JKPT Vol. 34, No. 4, August 2022
J Kor Phys Ther 2022:34(4):149-154
pISSN 1229-0475 eISSN 2287-156X

Original Article

https://doi.org/10.18857/jkpt.2022.34.4.149

The Effect of the Modified Bent Arm Torando Exercises to Weight Movement and Muscle Activity when Doing Drive Swing Motion from the Top to Impact Section

Sang Kyu Bae, Su Bin Yun, Jong Won Kim, Jong Kyung Lee, Ji-Won Park

Department of Physical Therapy, Gradute school, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Republic of Korea

Purpose: The purpose of this study was to investigate effects of the modified bent arm tornado exercise on weight shift movement and muscle activity of the impact section in the top of the drive swing.
Methods: Twenty subjects were divided professional golfer group and amateur golf group. Subjects were required to complete following modified bent arm tornado exercise. The activity and weight shift of the gluteus group and lower extremity muscles between the two groups were measured and the Wilcoxon rank test was analyzed.
Results: The distribution of weight shift in the professional golfer group was higher than that of the amateur golfer group ($p < 0.05$). During the golf downswing of the professional golfer group, muscle activation of the lower extremities was higher than that of the amateur golfer group ($p < 0.05$). The distribution of weight shift after exercise by the amateur golfer group was higher than before ($p < 0.05$).
Conclusion: We could confirm was increased significantly of muscle activity and weight shift by applying modified bent arm tornado exercise through this study. This result suggests that exercise is needed to improve weight shift.

Keywords: Drive swing, Muscle activity, Weight shift

서 론

골프는 세계적으로 인기를 얻고 있으며 또한 우리나라의 여자 프로 골퍼 선수들의 국제무대 순위가 상위권이며 관심도가 높은 스포츠이다. 골프는 드라이버의 비거리와 정확성이 순위에 매우 중요한 변수가 되는 운동이다.[1] 드라이버 샷의 비거리는 현대 골프에서는 골프 경기에서의 승부에서 승리할 수 있는 조건 중의 하나이며, 골프 코스 전장의 증가로 인하여 드라이버 샷의 비거리에 따라 세컨드 샷의 클럽 선택과 코스 공략에도 많은 영향을 미치게 되었고 경기 성적으로 나타나게 된다.[2]

골퍼의 목표는 경기에서 골프공을 멀리, 정확하게 보내는 것이며, 정확한 기술(스윙과 샷)과 임팩트 파워(impact power)의 균형을 이룰 때 드라이버 비거리가 향상이 된다.[3] 비거리를 내기 위해서 힘을 적절히 활용해야 하는데, 이는 골프 스윙을 하는 과정에서의 허리 회전력과 신체 중심 이동이 중요하다.[4] 임팩트 파워는 관련 근육의 최대 수축 근력과 근수축 속도(speed)의 합으로 만들어진다.[5] 골프 스윙의 회전 생체역학은 발전량, 비거리, 부상 방지의 중요한 결정 요인으로 알려져 있다.[6] 이 중에서 가장 중요한 것은 헤드 스피드의 빠르기이며, 빠른 헤드 스피드를 만들어 내기 위한 조건 중 체력 요인은 근력과 유연성이다.[7] 그러기 위해서는 자신의 몸무게를 충분히 이용할 수 있어야 하며, 원활한 체중이동을 위해서는 몸의 중심에서 체중이 오른쪽으로 이동했다가 다시 왼쪽으로 이동하여야 한다.

선 자세의 균형은 한 다리로 체중을 옮기는 능력과 밀접한 관련이 있다.[8] 어드레스에서 몸의 중심은 양 발에 동등하게 분배하는(50:50) 것이 일반적이며, 백스윙을 시작하면서 체중이 왼발에서 오른발로 이동되기 시작하여 백스윙 탑에서는 오른발에 거의(10:90)으로 체중이 옮겨져 있어야 한다. 그 이후 다운스윙이 시작되면서 점차 체중이동이 왼발로 시작되면서 임팩트 이후 피니시(finish)에서는 대부분의 체중이 왼발로 옮겨(90:10)져야 한다.[7]

백스윙 후 다운스윙으로 이어지는 연속적인 골프 스윙 동작 시 신체 체중 이동 요인은 임팩트 후 볼의 방향성뿐만 아니라 비거리에도 영향을 미친다.[9] 다운스윙 시 신체 압력 중심(center of pressure)을 표

Received Jul 18, 2022 **Revised** Aug 20, 2022
Accepted Aug 29, 2022
Corresponding author Ji-Won Park
E-mail mylovept@hanmail.net

Copyright © 2022 The Korean Society of Physical Therapy
This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (https:// creativecommons.org/license/by-nc/4.0.) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

적 방향으로 이동시키게 되며, 이때 핸디캡이 낮은 골퍼일수록 양 발의 기저면상에서 압력 중심은 리드 발(Lead leg)로 빠르게 이동하는 경향을 나타낸다. 골프에서 고질적인 문제점 중의 하나인 슬라이스의 가장 큰 원인 중의 하나는 체중이동을 못하거나 적절히 수행하지 못해서 팔 또는 어깨로만 스윙을 함으로써 나타난다.[10]

기존의 연구는 체중이동과 관련해서는 체중이동의 패턴 등에 관한 역학적 연구와 체중이동과 관련된 연구에만 집중되어 있어 아마추어 골퍼 혹은 초보자들이 골프와 관련한 체중이동에 대해 이해하기에는 어려움이 있다고 판단된다.[11-13] 프로 골퍼의 체중이동과 근활성도를 바탕으로 아마추어 골퍼와 차이점을 비교하고 변형된 벤트 암 토네이도 운동이 체중이동과 근활성화에 영향을 미치는지에 대해 연구하였다. 본 연구는 남자 프로골퍼 10명과 남자 아마추어 골퍼 10명을 대상으로 오른손잡이의 왼쪽 다리(lead leg)의 볼기근 등과 하지 근육의 근 활동전위를 측정하여 활성도 비율을 비교하고, 또한 변형된 벤트 암 토네이도(modified bent arm tornado) 운동을 통한 체중이동의 변화와 근육들의 근전도를 분석하여 골프지도자나 애호가들을 위하여 운동에 대한 정보를 제공할 필요성이 있다고 본다.

본 연구는 드라이버 스윙 시 체중이동을 위해 이용되는 변형된 벤트 암 토네이도 운동이 체중이동과 체중이동 시 작용하는 볼기근 그룹과 하지 근육들의 근 활성도에 미치는 효과를 알아보고자 실시하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구를 위하여 선정된 연구대상자는 KPGA 남자 프로 골퍼 10명, 남자 아마추어 골퍼 10명으로 오른팔이 우세한 자를 선정하였다. 프로 골퍼는 아마추어 골퍼와의 체중이동이나 드라이버 스윙에서의 하지 근육의 활성도를 비교하기 위하여 연구대상자로 선정하였다. 아마추어 골퍼는 최근 6개월 동안 근골격계 진단을 받은 자, 골프를 시작한 지 2년 이하인 사람, 18홀 라운드 핸디캡이 +18 이상인 사람은 제외하였다. 모든 연구대상자는 실험 전에 본 연구에 대한 목적과 운동방법에 대한 설명을 듣고 실험에 동의하였으며, 연구 참여 동의서에 서명하였다(Table 1).

Table 1. General characteristic of subjects (n=20)

Subject	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)
Pro athlete (n=10)	23.2±3.7	178±4.7	76.1±8.6
Amateur (n=10)	41.1±7.7	176.6±6	79.9±8.2

2. 실험 방법

1) 측정도구

(1) 체중이동 측정 도구

보디 트랙(BODITRAK)은 3단 패브릭 센서로써 전도성 및 반투과성 재료로 구성된다. 시스템은 초당 100번 이상 표면을 스캔하며, 운동선수가 아래 표면에 압력을 어떻게 가하는지를 측정한다. 보디 트랙 플레이트와 연결된 노트북의 화면으로 연구대상자의 정면의 모습과 좌, 우, 앞, 뒤 체중 분포 및 압력 중심(Center of pressure)의 이동 위치가 출력되고 스윙 전 구간에서의 체중이동 압력 중심의 최고 속도(Peak speed)까지 계산되어 출력되었으며, 본 연구에서는 임팩트 국면에서 체중분포의 값만을 활용하였다.

(2) 왼쪽 볼기근과 넓적다리 근육의 활성도 측정

근육의 근 활성도 신호를 측정하기 위하여 8채널 무선 표면 근전도 WEMG-8 (LXM5308, LAXTHA, Daejeon, Korea)을 사용하였다. Rainoldi A 등의 하지 근육에서 전극을 위치시키는 방법을 참고하여 근육의 활성도를 측정하기 위하여 총 7개의 근육에 근섬유 방향으로 전극을 부착하여 측정하였다.[14] 가쪽넓은근(vastus lateralis)은 위앞엉덩뼈가시(ASIS)와 무릎뼈 사이의 아래 3분의 2지점에 전극을 부착하였다. 넙다리곧은근(rectus femoris)은 위앞엉덩뼈가시와 무릎뼈의 중간지점에 전극을 부착하였다. 안쪽넓은근(vastus medialis)은 무릎관절의 안쪽 중간지점과 위앞엉덩뼈가시의 아래쪽 80% 지점에 전극을 부착하였다. 넙다리두갈래근(biceps femoris)은 무릎을 조금 굽힘 상태에서 궁둥뼈결절과 종아리뼈 머리의 가쪽위관절융기 중간지점에 전극을 부착하였다. 반힘줄모양근(semitendinosus)은 궁둥뼈결절과 정강뼈 머리의 안쪽위관절융기의 중간지점에 전극을 부착하였다. 중간볼기근(gluteus medius)엉덩뼈 능선과 넙다리뼈 큰 돌기의 중간지점에 전극을 부착하였다. 큰볼기근(gluteus maximus)은 엉치뼈와 몸통과 넙다리뼈의 큰 돌기 중간지점에 전극을 부착하였다. 공통 기준 전극(common reference electrode)은 위앞엉덩뼈가시(ASIS)에 부착하였다. 연구대상자에게는 전극이 부착되는 부위에 면도하고 가는 사포로 4회 정도 가볍게 문지르고 알코올로 소독을 실시하여 피부의 임피던스로 인한 오차를 최소화하였다.[15] 전극과 근전도계를 연결하는 전선 움직임에 대한 잡음(noise)을 최소화하기 위해 선을 잘 정돈하였다. 근전도계와 연결된 컴퓨터에서 근육에 해당하는 채널을 설정하여 근전도 신호를 추출하였고 전극으로 수집된 신호의 sampling rate는 1,024Hz로 하였다. 대역 필터(bandpass filter)를 10Hz-350Hz로 설정하여 근전도 분석을 하였고 노이즈 제거를 하기 위해 60Hz를 노치 필터(notch filter)를 이용하여 필터링하였다. 수집한 근전도 신호들을 정량화하기 위해 실효 평균값(root mean square, RMS)처리 하였다. 근육을 3번 측정한 평균값을 최대 등척성 수축 값으로 구하였으며, 최대 등척성 수축 시 5초간 자료 값을 구한 후 처음과 끝부분의 각 1초를 제외한 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 최대 등척성 수축(%MVIC)

https://doi.org/10.18857/jkpt.2022.34.4.149

으로 사용하였다. 최대 수의적 등척성 수축력(maximal voluntary isometric contraction, MVIC)을 이용하여 각 근육에서 얻은 데이터를 정규화(normalization)하였다.

(3) 메디신 볼

연구에 사용한 메디신 볼은 아디다스(ADIDAS, Herzogenaurach, Germany) 3kg 공을 사용하였다. 메디신 볼은 고무재질로 탄력성이 있으며 양쪽으로 손잡이가 달려있어서 손으로 잡을 수 있다.

2) 국면 설정

스윙 동작을 4국면(E1: event1, E2: event 2, E3: event 3, E4: event 4)의 이벤트로 구분하였다. E1 (event 1) 국면은 골프 스윙의 시작 자세인 어드레스(adress) 동작, E2 (event 2) 국면은 골프스윙에서 채가 머리 위로 올려져서 채가 가장 높은 위치에 있는 백스윙 톱(backswing top), E3 (event 3) 국면은 땅에 있는 공을 치는 구간인 임팩트(impact), E4 (event 4) 국면은 공을 치고 난 이후의 스윙을 팔로 스루(follow through)로 구분하였다.[16]

골프 드라이버 샷의 다운스윙 시 다리 근육들의 활성을 알아보기 위하여 분석 국면은 백스윙 탑 시점(E2)에서 임팩트 시점(E3)까지이며, 이 구간을 분석하였다.

3) 골프 드라이버 스윙의 측정 방법

연구대상자들은 워밍업(warming up)을 실시하여 정상적인 스윙을 할 수 있게 하였다. 각 대상자들은 3회씩 드라이버 스윙을 하게 하였고, 표면전극을 부착하여 근전도(EMG) 분석을 하였다. 대상자들의 스윙에 대한 근전도 자료들의 동조화를 위해 보디트랙과 연결된 노트북 카메라를 통해 스윙 동작을 촬영 및 녹화하였고, 어드레스 후 보디트랙과 연결된 노트북 스크린 화면에서 영점을 잡힌 후 "시작"이라는 구두 신호와 함께 근전도 측정 시작과 스윙을 시작 동기화하였다. 본 연구에서는 운동 전, 후 드라이버 스윙에서 드라이브의 비거리의 차이보다는 양쪽발의 체중이동 변화를 연구하였다. 최적의 드라이버 스윙을 위해서 연구대상자들이 평소에 연습하고 있는 드라이버로 실험에 참가하였다.

4) 변형된 벤트 암 토네이도 운동 자세 및 방법

본 연구를 수행하기 위해 미국 타이틀리스트 퍼포먼스 인슈트티트(Titleist Performance Instutite, TPI)의 변형된 벤트 암 토네이도 운동(bent arm tornado exercise)을 기본자세로 하였다. 벤트 암 토네이도 운동은 몸을 골프의 기본자세인 어드레스로 자세를 취한 뒤 양쪽 팔을 90° 구부린 후 다리를 고정한 후 제자리에서 몸을 좌우로 회전하는 운동이다. 변형된 벤트 암 토네이도 운동은 여기에 리드 레그 오른손잡이일 경우 왼쪽 발)을 옆으로 내딛으면서 몸통을 회전하는 운동으로 다음과 같다(Figure 1).

골프 스윙에서와 같이 원심력이 생기는 것에 대항하여 체중이동과 힘을 내는 것은 쉬운 일이 아니다. 3kg 무게의 메디신 볼을 이용하여 골프 스윙에서의 원심력이 작용하는 상황과 비슷한 환경을 만들어 주었다. 체중이동 연습하는 운동들은 제자리에서 고정된 상태로 메디신 볼을 던지거나, 메디신 볼을 이용해서 회전을 하는 운동들이

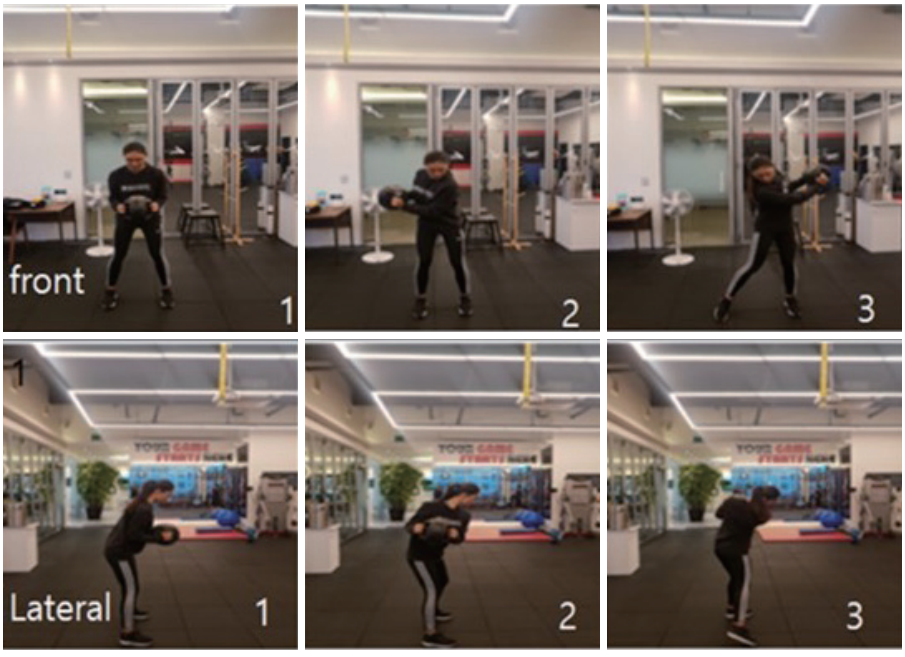

Figure 1. Bent arm tornado exercise.

Table 2. Weight shift at impact point with Pro athlete and amateur (Unit: %Weight distribution)

	Pro athlete	Amateur	p
Weight shift at impact point	80.45±7.33	64.6±13.54	0.004*

Values are mean±standard deviation, *p<0.05.

Table 3. Comparison of leg muscle EMG between two group (Unit: %MVIC)

	Pro athlete	Amateur	p
Vastus Medialis	62.71±12.73	44.54±14.70	0.019*
Rectus Femoris	59.40±18.93	40.73±8.56	0.023*
Vastus Lateralis	68.27±13.62	41.50±12.99	0.002*
Biceps Femoris	55.85±6.83	36.99±10.48	0.001*
Semitendinosus	58.55±8.05	44.40±12.31	0.019*
Gluteus Medius	43.88±11.72	29.25±7.65	0.005*
Gluteus Maximus	23.49±8.47	21.71±10.65	0.406

Values are mean±standard deviation, *p<0.05.

Table 4. Comparison of muscle activity from golf driver backswing to impact point before and after exercise (Unit: %MVIC)

	Pre	Post	p
Vastus Medialis	44.54±14.70	60.35±18.72	0.005*
Rectus Femoris	40.73±8.56	66.78±18.59	0.007*
Vastus Lateralis	38.26±12.99	59.69±12.99	0.007*
Biceps Femoris	45.7±12.77	71.4±15.11	0.005*
Semitendinosus	36.99±10.48	55.64±15.92	0.005*
Gluteus Medius	29.25±7.65	57.59±17.82	0.009*
Gluteus Maximus	21.71±10.65	40.01±20.12	0.005*

Values are mean±standard deviation, *p<0.05.

Table 5. Weight shift at impact point before and after exercise on amateur (Unit: %Weight distribution)

	Pre	Post	p
Weight Shift at impact point	64.60±13.54	81.50±9.05	0.004*

Values are mean±standard deviation, *p<0.05.

었다.[7] 변형된 벤트암 토네이도 운동은 몸을 옆으로 이동하면서 몸통을 회전하는 운동이다. 골프 스윙 순서 중에 백스윙 톱에서 임팩트 포인트로 가는 체중전환 및 몸통 회전을 연습하게 하기 위한 운동이다.

벤트암 토네이도 운동은 제자리에서 고정된 형태인 반면에 변형된 벤트 암 토네이도 운동은 직접 옆으로 몸을 움직이면서 운동을 하므로 자연스럽게 체중이동에 초점이 맞춰져서 선정하게 되었다. 아마추어 골퍼들을 대상으로 첫 번째 3회 드라이버 샷을 한 후 변형된 벤트암 토네이도 운동을 2분 동안 왕복 10걸음씩 반복 수행하였고, 30초 휴식시간을 가졌다. 2분 운동 30초 휴식을 1세트로 정했으며 총 3세트를 수행하였다.

3. 통계 분석

본 연구를 통하여 측정된 데이터의 평균값을 사용하였으며, 수집된 자료처리는 상용 통계 프로그램인 Window용 SPSS statistics ver 25.0 이용하여 각 변인들에 대한 평균 및 표준편차를 산출하여 비교하였다. 아마추어와 프로의 드라이버 스윙 시 넓적다리 근 활성도 차이 데이터를 파악하기 위해 Mann Whitney U test을 사용하였다. 또한 운동 전 후 아마추어 넓적다리 근 활성도 차이 데이터를 파악하기 위해 Wilcoxon rank test를 사용하였다. 통계적 유의 수준으로는 $\alpha = 0.05$로 하였다.

결 과

1. 프로 선수와 아마추어 골퍼의 드라이버 스윙 시 임팩트 지점 체중이동

프로 선수와 아마추어 골퍼의 임팩트 지점에서 왼쪽 발의 체중 분포는 다음과 같았다. 프로선수는 80%이고, 아마추어 골퍼는 65%로 나타났다. 두 집단의 체중이동에는 유의한 차이가 있는 결과를 보였다 ($p<0.05$)(Table 2).

2. 프로 선수와 아마추어 골퍼의 넓적다리 근 활성도 비교

프로와 아마추어 골퍼의 드라이브 스윙 시 백스윙 탑에서 임팩트 지점까지 근 활성도 측정에서 안쪽넓은근, 넙다리곧은근, 가쪽넓은근, 넙다리두갈래근, 반힘줄모양근, 중간볼기근 에서 유의한 차이가 있는 결과를 보였고($p<0.05$), 큰볼기근에서는 유의하지 않았다($p>0.05$) (Table 3).

3. 아마추어 골퍼 운동 전후 근 활성도 비교

아마추어 골퍼에서 운동 전과 후 근 활성도 비교 측정에서 안쪽넓은근, 넙다리곧은근, 가쪽넓은근, 넙다리두갈래근, 반힘줄모양근, 중간볼기근, 큰볼기근에서 유의하게 증가되었다($p<0.05$)(Table 4).

4. 아마추어 골퍼의 운동 전과 후 드라이버 스윙 시 임팩트 지점 체중이동

아마추어 골퍼에서 운동 전과 후의 스윙 시 임팩트 지점 체중이동에서 유의하게 증가되었다 ($p<0.05$)(Table 5).

고 찰

드라이버를 이용한 골프 스윙은 볼을 최대한 멀리 그리고 정확하게 목표지점으로 보내기 위한 목적으로 수행된다.[17] 드라이버 스윙 시 신체의 회전과 병진운동에 의한 원활한 체중 이동은 임팩트 시 클럽헤

https://doi.org/10.18857/jkpt.2022.34.4.149

드 스피드를 상승시킬 방법의 하나로 보고하였다.[18] Im 등[19]은 7번 아이언과 드라이버 스윙을 비교하여 아이언 스윙이 드라이버 스윙보다 체중이동속도가 빠르다고 하였다. Jang과 Ryu[20]는 골프 스윙 시 다리와 발목, 허리의 모멘트와 토크 값을 연구하였다. 메디신 볼을 던지는 체중이동 트레이닝이 초보 골퍼의 체력과 골프공의 비거리와 골퍼의 체중이동이 향상된다고 하였다.[7]

본 연구는 드라이버 스윙 시 체중 이동에서의 프로 골퍼와 아마추어 골퍼의 양발의 체중 분포 차이를 비교하고, 변형된 벤트 암 토네이도 운동이 체중이동 시 작용하는 볼기근과 넓적다리 근육들의 근 활성도와 체중이동에서의 미치는 효과를 알아보고자 실시하였다. 이를 위해 보디 트랙 포스 플레이트 장비를 사용해 다운스윙 시 체중이동을 측정하였고, 프로와 아마추어의 체중이동 차이를 측정했다. 또한 근전도 장비를 이용해 프로와 아마추어의 다운스윙 시 왼쪽 하지의 근 활성도를 측정하고 분석하였다.

임팩트 시점에 프로선수와 아마추어 체중이동 좌우 백분율(%)을 보면 아마추어는 프로와 비교하면 15% 이상의 차이가 나며 이것은 아마추어 골퍼의 스윙에서 체중이동의 어려움과 상체 위주의 스윙을 한다고 하였다.[21] 체중이동이 어려움을 겪게 되면 상체중심의 스윙으로 바뀌면서 공위로 덮어 버리는 엎어 치는 스윙을 하게 된다. 본 연구에서도 임팩트 지점에서 체중이동은 프로와 아마추어에서 통계적으로 유의하게 높았다. 숙련된 프로 골프 선수에 비해서 아마추어 골퍼들은 체중이동을 잘 하지 못하며 상체 위주의 골프스윙을 하였다.

골프 스윙의 부적절한 움직임은 핸디가 높은 집단에서 존재했다는 것을 보여준다. 이러한 부적절한 움직임들은 골프와 관련된 부상의 원인이 될 수 있다고 보고하였다.[22] 변형된 벤트 암 토네이도 운동 후 좌우 체중이동에서는 프로 골퍼의 체중이동 수치와 비슷한 퍼센트 수치가 나왔으며, 운동 전과 후에서 유의하게 높았다. 운동을 하면서 좌우로 자연스럽게 체중이동을 연습하게 되고 이것이 골프 스윙 시 체중 이동한 결과를 나타났다.

골프 스윙 시 필요한 파워의 많은 부분이 넓적다리의 넙다리네갈래근에 가장 큰 부하가 가해지고 스윙 축과 스윙 궤도를 유지하는 데 가장 큰 역할을 한다고 하였다.[23] 골프 스윙 동작은 임팩트 순간과 팔로스루 및 피니시까지 좌측 하지 축을 중심으로 하여 이루어지므로 정확하고 강한 샷을 수행하기 위해서는 다리근육이 강하게 지지되어야 한다고 하였다.[24]

강한 왼쪽 다리의 지지는 회전축을 지탱하게 만들어주고 체중이동을 원활하게 한다. 선행 논문에서는 가쪽넓은근 88%, 넙다리두갈래근 83%, 안쪽넓은근 58% 백스윙 탑에서 임팩트 지점까지 왼쪽 넓적다리의 근 활성도가 높다고 하였다.[25] 또한 국내 연구에서도 왼쪽 다리의 가쪽넓은근, 안쪽넓은근 등의 근 활성도가 높았다.[16] 본 연구에서도 아마추어 골퍼에게 근전도를 부착하여 근 활성도를 측정하고 %MVIC로 비교 분석한 결과, 안쪽넓은근 63%, 넙다리곧은근 59%, 가쪽넓은근 68% 근 활성도로 뒤쪽의 넓적다리 두갈래근이나 반힘줄모양근보다 근 활성도가 높았다.

아마추어 골퍼의 아이언 클럽의 길이가 길어짐에 따라 두 다리의 근 활성도 비교에서는 왼쪽 다리에서는 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넙다리곧은근의 활동이 높았다고 보고하였다.[26] 본 연구에서도 아이언과 드라이브 샤프트의 재질의 차이점이 존재하지만 드라이버에서도 가쪽넓은근, 안쪽넓은근, 반힘줄모양근, 넙다리곧은근 순서대로 근 활성도가 높게 나타났고 선행 논문과의 결과와 비슷한 결과가 나타났다. 프로선수에서는 오른쪽 큰볼기근이 왼쪽 큰볼기근보다 높은 근 활동을 나타낸다고 보고하였다.[27] 최근 연구에서는 프로선수들은 양쪽 큰볼기근이 비슷한 근 활성도를 보이고, 아마추어들은 왼쪽 큰볼기근의 활성도가 높았다.[28] 본 연구에서는 실험 결과 프로와 아마추어 스윙 시 근 활성도에서 큰볼기근을 제외한 다른 근육들에서는 유의한 차이가 있었다.

변형된 벤트 암 토네이도 운동을 시행 후 근 활성도에서는 실험한 모든 근육에서 운동 전과 비교하여 근 활성도가 증가하였다. 또한 체중 이동으로 인한 왼발의 체중지지도 유의하게 높아졌다. 변형된 벤트 암 토네이도 운동이 드라이브 스윙 시 체중이동과 다리 근육의 근 활성에 영향을 미치는 운동이 될 수 있음을 보여준다. 아마추어 골퍼나 프로 골프 선수에게 제공되는 운동 재활 프로그램이나 훈련 및 중재 방법으로 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 한계점으로는 첫째, 프로와 아마추어의 한쪽 다리에만 근전도를 부착 연구하였기 때문에 두 다리의 같은 구간에서의 근 활성의 상관관계를 동시에 분석하는 연구가 필요하다고 생각된다. 둘째, 운동의 효과에 대한 전후의 차이는 확인할 수 있었지만, 운동의 지속적인 효과에 관해서는 연구하지 못하였다. 셋째, 적은 연구대상자와 남성으로 한정되어서 성별에 따른 결과를 고려하지 못하였다. 이에 향후 연구에서는 본 연구의 제한점을 보완하여 남성뿐만 아니라 여성에서도 양쪽 다리의 주요 근육 분석과 장기간에 걸친 운동 효과에 대한 운동형상학적, 운동학적 분석이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Kim JE, Yim JE, Do KS. The correlation between the physical power of golf players and the titleist performance institute level 1 test. Phys Ther Rehabil Sci. 2018;7(1):13-7.
2. Kim CS, Lee WJ, Kim JH. Effects of the combination of core and weight training programs of golf players on their driver shot. JCD. 2013;15(1):133-40.
3. Choi WJ, Kim TH, Oh DS. Effect of weight ball throw training on weight shifting of lower body, head speed of club, and driving distance of amateur golfers. J Korean Soc Phys Med. 2017;12(3):111-7.

4. Park HS, Kim TY, Kim SB. Study on the movement in center of body mass and changes in ground reaction force according to ionized magnesium intake during driver swings of golf athletes. Journal of Golf Studies. 2021;15(4):301-13.
5. CHun AY, Seo YH. Effects of combined exercise on amateur golfers' physical fitness and distance of driver shots. KJGD. 2017;25(1):145-9.
6. Steele KM, Roh EY, Mahtani G et al. Golf swing rotational velocity: the essential follow-through. Ann Rehabil Med. 2018;42(5):713-21.
7. Park IR. Effects of weight shift training by medicine ball on physical fitness and golf performance in beginner golfer. Jour of KoCona. 2012;12 (1):500-7.
8. Ko YJ, Lee HS. The effect of weight-shift training with hula hoop on weight shift change and gait in stroke patients: a cross-sectional pilot study. J Korean Soc Phys Med. 2017;12(1):9-14.
9. Kim CW. A study of the shot differences among each clubs and the weight shift patterns from back swing top to the impact during the golf swing. KJSB. 2009;19(2):287-96.
10. Queen RM, Butler RJ, Dai B et al. Difference in peak weight transfer and timing based on golf handicap. J Strength Cond Res. 2013;27(9):2481-6.
11. Peterson TJ, McNitt-Gray JL. Coordination of lower extremity multi-joint control strategies during the golf swing. J Biomech. 2018;77:26-33.
12. Park J. Weight transfer patterns under the different golf swing types: a case study involving a low handicap player and a high handicap player (I). KJSB. 2005;15(3):31-49.
13. Horan SA, Evans K, Morris NR et al. Thorax and pelvis kinematics during the downswing of male and female skilled golfers. J Biomech. 2010; 43(8):1456-62.
14. Rainoldi A, Melchiorri G, Caruso I. A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. J Neurosci Methods. 2004;134(1):37-43.
15. Escamilla RF, Zheng N, Macleod TD et al. Patellofemoral joint force and stress during the wall squat and one-leg squat. Med Sci Sports Exerc. 2009;41(4):879-88.
16. Kim SY, Lee JS, Yang JO, et al. Gender differences in electromyography of the lower extremity during golf driver swing. KJSB. 2009;19(3):557-66.
17. Lee KH, Kwon MS, Im YT. Correlation analysis of the x-factor, x-factor stretch and swing-related factors during drive swing. KJSB. 2015;25(2): 149-55.
18. Jang JK. A study on the effective x-factor. KJSB. 2005;15(3):153-9.
19. Im YT, Park JS, Lee JW et al. The effect of center of pressure patterns between drive and iron during the golf swing. Journal of Golf Studies. 2016;10(4):103-13.
20. Jang JK, Ryu JK. Kinetic analysis of the lower body joints on golf swing. KJSB. 2014;24(4):339-47.
21. Park JB, Park SH, Kim TH et al. Comparative analysis of core muscle activity during golf swing in semi-pro and amateur golfers. Journal of Sport and Leisure Studies. 2010;42(2):817-24.
22. Zheng N, Barrentine S, Fleisig G et al. Kinematic analysis of swing in pro and amateur golfers. Int J Sports Med. 2008;29(06):487-93.
23. Chung ST, Chun TW, Woo JH et al. A study on isokinetic concentric torque of knee extensor and flexor in golf players. Exercise Science. 2000;9(1):201-9.
24. SHin DS, Song OB, Lee CJ et al. Effect of combined exercise on physical fitness and driver shot performance in middle and high school male golfers. JCD. 2012;14(4):82-92.
25. McHardy A, Pollard H. Muscle activity during the golf swing. Br J Sports Med. 2005;39(11):799-804.
26. Marta S, Silva L, Vaz JR et al. Electromyographic analysis of lower limb muscles during the golf swing performed with three different clubs. J Sports Sci. 2016;34(8):713-20.
27. Park JY, Park BY. The analysis of electromyography during professional & amateur golfer's iron swing. KJSB. 2004;14(2):167-78.
28. Callaway S, Glaws K, Mitchell M et al. An analysis of peak pelvis rotation speed, gluteus maximus and medius strength in high versus low handicap golfers during the golf swing. Int J Sports Phys Ther. 2012;7(3)288-95.

https://doi.org/10.18857/jkpt.2022.34.4.149