

해양스포츠 활동 시 윈드서핑보드의 휴대위치 빈도와 지면반력 파라미터 분석

현승현 · 오영택 · 류재청* 제주대학교

The Analysis of the GRF and Frequency of Carrying Positions of Windsurfing Board In Marine Sports

Hyun, Seung-Hyun · Oh, Young-Taek · Ryew, Che-Cheong

Jeju National University

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyse of the GRF parameters and frequency of carrying positions of windsurfing board in marine sports. To achieve the study goal, Total 5 healthy adults male(age: 21.20±1.64yrs: height: 174.30±1.93cm, body mass: 78.57±5.56kg) participated in this study. A force-plate was used to collect GRF (AMTI-OR-7) data at a sampling rate of 1000Hz/sec, and analyzed GRF parameters analysed were vertical force(Fz), medial-lateral GRF(Fx), anterior posterior GRF(Fy), Center of pressure(COPx, COPy, COP area), and loading rate during gait. The results analyzed from the above were as follows; The parameter of GRF didn't show statistically significant difference according to the carrying positions of windsurfing board. but B type showed larger vertical force(Fz) & loading rate(%) than that of E type and G type. Also G type showed larger anterior-posterior GRF, COPx, COPy & COP area than that of B type and E type.

논문정보

논문투고 : 2014. 1. 10.
논문수정 : 2014. 2. 15.
게재확정 : 2014. 2. 20.

Key words :

GRF parameters
carrying positions
windsurfing
marine sports
frequency analysis

* E-mail : ryew@jejunu.ac.kr

1. 서론

선진국형 해양레저를 대표하는 윈드서핑(windsurfing)은 개인의 체격과 체력수준에 따라 남녀노소 누구라도 바람을 이용하여 다양한 난이도의 경기를 즐길 수 있는 스포츠로서 1967년 L·A 근교 해안에서 요트의 바람과 서핑의 파도에서 아이디어를 얻어 고안되었다(Glenn, 1980). 또한 윈드서핑은 바람과 물이 있는 곳이면 어디서든 간편하게 행할 수 있으며 자연과의 일체감 조성과 함께 도전의식을 일깨우고 절묘한 평형감과 조정력을 요구하는 매력적인 자연스포츠(양명환, 2002)로, 선진국형 해양레저 및 수상스포츠의 저변확대에 활로를 열어주었고(임운학, 2010), 그 관심이 점차적으로 늘어나고 있는 추세이다(이동욱, 2013).

해양스포츠에서 중요시되는 체력으로는 당기와 밀기 등에 필요한 완력, 배의 기울기에 오랜 시간동안 버틸 수 있는 배근력, 스타트와 피니시 때 필요한 순발력, 전신의 중심을 유지하는데 필요한 평형성과 조정력, 계속해서 높은 경기력을 유지할 수 있는 근지구력과 심폐지구력, 그리고 해양스포츠의 모든 기술과 관련된 유연성 등을 들 수 있다(김남수, 1999). 윈드서핑은 가벼운 바람에서 동작을 수행하는 과정에서도 대둔근(gluteus maximus), 상완이두근(biceps brachii), 척추 수근굴근(flexor carpi ulnaris), 단요측 수근신근(extensor carpi radialis), 승모근(trapezius)이 발달된다고 하였다(Dyson, Buchanan, Farrington & Hurron, 1996).

하지만 이와는 반대로 윈드서핑 시 초보자와 경력자간에 자세와 원리 이해의 차이로 허리통증과 비복근의 근육통증 유발(Patel, Abbott & Marshall, 1986), 풋스트랩(footstrap)의 지나친 고정으로 인대의 손상(damage)이 발생된다. 또한 월드컵 윈드서

핑대회에서 부상 또한 머리부상이 17%, 몸통부상 9%, 상지부상 59%로 보고하고 있으며(Gosheger, Jügersberg, Linnenbecker, Meissner & Winkelmann, 2001), 독일의 경우 전체 부상 중 21%가 골절(fracture), 8%가 인대파열(ruptured a ligament), 기타 외과상(surgical treatment)이 있는 것으로 보고하고 있다(Petersen, Rau, Hansen, Zantop & Stein, 2003). 이충일(2007)도 보드 위에 접지하는 발의 위치와 상체 자세, 진로변화를 위한 테크닉 발현 시 불안정한 중심 이동으로 인하여 압력분포는 다른 특징이 나타나고, 압력분포의 차이에서 오는 불완전한 중심을 바로 잡고자 무리하게 상체의 중심을 힘으로 유지하고 불필요한 에너지 소비와 요통 및 비복근의 통증을 유발하는 원인을 제공한다고 하였다.

이처럼 선행연구들을 통하여 윈드서핑은 많은 에너지 소모와 체력의 필요성을 알 수 있었고 여러 부상기전에 대해 살펴보았다. 하지만 더욱 중요한 사실은 윈드서핑을 실시한 이후 많은 에너지 소비로 인해 체력의 감소 및 신체불안정성이 나타난 상태에서, 개인장비(서핑보드, 마스트, 세일)를 휴대하고 이동시키게 된다. 일반적인 평지보행에서 신체에 가중된 무게는 체간의 좌우 비대칭적인 근 활성화도가 나타나게 되며, 불안정뿐만 아니라 균형을 유지하는 능력에도 영향을 미치고(Motmans, Tomlow & Vissers, 2006), 목, 허리 등과 같은 근골격계 질환의 원인이 된다고 보고하고 있다(Holewijn, 1990).

특히 Burnfield, Tsai & Powers(2005)가 보행 시 전·후 및 좌·우지면반력 방향의 힘은 지면반력 벡터가 수직적 절대값의 편위에 의해 일어나는 것으로, 발과 지면사이에 적당한 마찰이 없게 되면 안정성을 위협하며, 미끄러지는 결과를 낳는 것으로 보고하고 있다. 또한 지면에 대해 발에 의해 발휘되는 작용력으로 추진과 균형조절을 위해 제공된다(류재청, 현승현, 2013).

이에 휴대하는 가방이나 신체에 가중된 무게가 증가할수록 몸이 앞으로 기울어지게 되는데 이러한 부정렬은 허리의 과긴장과 비정상적인 자세, 잘못된 보행으로 진행되어 관절, 근육, 뇌와 신체구조 등에 영향을 미칠 수 있다(Forjuoh, Lane & Schuchmann, 2003). 이에 지면반력파라미터는 보행 시에 생성되는 최대수직지면반력시점에서 좌우, 전후지면반력과 부하율, 압력의 중심(Center of Pressure/ COPx, COPy)등을 분석하였고, 특히 압력의 중심(COP)은 압력판을 통해 균형성의 지표인 COP 관련 변인들을 분석하는 것으로 자세제어와 전략 및 반응 메커니즘을 관찰해 불안정성을 판단할 수 있는 작업으로(류지선, 2010; Palmieri, Ingersoll, Stone & Krause, 2002) 자세 안정성을 정량화 할 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 윈드서핑 활동 시 서핑보드를 휴대하는 위치의 빈도와 이에 따른 지면반력(Ground Reaction Force) 파라미터를 분석하여 윈드서퍼(windsurfer)들의 적합한 서핑보드의 휴대 위치를 위한 기초자료 제공과 안정성 차이를 규명하기 위해 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 참여한 대상자들은 윈드서핑 경험이 있는 성인남성 25명을 대상으로 서핑보드의 휴대위치에 따라 빈도분석을 실시하였고 이들이 선호하는 보드와 경력은 <표 1>과 같다.

빈도분석 실시 후 윈드서핑 보드의 휴대위치에 따른 지면반력을 분석하기 위해 본 연구의 목적과 취지를 설명한 후 자발적으로 참여를 원하는 5명 (age: 21.20±1.64yrs, height: 174.30±1.93cm, weight:

78.57±5.56kg)을 대상으로 선정하였으며, 이들은 최근 1년 이내 척추와 하지관절, 족부질환 및 보행에 이상이 없었으며, 보드를 운반하는 과정에 무리가 없는 자들이었다.

표 1. 윈드서핑 경력과 선호하는 보드의 빈도분석결과

구분		전체(%)
경력	1년 미만	20(80.0%)
	2년	3(12.0%)
	3년	2(8.0%)
	전체(%)	25(100%)
선호보드	멜로디	13(52.0%)
	스타보드	10(40.0%)
	바이퍼	2(8.0%)
	전체(%)	25(100%)

2. 윈드서핑보드 휴대 위치의 빈도분석결과

본 연구에서 윈드서핑보드의 휴대 위치에 따른 지면반력 측정 전, 1인과 2인으로 구분하였으며 윈드서핑보드를 휴대하는 위치의 빈도차이는 <표 2> 와 <그림 1>과 같다. 그 결과 가장 높은 빈도를 차지하고 있는 1인 B 유형, 2인 E, G 유형으로 설정하여 휴대위치에 따른 지면반력변인을 측정하였다.

3. 실험절차

본 연구에서 지면반력 측정을 위해 AMTI-OR6-7 모델을 1대 사용하였다. 지면반력기의 폭은 36.5cm와 길이는 51cm로 보행 시에 이와 유사한 높이의 나무상자를 제작하여 오른발이 접지되는 시점을 기준으로 전·후 5m 거리로 설치하였고, 샘플링은 1000Hz/sec로 자료를 수집하였다<그림 1>.

윈드서핑 보드는 Fanatic사의 Viper(length: 299cm,

표 2. 윈드서핑보드 휴대 위치의 빈도분석결과

구분	휴대위치	전체(%)
1인	(A)머리상단	1(4.0%)
	(B)우측에 휴대	22(88.0%)
	(C)어깨 위	2(8.0%)
	전체(%)	25(100%)
2인	(D)머리상단	3(12.0%)
	(E)우측에 휴대	12(48.0%)
	(F)서로 마주보고 휴대	1(4.0%)
	(G)2인 모두 전방을 향하고	9(36.0%)
	전체(%)	25(100%)

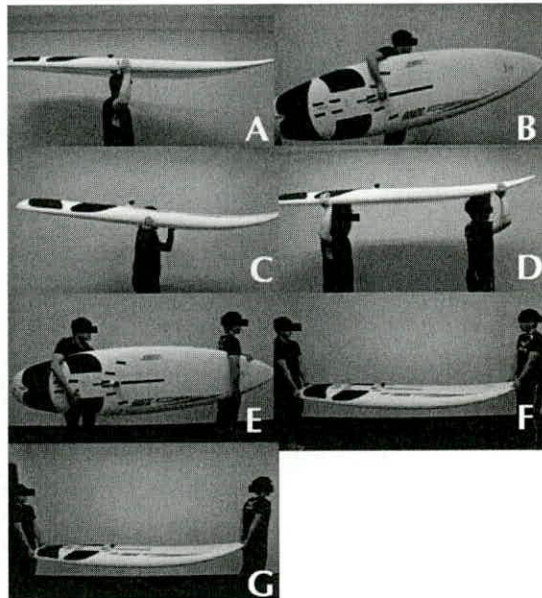


그림 1. 보드휴대위치

mass: 33.75kg) 모델을 사용하여 각 대상자에게 휴대하게 한 후 실시하였다(B, E, G). 보도 선정 시 빈도분석결과 바이퍼(viper)보드의 사용빈도가 가장 낮았으나, 1인 실험할 수 있는 휴대형태와 크기가 적합하여 바이퍼보드로 선정하였다.

또한 2인이 보드를 운반하는 동작은 후방에 위치한 대상자의 지면반력을 측정하였다. 이러한 이

유는 2인이 정면을 마주보고 보드를 운반할 때 후방에 위치한 대상자는 보드형태로 인한 지면상태 확인이 차단되기 때문에 이로 인한 불안정한 보행 기전을 측정하기 위해 실시하였다. 실험 시 신발의 형태와 크기, 재질로 인해 발생하는 오류를 피하기 위해 맨발(bare foot)로 실시하였고, 측정판 위에서 인위적 하지동작을 일으키거나 보행속도를 느리게 함으로 자료에 영향을 미칠 수 있으므로(Perry & Burnfield, 2010) 자신이 가장 편안한 자기선택속도(self-selected speed)로 힐-토(heel-toe) 착지 보행을 요청하였다(류지선, 2007; 류재청과 현승현, 2013; Buzzi, Stergiou, Kurz, Hageman & Heidel, 2003). 추가로, 대상자들이 보행하는 동안 지면반력에 자연스러운 부하를 측정하기 위하여 5분간 연습 후 가장 이상적인 보행동작을 선택하여 자료로 활용하였다.

4. 이벤트 및 국면구간

지면반력 분석은 오른발 착지 시 생성되는 최대 수직지면반력을 시점으로 F_x , F_y , F_z 값을 분석하여 각 대상자의 체중으로 나누어 표준화하였다. 우측발의 부하율(impact loading rate)은 다음과 같은 방식으로 계산하였다(Munro, Miller & Fuglevand, 1987). P_1 은 발이 지면 착지 시 발생하는 최대수직 지면반력값(impact peak, N), $F50^+$ 는 최대수직지면 반력(P_1)이 발생 전 수직지면반력 값이 50N의 값을 넘어선 최초의 수직 지면반력값, T_1 은 P_1 발생하는 시점(impact peak time, sec), $T50^+$ 는 $F50^+$ 가 발생하는 시점이다.

Impact loading rate

$$= (P_1 - F50^+) / (T_1 - T50^+)$$

압력의 중심(COP)은 COP_x , COP_y 의 최대·최소

변화량을 분석하였고, COP의 면적은 지면접지동안 생성되는 사각형면적을 분석하였다(Ross, Guskiewicz, Gross & Yu, 2009).

5. 자료처리

본 연구에서 지면반력의 자료처리는 KwonGRF 2.0 program(Visol Inc, Korea)을 사용하여 분석하였고, 산출된 역학적 변인은 PASW version 18.0 프로그램을 이용하여 기초통계량인 평균 및 표준편차를 산출하였다.

윈드서핑 보드의 3가지 휴대위에(D, E, G) 따른 지면반력 변인 간 비교는 일원분산분석(One-Way Analysis of Variance)을 사용하였고 유의한 차이를 발견 시 사후검증(post hoc test: Duncan)을 실시하였다. 본 연구에서 사용된 모든 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 지면반력 파라미터결과

본 연구에서는 <표 3>과 같이 지면반력파라미터 분석 시 전후지면반력(Fy)은 전·후방의 최대 시점으로 나누어 분석하였고, 내·외 지면반력(Fx)은 보행 주기 동안 2번의 수직지면반력(Fz) 정점이 나타난다는 Whittle(2007)의 자료를 참고하여 첫 번째 정점과 두 번째 정점으로 구분하여 같은 시점에서 분석하였다. 또한 조사된 지면반력 파라미터 변인들은 각 체중과 보드무게에 대한 지면반력 크기를 산출하여 표준화하였다.

그 결과, 조사된 지면반력 파라미터는 윈드서핑보드를 휴대하는 위치에 따라 통계적 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 하지만 전후지면반력(Fz 1)은 G 유형의 $-0.32\pm 0.09\text{N/kg}$ 으로 B 유형의 $-0.22\pm 0.04\text{N/kg}$, E 유형의 $-0.21\pm 0.07\text{N/kg}$ 보다 더 큰 전단력을 나타냈다.

표 3. 윈드서핑 보드의 휴대위치변화에 따른 지면반력 파라미터 결과

구분 GRF(단위)	휴대위치			전체평균	F	post-hoc
	B	E	G			
Fx 1(N/kg)	-0.02 ± 0.02	-0.04 ± 0.01	-0.03 ± 0.01	-0.03 ± 0.01	2.598	-
Fx 2(N/kg)	-0.06 ± 0.02	-0.06 ± 0.01	-0.06 ± 0.01	-0.06 ± 0.01	.162	-
Fy 1(N/kg)	-0.22 ± 0.04	-0.21 ± 0.07	-0.32 ± 0.09	-0.25 ± 0.08	3.016	-
Fy 2(N/kg)	0.23 ± 0.06	0.17 ± 0.05	0.22 ± 0.05	0.21 ± 0.06	2.031	-
Fz 1(N/kg)	1.37 ± 0.29	0.97 ± 0.18	1.13 ± 0.24	1.16 ± 0.28	3.226	B>E, G
Fz 2(N/kg)	1.18 ± 0.27	1.01 ± 0.15	1.02 ± 0.17	1.07 ± 0.20	.996	-
$\Delta\text{COPx(cm)}$	1.42 ± 0.31	1.43 ± 0.26	1.85 ± 0.60	1.56 ± 0.39	.205	-
$\Delta\text{COPy(cm)}$	16.87 ± 4.06	16.44 ± 2.03	18.72 ± 2.35	16.35 ± 2.77	.195	-
loading rate(N/kg·sec)	18.52 ± 15.51	6.70 ± 2.39	11.23 ± 6.90	12.15 ± 10.46	.248	-
COP area(cm ²)	19.80 ± 10.10	23.96 ± 7.70	27.82 ± 10.51	23.86 ± 9.43	1.811	-

NOTE: B: 1인 우측에 휴대, E: 2인 우측에 휴대, G: 2인 정면을 바라보고 휴대

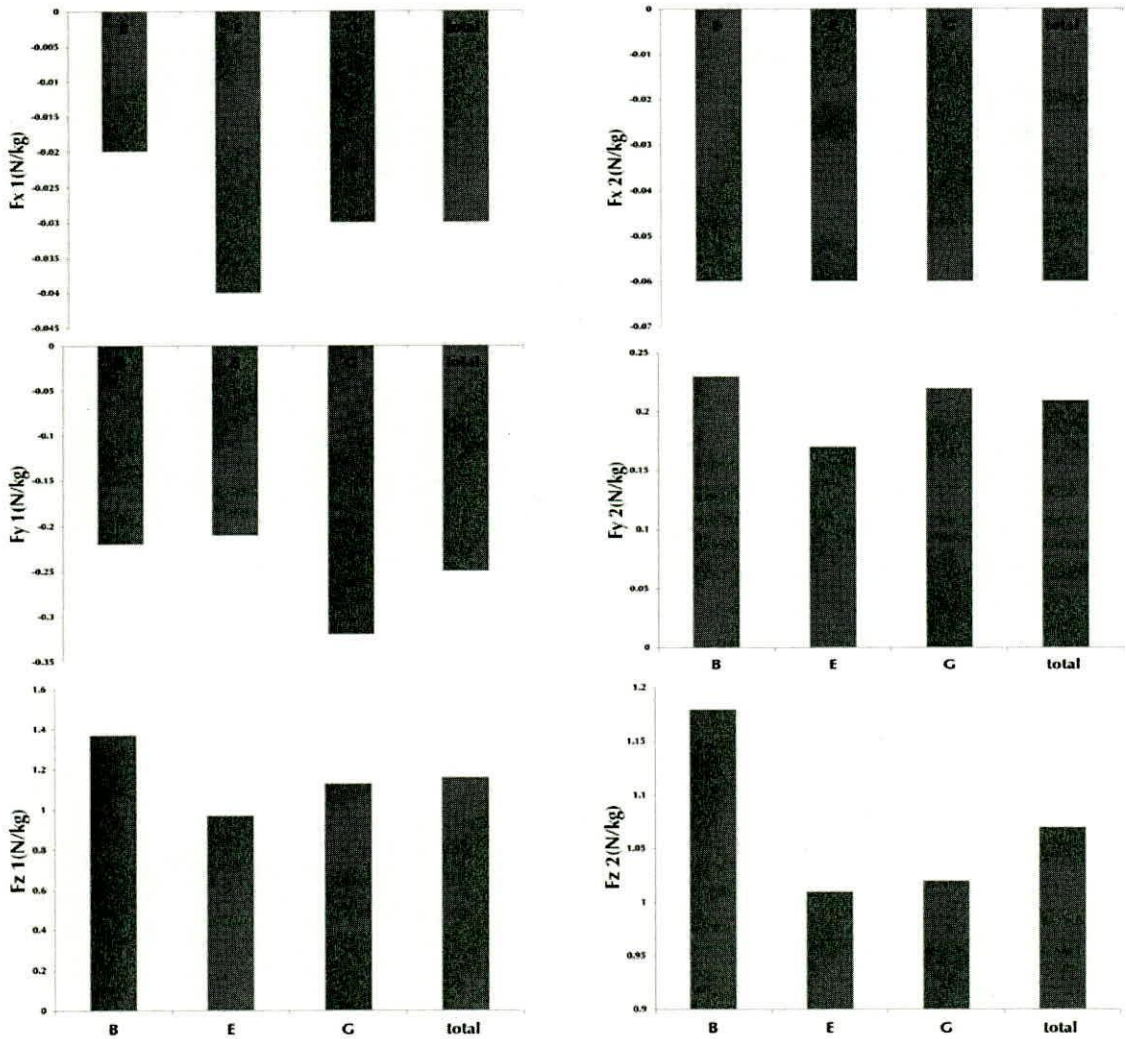


그림 2. 지면반력 파라미터(Fx, Fy, Fz)

또한 수직지면반력(Fz 1)은 B 유형이 1.37 ± 0.29 N/kg으로 E 유형의 0.97 ± 0.18 N/kg과 G 유형의 1.13 ± 0.24 N/kg과 비교하여 더 큰 제동력을 보였고, 추진과정에서도 B 유형이 1.18 ± 0.27 N/kg으로 E 유형의 1.01 ± 0.15 N/kg과 G 유형의 1.02 ± 0.17 N/kg보다 더 큰 수직지면반력(Fz 2)을 나타냈다<그림 2>.

압력의 중심(COP)변화는 우선 COPx에서 G 유형

이 1.85 ± 0.60 cm로 B 유형의 1.42 ± 0.31 cm, E 유형은 1.43 ± 0.26 cm보다 더 큰 좌우변화를 보였고, COPy에서도 G 유형이 16.87 ± 4.06 cm로 B 유형의 16.44 ± 2.03 cm, E 유형은 18.72 ± 2.35 cm보다 더 큰 변화를 보였다. COP 면적은 G 유형이 27.82 cm²로 B 유형의 19.80 ± 10.10 cm², E 유형은 23.96 ± 7.70 cm²보다 더 큰 COP 면적을 보였고, 충격부하율(loading rate)은

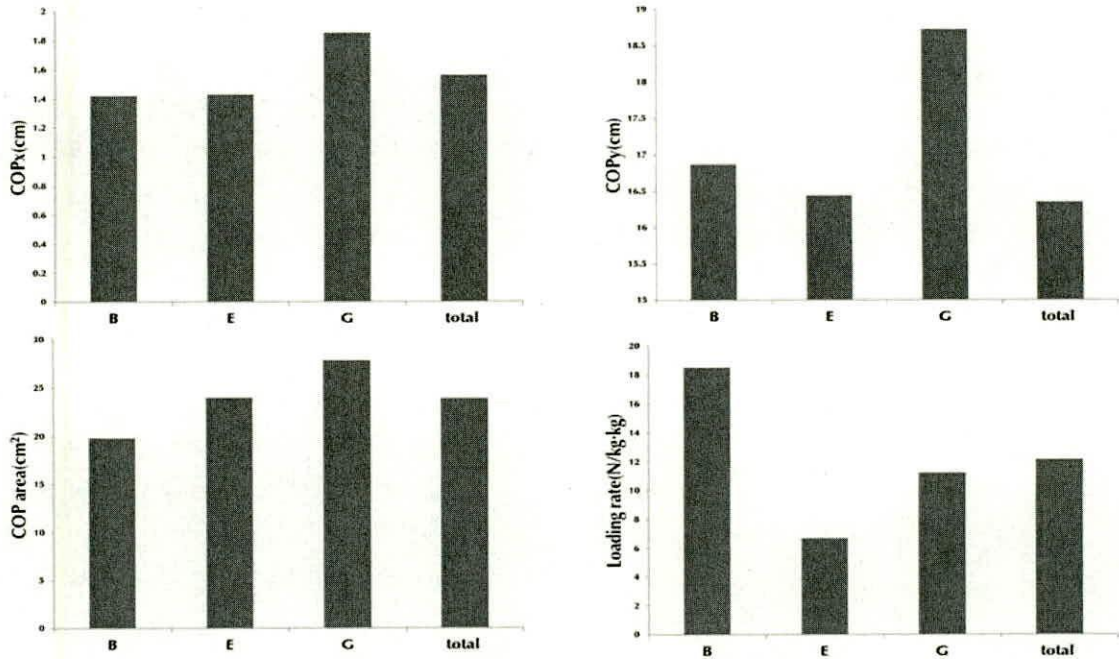


그림 3. 지면반력 파라미터(COPx, COPy, COP area, loading rate)

B 유형이 $18.52 \pm 15.51 \text{ N/kg} \cdot \text{sec}$ 로 E 유형의 $6.70 \pm 2.39 \text{ N/kg} \cdot \text{sec}$ 와 G 유형의 $11.23 \pm 6.90 \text{ N/kg} \cdot \text{sec}$ 보다 더 부하율이 나타났다<그림 3>.

IV. 논의

본 연구는 윈드서핑 활동 시 서핑보드를 운반하는 과정에서 휴대하는 위치에 따른 지면반력 파라미터들을 분석하기 위해 실시하였다.

본 연구결과에서 알 수 있듯이 내·외 지면반력(Fx)의 변화는 서핑보드의 휴대위치에 따라 큰 차이는 없었다. 하지만 전·후지면반력(Fy)과 압력의 중심(COPx, COPy), COP 면적(area)은 2인이 모두 전방을 향하여 이동하는 유형이(G) 가장 큰 값을 나타냈다. 이러한 결과는 Whittle(2007)이 일반적인

보행에서 Fy 지면반력은 체중의 20%로 보고하고 있지만 본 연구에서 Fy는 $-0.32 \pm 0.09 \text{ N/kg}$ 으로 더 큰 결과를 나타냈다. 이는 본 연구에서 보드를 휴대하는 B, E 유형이 상대적으로 Fy, COPx, COPy, COP area가 작은 값을 나타내고 있어, 1인이 물건을 운반 시 한쪽 발이 접지되는 시간을 짧게 하여 부하를 줄이기 위한 기전(김찬규, 이병훈, 2013)과, 중량이 증가함에 따라 보행주기가 감소되어(우동필, 2001) 나타난 결과로 생각된다.

반면, 본 연구에서 2인이 보드를 이동(G) 시 지면반력 측정은 후방에 위치하여 지면의 거리와 상태를 인지할 수 없는 시각이 차단된 대상자를 측정하였다.

모든 운동을 수행하는데 있어서 가장 먼저 이루어지는 과정은 시각정보를 바탕으로 표면(surface)을 지각해야 하는 것으로 보고하고 있다(Gibson,

1986). 특히 자세안정성을 평가하는 중요한 변수인 COP의 움직임에 대한 분석이 임상적 예측을 위해서 이용되어지고 있는데(Lee & Lin, 2007), 본 연구에서도 윈드서핑 보드의 형태로 인한 시각차단으로 COP와 관련 변인들은 모두 G 유형이 가장 큰 값을 나타냈다. 이러한 결과는 고영철, 조준행, 문곤성, 이해동, 이성철(2011)이 시야가 확보되지 않는 경우 앞뒤 방향의 흔들림의 폭이 증가하고 하지관절의 움직임, 지면반력변인, COP, 안정화지수, power 등에서 차이가 난다는 보고와 일치한 결과를 보여 시각차단으로 불안정한 보행이 이루어지는 것으로 생각되며, 자세불안정으로 제동력을 위한 수평적 전단력(horizontal shear) 또한 더 증가되는 것으로 생각된다.

하지만 수직지면반력(Fz 1)의 변화는 1인 이 보드를 우측에 휴대하고 이동하는 유형(B)이 $1.37 \pm 0.29N/kg$ 으로 가장 큰 값을 나타냈다. 이는 일반적인 평지보행에서 수직지면반력은 체중의 120% 라는 결과(Whittle, 2009)와 비교해 볼 때 더 큰 값이며, 본 연구의 전·후 지면반력(Fy)에서 전단력이 증가되는 기전과 같이 보드의 무게를 1인이 휴대하였을 때 무거운 하중으로 제동력이 크게 생성되는 것으로 판단된다. 또한 두 번째 정점인 수직지면반력(Fz 2) 역시 무거운 보드무게로 인해 신체중심이동의 전방이동운동량이(momentum) 감소하여 추진을 위한 마지막지지기의 밀어내기를 어렵게 하여 보행하는 것으로 생각된다. 충격부하율/loading rate)은 지면접시 시 생성되는 힘을 반영하게 되는데, 본 연구에서 3가지 보드를 휴대하는 유형 중 1인 우측에 휴대하여 이동하는 동작이(B)가 가장 크게 나타나 시간단위당 더 큰 충격이 발생하는 것으로 판단된다. 특히 2인이 휴대하여 이동하는 경우, 1인 보드 휴대(B)와 비교하여 상대적으로 적은 부하율을 나타냈지만 시각이 차단된 G 유형의 경우 시

각이 확보된 E 유형과 비교해 볼 때 더 큰 부하율이 나타나, 상대적으로 짧은 시간동안 수직지면반력 값이 급격하게 상승된 것으로(김현주, 김종덕, 김미영, 2010) 보행의 동적 안정성이 감소된 결과로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 윈드서핑보드의 휴대위치에 따른 지면반력파라미터들을 분석하기 위해 실시하였고, 분석변인들은 수직지면반력(Fz), 내·외지면반력(Fx), 전·후지면반력(Fy)과 부하율/loading rate), 압력의 중심과 관련변인들(COPx, COPy, COP area)을 분석하였다. 분석대상자들은 윈드서핑 경험이 있는 성인 남성 5명을 대상으로 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

지면반력 파라미터들을 분석한 결과 모든 변인에서 통계적 유의한 차이는 없었다. 하지만 수직지면반력과 부하율은 B 유형이 E, G 유형과 비교하여 가장 큰 값을 나타냈고, 전후지면반력의 변화, COPx, COPy, COP area 는 G 유형이 B, E 유형과 비교하여 가장 큰 값을 보였다.

종합해 볼 때 1인이 보드를 휴대하여 이동하는 경우, 보드무게로 인해 충격력은 더 커지는 것으로 생각되며, 2인 이동 시 시각이 차단된 경우 보행안정성이 감소되는 결과를 보여, 가급적이면 2인 보드 이동 시 우측에 보드를 휴대하여 이동하는 방법이 효율적인 운반법으로 판단된다. 따라서 추후 여러 윈드서핑과 관련 장비무게와 지면의 조건 등을 고려한 후속연구들이 이루어지길 제안한다.

참고 문헌

- 고영철, 조준행, 문근성, 이해동, 이성철(2011). 시각 정보의 차단이 트립랜딩 시 착지 전략에 미치는 영향. *한국운동역학회지*, 21(1), 31-38.
- 김남수(1999). *사회체육실기종목Ⅲ*, 교학연구사, 204-214.
- 김찬규, 이병훈(2013). 가방의 휴대 형태와 무게 변화에 따른 보행 분석. *한국산학기술학회 논문지*, 14(1), 199-205.
- 김현주, 김종덕, 김미영(2010). 여성들의 성숙이 트립랜딩 시 하지의 부상위험 요인에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 49(1), 437-443.
- 류재청, 현승현(2013). 20대 여성의 체중과 힐 높이에 따른 보행자세의 운동역학적 비교분석. *한국사회체육학회지*, 51, 563-575.
- 류지선(2007). 비선형 시계열 기법에 의한 선호속도 걷기의 동적 안정성 비교분석. *한국체육학회지*, 46(2), 431-439.
- 류지선(2010). 하이힐 높이에 따른 균형성. *한국운동역학회*, 20(4), 479-486.
- 양명환(2002). 윈드서핑 레저스포츠의 만족도 분석. *경남체육연구*, 7(1), 25-39.
- 우동필(2001). *운반작업의 보행 특성과 생리학적 작업부하 분석*. 동아대학교 대학원, 미간행 박사학위논문, 부산.
- 이동욱(2013). 윈드서핑 참여유인 요인이 서비스만족과 재구매 행동에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 52(1), 227-237.
- 이충일(2007). 윈드서핑 동작유형별 압력분포 분석. *한국사회체육학회지*, 29, 481-489.
- 임운학(2010). *스포츠 마케팅*. 시간의 물레.
- Burnfield, J. M., & Tsai, Y-J., & Powers, C. M. (2005). Comparison of utilized coefficient of friction during different walking tasks in persons with and without a disability. *Gait & Posture*, 22(1), 82-88.
- Buzzi, U. H., Stergiou, N., Kurz, M., Hageman, P. A., & Heidel, J. (2003). Nonlinear dynamics indicates aging affects variability during gait. *Clinical Biomechanics*, 18, 435-443.
- Dyson, R. J., Buchanan, M., Farrington, T. A., & Hurrion, P. D. (1996). Electromyographic activity during windsurfing on water. *Journal of Sports Sciences* 14(2), 125-130.
- Forjuoh, S. N., Lane, B. L., & Schuchmann, J. A. (2003). Percentage of body weight carried by students in their school backpacks. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 82(4), 261-266.
- Gibson, J. J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Glenn, T. (1980). *Windsurfing*. McGRAW Hill.
- Gosheger, G., Jägersberg, K., Linnenbecker, S., Meissner, H. J., & Winkelmann, W. (2001). Injury patterns and prevention in World Cup windsurfing. *Sportverletz Sportschaden*, 15(2), 50-54.
- Holewijn, M. (1990). Physiological strain due to load carrying. *European Journal of Applied Physiology*, 61(3-4), 237-45.
- Lee, A. J. Y., & Lin, W. H. (2007). The influence of gender and somatotype on single leg upright standing postural stability in children. *Journal of Applied Biomechanics*,

- 23, 173-179.
- Motmans, R. R., Tomlow, S., & Vissers, D. (2006). Trunk muscle activity in different modes of carrying schoolbags. *Ergonomics*, 49(2), 127-38.
- Munro, C. F., Miller, D. I., & Fuglevand, A. J. (1987). Ground reaction force in running: a reexamination. *Journal of Biomechanics*, 20(2), 147-155.
- Palmieri, R. M., Ingersoll, C. D., Stone, M. B. m & Krause, M. A. (2002). Center of pressure parameters used in the assessment of postural control. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11, 51-66.
- Patel, M. K., Abbott, R. J., & Marshall, W. J. (1986). Spinal cord injury during windsurfing. *Spinal Cord*, 24, 191-193.
- Perry, J., & Burnfield, J. M. (2010). *Gait Analysis-Normal and Pathological Function, Second edition*. Thorofare, New Jersey: SLACK, U. S. A.
- Petersen, W., Rau, J., Hansen, U., Zantop, T., & Stein, V. (2003). Mechanisms and prevention of windsurfing injuries. *Sportverletz Sportschaden*, 17(3), 118-122.
- Ross, S. E., Guskiewicz, K. M., Gross, M. T., & Yu, B. (2009). Balance measures for discriminating between functionally unstable and stable ankles. *Medicine Science in Sports Exercise*, 41(2), 399-407.
- Sidway, B., Mcnitt-Gray, J., & Davis, G. (1989). Visual timing of muscle preactivation in preparation for landing. *Ecological Psychology*, 3, 253-264.
- Whittle, M. W. (2007). *Gait Analysis: An introduction*, Edition 4, Oxford, Butterworth-Heinemann.