KJSB
Korean Journal of Sport Biomechanics 2022; 32(1): 31-36
http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2022.32.1.31
http://e-kjsb.org eISSN 2093-9752

ORIGINAL

Comparison of Trunk Muscle Activity according to Different Strap Length of TRX

TRX 스트랩 길이에 따른 체간 근육의 활성도 비교

Yeon Kyung Hong[1], Sukhoon Yoon[2]

[1]Department of Physical Education, Graduate School of Korea National Sport University, Seoul, South Korea
[2]Department of Community Sport, Korea National Sport University, Seoul, South Korea

Received : 24 February 2022
Revised : 03 March 2022
Accepted : 03 March 2022

Corresponding Author
Sukhoon Yoon
Department of Community Sport, Korea National Sport University, 1239 Yangjae, Songpa-gu, Seoul, 05541, South Korea

Email : sxy134@knsu.ac.kr

Objective: The purpose of this study was to investigate muscle activation according to the four strap lengths in the TRX plank exercise to provide scientific and accurate data on effective training methods.

Method: Twenty healthy men who had at least 6 months of weight training experience and could fully adjusted plank exercise, were participate in this study (age: 25.2 ± 3.7 yrs., height: 174.2 ± 3.9 cm., weight: 71.2 ± 9 kg). To pursue the study purpose, surface electrodes were attached to trunk muscles (pectoralis major, rectus abdominis, external oblique, internal oblique, erector spinae, latissimus dorsi) and lower extramity muscles (gluteus maximus, rectus femoris, gastrocnemius), and the muscle activity was measured using 11-channel electromyography equipment. In order to verify the muscle activation according to the four strap lengths during TRX plank exercise, an one-way ANOVA with repeated measure was used with statistical significance level set at as α=.05.

Results: First, there were statistically significant differences in pectoralis major, rectus abdominis, external oblique, internal oblique, and erector spinae among TRX strap lengths. Second, there were statistically significant differences in gluteus maximus, rectus femoris, and gastrocnemius among TRX strap lengths. Third, even though no statistically significant difference found in latissimus dorsi, but increased muscle activation tendency was showed as the length of the strap increased.

Conclusion: From the results of this study, it may be possible that TRX exercise prevent injuries and improve lower extremity muscle as well as trunk muscles by setting appropriate length of strap.

Keywords: TRX, Suspension training, Plank, Strap length, Difficulty control

INTRODUCTION

외모관리는 얼굴이나 신체를 가꾸는 전반적인 행동을 지칭하며, 최근 현대 사회가 외모 중심적으로 변해감에 따라 '얼굴'이나 '신체'의 외모관리는 젊은 연령층에게 중요한 부분으로 자리 잡고 있다. 그러나 신체관리를 통해 자신의 외모를 관리하는 사람들은 향후 외모관리를 하는 것에 대해 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났지만, 얼굴관리는 외모관리 지속의사에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Kim & Han, 2016). 2019년 국민 생활체육참여 실태조사를 통해 생활체육 참여율을 조사한 결과, 최근 1년간 20~30대의 생활체육 평균 참여율은 73%로 2016년의 생활체육 참여율인 47.5%보다 25.5%가 증가한 결과를 보이고 있으며, 보디빌딩·헬스 종목은 2000년 이후 몸짱 열풍으로 순위 내에 오른 이후 2008년부터 2016년까지 등산과 함께 지속적으로 한국인들이 많이 참여하는 체육활동 2~3위권에 위치하고 있다(KOSIS, 2020). 이러한 결과는 운동이 자기관리를 하는 젊은 연령층 모두에게 꼭 필요한 요소가 되었음을 시사하고 있다고 생각되며 보디빌딩·헬스를 통해 체력을 키우고 몸매를 가꾸려는 젊은 연령층의 관심과 수요가 꾸준히 증가하고 있음을 보여주는 결과로 이해된다(Chung, 2017).

보디빌딩·헬스를 참여하는 사람들은 외적동기(외적과시, 사교), 내적동기(자신감)를 경험하게 되는데, 외적동기가 강할 때, 지속적인 몰입이 높은 것으로 보고되고 있다(Kim & Ahn, 2015). 또한, 20대 성인들에게 신체 이미지 중요성을 조사한 결과, 남·여 모두 자신들의 신체 부위 중 복부를 가장 중요시 생각하면서도 신체 부위 중 가장 불만족스러운 부위라고 답하였다(Yang, 2013). 따라서 20대 성인들의 보디빌딩·헬스의 지속적인 참여 동기에 긍정적인 영향을 주기 위해선 외적동기를 충족시켜주는 복부 근육을 단련하는 운동이 필요하다고 생각되어진다.

날씬한 복부를 만들기 위한 가장 대표적인 운동은 '코어운동'이다. 코어운동은 시대가 요구하는 건강하고 날씬한 신체 이미지에 대하여

Copyright © 2022 Korean Journal of Sport Biomechanics
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

스스로 만족하기 위해 젊은 20~30대에게 큰 인기를 얻고 있다. Lee (2018)는 8주간의 고강도 코어운동프로그램이 남자 대학생의 신체조성, 체력향상 그리고 등속성 근력에 긍정적인 효과를 내는 것으로 나타났으며, 이러한 운동은 체내 체지방 감소와 요부 근육량의 증가를 이루어 남자 대학생의 체력향상을 위한 운동프로그램으로 적합하다고 보고하고 있으며, 또한, Park (2020)은 코어운동이 20대 일반 성인 남성의 근력과 근지구력 증가에 긍정적인 영향을 주었고, 체지방률 감소에서도 긍정적인 영향을 주었다고 보고하였다. 코어운동은 환자들의 통증완화에도 도움을 준다고 보고되고 있는데 Park (2012)은 만성요통환자 29명에게 12주간의 코어운동프로그램을 적용한 결과 요추부의 신전 근력 증가와 무게중심의 안정 능력 증가를 통해 통증완화, 일상생활 능력을 포함한 기능 활동의 안정적 역할에 기여했다고 밝히고 있다. 이와 같이, 다양한 선행연구들은 코어운동이 성인 남성의 체지방률과 같은 신체조성의 유의한 감소에 긍정적인 효과가 있음을 입증하였으며, 이러한 결과에 따라 코어운동은 젊은 20~30대가 원하는 운동목적인 체력향상과 몸매 가꾸기라는 목적을 이루게 됨으로서 신체에 대한 만족도를 높일 수 있다는 것을 예상할 수 있다.

코어운동 중 가장 대표적으로 사용되어지고 있는 운동은 '플랭크'이다. 플랭크는 코어 근력, 지구력 및 안정성을 높이기 위해서 고안된 전통적인 체중운동이다(Snarr & Esco, 2014). Kong, Park, Kweon & Park (2016)은 플랭크, 힙브릿지, 스위스 볼 힙 브릿지 동작간 외복사근, 내복사근, 복횡근, 척추기립근의 근활성도를 비교하였는데, 플랭크 운동이 척추기립근을 제외한 나머지 근육들의 활성도가 가장 높게 나타났다고 보고하고 있으며, Kong, Lee, Park & Jang (2015)은 만성 허리통증을 가진 대상자에게 8주 동안 플랭크 운동이 체간 근육들의 두께에 미치는 영향을 연구한 결과 운동 전에 비해 외복사근과 내복사근, 복횡근의 두께에 상당한 영향을 미쳤다고 보고하였다. 또한 다른 선행연구자들은 '불안정한 지면'을 이용한 플랭크 운동이 코어 및 체간 근육의 강화에 더 효과적이라고 주장하고 있으며(Yang, 2019), Kim & Lee (2019)는 불안정한 지면에서 수행된 플랭크 운동이 안정된 지면에서 수행될 때보다 외복사근, 내복사근, 복횡근의 두께가 증가하였다고 보고하고 있다. 특히 불안정한 지면에서 수행된 플랭크 운동은 더 큰 복직근, 외복사근, 복횡근, 척추기립근, 뭇갈래근의 근활성도를 나타냈었으며(Imai et al., 2010) 추가적으로 Sin (2014)는 불안정한 면을 이용한 플랭크 운동 시 몸통의 높이 증가나 사지의 움직임을 이용하여 동작의 난이도를 증가시키는 것이 코어 안정화 근육을 활성화시키기 위해서 더 효과적이라고 보고하고 있다.

최근 스위스 볼(swiss ball) 그리고 서스펜션 스트랩(suspension strap) 등을 사용하여 불안정한 지면을 형성하고, 이를 기반으로 코어 트레이닝 시 불안정한 지면에 대한 추가적인 난이도를 제공하는 운동이 소개되고 있다(Sin, 2014). 그 중 서스펜션 스트랩인 TRX (total resistance exercise)는 불안정한 지면에서 상대적으로 높은 수준의 코어 근육 활성화를 생성하는 운동의 한 형태로서 코어 안정화 훈련에 자주 사용되고 있다(Mok et al., 2015). TRX는 1997년 Randy Hetrick이 미국 네이비실(Navy SEAL)을 대상으로 처음 TRX를 실시했으며, 2001년 상업화되었다. 당시, 전통적으로 이용했던 체력단련 장비가 없을 때 저항훈련을 위해 제한적 환경 속에서 TRX를 서스펜션 트레이닝으로서 처음 사용했다(Dawes, 2017). 저항훈련을 정기적으로 실행하는 것은 건강, 체력, 삶의 질을 유지하고 향상시키는 데 도움이 되고(Lee & Shin, 2020), 이것은 많은 사람들이 알고 있는 사실이지만, 종종 시간과 공간, 장비, 비용 등 저항훈련의 한계에 직면하게 된다. 그렇지만 휴대가 용이한 TRX는 장소에 구애받지 않고 거의 모든 곳에서 사용될 수 있고, 사용자가 자신의 체중이 만들어내는 저항을 이용해서 스트랩 만으로 건강과 체력유지에 필요한 신체적 자극을 제공할 수 있을 뿐만 아니라 움직임이나 행동의 복잡성과 안정성요구(한 손, 한 다리, 균형, 조절능력 요구)를 통해 난이도를 변화시킬 수 있는 유용한 프로그램이라고 알려져 있다(Dawes, 2017).

지금까지 수행된 TRX에 관한 연구들은 다양한 대상자에게 적용되어 왔다. Kang (2020)은 척추 옆굽음증이 있는 여대생들에게 8주간의 TRX 운동프로그램을 적용한 결과 근체형의 좌·우 균형을 맞추어 불균형이 개선되었고, 신체 정렬을 중심선에 가깝게 이동시켜 신체가 앞·뒤로 이동되는 것을 방지하여 자세 정렬 및 자세 교정에 효과적이라고 보고하였다. 또한, Lee (2015)은 그의 연구에서 초등학생 야구선수들을 대상으로 12주간 TRX 훈련 프로그램을 적용하였는데, 훈련 후 기초체력(근력, 근지구력, 근파워, 민첩성, 심폐지구력, 유연성) 및 타구 비거리 증가가 나타났다고 밝혔으며, Sin (2014)은 TRX의 다양한 플랭크 동작 시 난이도와 불안정성에 따른 코어 안정화 근육의 활성도 변화 비교한 결과 불안정성에 따라 근활성도가 증가하였고, 누운 자세와 사이드 플랭크 자세에 따라 차이가 있지만 동작의 난이도가 증가할수록 높은 근활성도를 얻을 수 있었다고 보고하였다.

하지만 지금까지 수행된 선행연구에서는 자세 변화에 따른 난이도 조절에 의한 효과만 검증되었을 뿐, TRX의 고유한 특성인 스트랩 길이의 변화를 이용한 난이도 조절에 관한 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구의 목적은 TRX 동작 시, 스트랩의 길이에 따른 체간 근육의 근활성도 분석을 통하여 코어운동을 위한 적절한 운동 강도의 과학적인 근거를 제시하는데 있다.

METHOD

1. 연구대상

본 연구의 참여대상자는 6개월 이상의 웨이트 트레이닝 경험이 있고 플랭크 운동의 동작을 완벽하게 구사할 수 있으며 실험에 자발적인 참여의사를 밝힌 건강한 20~30대 남성 20명을 선정하였다. 모든 대상자는 정신적, 신체적 무리가 없는 건강한 20~30대 남성 20명을 대상으로 실시하였다. 본 실험의 연구대상자들은 실험 전 연구에 대한 충분한 설명과 함께 동의서를 작성한 후 실험에 참여하였다. 본 연구는 K대학교 생명윤리위원회의 연구윤리승인을 마친 후 진행되었다(KNSU 20201231-141).

2. 실험절차 및 자료처리

본 연구는 TRX 운동 시 스트랩 길이(Fully shorten, Mid length, Mid calf, Fully length)에 따른 체간 근육과 사지 근육의 근활성도를 측정 비교하는데 그 목적이 있었으며 목적을 수행하기 위하여 다음과 같은 실험방법이 적용되었다.

실험 당일 실험장소에 도착한 대상자들에게 TRX 플랭크 운동에 대한 충분한 연습을 통해 동작에 대한 적응을 유도하였다. 이후 4가지

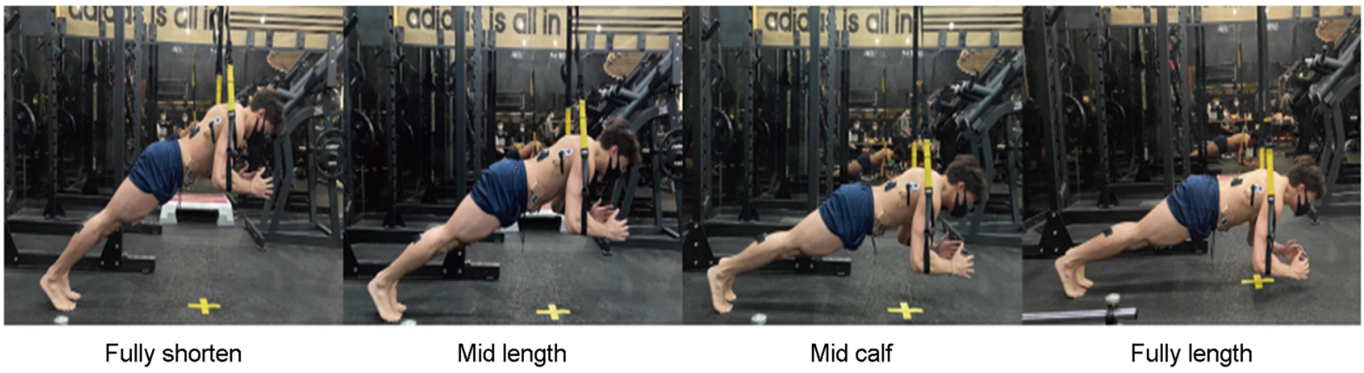

Figure 1. Body position of TRX plank by strap length

스트랩 길이에(Full shorten < Mid length < Mid calf < Fully length) 따른 TRX 플랭크 동작이 실시되었으며 본 실험에서 사용된 동작은 팔굽혀펴기 시작 자세에서 팔꿈치 관절을 90도로 전완이 TRX 스트랩의 발걸이에 지지하는 자세를 유지하는 방법으로 실시하였다(Figure 1). 이때, 머리와 척추와 엉덩이, 무릎까지 몸을 일직선으로 만들고, 허리는 중립 자세를 유지하며, 어깨관절은 전인을 유지하며 두 팔은 어깨너비만큼, 두 발은 모아 바닥을 지지하도록 요구하였다. 각각의 스트랩 길이의 변화 자세마다 30초간 2번씩 실시하였으며, 초기와 후기 각 10초를 제외하여 근활성도 자료 분석에 사용하였다. 실험 중 피로를 방지하기 위해서 각각의 운동 후 3분간의 휴식을 가졌다.

TRX 플랭크 운동 시 나타나는 코어 근육들의 근활성도를 알아보기 위하여 대상자들의 복직근, 외복사근, 내복사근, 척추기립근, 광배근, 대흉근, 대둔근, 대퇴직근, 비복근에 표면전극이 부착되었다(Figure 2). 근활성도를 측정하기 위해 근전도 장비(EMG Ultium ESP, Noraxon, USA)가 사용되었으며 이때 근전도 샘플링 율(sampling rate)은 1,000 Hz로 설정하였다. 취득된 근전도 신호는 Band-pass filter를 사용하여 차단주파수 20~450 Hz에서 필터링하였으며, 정파정류(full wave rectification)로 처리한 후 RMS (root mean square) 값을 취득하였다.

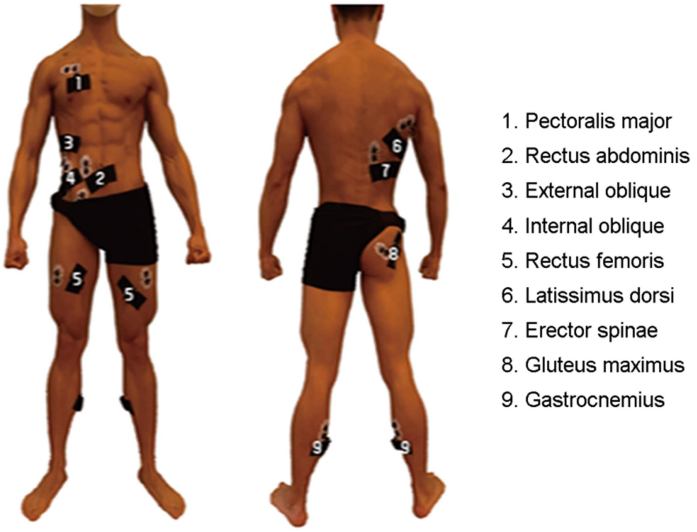

Figure 2. EMG set

본 연구에서 연구대상자들의 근활성도를 표준화시키기 위하여 TRX 플랭크 동작 중 각 근육의 자발적 기준 수축(reference voluntary contraction: RVC)이 측정되었으며, 본 연구에서 사용된 하지 근육의 근육활성도는 사전에 측정된 RVC의 근활성도 값을 사용하여 다음과 같이 산출하였다.

$$Muscle\ actvation = \frac{EMG_{RMS}}{EMG_{RVC}}$$

$$EMG_{RMS} = \text{동작시 발현된 근활성도의 } RMS \text{ 평균값}$$

$$EMG_{RVC} = \text{자발적 기준수축의 } RMS \text{ 평균값}$$

3. 통계처리

케틀벨 TRX 스트랩의 길이에 따른 체간 근육들의 근활성도 차이 검증을 위해 반복측정 일원량 분산분석(one-way ANOVA with repeated measure)이 실시되었다. 통계적으로 유의한 차이가 나타날 경우, Bonferroni 방법을 이용한 사후분석(post-hoc)이 실시되었다. 본 연구의 모든 통계검사에서 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

RESULTS

본 연구결과 상지와 하지의 모든 근육들은 TRX의 스트랩 길이가 길어질수록 증가된 근활성도의 경향을 나타내었다. 복직근, 외복사근 그리고 오른쪽 비복근의 경우에는 스트랩 길이가 가장 짧은 Full shorten에 비하여 다른 3가지 스트랩 길이에서 통계적으로 유의하게 증가된 근육활성도를 나타내었으며 나머지 근육들은 스트랩 길이가 긴 두 종류(Mid calf & Fully length)가 Full shorten에 비하여 통계적으로 유의하게 증가된 근활성도를 나타내었다(Table 1 & 2, p<.05). 또한 상지의 대흉근, 내외 복사근 그리고 척추기립근, 하지의 왼쪽 대퇴직근, 좌우 비복근 그리고 대둔근에서 Fully length 스트랩이 Mid length 스트랩에 비하여 통계적으로 유의하게 증가된 근활성도를 나타내었다(Table 1 & 2, p<.05).

Table 1. Mean (SD) of lower extremity muscle activation according strap length % RVC

Muscle	Full shorten	Mid length	Mid calf	Fully length
PM	38.53 (23.16)	50.06 (20.46)	59.24 (24.61)*	65.32 (22.78)*†
RA	58.44 (18.94)	70.74 (14.30)*	77.22 (11.74)*	77.16 (15.15)*
EO	60.49 (16.91)	72.65 (9.20)*	77.68 (14.45)*	83.66 (9.71)*†
IO	58.54 (16.23)	67.33 (17.16)	74.30 (17.52)*	80.30 (15.15)*†
LAT	56.80 (22.45)	57.49 (23.62)	64.65 (19.82)*	67.13 (20.72)*
ES	57.22 (17.96)	58.90 (23.17)	65.09 (22.58)*	74.25 (21.81)*†

* indicates significant difference with Full Shorten (p<.05), † indicates significant difference with Mid length
PM: pectoralis major, RA: Rectus abdominis, EO: external oblique, IO: internal oblique, LAT: latissimus dorsi, ES: erector spinae

Table 2. Mean (SD) of upper extremity muscle activation according strap length % RVC

	Full short	Mid lengthen	Mid calf	Fully length
LRF	49.46 (17.77)	59.24 (13.18)	75.68 (13.54)*†	75.77 (19.14)*†
RRF	60.49 (13.79)	66.98 (15.28)	73.07 (18.37)*	77.52 (20.07)*
LGA	44.63 (23.50)	44.53 (23.08)	53.52 (26.85)†	59.06 (26.66)†
RGA	46.13 (16.86)	55.11 (18.33)*	62.64 (22.21)*	66.74 (22.35)*†
GM	48.92 (26.17)	54.95 (25.15)	62.15 (25.91)*	70.73 (25.52)*†

* indicates significant difference with Full Shorten (p<.05), † indicates significant difference with Mid length
RRF: right rectus femoris, LRF: left rectus femoris, RGA: right gastrocnemius, LGA: left gastrocnemius, GM: gluteus maximus

DISCUSSION

프랭크 운동은 불안정한 지면에서 수행될 때 코어 근육들의 신경적 응을 더 촉진시켜 더 큰 운동효과를 기대할 수 있으며 많은 연구자들에 의해서 불완전한 지면에서의 플랭크 동작에 대한 효과가 검증되어 왔다(Zemková, 2016; Snarr & Esco, 2014). 그러나 불안한 지면과 더불어 플랭크 동작이 이루어지는 신체의 위치 변화는 운동의 효과에 영향을 줄 수 있는 주된 요인임에도 불구하고 이러한 효과를 검증하는 연구는 수행되지 않았다. 사람은 신체의 수직 신체중심을 통과하는 중력중심선이 기저면의 바깥으로 멀어질 때 중력에 의한 회전력이 증가하게 되며, 이때 하지의 근력이 발휘하면서 발생된 회전력에 저항을 하지만 발휘된 근력이 중력에 의한 회전력을 극복하지 못할 때 넘어지게 된다. 본 연구에서 사용한 TRX 운동은 중력에 의한 회전력에 의해 넘어지는 상황에서 스트랩의 도움을 받아 넘어지지 않게 하면서 이때 신체 안정성을 유지하기 위하여 사용된 상지와 하지의 근육들을 강화시키는 운동이다. 따라서 본 연구의 목적은 TRX 플랭크 운동 시 스트랩 길이에 따른 체간 근육의 활성도를 비교하여 TRX 플랭크 운동 시 4가지 스트랩 길이에 따른 난이도를 객관적으로 제시하고, 효과적인 트레이닝 방법에 대한 과학적이고 정확한 자료를 제공하는데 있었다.

본 연구결과 TRX 플랭크 동작 시 스트랩 길이가 증가함에 따라 대흉근과 광배근의 근활성도가 증가한 결과를 나타냈다(Table 1, p<.05). 본 연구에서 사용된 TRX는 플랭크 동작은 시작 자세에서 팔꿈치 관절을 90도로 전완이 TRX 스트랩의 발걸이에 지지하는 자세를 유지하는 방법 수행되었기 때문에 대흉근과 광배근은 이 자세를 유지하기 위하여 스트랩의 길이와 상관없이 작용하게 된다. 그러나 스트랩의 길이가 길어질수록 몸은 중력의 영향으로 더 기울어지며 스트랩 때문에 넘어지지는 않지만 신체는 중력의 회전력에 반대방향으로 힘을 쓰려고 노력하게 된다. 따라서 본 연구의 결과처럼 스트랩 길이가 길어질수록(중력에 의한 회전력이 커질수록) 대상자들은 더 큰 반력을 생성하여 이 자세를 유지하기 위하여 대흉근과 광배근의 근활성도를 증가시켜 상체을 강하게 앞으로 밀고 있는 것으로 생각되어진다. 이러한 본 연구의 결과는 수행되었던 선행연구의 결과들과 일치하는 결과이다. Kang (2017)은 팔굽혀펴기 동작을 수행할 때 발을 61 cm의 상자 위에 올려 중력 회전력을 크게 만든 경우가 손을 61 cm의 상자 위에 올린 자세와 같이 중력 회전력이 작아진 경우에 비하여 대흉근의 큰 활성도를 보였다고 보고하였다. 또한 Harris, Ruffin, Brewer & Ortiz (2017)는 대흉근을 포함한 다양한 근육들의 활성화를 위해선 스트랩을 하지에 걸었을 때보다 스트랩을 상지에 걸고 플랭크 운동을 실시했을 때 상지 근육과 코어 근육에 더 많은 근활성도가 나타났다고 제시하고 있으며, 따라서 본 연구의 결과는 TRX 운동의 계획을 수립할 때 도움을 줄 수 있을 것이라고 생각된다.

본 연구결과 TRX 플랭크 동작 시 스트랩 길이가 길어짐에 따라 통계적으로 유의하게 증가된 복직근과 내, 외 복사근의 근활성도를 나타냈다(Table 1, p<.05). 복직근과 복사근들은 움직임 시 몸통을 몸통을 앞쪽으로 구부리면서 안정화시키고, 특히 추가적으로 복직근은 골반을 위로 들어올리며 복사근은 몸통을 회전시키는 역할을 하는 매우 중요한 근육들이다. 따라서 본 연구의 결과는 스트랩 길이가 길어짐

에 따라 증가된 중력 회전력 때문에 흔들리는 몸통을 안정화시키기 위하여 연구대상자들이 몸을 앞으로 구부리면서 고정하며 또한 동작 수행 중 골반이 앞으로 기울어지지 않게 하기 위하여 더 증가된 복직근과 복사근들을 사용한 것으로 보여진다. 이러한 본 연구의 결과는 상지를 불안하게 하여 프랭크 동작을 수행했을 때 그렇지 않은 조건에 비하여 21% 증가된 복직근 활성도를 나타냈다고 보고한 Moon, Chae & Jung (2020)의 연구결과와도 일치한다. 또한 복사근들의 경우 Choi (2020)은 플랭크 시 기저면의 증가에 따른 복사근들의 근활성도 차이를 발견할 수 없었다고 보고하고 있는데 본 연구에서 나타난 스트랩 길이의 증가에 따른 복사근들의 근활성도 증가에 대한 결과는 TRX 운동이 엉덩관절 벌림을 제공하지 않아 기저면을 적게 만들었기 때문에 지면을 지지하고 수행하는 플랭크 동작보다 상체의 흔들림을 증가시켜 이를 되돌리려는 노력으로 판단되어진다.

본 연구에서는 TRX 플랭크 동작 시 스트랩 길이에 따라 척추기립근의 근활성도가 증가한 결과를 나타났다(Table 1, $p<.05$). 척추기립근은 몸통 앞쪽의 코어 근육들의 길항근으로 몸통이 굴곡되려는 움직임을 잡아주며, 엇밀림힘의 균형을 잡아주기도 한다(Mcgill, 2016). 본 연구에서 나타난 척추기립근의 결과는 이전에 설명하였던 몸통 앞쪽의 코어 근육들의 활성도가 증가하고 있다는 방증으로 길어진 스트랩에 따라 증가되는 몸통 앞쪽의 코어 근육들을 제어하기 위한 노력이라고 생각되어진다. 이러한 결과는 기저면의 증가에 따라 복직근과 척추기립근의 활성도가 낮아졌다는 선행연구의 결과와 일치한다(Choi, 2020). 즉, 선행연구의 결과는 기저면의 증가로 중력에 의한 회전력이 감소하는 경우 몸통을 안정화하는 복직근의 역할은 줄어들며 따라서 이 근육을 제어하는 척추기립근의 역할도 줄어든다는 의미이며 본 연구의 결과는 스트랩 길이가 증가함에 따라 불안정성이 증가하여 이 두 근육들의 역할이 커졌음을 보여주고 있다고 생각된다.

본 연구에서는 TRX 플랭크 동작 시 스트랩 길이가 증가함에 따라 대둔근의 근활성도가 증가한 결과를 나타났다(Table 2, $p<.05$). 본 연구에서 수행된 TRX 운동 시 자연스러운 골반의 앞 기울임이 나타날 수 있는데 이러한 골반의 앞 기울임을 방지하여 척추를 효과적으로 중립시키기 위해서는 복근과 엉덩관절 신전근의 짝힘이 작용된다(Neumann, 2010). 따라서 본 연구에서 나타난 증가된 대둔근의 결과는 연구대상자들이 불안정이 증가할 수록 증가되는 골반의 앞 기울어짐을 제어하기 위하여 더 많은 대둔근을 사용하고 있음을 시사하고 있다고 생각되어진다. 반면 Moon 등 (2020)은 안정된 지면과 불안정한 지면에서 수행된 프랭크 운동은 대둔근의 근육 활성화 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 이러한 선행연구와 반대되는 결과는 TRX 프랭크 운동이 몸의 자세를 조절시켜 대둔근의 활성에도 도움을 줄 수 있다는 긍정적인 결과라고 생각되어진다.

본 연구에서는 TRX 플랭크 동작 시 변화되는 하지 근육들의 활성도도 확인하였는데 스트랩 길이가 길어질수록 통계적으로 유의하게 증가된 대퇴직근의 근활성도가 나타났다(Table 2, $p<.05$). 대퇴직근은 전하장골극(AIIS)에서 시작되어 무릎에 정지하여 골반의 움직임에 크게 관여하며 무릎관절의 신전에 관여하는 근육이다. 일반적으로 지면에 팔을 지지하고 수행되는 프랭크 동작의 경우 기저면이 넓어 쉽게 하지의 움직을 조절할 수 있기 때문에 대퇴직근의 역할은 크지 않다. 그러나 본 연구에서 수행한 TRX 운동의 경우 기저면이 좁고 스트랩을 사용하여 넘어지는 몸을 유지하고 있기 때문에 일반적인 프랭크 동작에 비하여 동작 중 안성성이 낮아지는 특징을 가지고 있다. 따라서 TRX 프랭크 동작의 경우에는 일반 프랭크 동작보다 무릎을 펴 하지의 움직임을 고정할 필요가 있으며 이를 수행하기 위하여 더 큰 대퇴직근이 사용된 것으로 판단된다. 이러한 결과는 일반적인 프랭크 운동에서 기대할 수 없는 TRX 프랭크 운동만의 특성이라고 생각되어진다. 즉, 일반적인 프랭크 운동은 몸통의 코어 근육을 강화시키는데 주력하고 있다면 TRX 프랭크 운동은 하지의 근육까지 강화시킬 수 있는 운동임을 시사한다고 생각되어진다.

마지막으로 본 연구결과 TRX 플랭크 동작 시 스트랩 길이가 증가할수록 비복근의 근활성도가 증가한 결과를 나타났다(Table 2, $p<.05$). TRX 운동은 다양한 운동 방식 내에서 다양한 방법으로 운동의 난이도를 높일 수 있다(Gaedtke & Morat, 2015). 비복근은 신체를 앞으로 미는 저측굴곡의 주동근이다. 본 연구에서 보여진 불안정성의 증가에 따른 비복근의 근활성도 증가는 대퇴직근의 결과와 같은 의미로 해석될 수 있다고 생각된다. 즉, 본 연구의 증가된 비복근 활성도의 결과는 일반 플랭크 동작에 비하여 동적 불안정성이 높은 TRX 운동의 경우 기존의 플랭크의 운동 목적에 더불어 하지 안정성을 확보하기 위한 노력이 필요함을 시사하며 TR 플랭크 운동이 몸통의 코어 근육과 더불어 하지의 근육도 강화 시킬 수 있음을 보여주고 있다고 생각된다.

결론적으로, 본 연구의 결과는 TRX 스트랩 길이에 따라 체간 근육들의 근활성도가 증가한다는 것을 검증하였으며, TRX 스트랩 길이를 조절하여 운동을 실시하는 것은 안정적인 지면의 플랭크 자세와 비교하여 도전적인 운동을 필요로 하는 사람에게 적합한 운동방법이라고 생각된다.

CONCLUSION

본 연구의 결과는 TRX 스트랩 길이에 따라 체간 근육들의 근활성도가 증가한다는 것을 검증하였으며, TRX 스트랩 길이를 조절하여 운동을 실시하는 것은 안정적인 지면의 플랭크 자세와 비교하여 도전적인 운동을 필요로 하는 사람에게 적합한 운동방법이라고 생각된다. 또한 기존의 플랭크 운동과 다르게 TRX 프랭크 운동은 하지의 근력도 강화시킬 수 있는 복합적인 운동이라고 판단된다. 더불어 본 연구의 결과와 선행연구의 결과를 모두 종합하여 볼 때, 안정된 지면보다 불안정성 도구인 TRX를 이용하여 불안정한 지면에서의 플랭크 운동을 수행하는 것이 운동의 효과를 높일 수 있으며, 불안정성을 더욱 증가시키기 위해선 운동 수행자의 기저면 넓이를 고려하여 엉덩관절의 외·내전 각도는 0도로 설정하는 것이 불안정한 상황에서 체간 근육의 활성도를 높이는데 더욱 효과적일 수 있다고 해석된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This study is extracted from YeonKyung Hong's Master Thesis.

REFERENCES

Choi, J. (2020). *Comparison of Trunk Muscle Activity According to Hip Angle in Plank Exercise.* Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Daegu Catholic University.

Chung, Y. (2017). Sport for All Participation in Korea. *The Korean Journal of Sport*, *15*(4), 239-248.

Dawes, J. (2017). Complete guide to TRX suspension training. Champaign: Human kinetics.

Gaedtke, A. & Morat, T. (2015). TRX Suspension Training: A New Functional Training Approach for Older Adults - Development, Training Control and Feasibility. *International Journal of Exercise Science*, *8*(3), 224-233.

Harris, S., Ruffin, E., Brewer, W. & Ortiz, A. (2017). Muscle activation patterns during suspension training exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *12*(1), 42-52.

Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S. & Shiraki, H. (2010). Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, *40*(6), 369-375.

Kang, J. (2017). *Changes of the Activation in Upper Extremity and Trunk Muscles and Ground Reaction Force According to the Level of Push-Up Exercise in Healthy Subjects*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Korea University.

Kang, K. (2020). *Effect of TRX Exercise Program on Practice Basal Fitness, Muscular Form and Postural Alignment in Scoliosis*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Wonkwand University.

Kim, H. & Han, S. (2016). The Effects of Sociocultural Attitude on Quality of Life Through Individual Appearance Satisfaction and Appearance Management Behavior. *Korea Design Forum*, *53*, 235-249.

Kim, H. & Lee, K. (2019). Effect of Support Surface Form on Abdominal Muscle Thickness During Flank Exercise. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, *7*(3), 197-204.

Kim, J. & Ahn, B. (2015). Influence of Well-being Health Exercise Participant on Exercise Commitment. *The Korean Journal of Kumdo*, *26*(1), 69-82.

Kong, Y. S., Lee, W. J., Park, S. & Jang, G. U. (2015). The effects of prone bridge exercise on trunk muscle thickness in chronic low back pain patients. *Journal of Physical Therapy Science*, *27*(7), 2073-2076.

Kong, Y. S., Park, S., Kweon, M. G. & Park, J. W. (2016). Change in trunk muscle activities with prone bridge exercise in patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, *28*(1), 264-268.

KOSIS (2020). The top 10 Physical activity that participated in the past year. Retrieved from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=113&tblId=DT_113_STBL_1028563.

Lee, C. (2015). *The Effects of TRX Resistance Exercise for the Elementary School Baseball Players on Their Physical Strength and the Factors of Batting.* Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Kyonggi University.

Lee, E. (2018). *The Effects of a High Intensity Core Exercise Program among Male College Students on Body Composition, Physical Fitness and Isokinetic Strength.* Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Kyungnam University.

Lee, J. & Shin, S. (2020). Effects of Aerobic Exercise and Resistance Exercise for 16 Weeks on Senior Fitness Test and Self-Efficacy in Elderly Women. *The Korean Journal of Growth and Development*, *28*(1), 7-15.

McGill, S. (2016). Low Back Disorders, Champaign: Human Kinetics.

Mok, N. W., Yeung, E. W., Cho, J. C., Hui, S. C., Liu, K. C. & Pang, C. H. (2015). Core muscle activity during suspension exercises. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *18*(2), 189-194.

Moon, H., Chae, W. & Jung, J. (2020). The Effects of Togu-Jumper use on Core Muscle Activity During Plank Exercise. *Korean Journal of Sport Science*, *31*(4), 672-679.

Neumann, D. A. (2010). Kinesiology of the musculoskeletal system: founations for rehabilitation, St. Louis: Mosby.

Park, S. (2012). The Effect of 12 Weeks Core Exercise Program on Lumbar Extension Strength and Stability of Chronic Low Back Pain Patients. *Korean Journal of Sports Science*, *21*(3), 1221-1230.

Park, S. (2020). *The Effect of Core Training on Physical Strength and Body Composition in Adult Males.* Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Korea National Sports University.

Sin, Y. (2014). Comparison of Core Stabilizer Muscle Activity according to Movement Difficulty and Stability during Various TRX Plank. *The Asian Journal of Kinesiology*, *16*(4), 31-41.

Snarr, R. L. & Esco, M. R. (2014). Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*(11), 3298-3305.

Yang, J. (2019). *The Comparative Analysis of the Core and Trunk Muscle Activities According to the Different Arm Angles and Support Surfaces During Plank Exercise.* Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Jungwon University.

Yang, K. (2013). A Study on the Effects of Body Image, Perfectionism, and Obsessive Compulsion on Depression among University Students. *The Korean Journal of Stress Research*, *21*(1), 1-11.

Zemková E. (2016). Instability resistance training for health and performance. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, *7*(2), 245-250.