유의한 변화가 나타나지 않았고, 각 집단 간 이원변량분석 결과는 주 효과 시기( $p<.01$ ), 상호작용 효과 시기×집단( $p<.05$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

Table 20. Change of Dynamic Balance (M±SD)

Sortation	Group	Paired Samples T-test			Two-way ANOVA		
		Pre-test	Post-test	<i>p</i>	$\beta\%$	<i>p</i>	
Dynamic Balance (mm <sup>2</sup> )	FSTG	1735.33 ±582.03	1775.44 ±568.82	.005**	Group	2.31	.67
	Left NFSTG	1960.75 ±386.41	1972.87 ±366.02	.28	Time	0.62	.005**
	CG	1792.5 ±544.61	1792.13 ±538.32	.957	T×G	-0.02	.018*
	FSTG	2061 ±886.98	2115 ±894.70	.002**	Group	2.62	.853
	Right NFSTG	2285.13 ±891.85	2331.75 ±893.21	.003**	Time	2.04	.028*
	CG	2263.38 ±703.8	2235.63 ±693.85	.348	T×G	-1.23	.007**

T×G: Time×Group, \* $p<.05$ , \*\* $p<.01$



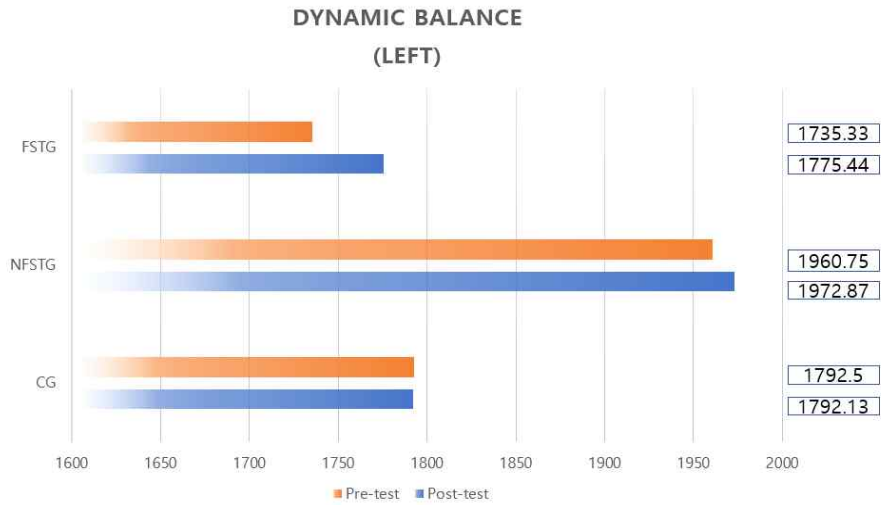


Figure 25. Change of Dynamic Balance (Left)

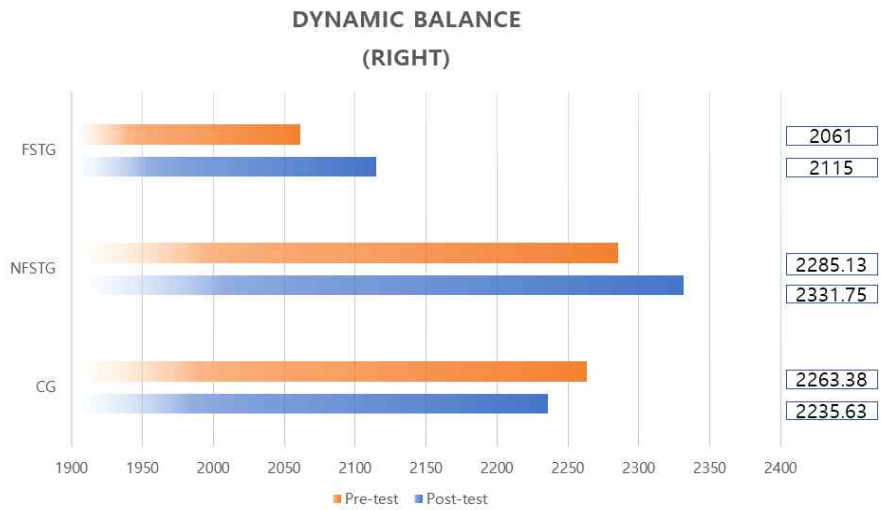


Figure 26. Change of Dynamic Balance (Right)

## V. 논 의

본 연구에서는 불안정한 지면의 테라센사와 고유수용성 감각을 촉진 시키는 외부 자극인 워터 백과 시·지각의 반응으로 운동시간 간격을 일정하게 유지 시켜 주는 블레이즈 포드를 이용하여 12주간 기능성 감각 트레이닝 처치와 안정한 지면에서의 신체 부하로 운동을 하는 비 기능성 감각 트레이닝 처치가 고등학교 엘리트 태권도 겨루기 선수의 체력과 근 기능 및 균형능력을 규명하고자 하였다. 고등학교 엘리트 겨루기 선수 25명을 기능성 감각 트레이닝 집단 9명, 비 기능성 감각 트레이닝 집단 8명, 그리고 통제 집단 8명으로 총 세 집단으로 구분하여 각 처치의 효과를 비교 분석하였다. 본 연구에서 얻은 결과에 대하여 논의하면 다음과 같다.

### A. 체력의 변화

체력은 최상의 경기력을 발휘하는데 필요한 신체적 능력이며(Park, 2019), 태권도 겨루기 선수는 제한된 시간에 높은 경기력을 발휘하기 위해서 무산소성 대사(anaerobic metabolism)에 의한 에너지 생산으로 경기 상황에서 발휘할 수 있는 체력능력이 요구된다(정현주 등, 2012; Haddad, Ouergui, Hammami & Chamari, 2015). 따라서 본 연구에서 적용한 기능성 감각 트레이닝 집단에서는 순발력의 제자리멀리뛰기, 외부 자극에 의한 전신 반응과 시각 반응에서 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 권태원, 조혜수, 어진수(2018)는 국가대표 태권도 시범단과 품새단의 전문 체력요인을 비교한 연구에서, 국가대표 시범단의 순발력이 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났고, 송석중(2009)은 태권도 선수들을 대상으로 감각-운동 기능적 훈련을 적용한 결과 감각 운동 기능적 훈련 집단이 전통적 트레이닝 집단보다 순발력이 증가하였고, 홍영표, 이영선, 방상식(2019)는 남자 대학 투척 선수들을 대상으로 기능성 근 밸런스 트레이닝을 적용한 결과 순발력이 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 그리고 홍창배, 박주

식, 천우광(2020)은 고등학교 태권도 선수들을 대상으로 기능성 운동을 적용한 결과 순발력이 유의하게 상승하였고, 홍창배, 이선장, 박주식(2020)은 남자 대학 태권도 우수선수와 비 우수선수의 체력요인을 비교한 연구에서는 우수선수의 순발력이 유의하게 높은 것으로 나타났다고 보고하였다. 순발력과 관련한 선행 연구를 종합해보면 태권도 겨루기 선수 그리고 태권도 관련 선수 또는 무산소성 대사에 의한 에너지를 발휘하는 스포츠 종목에서 순발력은 중요한 체력요인이며, 본 연구의 기능성 감각 트레이닝을 적용한다면 긍정적 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 선행연구는 본 연구의 체력요인 결과를 일부 지지하거나 뒷받침하고 있다. 또한 비 기능성 감각 트레이닝 집단에서도 전신 반응과 시각 반응에서 유의한 변화가 나타났는데, 그 이유는 연구 대상자들의 선수 경력과 안정한 지면에서 신체 부하를 통한 트레이닝으로 감각 신경계의 향상된 결과라고 판단된다.

외부 자극에 의한 전신 반응과 시각 반응 능력은 감각신경, 운동신경 그리고 연합 신경에 따른 동작의 자동화로 나타난 운동능력으로, 예측할 수 없는 자극에 따라 동작을 수행하기 때문에(김선진, 구해모, 박승하, 이승민, 2007; Casolino et al., 2012), 전자시스템의 도입과 차등 점수제 상향조정으로 빠른 상대방의 공격과 적극적인 경기를 수행하는 태권도 겨루기 선수에게는 중요한 체력요인이다(박정민, 김준식, 2021). 김영대, 양대승(2021)은 대학교 태권도 겨루기, 품새, 시범선수들의 반응 능력 차이 검증 연구에서 겨루기 선수들의 전신 반응 능력이 품새와 시범선수들에 비해 높게 나타났고, 정준우, 박주식(2021)의 태권도 겨루기 선수와 육상 중장거리 대학생 선수의 반응 능력 비교 연구에서 태권도 겨루기 선수 집단이 전신 반응과 시각 반응이 육상선수 집단보다 높다는 결과가 나타났다. 또한 외부 자극에 의한 순간적 전신 반응과 협응성에 관련한 시각적 자극이 청각적 자극에 비해 지각 반응과 전신 반응에 우세하다고 보고하고 있어(이민아, 오재만, 정주현, 2010; Fong et al., 2014; Fong & Ng, 2012), 본 연구의 전신 반응과 시각 반응의 연구 결과를 지지하고 있다.

따라서 외부 자극에 의한 전신 반응과 시·시각에 의한 시각 반응 능력에 기능성 감각 트레이닝을 활용한다면 높은 수준의 경기력을 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.

## B. 근 기능의 변화

태권도 겨루기는 체급 경기로 겨루기 선수의 대부분은 저체중 강인형으로 대부분 체지방량이 낮고 체지방량과 근육량이 높으며(조혜수, 전혁수, 2021), 근육량이 높으면 기초대사량이 높아져 겨루기 수행 시 무산소성 에너지 능력 발휘에 긍정적 영향을 미치게 된다고 보고되고 있다(김형돈, 전정우, 2001; Del Vecchio, Franchini, Del Vecchio, & Pieter 2011). 근육량의 증가는 신체 수분 함유량도 높아져 ATP 생산에 매우 중요한 역할을 하므로 근육량과 체지방량의 수치는 겨루기 선수에게 중요한 신체 구성이다. 움직임을 격렬하게 하는 태권도 겨루기 선수들은 하지 근육과 체간의 근육을 빈번하게 사용하기 때문에(Teng, Keong, Ghosh, Thimurayan, 2008; Var, 2019), 본 연구에서는 태권도 겨루기의 특이성을 고려한 기능성 감각 트레이닝 적용으로 나타난 연구 결과는 기능성 감각 트레이닝 집단에서 하지 슬관절 60°/sec의 신근력, 굴근력 그리고 180°/sec의 신근파워, 굴근파워에서 유의한 변화가 나타났고, 체간 30°/sec의 신근력, 굴근력 그리고 120°/sec의 신근파워, 굴근파워에서도 유의한 변화가 나타났다. 김미현, 오재근, 차영남, 윤진호(2017)는 대학생 태권도 품새 선수, 겨루기 선수와 일반 수련생을 대상으로 하지관절 가동범위 및 등속성 근력에 대한 비교 연구에서 겨루기 선수 집단이 다른 집단보다 등속성 근력이 유의하게 나타났고, 박동수, 천성용(2013)의 대학생을 대상으로 태권도 수련 프로그램을 실시한 연구에서 하지 등속성 근력에서 유의한 향상이 나타났다. 또한, 변정은, 김남수(2019)는 대학생 품새 선수를 대상으로 고유수용성감각 운동 프로그램을 실시한 연구에서 하지 슬관절의 유의한 향상이 나타났으며, 신민철, 최봉준, 김병찬(2020)은 대학생을 대상으로 코어 안정화 운동을 실시한 연구에서 체간 근 기능의 유의한 향상이 나타났다. 그리고 차영남, 오재근(2016)은 국가대표 시범단과 겨루기 선수 그리고 일반 수련생을 대상으로 하지와 체간의 근 기능에 대한 비교 연구에서 국가대표 시범단과 겨루기 선수 집단이 일반 수련생 집단보다 유의하게 높은 것으로 나타났다고 보고하였다. 이와 관련한 연구 결과를 종합해 보면 선행연구는 본 연구 결과를 지지하고 있으며, 무산소성 에너지 대사를 주로 활용하는 겨루기 선수는 하지와 체간에서 움직임을 발생하는 근육의 힘과 순간적인 근 파워가 필요됨에 따라 기능성 감각 트레이닝은 태권도 겨루기 선수의

하지와 체간의 근 기능 강화에 긍정적 영향을 미치므로 경기 수행 능력 향상에 많은 영향을 미칠 것으로 판단된다. 또한 비 기능성 트레이닝 처치를 집단에서도 체간의 신근파워와 하지 굴근력과 체간의 굴근력에서 유의한 변화가 나타났으며, 이는 박병주, 주동욱(2011)의 연구 결과를 뒷받침하고 있다.

근 활성화는 근육이 수축하는 동안 신경계에 의해 조절되는 근 신경의 활성화 신호이다(Reaz, Hussain, & Mohd-Yasin, 2006). 이러한 근전도 신호는 근육의 해부학적, 생리학적 특성에 따라 달라질 수 있을 뿐만 아니라 지방 두께, 피부 저항, 전극 위치 등에 의한 가변성 때문에 정확한 측정에 어려움이 있다(Soderberg & Knutson, 2000; Staudenmann, Roeleveld, Stegeman, & Van Dieën, 2010). 또한 고유수용성감각의 결함은 신경근 운동 조절능력에 부정적인 영향을 미치고 근 위축을 유발하여 근 활성도를 감소시키며(Dhillon, Bali & Prabhakar, 2012), 신체 움직임 기능과 자세의 안정성에도 영향을 미치게 된다(Lord & Ward, 1994; Grewal, Schwenk, Lee-Eng, Parvaneh, Bharara, Menzies & Najafi, 2015). 이러한 단점을 고려한 고유수용성 감각 기능의 향상으로 태권도 겨루기 선수가 360° 회전으로 사용하는 뒤후려차기 기술에 따른 관절을 중심으로 수축하는 주동근에 따라 하지와 체간 그리고 지지발의 근 활성화를 시킬 수 있는 기능성 감각 트레이닝을 적용해 근 전도 부착 부위 차는발 하지 3채널, 체간 2채널, 지지발 3채널 총 8채널에 대한 본 연구 결과 기능성 감각 트레이닝은 좌측과 우측 뒤후려차기 평균 근 활성화도에서 하지의 넵다리곧은근(rectus femoris), 체간의 척추기립근(erector spinae), 지지발의 넵다리곧은근(rectus femoris), 장딴지근(gastrocnemius)에서 유의한 결과가 나타났다. 김현수, 박찬호, 정익수, 이건희(2013)의 대학생 태권도 우수선수와 비 우수선수의 돌개차기 비교 연구에서는 우수선수 집단이 지면에서 발이 떨어졌을 때 근 활성화에 유의한 결과가 나타났고, 박영민(2013)의 중학교 태권도 겨루기 선수를 대상으로 전자호구 착용 전·후 발차기의 운동학적 변인 비교분석 연구에서는 전자호구 착용 전 발차기에서 유의한 결과가 나타났다. 또한 박찬호(2012)는 대학생을 대상으로 한 태권도 돌개차기 동작의 생체역학적 분석 연구에서는 우수선수집단에서 차는 발의 근 활성화도의 유의하게 높은 것으로 나타났고, 손유남, 김창국(2012)의 대학 태권도 전공자들의 태권도 몸돌려후려차기 동작 시 근 활동 분석 연구에서는 몸돌려후려차기 동작 시 우수집단에서 근 활성화도가 유의하게 증가한 것으로

나타났으며, 신성휴, 박기자, 권문석, 김태완(2004)의 대학생 태권도 선수의 발차기 분류에 따른 Muscle Activity에서도 근 활성도의 유의한 결과가 나타났다. 그리고 황시영, 신윤아, 이준희(2015)의 대학생 태권도 선수의 태권도 발차기 시 체간과 하지 근육의 근 활성화 비교 연구에서 발차기 시에 숙련자가 체간과 하지에서 유의하게 상승한 것으로 나타나, 자세를 유지하기 위한 것으로 보고되고 있다. 이와 관련한 선행연구 결과는 본 연구 결과를 일부 지지하고 있고, 발차기 시에 지면 반력에 의한 지지발의 근수축 힘이 전이되어 체간의 안정성을 확보하며 회전하여 운동량이 차는 발까지 전이되어 하지에서의 대퇴이두근의 신전에 따라 넓다리곧은근에 수축이 활성화된 결과라고 판단된다.

따라서 본 연구에서 처치한 기능성 감각 트레이닝은 근 활성화에 일부 긍정적 영향을 미치며, 발차기 시 지지하는 발에 의해 안정적인 균형으로 자세를 유지하기 위해 체간 근육 즉, 코어 근육(core muscle)의 요부골반둔부복합체(허리골반 엉덩이복합체, lumbar-pelvic-hip complex)의 기능적 근력과 신경근의 효율적으로 작용한다면(Negahban, Aryan, Mazaheri, Norasteh & Sanjari, 2013), 겨루기 선수의 근 활성화에 긍정적 영향을 가져와 높은 경기력을 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.

### C. 균형능력의 변화

태권도 겨루기 선수의 균형능력은 움직임 및 상대와의 공방전 즉, 정적과 동적인 상태에서 무게중심이 기저면 안에서 벗어나지 않도록 유지해 안정된 기술 동작을 발휘하는(Choi, Jung & Park, 2021), 근육 시스템의 능동적이고 수의적 제한과 말초신경계에 의한 반사행동, 그리고 중추신경계의 상호작용을 통해 달성된다(Delbroek, Vermeylen, & Spildooren, 2017). 따라서 본 연구에서 균형능력을 향상시킬 수 있는 기능성 감각 트레이닝을 적용한 결과 기능성 감각 트레이닝 집단에서 정적 균형과 동적 균형에서 유의한 변화가 나타났다. 박주식, 윤동규, 김기정, 권규리(2020)는 고등학교 선수를 대상으로 한 고교 축구선수와 태권도 선수의 정적 균형의 비교 연구에서 태권도 선수의 정적 균형능력이 축구선수보다 우수하다고 나타났고, 이광진, 최종환, 안근옥(2016)은 10주간 감각-

운동 기능적 훈련을 적용한 기능적 훈련 집단과 전통적 훈련 집단의 비교분석에서 기능적 훈련 집단의 정적 균형능력이 전통적 훈련 집단보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 이승엽, 박종훈(2020)은 고등학교 태권도 선수에게 단기간 발목과워트레이닝을 적용한 연구 결과에서도 정적 균형능력에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 임형주(2019)은 고등학교 태권도 선수들에게 신경근 훈련 프로그램을 적용한 결과 정적 및 동적 균형능력은 유의하게 증가하였으며, 평차오치웅, 윤성현, 사환화(2020)는 중국 쓰촨성의 태권도 겨루기 선수를 대상으로 한 자세 안정성에 영향을 미치는 코어 근육 강화 훈련을 실시한 연구에서도 정적 균형의 유의한 변화가 나타났다. 선행 결과에서도 나타나듯이 태권도 겨루기 선수의 수행능력 향상을 높이기 위한 특이성을 고려한 보강 트레이닝은 긍정적 영향을 미치므로, 본 연구의 기능성 감각 트레이닝 처치 결과를 지지하고 있다. 그리고 Wang(2021)은 감각-운동 기능성 트레이닝은 자세 및 신경근 조절 개선에 효과적이라고 보고하였다. 또한 변정은(2019)은 대학생 태권도 품새 선수에게 8주간 고유수용성 감각 운동프로그램을 적용한 결과에서도 정적 및 동적 균형능력은 유의하게 증가하였고, 왕철민, 광이섭, 김학덕(2015)은 태권도 품새 선수를 대상으로 한 운동학적 고찰에서도 정적 및 동적 균형능력이 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 공진술, 이제훈(2021)은 대학생 태권도 품새 우수선수와 비 우수선수의 균형능력과 기능적 능력 비교분석에서 우수선수가 비 우수선수 보다 정적 및 동적 균형능력의 유의한 결과가 나타났다. 품새 종목의 기능성을 고려한 실험 처치의 선행연구 결과에서 나타나듯이 고유수용성 감각 향상을 위한 트레이닝은 균형능력을 요구하는 태권도 선수에게 효과적이라고 판단된다.

따라서 기능성 감각 트레이닝은 불안정한 상황을 조성해 선수들의 고유수용성 감각이 능동적으로 발휘할 수 있도록 기술 동작과 비슷한 트레이닝 방법을 구성해 기술 수행시 자신의 폼을 유지할 수 있는 균형능력 향상으로 기능적 움직임에 도모해 경기력 향상에 효과적이라고 판단된다.

이와 관련해 연구 결과를 종합해보면 기능성 감각 트레이닝 처치가 시·지각 및 전정감각과 고유수용감각이 통합하는 중추신경계의 운동 영역의 운동 명령 기능에 긍정적인 영향을 미쳐 균형능력이 향상되며, 감각-운동 신경의 발달로 효율적 움직임으로 안정된 자세와 균형능력을 갖출 수 있을 것으로 판단된다.

## VI. 결론 및 제언

본 연구는 고등학교 엘리트 태권도 겨루기 선수들을 대상으로 하여 기능성 감각 트레이닝과 비 기능성 감각 트레이닝을 적용하여 체력과 근 기능 그리고 균형능력에 어떠한 영향을 주는지 알아보려고 하였다. 대상은 총 25명 중 기능성 감각 트레이닝 집단(n=9)과 비 기능성 감각 트레이닝 집단(n=8), 통제 집단(n=8)으로 구성하여 12주간 진행하였으며, 세 집단 내 차이를 보기 위하여 대응 표본 t-검정과 세 집단 간 효과검증을 위해 이원변량분석을 실시하였고, 모든 통계처리에 대한 유의수준은 .05로 설정하였다. 위의 결과를 토대로 아래와 같이 결론을 얻었다.

**A.** 체력과 관련하여 기능성 감각 트레이닝은 제자리멀리뛰기, 전신 반응, 시각 반응에서 긍정적 변화가 나타났다.

**B.** 근 기능과 관련하여 기능성 감각 트레이닝은 좌측·우측 하지 신근력 및 신근과워와 체간의 신근력 및 신근과워 그리고 좌측·우측 하지 굴근력 및 굴근과워와 체간의 굴근력 및 굴근과워에서 긍정적 변화가 나타났다. 근 기능의 활성화도와 관련하여 기능성 감각 트레이닝이 뒤후려차기 근 활성화도는 좌측에 하지 중둔근, 체간의 척추기립근, 지지발의 넓다리곧은근과 장딴지근, 그리고 우측에 하지 중둔근, 체간의 척추기립근, 지지발의 장딴지근에서 긍정적 변화가 나타났다.

**C.** 균형능력과 관련하여 기능성 감각 트레이닝은 정적 균형능력의 한 발 서기 압력 중심 그리고 동적 균형능력의 한발 다방향에서 긍정적 변화가 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면, 기능성 감각 트레이닝은 태권도 겨루기 선수들의 체력과 근 기능 및 균형능력에 긍정적인 영향을 미치므로 겨루기 트레이닝 시 본 프로그램을 적용한다면 경기 상황에서 발생할 수 있는 수많은 변수에 적절한 신체 반응 능력으로 높은 경기력을 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.



## 참 고 문 헌

- 공진솔, 이제훈(2021). 대학부 태권도 품새 우수선수와 비 우수선수의 균형능력과 기능적 능력 비교 분석. 스포츠사이언스, 39(1), 9-18.
- 권태원, 조혜수, 어진수(2018). 국가대표 태권도 시범단과 품새단의 전문체력요인 비교분석. 한국체육과학회지, 27(5), 1401-1409.
- 권태원, 조혜수, 최영철(2017). 태권도 선수의 청각과 시각 트레이닝방법에 따른 체력요인과 돌려차기 반응시간에 관한 연구. 한국체육과학회지, 26(4), 1289-1299.
- 김동원, 심태영(2019). 단기간 로잉에르고미터 훈련이 중학교 태권도 겨루기 선수의 체력과 스포츠자신감 및 인지된 경기력에 미치는 영향. 세계태권도 문화학회, 11(3), 111-127.
- 김미현, 오재근, 차영남, 윤진호(2017). 태권도 품새, 겨루기 선수와 일반 수련생의 하지관절 가동범위 및 등속성 근력의 차이. 국기원태권도연구, 8(4), 435-455.
- 김선진, 구해모, 박승하, 이승민(2007). 배드민턴 선수의 공격 방향 예측을 위한 시각탐색 전략과 반응 동작. 한국체육학회지, 46(6), 179-190.
- 김영대, 양대승(2021). 태권도 겨루기, 품새, 시범선수들의 체력 및 무산소성 운동 능력 차이. 세계태권도문화학회지, 12(2), 39-51.
- 김원재, 이윤수(2019). 지도자 인식 기반 초등학교 태권도 겨루기 선수들의 경기력 향상 방안. 국기원태권도연구, 10(3), 211-231.
- 김진홍, 최보람(2018). BioRescue의 측정자내와 측정자간 신뢰도. 한국콘텐츠학회, 18(11), 348-352.
- 김현수, 박찬호, 정익수, 이건희(2013). 태권도 우수선수와 비우수선수의 돌개차기 비교를 통한 성공적인 운동역학적 변인 분석. 한국사회체육학회지, 54(2), 1103-1114.
- 김현준, 송석중, 신준용(2011). 감각-기능적 훈련이 태권도 선수들의 민첩성에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 20(3), 1435-1443.
- 김형돈, 전정우(2001). 중 · 고등학교 태권도 선수의 인체 형태 및 체력특성과

- 경기 수준의 판별. 한국체육학회지, 40(3), 791-799.
- 김호준, 이준(2012). 근전도 신호를 이용한 운동 처방 장치 개발. 한국정보전자통신기술학회, 5(3), 152-157.
- 대한태권도협회(2021). 태권도 겨루기 경기규칙. 대한태권도협회.
- 류영욱(2021). 운동제어와 학습의 역동성 : 복잡계 관점의 움직임. 서울: 범문에듀케이션.
- 박규남, 서재명(2019). 태권도 국가대표 선수들의 국제무대 결승, 준결승 발차기 기술 분석. 대한무도학회지, 21(4), 27-39.
- 박동수, 천성용(2013). 대학생의 태권도 수련이 하지 등속성 근력과 근 기능에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 22(3), 1397-1407.
- 박민혁, 강명성, 최동성(2021). 중학교 태권도 선수의 성별에 따른 등속성 근기능, 유·무산소성 운동능력 및 기초체력 비교 분석. 한국생활환경학회지, 28(3), 261-270.
- 박병주, 주동욱(2011). 트레이닝방법의 차이가 태권도 선수의 하지 근 기능에 미치는 영향. 대한무도학회지, 27(2), 171-185.
- 박순철(2017). 고유수용성감각 운동프로그램이 투기종목 선수의 관절위치감각과 균형 능력 및 근 기능에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 한국체육대학교 대학원.
- 박순철, 오재근(2019). 투기(鬪技)종목 운동선수들의 균형 능력에 관한 연구. 한국스포츠학회지, 17(1), 873-881.
- 박영민(2013). 전자호구 착용 전·후 중학교 태권도 겨루기 선수 발차기의 운동학적 변인 비교 분석. 미간행 석사학위논문, 고려대학교 대학원.
- 박일봉, 홍정기(2014). 운동수행능력 향상 트레이닝. 서울: 한미의학.
- 박정민, 김준식(2021). 워터 백 트레이닝이 중·고등부 태권도 선수의 하지분절 안정화와 발차기 파워 및 스피드에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 30(1), 841-851.
- 박주식, 윤동규, 김기정, 권규리(2020). 고교 축구선수와 태권도선수의 체력 및 하지 등속성 근 기능 특성 비교. 한국코칭능력개발지, 22(1), 131-139.
- 박진서, 오정환, 홍수영, 신의수, 송동호(2016). 태권도 숙련자와 비숙련자의 앞발 돌려차기 동작에 대한 운동학적 요인과 지면반력 비교분석. 한국사회체육

- 학회지, 63(), 723-733.
- 박찬호(2012). 태권도 돌개차기 동작의 생체역학적 분석. 미간행 박사학위논문. 충남대학교 대학원.
- 변정은(2019). 8주간 고유수용성감각 운동프로그램이 태권도 품새 선수들의 등속성 근기능 및 균형 능력에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문, 가천대학교 특수치료대학원.
- 변정은, 김남수(2019). 8주간 고유수용성감각 운동프로그램이 태권도 품새 선수들의 등속성 근기능에 미치는 영향. 한국체육학회지, 28(6), 1405-1413.
- 성진민, 이제승, 이준영, 조옥래, 차민기, 홍지현(2019). 뉴 펄서널 트레이닝 포 스포츠. 서울: 대성의학사.
- 손유남, 김창국(2012). 태권도 몸돌려후려차기 동작 시 근 활동 분석. 한국사회체육학회지, 48(2), 783-793.
- 송석중(2009). 감각-운동 기능적 훈련이 태권도선수들의 순발력과 민첩성에 향상에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 충북대학교 대학원.
- 신민철, 최봉준, 김병찬(2020). 8주간 코어 안정화 운동이 만성요통을 가진 투기종목 선수들의 요통장애지수, 동적 균형 능력 및 체간 등속성 근기능에 미치는 영향. 스포츠사이언스, 38(1), 113-124
- 신성휴, 박기자, 권문석, 김태완(2004). 태권도 발차기 분류에 따른 Muscle Activity 분석. 한국체육학회지, 43(4), 497-507.
- 안적용(2019). 경기태권도의 전자호구 도입에 따른 득점기술의 변화와 효과적인 훈련방법 연구. 미간행 박사학위논문, 용인대학교 대학원.
- 안중성(2017). 12주간의 방응 신경계 훈련에 따른 골프 스윙 협응 구조의 변화. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 연분홍(2016). 웨이트 트레이닝이 대학 태권도 선수의 순발력 및 등속성 근기능에 미치는 영향. 대한무도학회지, 18(4), 91-100.
- 왕철민, 곽이섭, 김학덕(2015). 태권도 품새 선수 지도를 위한 균형 능력과 하지 외근근의 운동학적 고찰. 코칭능력개발지, 17(2), 117-126.
- 윤성원, 김기진, 김창균, 김형돈, 김 훈, 나영일, 박동호, 신승윤, 이병근, 이한경, 임완기, 정동춘, 홍관이, 홍길동(2008). 근력 트레이닝과 컨디셔닝. 서울: 대한미디어.

- 이광진, 최종환, 안근옥(2016). 20대의 10주간 감각-운동 기능적 훈련이 민첩성과 평형성에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 24(4), 409-413.
- 이민아, 오재만, 정주현(2010). 스포츠비전 트레이닝이 시기능 및 야구성적에 미치는 영향. 한국안광학회지, 15(1), 87-97.
- 이승엽, 박종훈(2020). 단기간 발목과워트레이닝이 청소년 태권도 선수들에 등속성 발목근력, 고유수용성감각 및 균형성에 미치는 영향. 한국스포츠학회지, 18(4), 1017-1024.
- 이연중, 황원섭(2017). 빠른 발 돌려차기 시 숙련도에 따른 근전도 분석. 한국스포츠학회지, 15(4), 405-412
- 이원영, 김미량(2017). 국내 밸런스 트레이닝 관련 연구 동향 분석. 한국사회체육학회지, 68, 539-550.
- 이지연(2010). 스포츠 현장: 스포츠 트레이닝의 새로운 패러다임, 기능성 트레이닝. 스포츠과학, 110(0), 70-79.
- 이한기, 이준철, 송근호(2014). 불안정한 지지면에서의 율동적 감각-운동훈련이 여성노인의 균형 능력에 미치는 영향. 대한물리의학회, 9(2), 181-191.
- 임형주(2019). 6주간의 신경근 훈련 프로그램이 태권도 선수들의 동적·정적 밸런스에 미치는 영향: 운동 역학적 분석과 무작위. 미간행 석사학위논문, 연세대학교 대학원.
- 정주연, 홍상민(2018). 경기력향상과 부상예방을 위한 기능성 트레이닝의 필요성에 관한 고찰. 한국웰니스학회지, 13(1), 407-417.
- 정준우, 박주식(2021). 태권도 겨루기 선수와 육상 중장거리 선수의 체격 및 체력 특성 비교. 코칭능력개발지. 23(3), 234-240.
- 정현주, 최동재, 김병태, 이상호, 김종호, 정정욱(2012). 태권도 선수의 발차기 수행력이 등속성 근기능과 무산소 파워에 미치는 영향. 코칭능력개발지, 14(2), 39-49.
- 조현덕, 김춘섭, 김맹규(2016). 체간 관절 가동 범위에 있어서 중력보정에 의한 등속성 근력과 근력 비율의 교차 확인. 운동과학, 25(3), 197-203.
- 조혜수, 전혁수(2021). 남자 고등학교 태권도 경량급과 중량급 선수들의 전문체력 요인 비교분석. 한국체육과학회지, 20(5), 1023-1032.
- 주성범(2015). 고유수용성 순환 운동 프로그램 적용이 초등학교 아동들의 건강

- 관련 변인에 미치는 영향. 한국체육과학회지, 24(3), 1455-1464.
- 차영남, 오재근(2016). 국가대표 태권도 시범단 단원 및 겨루기 선수와 일반 수련생의 하지근력, 체간 근력, 균형 능력, 고유수용감각의 차이. 스포츠사이언스, 13(2), 175-184.
- 최경석(2015). 태권도선수의 저항운동 시 set구성의 차이가 슬관절 등속성 근 기능과 대퇴근 횡 단면적에 미치는 영향. 한국웰니스학회지, 10(2), 221-229.
- 최대혁, 최희남, 전태원(2008). 파워 운동생리학. 서울: 라이프사이언스.
- 최종환(2010). Sensory-motor 기능 훈련이 노인들의 낙상관련 근기능, 이동성, 평형성에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 18(3), 211-216.
- 평차오치용, 윤성현, 사환화(2020). 코어근육 강화훈련이 태권도 겨루기 종목 선수의 체력에 미치는 영향. 한국웰니스학회지, 15(2), 587-595.
- 한동엽, 정한상, 이민기(2021). 특이적 코어 안정화 운동이 청소년 골프 선수들의 동적균형 Limits Of Stability(LOS)와 스윙관련 등속성 근기능에 미치는 효과. 한국스포츠학회지, 19(2), 785-794.
- 허동찬(2017). 운동감각 정보처리 관련 대뇌 영역에 적용된 반복적 경두개자극 자극의 효과. 성균관대학교 일반대학원 박사학위논문.
- 홍영표, 이영선, 방상식(2019) 기능성 근 밸런스 트레이닝이 남자 대학 투척 선수들의 근 안정성에 미치는 영향. 한국스포츠학회지, 20(4), 1633-1642.
- 홍창배, 박주식, 천우광(2020). 12주간의 기능성 운동이 고교 태권도 선수의 체력 및 등속성 근 기능에 미치는 영향. 코칭능력개발지, 22(2), 107-114.
- 홍창배, 이선장, 박주식(2020). 남자 대학 태권도 우수선수와 비우수선수의 체력 요인과 무산소성 운동능력 및 등속성 근 기능의 비교분석. 코칭능력개발지, 22(2), 123-131.
- 황시영, 신윤아, 이준희(2015). 태권도 발차기 동작 시 숙련도에 따른 체간과 하지 근육의 근 활성화도 비교. 한국체육학회지, 54(1), 515-525.
- Benda, B. J., Riley, P. O., & Krebs, D. E. (1994). *Biomechanical relationship between center of gravity and center of pressure during standing*. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, 2(1), 3-10.
- Borg, G, A. V.(1982). Psychophysical bases of perceived exercise on the immune system in the elderly population. Immunology and Cell Biology,

78, 523-531.

- Bosch, F., & Cook, K. (2015). *Strength training and coordination: an integrative approach*. Rotterdam: 2010 Publishers.
- Boyle, M. (2016). *New functional training for sports*. Human Kinetics.
- Brill, P. W. (2002). *The Core Program. 1<sup>st</sup> ed*. New York: Bantam Books, 1-231.
- Casolino, E., Lupo, C., Cortis, C., Chiodo, S., Minganti, C., Capranica, L., & Tessitore, A. (2012). *Technical and tactical analysis of youth taekwondo performance*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 26(6), 1489-1495.
- Choi, D. S., Jung, E. N., & Park, M. H. (2021). Comparison of balance ability and physical fitness according to the growth period in taekwondo players. Journal of Exercise Rehabilitation, 17(5), 354.
- Del Vecchio, F. B., Franchini, E., Del Vecchio, A. H. M., & Pieter, W. (2011). *Energy absorbed by electronic body protectors from kicks in a taekwondo competition*. Biology of Sport, 28(1), 75.
- Delbroek, T., Vermeulen, W., & Spildooren, J. (2017). *The effect of cognitive-motor dual task training with the biorescue force platform on cognition, balance and dual task performance in institutionalized older adults: a randomized controlled trial*. Journal of physical therapy science, 29(7), 1137-1143.
- Dhillon, M. S., Bali, K., & Prabhakar, S. (2012). *Differences among mechanoreceptors in healthy and injured anterior cruciate ligaments and their clinical importance*. Muscles, ligaments and tendons journal, 2(1), 38.
- Ellenbecker, T. S., & Roetert, E. P. (2004). *An isokinetic profile of trunk rotation strength in elite tennis players*. Medicine and science in sports and exercise, 36(11), 1959-1963.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). *Statistical power analyses using G\* Power 3.1: Tests for correlation and regression*

- analyses*. Behavior research methods, 41(4), 1149-1160.
- Fong, S. S., & Ng, G. Y. (2012). *Sensory integration and standing balance in adolescent taekwondo practitioners*. Pediatric exercise science, 24(1), 142-151.
- Fong, S. S., Chung, J. W., Ng, S. S., Ma, A. W., Chow, L. P., & Tsang, W. W. (2014). *Differential postural control and sensory organization in young tennis players and taekwondo practitioners*. Motor control, 18(2), 103-111.
- Giboin, L. S., Gruber, M., & Kramer, A. (2015). *Task-specificity of balance training*. Human movement science, 44, 22-31.
- Gibson, J. J. (2014). *The ecological approach to visual perception*: classic edition. Psychology Press.
- Grewal, G. S., Schwenk, M., Lee-Eng, J., Parvaneh, S., Bharara, M., Menzies, R. A., & Najafi, B. (2015). *Sensor-based interactive balance training with visual joint movement feedback for improving postural stability in diabetics with peripheral neuropathy: a randomized controlled trial*. Gerontology, 61(6), 567-574.
- Haddad, M., Ouergui, I., Hammami, N., & Chamari, K. (2015). *Physical Training in Taekwondo: Generic and Specific Training*. Performance Optimization in Taekwondo: From Laboratory to Field, 85.
- Hammami, N., Ouergui, I., Zinoubi, B., Moussa, A. Z. B., & Salah, F. Z. B. (2014). *Relationship between isokinetic and explosive strength among elite Tunisian taekwondo practitioners*. Science & sports, 29(3), 150-155.
- Hrysomallis, C. (2007). *Relationship between balance ability, training and sports injury risk*. Sports medicine, 37(6), 547-556.
- Hulens, M., Vansant, G., Lysens, R., Claessens, A. L., & Muls, E. (2002). *Assessment of isokinetic muscle strength in women who are obese*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 32(7), 347-356.
- Kannus, P. (1994). *Isokinetic evaluation of muscular performance*. International

- journal of sports medicine, 15(S 1), S11-S18.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). *Physiology of sport and exercise*. Human kinetics.
- Lord, S. R., & Ward, J. A. (1994). *Age-associated differences in sensori-motor function and balance in community dwelling women*. *Age and ageing*, 23(6), 452-460.
- McGill, S. (2015). *Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation*. Human Kinetics.
- Negahban, H., Aryan, N., Mazaheri, M., Norasteh, A. A., & Sanjari, M. A. (2013). *Effect of expertise in shooting and Taekwondo on bipedal and unipedal postural control isolated or concurrent with a reaction-time task*. *Gait & posture*, 38(2), 226-230.
- Park, J. S. (2019). *The Effect of Functional Training on the Physical Strength Factor of Elite Taekwondo Athletes*. *International Journal of Martial Arts*, 4(1), 1-7.
- Rabin, E., & Gordon, A. M. (2004). *Influence of fingertip contact on illusory arm movements*. *Journal of Applied Physiology*, 96(4), 1555-1560.
- Reaz, M. B. I., Hussain, M. S., & Mohd-Yasin, F. (2006). *Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications*. *Biological procedures online*, 8(1), 11-35.
- Rhyu, H. S., & Cho, S. Y. (2014). *The effect of weight loss by ketogenic diet on the body composition, performance-related physical fitness factors and cytokines of Taekwondo athletes*. *Journal of exercise rehabilitation*, 10(5), 326.
- Santana, J. C. (2015). *Functional training*. Human Kinetics.
- Schmidt, R., & Lee, T. (2019). *Motor learning and performance 6th edition with web study guide-loose-leaf edition: From principles to application*. Human Kinetics Publishers.
- Soderberg, G. L., & Knutson, L. M. (2000). *A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data*. *Physical therapy*,



80(5), 485-498.

- Sousa, A. S., & Tavares, J. M. R. (2012). *Surface electromyographic amplitude normalization methods: a review. Electromyography: new developments, procedures and applications.*
- Staudenmann, D., Roeleveld, K., Stegeman, D. F., & Van Dieën, J. H. (2010). *Methodological aspects of SEMG recordings for force estimation - a tutorial and review. Journal of electromyography and kinesiology*, 20(3), 375-387.
- Swartz, E. E., & Bruce, L. A. (2011). *Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Call for More Research. Athletic Training & Sports Health Care*, 3(4), 171-173.
- Taub, EDWARD, & Berman, A. J. (1968). *Movement and learning in the absence of sensory feedback. The neuropsychology of spatially oriented behavior*, 173-192.
- Teng, W. M., Keong, C. C., Ghosh, A. K., & Thimurayan, V. (2008). *Effects of a resistance training programme on isokinetic peak torque and anaerobic power of 13 - 16 years old Taekwondo athletes. International Journal of Sports Science and Engineering*, 2(2), 111-21.
- Var, S. M. (2019). *Examination of Bilateral and Unilateral Isokinetic Leg Strengths of Taekwondo Athletes and Boxers. Journal of Education and Learning*, 8(1), 272-277.
- Wade, M.G. & Jones, G. (1997). *The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. Physical Therapy*, 77(6), 619-628.
- Wang, S. (2021). *Effect of Ankle Proprioceptive Training on Preventing Ankle Injury of Martial Arts Players. Frontiers in Sport Research*, 3(2).