

무중력 운동기구를 활용한 하이플랭크 운동의 효과성 검증

김유신[†]

중원대학교 스포츠지도학과, 교수
(2023년 3월 21일 접수: 2023년 4월 26일 수정: 2023년 4월 26일 채택)

Verification of the Effectiveness of High Plank Exercise using Weightless Exercise Equipment

You-Sin Kim[†]

*Department of Sports Coaching, College of Science and Engineering, Jungwon University,
Goesan-gun, Chungbuk, 28024, Republic of Korea
(Received March 21, 2023; Revised April 26, 2023; Accepted April 26, 2023)*

요약 : 본 연구의 목적은 무중력 운동기구를 활용한 하이플랭크 운동 동작 차이에 따른 상완, 체간 및 코어근육의 근활성도를 비교하는 것이었다. 본 연구의 대상자는 20대 남성 6명을 대상으로 진행하였고(연령, 23.00 ± 0.73 세; 신장, 172.95 ± 2.05 cm; 체중, 66.83 ± 2.75 kg; 신체질량지수, 22.33 ± 0.72 kg/m²), 4가지(HP, HPAW, HPSB 및 HPWT)의 하이플랭크 동작을 수행하였으며, 근활성도 분석을 위하여 구체적인 표면전극의 부착 부위는 신체 근육의 우측 삼각근, 상완삼두근, 광배근 및 외복사근으로 설정하였다. 본 실험 결과, 삼각근, 상완삼두근, 광배근 및 외복사근의 근활성도는 HPSB 동작 시 가장 높게 나타났다 ($p=0.000$). 따라서 본 연구의 결과는 추후 무중력 운동기구를 활용한 하이플랭크 동작 시 효과적인 운동 프로그램의 기초자료가 될 것으로 기대된다.

주제어 : 하이플랭크, 공중걷기, 파도타기, 허리돌리기, 근활성도

Abstract : The purpose of this study was to determine the comparison of upper arm, trunk and core muscle activities according to different performance in high Plank exercise using weightless exercise equipment. Six males(age, 23.00 ± 0.73 years; height, 172.95 ± 2.05 cm; body mass, 66.83 ± 2.75 kg; and BMI, 22.33 ± 0.72 kg/m²) completed this study as the subjects. Four type's high Plank exercises using weightless exercise equipment were performed(high plank, HP; high plank with air walker, HPAW; high plank with surf board, HPSB; high plank with waist trainer, HPWT). For the EMG analysis, we measured the body muscle activities of right side on the deltoid(DT), triceps brachii(TB), latissimus dorsi(LD), and external oblique(EO). This research's results were as follows. DT, TB, LD, & EO muscle activities were greatest during HPSB($p=0.000$). Therefore, these results are expected to

[†]Corresponding author
(E-mail: generalsk@jwu.ac.kr)

serve as basic data for high Plank exercise using weightless exercise equipment performance applications in effective exercise programs.

Keywords : High Plank, Air walker, Surf board, Waist trainer, Muscle activity

1. 서론

건강증진과 더불어 삶의 질 향상을 추구하는 현대인들은 적은 시간을 활용해 안전하고 편하게 운동하여 그 이상의 효과를 얻는데 목적을 두고 있다[1, 2]. 이러한 이유로 최근 플랭크 운동(plank exercise)이 많은 관심을 받고 있는데, 이러한 플랭크 운동은 운동 중에 코어 근육(core muscle)의 굴곡근과 신전근의 불균형을 조절하고 복부 및 척추 주변의 근육들을 강화시켜줌으로써 코어 근육 안정화에 도움을 줄 수 있다. 이러한 플랭크의 운동법은 시대적 요구에 부합되는 운동 방법으로 TV나 여러 인터넷 매체에 소개되면서 더욱 많은 인기를 얻게 되었고, 물리치료 현장에서 플랭크 운동 방법은 재활(rehabilitation) 및 자세 교정(correction of posture)의 영역에서 융합하여 적용하고 있다.

정적(static) 플랭크 운동의 종류는 크게 하이(high), 엘보우(elbow), 사이드(side), 및 리버스(reverse) 플랭크 동작으로 나뉘어지고[3], 이들의 정적 플랭크 운동을 다시 응용하여 동적(dynamic) 플랭크 운동인 돌핀(dolphin) 플랭크, 마운틴 클라이머(mountain climber) 플랭크, 스파이더맨(spider man) 플랭크 및 힙딕(hip dip) 플랭크 등의 운동이 활용되어지고 있다. 대부분은 근력을 강화하고자 하는 근육 부위에 따라 적절한 정적·동적 플랭크 동작을 취하여 운동을 실시하고 있는데, 이들 플랭크 운동의 근력강화 근육 부위는 대부분이 코어 근육에 집중되어 있다. 대부분의 플랭크 운동과 관련된 선행연구들은 코어 근육에 초점을 맞춘 연구 사례[4], 어깨관절이나 엉덩이 관절의 각도에 초점을 맞춘 연구 사례[5, 6], 지지면 차이에 초점을 맞춘 연구 사례[7], 간단한 소도구를 활용한 플랭크 운동에 초점을 맞춘 연구 사례[3]가 주를 이루어 연구가 진행되어 왔다. 이와 더불어 대부분의 사람들이 집에서만 실시하는 홈 트레이닝(home training)에서 벗어나 집 주변의 공원에 다수 설치되어있는 야외운동시설물(outdoor fitness equipment) 등을 활용

하여 다양한 근력 향상 운동을 실시하고 있는데, 이 중 무중력 운동기구(weightless exercise equipment)들은 남녀노소에게 많은 인기를 얻고 있는 기구들이다. 이들 운동기구의 장점은 운동 중 흥미를 느낄 수 있고, 다소 안전하며, 특히 관절에 무리가 덜 간다는 점에서 큰 장점이 있다. 이러한 야외운동시설물에는 사용 설명서가 잘 명시되어 있어 누구나 쉽게 시설물을 사용할 수 있는데, 일부 사람들은 기존 운동방식에서 벗어나 같은 운동기구를 다른 방식으로 적용하는 운동사례가 늘고 있다. 특히 무중력 운동기구인 공중걷기(air walker) 운동기구, 파도타기(surf board) 운동기구, 허리돌리기(waist trainer) 운동기구들을 활용하여 플랭크 운동을 실시하는 사람들이 등장하기 시작했는데, 이러한 이유는 이들 운동기구를 활용해 플랭크 운동을 실시한 결과, 운동의 효과가 더 크다고 느꼈기 때문이고, 특히 코어 근육뿐만 아니라 체간 전반적인 근육에 더욱 자극이 가해졌다고 느끼기 때문이었다. 하지만 이러한 장점을 가진 플랭크 운동 중 무중력 운동기구를 활용한 플랭크 운동 연구 사례는 전무하며, 이러한 주장을 뒷받침할만한 과학적 증거 또한 없는 실정이다. 특히 상완, 체간 및 코어근육을 강화시키기 위한 훈련프로그램을 제공할 때, 무중력 운동기구를 활용한 플랭크 운동의 연구결과는 매우 중요한 자료로 활용될 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 하이플랭크 동작 시, 무중력 운동기구인 공중걷기, 파도타기, 허리돌리기 운동기구(high plank : HP, high plank with air walker : HPAW, high plank with surf board : HPSB, & high plank with waist trainer : HPWT) 적용 차이에 따른 삼각근(deltoid : DT), 상완삼두근(triceps brachii : TB), 광배근(latissimus dorsi : LD), 및 외복사근(external oblique : EO)의 근활성도에 어떠한 차이가 발생 하는지 체계적으로 규명하여, 무중력 운동기구를 활용한 하이플랭크 운동 시, 각 근육별 근 기능 향상을 위한 무중력 운동기구를 제시함으로써 효율적인 하이플랭크 운동 프로그램의 기초자료를

제공하는데 그 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 최근 1년 사이에 정형외과 적으로 병력이 없고, 하이플랭크 동작이 가능한 건강한 20대 남성 6명을 대상으로 실험을 실시 하였다. 연구대상자는 본 실험의 목적을 이해하 고 자발적으로 참여하였으며, 구체적인 연구대상 자의 특성은 아래 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of subjects (M±SE)

Variables	
Age (years)	23.00±0.73
Height (cm)	172.95±2.05
Body mass (kg)	66.83±2.75
Body mass index (kg/m ²)	22.33±0.72

2.2. EMG 실험장비

본 연구에서 하이 플랭크 동작의 EMG 분석을 위해 사용된 실험장비는 아래 <Table 2>와 같다.

2.3. 측정항목

본 연구에서 하이플랭크 동작 시 각각의 운동 에 대한 EMG를 측정하기 위하여 아래와 같은 4 가지 측정항목을 선정하였다<Table 3>.


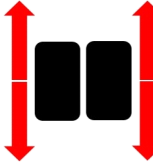
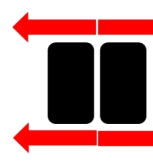
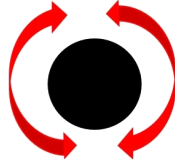
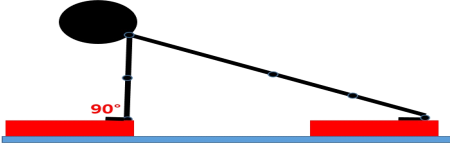
2.4. EMG 측정방법

본 연구에서 실시한 하이플랭크 동작은 신체 를 엮드린 상태에서 손바닥을 15cm 간격으로 바닥에 지탱하여 실시하였고, 무중력 운동기구인 공중걷기, 파도타기, 허리돌리기 운동기구 적용 (high plank : HP, high plank with air walker : HPAW, high plank with surf board : HPSB, & high plank with waist trainer : HPWT)의 조건 차이에 따라 총 4개의 동작으로 구성되었다. 본 실험에 앞서 연구대상자들은 연 구의 목적을 달성하기 위해 연구 수행과제인 4

Table 2. Illustration of EMG analysis device & weightless exercise instrument

Device	Model	Company
EMG analysis device	TeleMyo™ Desktop Direct Transmission system	Noraxon USA Inc., USA
	T246H surface electrode	Bio-Protech Inc., Korea
	Model 542 DTS EMG sensor	Noraxon USA Inc., USA
	LifeCam VX-5000	Microsoft Inc., USA
	NT550P5C Lab-top Computer	Samsung Electronics Inc., Korea
Weightless exercise equipment	air walker WDJ-7002	World-Sports Inc., Korea
	surf board WDJ-7003	World-Sports Inc., Korea
	waist trainer WDJ-7011	World-Sports Inc., Korea

Table 3. Definition of 4 types of high plank motion

	HP	HPAW	HPSB	HPWT
horizontal plane				
sagittal plane				

HP, high plank; HPAW, high plank with air walker; HPSB, high plank with surf board; HPWT, high plank with waist trainer

개 조건의 하이플랭크 동작을 약 3분간 연습하였고, 이후 다시 충분한 휴식 시간을 3분간 취하게 하였다. 그리고 연구대상자의 근활성도 표본 데이터를 획득하기 위해 신체 우측 4부위의 근육(삼각근, 상완삼두근, 광배근, 및 외복사근)에 표면전극을 부착시켰다[8]. 이때 연구대상자들의 T246H 표면전극과 부착 표피(skin) 간의 노이즈(noise)를 최소화하기 위해 실험에 필요한 4개의 신체근육 부위에 면도기로 제모를 하였고, 의료용 알코올로 소독을 실시하였으며, T246H 표면전극 사이의 부착 거리는 2cm로 통일시켰다[9]. HP의 동작은 10초간 정지해있는 등척성 수축(isometric contraction) 상태를 측정하였고, HPAW, HPSB, & HPWT의 동작은 10초 동안 메트로놈을 활용하여 2초 간격으로 5회의 등장성 수축(isotonic contraction) 상태를 측정하였으며, HP, HPAW, HPSB, & HPWT 동작 별로 총 3회씩을 실시하였다. 이때 최초 1회와 마지막 5회의 동작을 제외한 3-8초 사이의 3회차 동작을 본 연구의 결과로 활용하였고, 각 하이플랭크 동작을 실시한 이후 3분간의 충분한 휴식 시간을 부여하였으며, 이때 각 하이플랭크 동작 조건(HP, HPAW, HPSB, & HPWT) 차이에 따른 실험 순서는 동작의 근육 피드백(muscle feedback)의 오차를 최소화하기 위해 단순 무작위 표본 추출법(simple random sampling)을 적용하였다. 그리고 각 하이플랭크 동작에 대한 신호값을 얻기 위해 EMG 신호 주파수는 60Hz, 표본 추출률(sampling rate) 대역은 1,024Hz로 설정하였고, RMS(root mean square)는 200ms의 평활화(smoothing) 과정으로 처리하였으며, 캄코더(Microsoft Inc., WA, USA)를 사용하여 동조화(synchronization)하였다.

2.5. 통계 분석

본 연구의 통계처리는 SPSS version 24.0(IBM Inc., USA)을 사용하여 평균과 표준오차(mean±SEs)를 산출하였고, HP, HPAW, HPSB, & HPWT 차이에 따른 EMG 자료에 대한 차이의 검정은 one-way repeated measure ANOVA를 실시하였으며, 사후 검정은 Scheffe 방법을 사용하였다. 그리고 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

하이플랭크 동작 차이(HP, HPAW, HPSB, & HPWT)에 따른 DT, TB, LD, & EO의 근활성도를 분석한 결과는 <Table 4>와 같다. DT의 근활성도는 HPSB 동작이 HP, HPWT, & HPAW에 비하여 통계적으로 높은 근활성도 결과를 나타내었고($p = .000$), TB의 근활성도 또한 HPSB 동작이 HP, HPWT, & HPAW에 비하여 통계적으로 높은 근활성도 결과를 나타내었다($p = .000$). 그리고 LD의 근활성도는 HPSB 동작이 HP, HPWT, & HPAW에 비하여 통계적으로 높은 근활성도 결과를 나타내었고($p = .000$), EO의 근활성도 또한 HPSB 동작이 HP, HPWT, & HPAW에 비하여 통계적으로 높은 근활성도 결과를 나타내었다($p = .000$).

위에서 서술한 바와 같이 본 연구 결과, 어깨(shoulder) 부위에 위치하고 팔의 외전 기능을 담당하고 있는 DT, 상지(upper arm) 부위에 위치하고 전완(forearm)의 신전(extension) 기능을 담당하고 있는 TB, 신체의 등(back) 부위에 위치하고 상지를 뺄 수 있도록 해주는 LD, 그리고

Table 4. Mean of the average muscle activities during 4 types of high Plank motion (unit: μV)

Muscle	HP	HPAW	HPSB	HPWT	p	Post-Hoc
DT	305.38±18.76	449.00±31.57	621.33±41.38	440.43±36.33	.000	HP<HPWT,HPAW<HPSB
TB	140.46±6.68	214.04±8.30	239.24±11.49	182.10±6.96	.000	HP<HPWT,HPAW<HPSB
LD	30.72±2.25	46.84±3.06	56.29±2.46	43.96±1.74	.000	HP<HPWT,HPAW<HPSB
EO	34.78±0.41	42.51±1.07	46.64±0.49	40.64±0.46	.000	HP<HPWT,HPAW<HPSB

Note : All values are mean ± SEs; HP, high plank; HPAW, high plank with air walker; HPSB, high plank with surf board; HPWT, high plank with waist trainer; DT, deltoid; TB, triceps brachii; LD, latissimus dorsi; EO, external oblique

복벽(abdominal wall) 부위에 위치하고 복부를 압박할 수 있는 기능을 담당하는 EO의 모든 근활성도는 HPSB 동작 시 가장 높게 나타나, 무중력 운동기구를 적용한 하이플랭크 운동은 등척성 수축 형태인 HP와 등장성 수축 형태인 HPAW, HPSB, & HPWT의 차이에 따라 상지, 체간 및 코어 근육의 근활성도에 현저히 다른 결과를 나타내었다. 특히 등장성 수축 형태의 하이플랭크 동작 중, HPSB 동작은 HPWT & HPAW에 비해서 더 높은 근활성도의 패턴이 나타났다. 이렇듯 HPSB 동작 시 DT, TB, LD, & EO의 근활성도가 가장 높게 나타난 이유는 지지면의 불안정성으로 기인한 안정성(stability)의 차이와 인체의 무게중심선(line of gravity)과 연계하여 설명할 수 있을 것이다. 먼저 지지면의 불안정성과 관련된 대부분의 선행연구에서 하이플랭크 동작과 같이 손을 지탱하는 지지면의 불안정성은 운동 자세를 곧게 유지시키고 체간을 더욱 고정시키기 위해 신체의 근활성도가 높게 발현된다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 양상을 보이고 있다[10, 11]. 그리고 하체를 지탱하는 지지면의 불안정성은 운동 시 근육의 안정성과 균형능력에 영향을 미치고[12], 동작이나 저항에 변형성을 부여함으로써 운동의 효과를 더욱 향상시키는 것으로 보고되었으며, 신체를 더욱 안정화시킴으로써 심부근의 동원 능력을 증가시킨다고 보고되고 있다[13]. 또한 지지면의 불안정성을 증대시키기 위해 소도구를 적용시키면 매트 위에서 하는 일반적인 운동에 비하여 더 많은 근력 향상, 고유수용기의 기능의 향상, 유연성 향상, 협응력 향상 및 자세 정렬능력 향상이 된다고 보고되고 있다[14-16]. 이와 더불어 인체의 무게중심선과 관련하여 중심선(center of line)은 인체의 무게중심을 관통하는 수직선으로 설명할 수 있는데, 무게중심선이 기저면의 위치의 차이에 따라 인체의 안정성이 달라진다고 설명할 수 있을 것이다. 본 연구에서 HP, HPWT, & HPAW의 적용은 인체의 무게중심선이 기저면 중앙에 가깝게 위치하여 안정성이 높아 DT, TB, LD, & EO의 근활성도가 HPSB의 적용에 비하여 낮게 나타난 것이라고 설명할 수 있고, 이와는 반대로 HPSB의 적용은 인체의 무게중심선이 기저면 가장자리에 위치하여 안정성이 작아져 DT, TB, LD, & EO의 근활성도가 높게 나타난 것이라고 설명할 수 있을 것이다.

위의 내용을 요약해보면 무중력 운동기구를 활용한 하이플랭크 운동 시 등장성 수축 형태인

HPSB의 적용은 HP, HPWT, & HPAW 적용보다 DT, TB, LD, & EO의 근육강화에 더욱 유의미한 효과를 나타내었다. 하지만 연구대상자 수가 6명이라는 점을 감안해 본다면, 본 연구의 결과를 일반화하기에는 다소 어려움이 있다. 따라서 좀 더 일반화시키기 위한 세부적인 프로토콜을 개발하여 후속 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 무중력 운동기구를 활용한 하이플랭크 운동의 HP, HPAW, HPSB 및 HPWT 차이에 따른 DT, TB, LD 및 EO의 근활성도를 측정하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) DT의 근활성도는 HPSB 동작이 통계적으로 가장 높은 근활성도를 나타내었다($p=.000$).
- 2) TB의 근활성도는 HPSB 동작이 통계적으로 가장 높은 근활성도를 나타내었다($p=.000$).
- 3) LD의 근활성도는 HPSB 동작이 통계적으로 가장 높은 근활성도를 나타내었다($p=.000$).
- 4) EO의 근활성도는 HPSB 동작이 통계적으로 가장 높은 근활성도를 나타내었다($p=.000$).

감사의 글

“이 논문은 중원대학교 교내학술연구비 지원에 의한 것임(과제관리번호: 2021-020)”

References

1. Y. S. Kim, N. J. Lee, “Effects of applied swan Pilates motions on upper body muscle activities”, *Journal of bodywork and movement therapies*, Vol.26, pp. 290-293, (2021a).
2. B. B. Yoon, Immediate effectiveness of ball pilates core exercise to maximum muscular activity and pain in accordance with vibration. Unpublished Master's thesis, Ewha Womans University, (2018).

3. Y. S. Kim, "The Comparative Analysis of Body Muscle Activities in Plank Exercise with and without Thera-band", *Journal of the Korean Applied Science and Technology*, Vol.36, No.3 pp. 758-765, (2019).
4. C. H. Kim, *Muscle activities and tension after three different plank exercise protocols*. Unpublished Master's thesis, Dongkuk University, (2021).
5. G. E. Jeon, *Comparison Serratus anterior and Trunk Muscle activation According to Shoulder Joint angle during Plank exercise*. Unpublished Master's thesis, Youngsan University, (2020).
6. J. Choi, *Comparison of Trunk Muscle activity According to Hip angle in Plank exercise.* Unpublished Master's thesis, Daegu Catholic University, (2020).
7. J. Y. Yang, *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, Jungwon University, (2019).
8. M. Barbero, R. Merletti, A. Rainoldi, *Atlas of muscle innervation zones: understanding surface electromyography and its applications*. Springer Science & Business Media, (2012).
9. Y. S. Kim, N. J. Lee, "Comparative analysis of core muscle activation according to the use of props and the different knee angle during the modified Pilates Hundred", *Journal of bodywork and movement therapies*, Vol.27, pp. 529-534, (2021b).
10. S. H. Kim, *The Effect of chronic low back pain patients to cross section area of multifidus muscle and functional activity to during Push-up plus Exercise using sling*. Unpublished Master's thesis, Dongshin University, (2012).
11. Y. S. Kim, "The Effects of Sling and Vibrator Application of Knee Push-Up Plus Motion on Trunk Muscle Activities in Healthy Subjects", *Journal of the Korean Oil Chemists' Society*, Vol.37, No.1 pp. 1-6, (2020).
12. T. Y. Kim. *Effects of the bridge exercises on the responses of the obliques internal, external, and quadratus lumborum muscles*. Unpublished Master's thesis, Yongin University, (2004).
13. G. Paz, M. Maia, F. Santiago, V. Lima, H. Miranda, "Muscle activity of the erector spinae during Pilates isometric exercises on and off Swiss Ball", *The Journal of sports medicine and physical fitness*, Vol.54, No.5 pp. 575-580, (2014).
14. S. H. Jeong. *EMG responses of trunk and lower limb muscles by Pilates position and movement Using Foam-roller*. Unpublished Master's thesis, Dankook University, (2018).
15. P. A. Houglum. *Therapeutic Exercise for Athletic Injuries*. IL: Human kinetics, (2001).
16. D. J. Rose. *Physical activity instruction of older adults (2nd edition)*. IL: Human Kinetics, (2019).