

Effects of Suspension Training on Core Stability and Functional Movement Screen Scores in Healthy Adult Men

Young Jun Kim¹, Moon Young Choi^{2*}, Gi Chul Ha^{3*}

¹SIONCOMEUS, Seoul, Republic of Korea

²Department of Sports Science Convergence, Dongguk University, Seoul, Republic of Korea

³Department of Sports Medicine, National Fitness Center, Seoul, Republic of Korea

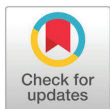
Received: October 4, 2023

Accepted: October 19, 2023

Published online: October 31, 2023

Keywords:

Core Stability
FMS
Suspension Training
TRX



ABSTRACT

OBJECTIVES The purpose of this study is to determine whether suspension training can be an effective intervention in improving functional movement in healthy adult men.

METHODS The recruited subjects of Twenty healthy adult men without musculoskeletal diseases were divided into group that performed TRX exercise (n=10) and a group that performed traditional OKC exercise using a resistance machine (n=10). The variables were the deep squat, hurdle step, inline lunge, shoulder mobility, leg raise, push-up, and rotational stability after an 8-week exercise program. The total score of the 7 movements was calculated to compare and analyze the before-and-after changes in FMS score. All the data obtained in this study were analyzed with SPSS package (ver 21.0). To examine the effects of the suspension training program used in this study, Repeated measures ANOVA was conducted to compare the effects before and after the participation in the program.

RESULTS The research results are as follows; The results of the FMS evaluation scores showed no significant differences between the TRX group and the OKC group in the deep squat, hurdle step, inline lunge, shoulder mobility, leg raise, and push-up evaluations, and no interaction effect was found. However, the rotational stability evaluation score showed higher scores in the TRX group after training, showing a significant interaction effect ($p < .001$). The change in total evaluation score also significantly increased in the TRX group ($p < .05$), but there was no significant difference in the OKC group.

CONCLUSIONS In conclusion, rotational stability and total evaluation scores increased after training in the TRX group. In particular, TRX training using suspension may be more effective than traditional forms of training using resistance exercise equipment for people who have instability in the multi-plane stability of the pelvis, core, and shoulder girdle, which are involved in rotational stability.

© The Asian Society of Kinesiology and the Korean Academy of Kinesiology

서론

4차 산업혁명 시대를 살아가는 바쁜 현대인들에게 있어서 업무와 일상 속에서도 건강한 삶을 유지하기 위한 규칙적인 신체활동 및 운동 참여의 필요성이 강조되고 있다[1]. 그러나 많은 사람들이 신체의 체형관리 및 외형적인 건강을 향상시키는 데는 집중하는 반면 자세 개선, 균형과 안정성 등 일상 생활에서 신체의 중요한 기능을 담당하고 있는 내적인 건강을 개선하는 것은 소홀히 하고 있어 문제가 되고

*The corresponding two authors (Moon Young Choi and Gi-Chul Ha) contributed equally to this work

Correspondence: Moon Young Choi, Department of Sports Science Convergence, Dongguk University, 30, Pildong-ro 1-gil, Seoul 04620, Republic of Korea; Tel: +82-2-2260-8741, Fax: +82-2-2260-3741, E-mail: dory0301@dongguk.edu

Correspondence: Gi Chul Ha, Department of Sports Medicine, National Fitness Center : 424, Olympic-ro, Songpa-gu, Seoul, Republic of Korea; Tel: +82-2-410-5336, Fax: +82-2-410-5322, E-mail: hagc@naver.com

ORCID Young Jun Kim <https://orcid.org/0009-0001-3329-1911>
Moon Young Choi <https://orcid.org/0000-0002-1381-1166>
Gi Chul Ha <https://orcid.org/0000-0003-2345-9263>



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

있다[2]. 이러한 경우 외적으로는 이상이 없어 보일 수 있지만 내적으로는 근육 불균형 및 근력 비대칭을 초래할 수 있으며, 이로 인해 나타나는 부적절한 신체 움직임은 통증 및 부상의 원인이 될 수 있다[3]. 자세 조절, 균형 및 안정성 관련된 여러 요소들 중 코어 안정성(core stability)은 필수적인 신체 기능이다[4]. 코어 안정성은 생체역학적 측면과 기능적 측면 모두에서 코어 근육과 밀접하게 연관되어 있다[5]. 코어 근육은 척추와 골반을 안정시키고, 올바른 자세를 유지하며 효율적인 움직임 패턴을 촉진하는 데 중요한 역할을 한다[6]. 또한 신체의 중심에 위치해 있기 때문에 근력, 균형 및 움직임 제어와 관련된 사지 운동 사슬의 연결을 극대화한다[7]. 따라서 코어 근육의 약화는 코어 안정성의 결핍과 관련이 있으며, 이는 사지 운동 기능 감소 뿐만 아니라 균형 조절과 보행 능력의 장애 및 일상생활활동을 저해시키는 원인이 된다[8].

코어 안정성 약화에 따른 신체의 불균형 및 비대칭을 포괄적으로 평가하고, 부상의 예방 및 위험을 예측하기 위한 도구로써 기능적 움직임 평가(functional movement screen; FMS)가 흔히 사용되고 있다[9]. FMS는 가동성(mobility), 안정성(stability), 고유수용감각(proprioception)과 관련된 기능적 움직임들을 평가하는 데 기반을 두고 좌우 양측의 불균형(asymmetries) 및 움직임 제한(limitations) 등의 문제들을 평가한다[10]. FMS를 통해 기능적 움직임을 평가하는 동안 측정 동작을 적절하게 수행하지 못하면 부적절한 보상적 움직임 패턴이 발생하고, 이는 시간 경과에 따라 점차 통증 및 기능 저하로 이어질 수 있다[3]. Garrison 등은 160명의 대학생 선수들을 대상으로 시즌 전 FMS를 실시하였으며, 시즌 동안 부상 진행을 추적한 결과 FMS 점수가 14점 이하이고, 과거 부상 이력이 있었던 선수는 부상 위험이 15배 증가했다고 보고하였다[11]. 또한 Smith 등은 건강한 성인 남녀를 대상으로 FMS의 평가자 간 신뢰도(interrater reliability) 및 평가자 내 신뢰도(intrarater reliability)를 조사하였으며, 연구 결과 FMS는 모든 평가자에게서 높은 신뢰도를 나타냈다(ICC=0.81-0.91)[12]. 따라서 FMS를 통해 건강한 성인들의 기능적 움직임을 평가함으로써 미래에 나타날 수 있는 손상 가능성에 대한 정보를 제공받을 수 있고, 이는 부상을 예방하는 좋은 척도가 될 수 있다[13].

코어 안정성을 향상시키기 위한 여러 저항 운동 방법 중 대표적으로 로프와 스트랩을 사용하는 서스펜션 트레이

닝(suspension training)을 활용한다. 서스펜션 트레이닝(suspension training) 중 TRX(total resistance exercise)는 줄의 길이, 신체 축의 위치, 탄력성 줄의 사용 등 매우 다양한 방법을 이용하여 운동 강도를 조절할 수 있는 과학적인 운동 치료적 접근 방법이다[14]. TRX는 안정적인 구조물에 고정되는 한 쌍의 조절 가능한 스트랩으로 구성되어 있다. 중력에 맞서 자신의 체중을 활용하여 다양한 근육 그룹에 저항을 줄 수 있기 때문에 매우 기능적인 근력 운동의 형태로 간주된다[15]. 또한 대부분의 동작들이 신체의 원위부가 스트랩 끝 핸들에 안정화된 상태에서 근위부를 움직이며 수행되기 때문에 닫힌 사슬 운동의 특징을 가지고 있으며, 실제로 일상생활에서 요구되는 다양한 기능적 움직임들을 모방할 수 있기 때문에 매우 유용한 훈련 도구이다[15]. 이전의 선행연구들을 통해 서스펜션 트레이닝이 가동성 향상, 근육 신장, 코어 안정화, 근력 및 근지구력 강화, 자세 조절 및 균형 개선 등에 유의한 효과가 있다는 것이 보고되었다[16,17]. 그러나 불안정성을 이용하여 수행되는 서스펜션 트레이닝의 특성상 이전의 연구들은 대부분 훈련 효과를 규명하기 위해 코어와 관련된 근육의 활성화 및 고유수용감각의 변화를 평가하는 데 초점을 맞추었다[18,19]. 아직까지 코어 안정성과 밀접한 관련이 있는 기능적 움직임 개선에 대한 서스펜션 트레이닝의 유효성에 대해서는 주요 연구 주제로 다루어지지 않았다. 지난 수년 동안 코어 트레이닝, 서스펜션 트레이닝, FMS 점수에 관한 다수의 개별 연구가 진행되었지만, FMS를 통해 서스펜션 트레이닝과 코어 안정성 간의 관계를 직접 조사한 과학적 증거는 제한적이다. FMS는 스포츠 과학 및 피트니스 분야에서 간편하게 평가하고 활용할 수 있으므로 서스펜션 트레이닝의 실질적인 이점과 기능적 움직임 패턴에 미치는 영향을 FMS를 통해 이해하는 것은 전반적인 체력 향상 및 근골격계 부상 위험 감소에 도움이 될 수 있다.

본 연구의 목적은 FMS를 사용하여 서스펜션 트레이닝의 영향을 분석함으로써, 서스펜션 트레이닝이 건강한 성인의 기능적 움직임을 향상시키는 효과적인 수단인지에 대한 가치를 평가하는 것이다. 이를 위해 근골격계 질환이 없는 20~40세 사이의 건강한 성인 남성들을 대상으로 서스펜션을 사용하는 TRX 운동을 수행한 그룹과 저항성 운동기구(resistance machine)를 사용하는 전통적 OKC 운동을 수행한 그룹 간 FMS 점수의 결과와 전후 변화를 비교 분석하였다.

연구방법

연구대상

본 연구를 위한 기능적 평가를 위해 움직임에 이상이 없고 근골격계 질환이 없는 건강한 성인 남성들을 대상으로 모집하였다. 연구를 시작하기 전 참가자들에게 연구의 목적과 방법, 실험 절차에 대해 충분히 설명하였으며, 이를 이해하고 자발적으로 연구 참여에 동의한 20명이 본 연구의 대상으로 최종 선정되었다. 대상자들을 무작위로 각각 TRX Group(n=10)과 OKC Group(n=10)으로 분류하였고 동질성 검사를 실시한 결과 집단간 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 연구에 참가한 대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

운동프로그램

본 연구에 적용된 운동프로그램은 미국스포츠의학회(American College of Sports Medicine; ACSM)에서 권고하는 가이드라인에 따라 운동의 빈도(frequency), 강도(intensity), 반복 횟수(repetitions), 세트 수(sets)를 설정하였다[1]. 모든 대상자들은 8주간 주 3회씩, 1회 세션에 60분간 운동프로그램을 수행하였다. 양 그룹의 대상자들은 각각 TRX 또는 저항성 운동기구를 사용하는 운동프로그램의 동작들을 15~20회 반복하여 3세트씩 실시하였으며, 각 세트 사이에는 60~90초의 휴식이 허용되었다. 그룹별로 동일

한 근육 부위에 적정 강도의 저항이 적용되었으며 운동 프로그램의 상체 구성은 <Table 2>와 같다. TRX 운동의 강도는 대상자의 운동 적응 정도에 따라 부유 점, 운동 축, 현수 점의 위치로 조절하였으며, 자연스러운 관절가동범위 내에서 1-10점 범위의 RPE(rating of perceived exertion) 척도를 기반으로 5-7에 해당하는 강도를 유지하며 수행되었다[20,21]. 저항성 운동기구를 사용하는 OKC 그룹의 운동 강도는 각 대상자들의 근력 수준에 맞게 개별화 하여 1RM(one-repetition maximum)의 60~70%에 해당하는 중량으로 설정하여 적용하였다[22].

측정항목

신체구성 검사

신장과 체중은 자동신체계측기(Jawon Medical, Korea)를 이용하여 각각 0.1kg, 0.1cm까지 측정하였다. 신체계측 자료인 키와 체중을 자료를 이용한 체질량지수 (body mass index; BMI)는 [(체중(kg)/키(m)²])로 계산하였다. 허리둘레는 WHO 권고에 따라 편안하게 직립자세로 누굴 최하위와 골반 장골능 최상단부의 중간지점을 측정하였다[23]. 체지방률 검사는 신체전기저항법(Bioelectrical Impedance Analysis, BIA)에 의거한 체지방측정기(Jawon Medical, Korea)를 사용하여 분석하였다.

Table 1. Physical characteristics of participants.

		Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m ²)	Body fat (%)	Waist hip Ratio (WHR)
Male	TRX Group (n=10)	31.10±5.78	172.32±4.48	75.19±10.27	24.70±2.89	18.90±5.31	0.87±0.03
	Control Group (n=10)	30.40±4.65	175.12±5.98	78.03±5.02	25.49±1.92	19.48±3.72	0.87±0.02
	<i>p</i>	.076	.253	.446	.482	.781	.721

Values are mean ± standard deviation

Table 2. Exercise program.

Order	Type		Time	Intensity	Frequency
	TRX Group	OKC Group			
Warm-up	Walk + dynamic stretching	Walk + dynamic stretching	10 min		
Main exercise	1. TRX Chest press	1. Chest press	30-40 min	RPE 5-7 (1-4 weeks) progression exercise intensity(5-8 weeks)	15reps × 3sets 3 days/week
	2. TRX Row	2. Seated Row			
	3. TRX Hamstring Curl	3. Leg Curl			
	4. TRX Squat	4. Leg Extension			
	5. TRX Crunch	5. Abdominal machine			
Cool-down	Static stretching	Static stretching	10 min		

FMS 점수

FMS는 7가지 기본 동작 패턴으로 구성되어 있으며, 각 동작은 0에서 3까지의 척도로 점수가 매겨진다. 세부 평가 항목은 <Table 3>과 같다[24]. 딥스쿼트는 하지 관절의 양측 대칭 가동성과 안정성을 평가한다. 허들스텝은 외발 자세에서의 안정성, 균형 및 하지 관절의 가동성을 평가한다. 인라인런지는 스플릿 스텝스 위치에서 하지 관절의 가동성과 안정성을 평가한다. 어깨 가동성은 어깨와 흉추의 가동성과 안정성을 평가한다. 레그레이즈는 햄스트링의 유연성과 고관절의 가동성을 평가한다. 푸쉬업은 코어와 어깨의 안정성을 평가한다. 마지막으로 회전안정성은 코어와 어깨의 다중 평면 안정성과 신경근 제어를 평가한다. FMS를 완료한 후 7개의 동작 각각에 대한 개별 점수를 더하여 총점

을 계산한다. 가능한 가장 높은 점수는 21점이며, 이는 모든 검사 항목의 움직임 패턴에서 어떠한 제한이나 비대칭이 없음을 의미한다. 낮은 점수는 움직임의 질을 개선하고 부상 위험을 줄이기 위해 교정 운동이 필요할 수 있는 관심 영역을 나타낸다.

통계분석

본 연구에서 얻어진 모든 자료들은 Window용 SPSS/PC 21.0 통계프로그램을 이용하여 기술 통계치(Mean, SD)를 산출하고, 운동 전·후 및 그룹 간의 차이를 비교하기 위해 반복측정에 의한 이원량분석(two-way ANOVA by repeated measurement)를 실시하였으며, 모든 검증의 유의수준(α)은 .05로 설정하였다.

Table 3. FMS measurement.

Items	Tip
Deep Squat	It is performed 3 times, and if the first movement corresponds to the 3-point criterion, there is no need to repeat the test. If the 3-point criterion is not achieved, the FMS test kit is placed under the heel. If the 2-point criterion is not achieved even when using the FMS test kit, 1 point is awarded.
Hurdle step	Points are awarded for the leg over the hurdle.
Inline lunge	Points are awarded for the front leg.
Shoulder mobility	A maximum of 3 reps in both directions are scored for the arm above the shoulder.
Leg raise	A maximum of 3 times in each direction is given, and points are given to the side of the moving leg.
Push-up	Do this up to 3 times. For men, the thumb position is at the top of the forehead, and for women, it is at chin level. If it is not possible to give 3 points, it is performed on a 2-point basis, and it is repeated by aligning men at the chin level and women at the level of the clavicle.
Rotational stability	Performed up to 3 times on the left and right sides. If the first movement is based on 3 points, there is no repetition evaluation. If the 3-point criterion is not met, a diagonal pattern is performed using the opposite leg and arm, and points are awarded to the moving arm.

Table 4. Changes of FMS Score in the male TRX exercise and control groups.

Variables	Groups	Pre	Post	Two-way ANOVA		
				Group (p)	Time (p)	G×T (p)
Deep Squat	TRX	2.10±0.32	2.40±0.52	2.337	0.437	1.045
	Control	2.00±0.48	2.10±0.32	(.145)	(.517)	(.321)
Hurdle step	TRX	1.90±0.74	2.10±0.57	0.341	0.154	0.003
	Control	1.80±0.20	2.01±0.01	(.567)	(.700)	(.530)
Inline lunge	TRX	2.10±0.57	2.10±0.57	0.668	1.144	0.006
	Control	2.30±0.48	2.30±0.48	(.425)	(.300)	(.940)
Shoulder mobility	TRX	2.00±0.01	2.10±0.57	0.020	0.592	0.002
	Control	2.00±0.67	2.10±0.57	(.890)	(.452)	(.966)
Leg raise	TRX	2.30±0.48	2.60±0.52	0.257	1.023	1.047
	Control	2.30±0.48	2.40±0.52	(.619)	(.326)	(.321)
Push-up	TRX	2.50±0.53	2.70±0.48	0.220	0.383	2.031
	Control	2.50±0.53	2.50±0.53	(.645)	(.544)	(.172)
Rotational stability	TRX	1.70±0.48	2.70±0.48**	4.965*	0.718	19.708***
	Control	1.70±0.48	2.01±0.01	(<.05)	(.408)	(<.001)
Composite Score	TRX	14.60±1.90	16.70±1.95**	0.978	0.001	6.350*
	Control	14.60±2.41	15.4±1.71	(.337)	(.989)	(<.05)

Values are mean ± standard deviation

G × T: group × time interaction, *p < .05, **p < .01, ***p < .001



Figure 1. Types of TRX and OKC exercises.

결과

FMS 평가

FMS 평가 점수에 대한 결과는 <Table 4>에 나타난 바와 같다. 딥스쿼트, 허들스텝, 인라인런지, 어깨가동성, 레그레이즈 및 푸쉬업 평가에서는 TRX 그룹과 OKC 그룹 간에 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 상호작용 효과 또

한 나타나지 않았다. 그러나 회전안정성 평가 점수에서는 TRX 그룹에서 훈련 후에 더 높은 점수를 나타냈으며, 유의한 상호작용 효과를 나타냈다($p < .001$). 평가 점수 총점의 변화에서도 TRX 그룹에서는 유의하게 점수가 증가하였지만($p < .05$), OKC 그룹에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

논의

본 연구의 목적은 건강한 성인 남성들을 대상으로 서스펜션을 사용하는 TRX 운동과 저항성 운동기구를 사용하는 전통적 OKC 운동이 코어 안정성 및 기능적 움직임에 미치는 영향 및 그룹 간 차이를 조사하는 것이었다. 8주간의 트레이닝 후에 나타난 결과를 분석하여 TRX Group과 OKC Group을 종합적으로 비교해 보았을 때 OKC 그룹보다 TRX 그룹에서 균형유지, 자세조절, 움직임의 보상작용 패턴과 관련된 회전안정성에서 더 유의한 변화를 나타냈다. 이러한 결과는 TRX를 이용하여 수행하는 다양한 동작의 플랭크 운동이 코어안정화 근육의 활성도를 향상시켰다고 보고한 Shin(2014)의 연구 결과와 유사하다[25].

본 연구의 결과에서 기능적 움직임 평가 항목인 덤스쿼트, 허들스텝, 인라인런지, 어깨가동성, 레그레이즈 및 푸쉬업에 대한 FMS 점수에서는 TRX 그룹과 OKC 그룹 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹과 시기 사이의 유의한 상호작용 효과도 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 서스펜션을 사용하는 TRX 운동과 저항성 운동기구를 사용하는 OKC 운동 모두 건강한 성인의 특정 기능적 움직임 구성 요소의 향상에 있어서는 효과가 제한적이라는 것을 나타낸다.

그러나 회전안정성에 대한 평가 점수에서는 양 그룹 간에 유의한 차이가 관찰되었다. TRX 그룹은 사전에 비해 사후 검사에서 평가 점수가 유의하게 증가한 반면, OKC 그룹에서는 사전, 사후 점수 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 그룹과 시기 간 차이에 대한 분석에서도 통계적으로 유의한 상호작용 효과를 관찰할 수 있었다. 이러한 결과는 TRX 운동이 저항성 운동기구를 사용하는 전통적인 OKC 운동에 비해 회전안정성 향상에 있어서는 더 효과적인 중재일 수 있음을 시사한다.

회전안정성 평가 항목은 발달 초기에 관찰되는 배밀이, 네발기기와 같이 인간에게 나타나는 이동의 첫 효율적 형태이다[26]. 이 동작을 통해 코어, 골반의 다중면, 견갑대의 안정성을 볼 수 있고 상지와 하지의 결합된 움직임으로 기어오르는 패턴의 움직임에서 안정성과 가동성, 협응성을 관찰할 수 있다[27]. 이전에 선행된 연구에서도 이와 비슷한 결과가 보고되었다. 김상윤 등[2]은 20대 성인에서 운동유무가 FMS점수에 미치는 영향을 조사하였으며, 운동 프로그램을 적용한 그룹과 적용하지 않은 그룹 간 회전안정성에서 유의한 차이를 발견하였다. 회전안정성 평가의 움직임은 시상면, 가로단면의 안정성이 확보되어야 하기 때문에, 기능

적으로 문제가 있을 경우 움직임 장애와 보상작용으로 인한 기능 저하가 명료하게 나타날 수 있다[28]. 이러한 결과들은 TRX 운동의 고유한 특성과 중력을 이용한 운동 방식이 회전안정성과 관련된 기능적 움직임 패턴을 향상시키는데 도움을 줄 수 있다는 가능성을 제시한다. 서스펜션을 사용하는 TRX 운동의 특성상 하나의 현수점(suspension point) 즉 끈의 한쪽을 고정시켜 상태에 매달린(hanging)상태로 불안정한 자세에서 다양한 운동 동작들을 수행하기 때문에 회전안정성에 관여하는 코어근육들의 지속적인 사용을 촉진하며[29], 이는 운동 시 움직임 안정화에 기여하여 회전안정성을 향상시키는 요인이 될 수 있다.

모든 FMS 평가항목의 점수 합계를 나타내는 총점 또한 훈련 후에 TRX 그룹에서만 유의한 상호작용효과와 함께 더 크게 증가했다. 이러한 결과는 Soligon 등이 노인들을 대상으로 실시한 무작위 대조 연구에서 서스펜션 트레이닝이 기존의 전통적 저항성 운동보다 기능적 수행능력을 촉진하는 데 있어서 유의하게 더 효과적이었다고 보고한 바와 유사하다[30]. 이는 TRX 운동이 저항성 운동기구를 사용하는 OKC 운동과 비교하였을 때 기능적 움직임에도 전반적으로 더 큰 영향을 미칠 수 있음을 나타낸다.

본 연구에서 나타난 결과들을 종합해 보았을 때 서스펜션을 사용하는 TRX 운동이 저항성 운동기구를 사용하는 전통적인 형태의 OKC 운동보다 건강한 성인의 전반적인 기능적 움직임을 향상시키는 데 특별한 이점이 있으며, 특히 회전안정성을 향상시키는 데 있어서는 더 효과적인 중재 방법이라 생각된다. 이러한 결과는 기능적 움직임 패턴을 향상시키기 위한 TRX 훈련의 이점을 강조한 이전의 선행연구들의 가설을 뒷받침한다.

결론

본 연구에서는 서스펜션을 사용하는 TRX 운동과 저항성 운동기구를 사용하는 전통적 OKC 운동이 코어 안정성 및 기능적 움직임에 미치는 효과의 차이를 확인하고자 하였다. 연구를 통해 나타난 결과를 종합해보면 FMS의 검사 항목 중 덤스쿼트, 허들스텝, 인라인런지, 어깨가동성, 레그레이즈 및 푸쉬업에서는 그룹 간에 유의한 점수 차이가 나타나지 않았으나, 회전안정성에서는 TRX 그룹에서만 훈련 후에 유의하게 향상된 기능을 나타냈다. 따라서 기능적 움직임에 제한이 있고, 특히 회전안정성에 관여하는 골반의 다중면, 코어, 견갑대의 안정성이 불안정한 사람들에게는 저항

성 운동기구를 사용하는 전통적인 형태의 트레이닝보다 서스펜션을 사용하는 TRX 트레이닝이 더 효과적일 수 있다. 또한 TRX 운동이 대체적으로 적은 공간을 필요로 하고, 설치가 간편하며, 체중부하를 저항으로 사용한다는 특징을 고려하였을 때, 바쁜 업무 등으로 인해 규칙적인 신체활동 참여가 제한되는 사람들에게 권고할 수 있는 유용한 중재 방법이라 생각된다. 추후 이러한 결과를 확증하고 다양한 인구의 기능적 움직임에 대한 TRX 운동의 기본 메커니즘을 밝히기 위해서는 더 큰 크기의 표본을 대상으로 장기 추적 조사를 수행하는 추가 연구가 필요하다고 생각된다.

Acknowledgments

No author has any financial interest or received any financial benefit from this research.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Pescatello LS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
2. Kim S, Oh H, Lee S, Ji E, Choi S, Jang J. The Effects of Regular Exercise on the FMS Score in 20s Females. *J Korean Soc Integr Med.* 2013; 1(1):61-8.
3. Cook G, Burton L, Kiesel K, Rose G, Brynt M. *Movement: Functional movement systems: Screening, assessment. Corrective Strategies (1st ed)* Aptos, CA: On Target Publications. 2010:73-106.
4. Jamison ST, Mcneilan RJ, Young GS, Givens DL, Best TM, Chaudhari AM. Randomized controlled trial of the effects of a trunk stabilization program on trunk control and knee loading. *Med Sci Sport Exerc.* 2012; 44(10):1924-34.
5. Raabe ME, Chaudhari AM. Biomechanical consequences of running with deep core muscle weakness. *J Biomech.* 2018; 67:98-105.
6. Mok NW, Yeung EW, Cho JC, Hui SC, Liu KC, Pang CH. Core muscle activity during suspension exercises. *J Sci Med Sport.* 2015; 18(2):189-94.
7. McGill S. Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength Cond J.* 2010; 32(3):33-46.
8. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(1):252-61.
9. Warren M, Smith CA, Chimera NJ. Association of the functional movement screen with injuries in division I athletes. *J Sport Rehab.* 2015; 24(2):163-70.
10. Teyhen DS, Shaffer SW, Lorenson CL, et al. The functional movement screen: A reliability study. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2012; 42(6):530-40.
11. Garrison M, Westrick R, Johnson MR, Benenson J. Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *Int J Sport Phys Ther.* 2015; 10(1):21.
12. Smith CA, Chimera NJ, Wright NJ, Warren M. Interrater and intrarater reliability of the functional movement screen. *J Strength Cond Res.* 2013; 27(4):982-7.
13. Kraus K, Schütz E, Taylor WR, Doyscher R. Efficacy of the functional movement screen: a review. *J Strength Cond Res.* 2014; 28(12):3571-84.
14. Dawes J. *Complete guide to TRX suspension training.* Human Kinetics, 2017.
15. Gaedtke A, Morat T. TRX suspension training: A new functional training approach for older adults—development, training control and feasibility. *Int J Exerc Sci.* 2015; 8(3):224.
16. Yu DY. The effects of a sling exercise program on the correction of the forward head posture among adolescent. *J Korean Acad Orthop Man Phys Ther.* 2014; 20(2):15-20.
17. Jiménez-García JD, Martínez-Amat A, De la Torre-Cruz M, et al. Suspension training HIIT improves gait speed, strength and quality of life in older adults. *Int J Sport Med.* 2019; 40(2):116-24.
18. Fong SS, Tam Y, Macfarlane DJ, et al. Core muscle activity during TRX suspension exercises with and without kinesiology taping in adults with chronic low back pain: implications for rehabilitation. *Evidence-based complementary and alternative medicine.* 2015; 2015.

19. Hong YK, Yoon S. Comparison of Trunk Muscle Activity according to Different Strap Length of TRX. *Korean J Sport Biomech.* 2022; 32(1):31-6.
20. Garnacho-Castaño MV, Domínguez R, González AM, Feliu-Ruano R, Serra-Payá N, Maté-Muñoz JL. Exercise prescription using the Borg rating of perceived exertion to improve fitness. *Int J Sport Med.* 2018; 39(2):115-23.
21. Helms ER, Byrnes RK, Cooke DM, et al. RPE vs. percentage 1RM loading in periodized programs matched for sets and repetitions. *Front Physiol.* 2018; 9:247.
22. Grgic J, Lazinica B, Schoenfeld BJ, Pedisic Z. Test–retest reliability of the one-repetition maximum (1RM) strength assessment: a systematic review. *Sport Med-Open.* 2020; 6(1):1-16.
23. Liguori G, Medicine ACoS. ACSM’s guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins, 2020.
24. Bonazza NA, Smuin D, Onks CA, Silvis ML, Dhawan A. Reliability, validity, and injury predictive value of the functional movement screen: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sport Med.* 2017; 45(3):725-32.
25. Shin YA. Comparison of core stabilizer muscle activity according to movement difficulty and stability during various trx plank. *Asian J Kinesiol.* 2014; 16(4):31-41.
26. Cook G, Burton L, Torine J. Movement: Functional movement systems: Screening, assessment and corrective strategies. *J Can Chiropr Assoc.* 2010.
27. Shin JH. The Effects of Combined Exercise with PNF on the FMS Score of Middle and High School Male Taekwondo Players. *J Korea Entertain Ind Assoc.* 2017; 11(1):89.
28. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: The use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. *Int J Sports Phys Ther.* 2014; 9(3):396.
29. Cugliari G, Boccia G. Core muscle activation in suspension training exercises. *J Hum Kinet.* 2017; 56:61.
30. Soligon SD, da Silva DG, Bergamasco JGA, et al. Suspension training vs. traditional resistance training: effects on muscle mass, strength and functional performance in older adults. *Eur J Appl Physiol.* 2020; 120:2223-32.