



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2014년 8월

교육학석사(체육교육)학위논문

윈드서핑 숙련도에 따른 세일 업의  
운동학적 변인 및 근활성도 차이 분석

조선대학교 교육대학원

체육교육전공

김 창 민

# 윈드서핑 숙련도에 따른 세일 업의 운동학적 변인 및 근활성도 차이 분석

The difference analysis of kinematic variable and  
muscle activity on sail up according to skill degree in  
windsurfing

2014년 8월 25일

조선대학교 교육대학원

체육교육전공

김 창 민

# 윈드서핑 숙련도에 따른 세일 업의 운동학적 변인 및 근활성도 차이 분석

지도교수 이 경 일

이 논문을 교육학석사(체육교육)학위 청구논문으로 제출함.

2014년 4월

조선대학교 교육대학원

체육교육전공

김 창 민

김창민의 교육학 석사학위 논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 윤 오 남



위 원 조선대학교 교수 이 계 행



위 원 조선대학교 교수 이 경 일



2014년 6월

조선대학교 교육대학원

# 목 차

## ABSTRACT

I. 서 론 .....	1
A. 연구의 필요성 .....	1
B. 연구의 목적 .....	2
C. 연구의 가설 .....	3
D. 연구의 제한점 .....	3
II. 이론적 배경 .....	4
A. 우리나라의 윈드서핑 역사 .....	4
B. 요트의 유래 .....	5
C. 세일 업 방법 .....	6
D. 근전도의 원리 .....	8
III. 연구 방법 .....	10
A. 연구대상자 .....	10
B. 실험도구 .....	10
C. 실험절차 .....	13
D. 분석국면 .....	16
E. 자료분석 .....	17
IV. 결 과 .....	18
A. 운동학적인 변인 .....	18

1. 무릎 각도 .....	18
2. 허리 각도 .....	19
3. 소요 시간 .....	20
4. 무릎 각속도 .....	22
5. 허리 각속도 .....	23
B. 근전도 .....	24
1. 비복근 .....	24
2. 대퇴직근 .....	25
3. 척추기립근 .....	26
 V. 논 의 .....	 27
 VI. 결론 및 제언 .....	 31
 참고문헌 .....	 33

# 표 목 차

표 1. 연구대상자의 신체특성 .....	10
표 2. 실험 도구 .....	11
표 3. 무릎각도 변인 차이 .....	18
표 4. 허리각도 변인 차이 .....	19
표 5. 소요시간의 변인 차이 .....	20
표 6. 무릎 각속도의 변인 차이 .....	22
표 7. 허리 각속도의 변인 차이 .....	23
표 8. 비복근 활성화도 차이 .....	24
표 9. 대퇴직근 활성화도 차이 .....	25
표 10. 척추기립근 활성화도 차이 .....	26



## 그림 목 차

그림 1. 실험장비 배치도 .....	11
그림 2. 반사마커 부착 .....	13
그림 3. 근전도 부착 부위 .....	14
그림 4. 각도 정의 .....	15
그림 5. 이벤트 시점 .....	16
그림 6. 자료처리 흐름도 .....	17
그림 7. 무릎각도 변인 차이 .....	18
그림 8. 허리각도 변인 차이 .....	20
그림 9. 소요시간 .....	21
그림 10. 무릎 각속도의 변인 차이 .....	22
그림 11. 허리 각속도의 변인 차이 .....	23

# ABSTRACT

## The difference analysis of kinematic variable and muscle activity on sail up according to skill degree in windsurfing

Kim Chang-Min

Advisor : Prof. Kyung-Il Lee Ph.D.

Major in Physical Education,

Graduate School of Chosun University

This study was to do a comparative analysis on kinematic differences and differences in muscle activity between the skilled and the unskilled in windsurfing sail up actions and to present the basic theory of the sail up actions. For this, it was conducted targeting 3 skilled people with more than 3 years of experience and 3 unskilled people with less than 1 year of experience. The video experiment was analyzed through Kwon3D XP after shooting it by 30frame/s with 4 cameras, EMG measured the muscle activity of the straight muscle of thigh, gastrocnemius, erector spinae muscles using Telemyo 2400T. The results of the comparative analysis on the data measured in this experiment obtained the following conclusions.

First, in sail up actions, skilled people did them as their knee angle was increasing in order of E1-E2-E without changes in the knee angle, on the other hand, unskilled people showed inefficient movement in order of E1-E3-E2.

Second, in sail up actions, skilled people performed them by minimizing the back angle variation in the state of extending the waist.

Third, in sail up actions, skilled people set up the mast safely taking a long time after the boom end.

Fourth, skilled people did sail up actions by lessening the back angle.

Fifth, in sail up actions, for skilled people, the muscle activity of the right gastrocnemius appeared high.

Sixth, in sail up actions, skilled people showed the high muscle activity of the straight muscle of thigh.

Seventh, in sail up actions, the muscle activity of erector spinae muscles showed differences in E2, skilled people showed the high muscle activity.

# I. 서 론

## A. 연구의 필요성

윈드서핑은 물과 바람만 있으면 어디서든 남녀노소 누구라도 즐길 수 있는 레저와 스포츠 기능을 함께 갖춘 레저스포츠로써 1968년 Hoyle Schwetzer와 Jim Drake에 의해 미국 캘리포니아에서 시작되었다. 이후 요트에 달려있는 고정식 마스트(Mast ehceo)의 상식을 깨고 360도로 움직이는 유니버설 조인트를 개발하여“윈드서핑”라는 이름을 붙여 전 세계에 보급되었고, 1984년 L.A올림픽에서는 유일한 해양스포츠의 한 종목으로 정식채택되며 많은 발전을 하였다(권영삼, 2001).

국내에서는 1976년 강승일에 의해 처음 소개되었고, 1980년 대한 요트협회 심판위원인 권희범이 대한해협을 횡단하면서 일반인에게 처음 소개되었고, 1988년 서울 올림픽 개최식행사로 윈드서핑 퍼레이드를 계기로 비약적인 발전을 하였다(안두옥, 1996), 현재에는 시·도의 협회조직을 이루어 전국적으로 200여 개의 클럽과 7만 여명 이상의 동호인이 활동하고 있으며 윈드서핑을 선호하는 동호인의 수가 지속적으로 늘어나는 추세이다.

윈드서핑은 1인승의 개인 경기로서 레이스를 하는 동안 바람, 파도 그리고 조류 등의 환경적 요인이 여러 상황으로 변화되어 경기수행에 대한 변인이 많은 해양스포츠 종목이며, 무동력으로서 최고 60~90km/s 의 속도로 경기 내내 선 자세에서 피칭이나 롤링에 대처해야 하기 때문에 평형감각뿐만 아니라 근력 지구력 등의 강한 체력을 요구한다(안두옥, 1996). 이와 관련된 선행연구에서 윈드서핑 동작을 수행하는 과정에서 발달되는 근육은 대둔근(gluteus maximus), 상완이두근(biceps brachii), 척측 수근굴근(flexor carpi ulnaris), 단요측 수근신근(extensor carpi radialis), 승모근(trapezius)이 발달된다고 하였으

나(Dyson et al.,1996), Patel et al.(1986)은 윈드서핑을 즐기는 데 초보자와 경력자간의 자세와 원리 이해의 차이로 인해 허리통증과 비복근의 근육통증을 호소한다고 보고하였다. 이는 숙련도에 따라 근활성도에 차이가 있음을 의미하며, 숙련도에 따른 자세 변화를 관찰하는 것은 초보자들의 기술 습득에 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

국내에서의 윈드서핑에 대한 학술적인 연구는 이충일(2007)의 윈드서핑 동작 유형별 압력분포 분석과 강대관(2003)의 서킷웨이트트레이닝이 윈드서핑 선수의 근력과 순발력 및 근 지구력 변화에 미치는 영향, 이한우(2005)의 윈드서핑의 롤링과 피칭기술 습득 시, 주의초점에 따른 동작 전 정보와 동작 후 외재적 피드백의 학습효과, 이한림(2007)의 윈드서핑 선수들의 풍속별 혈중 젖산농도 변화에 관한연구 등이 있으며, 윈드서핑선수들의 슈트착용에 따른 체온변화가 피로 및 근 상해 발생요인에 미치는 영향 등의 상해연구가 이루어지고 있다. 그러나 레저 스포츠로서의 윈드서핑이 대중 속으로 가깝게 다가왔음에도 불구하고 초보자들을 위한 정량적인 기초기술 연구는 전혀 이루어지지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 윈드서핑 기술의 가장 기본이 되는 세일 업 동작의 근활성도 및 운동학적 변인을 숙련도에 따라 분석하여 초보자들의 기술습득에 도움을 주고자 실시할 것이다.

## B. 연구의 목적

본 연구의 목적은 윈드서핑의 가장 기본이 되는 동작인 세일 업 시 숙련도에 따른 운동학적 변인과 근활성도를 비교 분석하여 윈드서핑 수행에 있어서 보다 효율적인 동작의 정략적 근거를 제시하고 초보자 및 지도자에게 과학적 기초자료를 제공하는데 있으며 이러한 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 가설을 설정하였다.

## C. 연구 가설

본 연구의 목적에 따라 다음과 같은 가설을 설정하였다.

첫째, 윈드서핑 세일 업 시 숙련도에 따라 운동학적 변인(속도, 신체분절 각도, 시간)에 차이가 있을 것이다.

둘째, 윈드서핑 세일 업 시 숙련도에 따라 근전도 변인(척추기립근, 대퇴직근, 비복근)에 차이가 있을 것이다.

## D. 연구의 제한점

첫째, 윈드서핑의 세일 업 시 숙련도에 따른 비숙련자와 숙련자와의 차이를 1년 이하, 3년 이상으로 구분 하였다.

둘째, 실험실에서 실시하는 연구로서 환경적 요인은 고려되지 않았다.

셋째, 비숙련자와 숙련자의 나이는 고려하지 않았다.

넷째, 인체분절 질량 중심의 위치가 변하지 않는 강체(rigid body)로 간주하였다.

## II. 이론적 배경

### A. 우리나라의 윈드서핑 역사

국내에 윈드서핑이 보급 된 시기는 1880년 권희범이 대한해협 횡단에 성공하면서 대중 속으로 확산되었다. 경제성장과 함께 1988년 올림픽 개막식에 보드세일링협회와 서울올림픽 조직위원회의 퍼레이드 행사 협약체결로서 행정관청에서 관심과 대우를 갖게 되었고 이를 성공적으로 마치면서 대중 스포츠로 발전하였으며 이는 요트 제작공장 코마라사의 헌신적인 장비 지원과 제작활동으로 윈드서핑계 발전의 서막을 열었다.

올림픽에 유일하게 해상에서 이루어지는 종목으로서 해상의 꽃이라 불리었고 윈드서핑은 종목이 생긴 이래로 최단기일에 아시안 게임을 비롯해 올림픽 정식종목으로 채택되었다.

또한 동호인들에게는 대부분 한강 주변이 윈드서핑의 주무대가 되었고 1985년 ‘한국보드세일링협회’를 결성하여 대한체육회 요트협회의 클래스협회로 가입하였으며, 이후 1991년 대한윈드서핑협회가 발족하여 사단법인체로 등록하였다. 근래에 전국적으로 16개의 시·도 지부협회를 두고 있으며 매우 적극적으로 윈드서핑 활성화에 힘쓰고 있고, 1990년대 들어와 각종 국제 대회에서 많은 성적을 올리고 있다. 그러나 지난 1998년 방콕 아시안 게임에서 윈드서핑과 요트를 포함해 금6개 은1개 동3개 메달을 획득하였지만 국민들에게는 큰 이슈를 던지지 못했다(대한요트협회, 2000).

현재에는 윈드서핑이 대학교의 교양체육 또는 레저학과의 수업으로 이루어지고 있고 중·고등학교의 특별활동으로서 많은 청소년들이 체력단련 및 즐거움을 느끼고 있으며 해양소년단 보이스카우트 청소년연맹단원들의 많은 활동을 벌이고 있다. 이러한 확대 속에서 윈드서핑 경기를 TV 중개를 통해 대중 스포츠로

활성화되고 있고 현재 동호인 7~10만 명이 윈드서핑을 즐기고 있으며 세계적으로 놀라운 속도로 저변확대가 이루어지고 있어 윈드서핑의 전망은 밝다고 본다.

## B. 요트의 유래

요트의 유래는 16세기 네덜란드에서 시작하여 정식 요트가 나온 것은 17세기 초엽 희랍어 Jagen에서 유래되어 Jacht로 부르는 배가 만들어졌다. 이 무렵 네덜란드에 망명 도중 Jacht를 즐겼던 영국의 망명자 찰스 황태자가 1660년 왕정 복구 후 찰스 2세로 즉위하였을 때 네덜란드의 암스테르담 시장이 야트를 선물로 기증하였고, 그 이후 영국에 전파되어 지금의 요트로 불리어지게 되었다(대한요트협회, 1987).

요트의 어원은 네덜란드어에서 유래되었으며 이는 ‘사냥하다, 쫓는다’라는 의미를 가지고 있다. 돛을 이용하여 바람을 추진력으로 수상을 달릴 수 있도록 고안된 요트의 기원은 고대 돛단배에서부터 시작되었으며, 이집트에서 발견된 용기에서 B·C 6000년경의 유물에서 돛과 노를 같이 사용할 수 있는 배의 그림이 그려져 있었다. 바람의 방향에 크게 구애받지 않고 세일링 할 수 있는 요트는 1660년경 영국의 찰스 2세 즉위를 축하하기 위하여 네덜란드에서 선물한 수렵선 2척이 그 시초라 할 수 있다. 요트경기의 시초는 1661년 9월 1일 찰스 2세가 템즈강의 그리치에서 그레이브 센트까지 37km의 코스를 사용해 100파운드의 상금레이스를 펼침으로서 시작되었다고 전해지고 있다. 유럽에서의 저변을 확대한 요트는 1907년 국제요트경기연맹이 정식으로 결성되었으며 올림픽 종목으로는 제1회 아테네 올림픽에 채택되었으나 기상악화로 실제경기는 열리지 못하고 1912년 제2회 파리 올림픽부터 요트경기는 시작되었다(대한요트협회, 1987).

우리나라에서는 오랜 범선의 역사를 찾아볼 수 있지만 수구와 같은 개념의 요트



놀이는 찾아볼 수 없다. 따라서 우리나라에서는 1930년경 연희전문학교의 언더우드(underwood) 씨가 한강변의 목수에게 요트를 제작하게 하여 황해 요트클럽이라는 이름으로 한강하류에서 활동한 것이 요트의 효시라 할 수 있다. 태평양전쟁이 발발하자 일제는 요트금지령을 내려서 요트를 제작하거나 타는 행위를 금지하였으나, 광복 이후 미군이 우리나라에 주둔하면서 진해, 대천 등지에서 개인적으로 요트를 즐기는 군인이 나타나기 시작하였으며, 1960년대부터 국내에서도 개인적으로 요트를 제작하여 즐기는 사람이 있었다.

본격적으로 요트 보급이 활기를 띠기 시작한 것은 1970년 몇몇 동호인들이 한강변 광나루에서 호수용 턴 클래스(turn class) 20척을 합판으로 제작하여 대한 요트클럽을 설립하면서 부터이다. 이 클럽은 대학생들 중심으로 활기를 띠었으나 1972년 대 홍수로 인해 모두 유실되는 불행을 당했다. 그러나 이 클럽의 동호인들은 다시 힘을 모아 국제 스나이프 클래스와 국제 오케이 덩기 클래스를 수입하여 대한조정협회에 요트부를 신설하고 요트경기 보급에 나서게 되었다. 1979년에는 드디어 대한요트협회를 창립하였고 대한 체육회의 가맹단체가 됨과 동시에 국제요트연맹에도 가입하게 되었다(대한요트협회, 1998).

## C. 세일 업 방법

세일 업은 초보자가 최초로 만나는 어려운 관문이다. 하지만 요점만 알면 간단하다. 중요한 것은 힘이 아니라 균형이다.

### 1. 기본은 바람을 등으로 받는다.

초보자에게 있어서 최대의 어려운 관문이 세일 업이다. 그러나 요령만 파악하면 생각보다 훨씬 쉽게 세일을 일으킬 수 있다. 기본은 등으로 바람을 받는 위치에서 세일 업을 시작하는 것이다.

마스트를 양발로 끼우고 몸이 항상 보드 중심에 머물게 한다. 손이 아니라 체

중 전부를 사용해서 끌어 올리는 것이다. 세일 업의 포인트는 힘이 아니다. 균형 있게 세일을 올리는 것이다.

## 2. 기본 포지션

보드는 바람에 대해 직각, 마스트는 보드에 대해 직각으로 등에 바람을 받고 양발로 마스트를 끼우고 몸의 방향은 마스트에 대해 직각으로 한다.

## 3. 무릎과 등줄기를 펴고 세일 업

업 홀 라인의 한 손으로 잡고 등줄기와 무릎을 펴서 상체를 천천히 뒤로 쓰러뜨리듯이 전 체중을 사용해서 세일을 올려준다. 이 때 턱은 당기고 세일을 확실히 본다.

## 4. 서서히 세일을 끌어당긴다.

세일이 올라오면 그것에 따라 업 홀 라인을 끌어 당긴다. 몸을 뒤로 쓰러뜨리는 자세인 채 손으로 끌어 당기는 느낌이다. 몸과 마스트로 V자 균형을 잡도록 한다.

## 5. 물에서 떨어지는 균형에 주의

봄 엔드가 물에서 올라오는 순간 갑자기 세일 전체가 가벼워진다. 지금까지와 마찬가지로 몸을 뒤로 쓰러뜨리고 있으면 그대로 물에 떨어져 버리므로 세일이 올라오기 직전에 무릎을 가볍게 구부려서 균형을 잡듯이 스윙 세일을 뺀다.

## 6. 시버링으로 세일 업 종료

세일이 물에서 빠졌을 때에는 업 홀 라인의 쥐고 있도록 해서 몸과 마스트를 너무 떼지 않고 V자 균형을 잡는다. 이 상태를 시버링이라고 한다. 이것으로 세일 업은 완료다.

## D. 근전도의 원리

표면전극을 이용한 근전도 신호량은 근육의 운동단위의 수와 발사율(firing rate)을 직접 나타낸다고 할 수는 없지만 일반적으로 근육의 전기적 활성도를 나타내기 때문에 근 긴장도 연구에서 많이 사용되고 있다. 또 운동학적 측정과 운동역학적 측정이 추가될 때 움직임 동안의 EMG 신호는 어떻게 근육이 움직임에 기여하는지를 분석하기 위한 포괄적인 방법으로 제시될 수 있다.

또한 EMG는 목적 있는 움직임의 신경조절에 대한 통찰력을 제공해 줄 수 있다.(Donald, 2004).

근전도는 근육이 수축할 때 생기는 활동전위를 적당한 방법으로 유도하여 증폭 기록하는 것을 말한다. 근육은 수천 개의 수축성 요소(contractile elements)들의 연쇄(chain)로 구성되어 있다. 각 연쇄(근섬유)는 직접적인 신경 활동으로 움직인다. 수축성 요소 (contractile elements)는 근절(sarcomeres)을 말한다. 조절은 근육섬유 그룹의 단일하고 작은 운동신경(motor unit)라 부른다. 근전도 신호는 운동단위의 활동으로 표시된다. 효과적인 근육활동은 많은 운동단위의 활동에 의하여 결정된다. 다른 중요한 요소로는 근육 내외의 역학(mechanics) 뿐만 아니라 운동단위의 상태와 섬유의 형태(type), 그리고 크기(size) 등이 중요한 요인이 된다.

근전도의 특성을 보면 골격근 세포의 활동전위는  $10\mu\text{V}\sim 10\text{mV}$ 로 폭이 크다. 지속시간은 30msec 이고 주파수대역은 5~10,000Hz이다. 주파수(Frequency)란 주기적으로 변동하는 데이터 파형과 같은 상태가 1초 동안 몇 번 나타나는가를 표시 할 때 사용하는 용어로 단위는 Hz(Hertz)로 표시한다. 근전도계의 구성은 유도용 전극, 입력상자, 증폭기, Braun관 oscilloscope 그리고 기록기로 이루어져 있고, 부속장치로 정류장치, 연속촬영장치, 평균 가산장치, 주파수 분석장치, 스피커 그리고 전기 자극 장치로 이루어진다.

전극의 종류로는 침전극(Needle electrode)과 표면 전극(surface electrode)이 있는데 침 전극은 바늘을 검사하고자 하는 신경근 단위에 찔러 넣어서 검사

할 때 쓰이며, 피부표면에 전극을 부착하는 무통증, 비침습적인 방식으로 측정한다. 따라서 근육운동단위 한 개의 전기적 활동만을 측정하는 바늘 근전도와는 달리 통증 없이 근육운동단위 집합체의 총체적인 시너지 활동을 정량적으로 분석할 수 있다. 각 근육부위에서 측정한 표면 근전도는 몇 가지 정량적인 분석을 통해 임상적으로 유용하게 활용된다.

### III. 연구방법

#### A. 연구대상자

본 연구를 위한 실험 대상자는 국내에서 활동하고 있는 1년 이하 3년 이상의 경력을 가지고 있는 대상으로 구성하였으며, 대상자들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자들의 신체특성

구 분	나이(year)	신장(cm)	체중(kg)	운동경력
비숙련자	20	175	67	1년 이하
	20	177	69	1년 이하
	20	178	70	1년 이하
숙련자	40	179	73	3년 이상
	30	173	66	3년 이상
	29	175	67	3년 이상

#### B. 실험도구

본 연구에서 사용되는 장비는 3차원 영상촬영을 위한 장비와 EMG 측정장비, 자료 분석 장비, 동조 장비로 구분된다. 이에 대한 구체적인 내용은 <표 2>와 같다.

표 2. 실험 도구

구 분	모 델 명	제 조 회 사
Computer	Multi capture	LG(korea)
Camera	sony EX-50	Sony(japan)
Control object	Control Point Box(2m×2m×2m)	Visol(korea)
A/D converter	VSAD-101-USB-V2	Visol(korea)
EMG analyzer	Noraxon Myoresearch	Noraxon(USA)
Motion analysis software	Kwon 3D XP	Visol(korea)
Motion analysis software	Kwon 3D XP	Visol(korea)

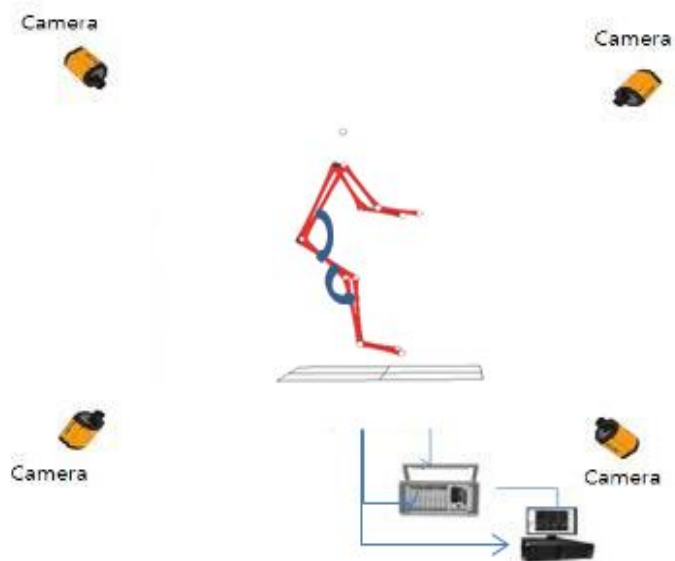


그림 1. 실험 장비 배치도

## 1. 영상촬영 장비

초고속 카메라(sony EX-50) 4대를 사용하여 세일 업 동작을 촬영하였다. 노출시간은 1/500초, 카메라의 속도는 초당 30프레임(30Hz)으로 설정하였다. 카메라의 위치는 그림1과 같이 통제점들을 기준으로 1.5m 거리의 양쪽 측면, 2m 거리의 양쪽 전방 대각선, 총 4대의 카메라를 설치하여 촬영하였다.

## 2. 근전도 측정장비(EMG)

근전도 측정장비는 Telemetry 2400T(Noraxon, USA)를 이용하여 측정하였으며, 샘플링 주파수는 1000 Hz로 설정하였다.

## 3. 영상분석 및 자료분석 장비(Motion analyzer)

영상 분석 및 자료 취득 소프트웨어 장비는 Kwon3D XP 프로그램을 이용하였다. 영상 자료에 나타난 통제점 및 인체분절 중심점의 2차원 좌표값을 디지털 이징을 통하여 3차원 좌표값을 얻어 좌표값 계산, 변인 계산, 자료의 수정 등 모든 변인을 분석하였다.

## 4. 동조 장비

영상신호와 근전도 간의 동조는 동조시스템(VSAD-101USB, Visol, Korea)을 사용하였다. 동조시스템박스에 동조버튼을 누르면 2대의 LED에 불빛이 생성되고 4대의 카메라에 불빛신호가 기록되며, 동시에 근전도 동조신호에 전압신호가 입력되어 전체장비의 동조가 이루어진다.

## C. 실험절차

### 1. 실험 설계

본 연구의 실험설계는 연구자와 운동역학 전문가(대학교수)의 의해 이루어졌다. 실험설계 시 고려해야 할 사항으로 실제 해상에서 발생하는 환경적 요인을 적용하는 것이고, 특히 물의 표면 저항을 실험현장에서 적용하는 것이다. 이를 보정하기 위해 셀의 끝부분에 2kg 무게를 적용하여 물의 저항을 대신하였다.

영상 촬영은 4대의 초고속 카메라를 전방과 후방, 측면에 각각 설치하였으며, 촬영 속도는 30frame/s 으로 촬영하였다. 실험 전 공간좌표 설정을 위해 연구대상자의 전체 동작으로 포함할 수 있도록 가로 2m, 세로 2m, 높이 2m의 통제점 틀을 설치하였다.

연구대상자 모두 신발을 착용하지 않은 상태에서 스판 재질의 운동복을 착용하고 연구대상자의 신체부위에 직경 1.4cm 크기의 반사마커 14개를 <그림 2>와 같이 부착하여 수치화 작업을 하였다.

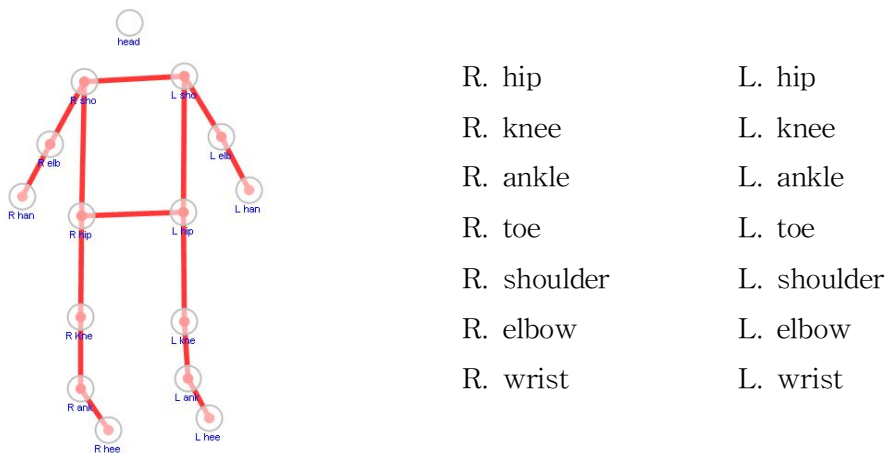


그림 2. 반사마커 부착



## 2. 근전도 자료

근전도 자료 수집을 위해 대퇴사두근(quadriceps) 중 표면에 위치한 대퇴직근(rectus femoris)과 내측 비복근(gastrocnemius), 척추 기립근(erector spinae)에 총 3개의 표면전극(surface electrode)을 <그림 3>과 부착하였으며(Cram, Kasman & Holtz, 1988), 부착하기 전 측정오류를 최소화하기 위하여 피부를 알코올로 깨끗하게 하였다. 자료수집은 평균 근활성도와 최대 근활성도를 측정하였고 근전도 자료처리는 Myoresearch (USA) 프로그램을 이용하였다.

근전도 데이터는 10~250Hz Butterworth 2차 band pass filtering을 거쳐 Simple math를 통하여 전파 정류(full wave rectification) 하였다. 피험자 간 상호 비교를 위해서 세일 업 동작 시 발현되는 각 근육의 최대 EMG 값을 50ms moving average를 이용하여 산출한 후 이 값을 분모로 하여 %MVC를 계산하였다.

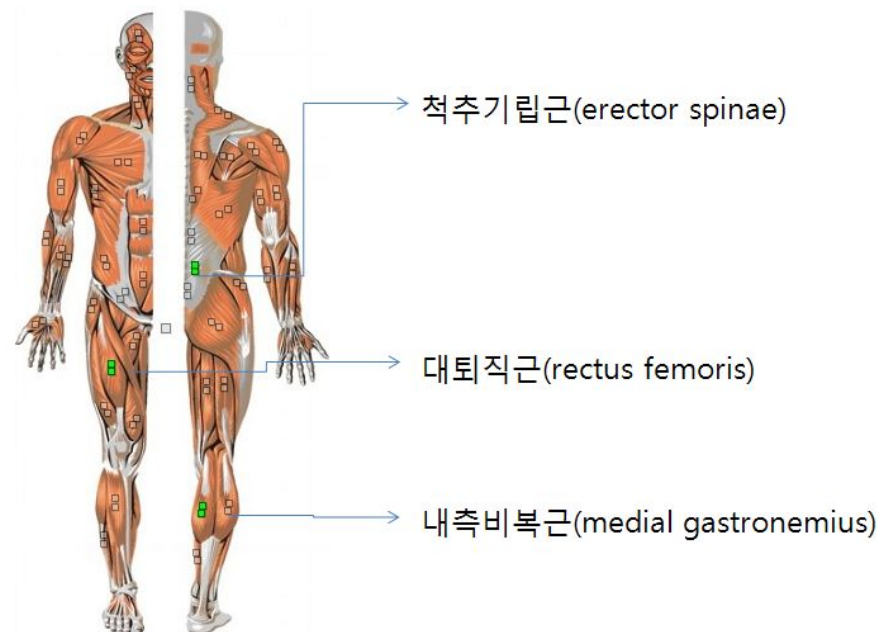


그림 3. 근전도 부착 부위

### 3. 각도 정의

본 실험에서의 각도 정의는 <그림 4>와 같이 설정하였으며, 몸통과 대퇴의 사이각을 상체각도, 대퇴와 하퇴의 사이 각을 무릎각도로 정의하고, 양쪽이 동일하다는 조건하에 오른쪽 분절의 각도만을 산출하였다.

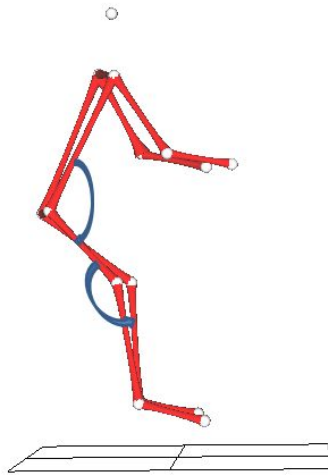


그림 4. 각도 정의

## D. 분석 국면

본 연구는 세일 업 시 숙련도에 따른 운동학적 변인에 미치는 영향을 분석하기 위한 것으로 윈드서핑 세일 업 동작 시 분석 국면을 <그림 5>와 같이 설정하였다.



Event 1



Event 2



Event 3

그림 5. 이벤트 시점

### 1. 이벤트(Event)

Event 1 : 마스트 탑이 지면에 떨어지는 시점

Event 2 : 붐 엔드가 지면에 떨어지는 시점

Event 3 : 마스트가 직각으로 세워지는 시점

### 2. 국면(phase)

제1국면(phase 1) - Event 1 시점에서 Event 2 시점까지

제2국면(phase 2) - Event 2 시점에서 Event 3 시점까지

## E. 자료분석

자료 분석은 3대의 초고속 카메라에서 촬영된 영상의 좌표화, 3차원 좌표값의 계산과 스무딩, 그리고 기타 각종 분석을 위해 Kwon 3D XP 프로그램을 사용하였다. 기준좌표계는 진행방향을 y축, 지면에 대해 수직 방향을 z축, 좌우 방향을 x축으로 각각 설정하였으며, 자료분석 흐름도는 <그림 6>와 같다.

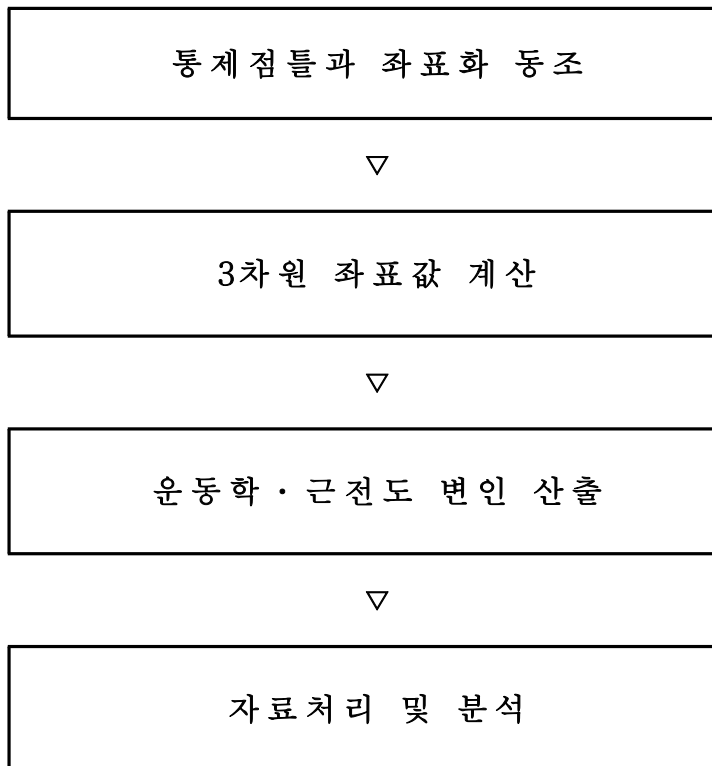


그림 6. 자료처리 흐름도

## IV. 결 과

### A. 운동학적 변인

#### 1. 무릎각도

숙련도에 따른 윈드서핑 세일 업 동작의 무릎각도 변인 차이는 <표 3>, <그림 7>과 같다.

표 3. 무릎각도 변인 차이

unit : deg

변인	E1	E2	E3
비숙련자1	145.4	161.7	160.4
비숙련자2	141.2	153.6	148.9
비숙련자3	121.1	162.6	159.7
M±SD	135.9±12.9	159.3±4.95	156.3±6.44
숙련자1	146.4	141.8	135.3
숙련자2	137.2	174.8	177.8
숙련자3	137.6	132.4	157.1
M SD	140.4±4.24	149.6±18.18	156.7±17.35

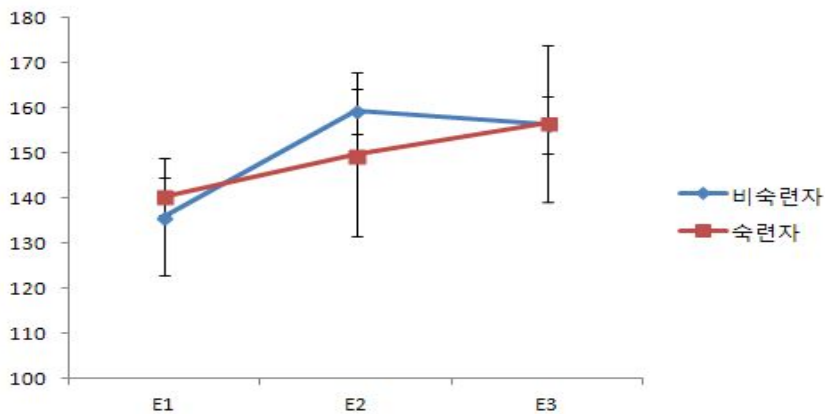


그림 7. 무릎각도 변인 차이

<표 3>과 같이 비숙련자 그룹의 무릎각도 변인에서 E1은  $135.9 \pm 12.9$  deg, E2는  $159.3 \pm 4.95$  deg, E3  $156.3 \pm 6.44$  deg로 나타났으나, 숙련자 그룹은 E1은  $140.4 \pm 4.24$  deg, E2는  $149.6 \pm 18.18$  deg, E3  $156.7 \pm 17.35$  deg로 나타났다.

<그림 7>과 같이 비숙련자 그룹은 봄 엔드 off 동작에서 가장 큰 무릎각도를 보였으나, 숙련자 그룹은 동작 변화에 따라 무릎각도가 증가하였으며, 세일 업 시점에서 가장 큰 값을 보였다.

## 2. 허리각도

숙련도에 따른 윈드서핑 세일 업 동작의 허리각도 변인 차이는 <표 4>, <그림 8>과 같다.

표 4. 허리각도 변인 차이

unit : deg

변 인	E1	E2	E3
비숙련자1	96.9	177.0	179.0
비숙련자2	84.6	133.2	149.7
비숙련자3	62.3	132.5	176.2
M±SD	$81.26 \pm 17.5$	$147.56 \pm 25.4$	$168.3 \pm 16.6$
숙련자1	65.7	127	126
숙련자2	118	170	178
숙련자3	100	134	176
M±SD	$94.5 \pm 21.69$	$143.6 \pm 18.8$	$160.0 \pm 24.05$

<표 4>과 같이 비숙련자 그룹의 허리각도 변인에서 E1은  $81.26 \pm 17.5$  deg, E2는  $147.56 \pm 25.4$  deg, E3  $168.3 \pm 16.6$  deg로 나타났으며, 숙련자 그룹은 E1은  $94.5 \pm 21.69$  deg, E2는  $143.6 \pm 18.8$  deg, E3  $160.0 \pm 24.05$  deg로 나타났다.

<그림 8>과 같이 비숙련자 그룹과 숙련자그룹의 허리 각도 변화양상은 유사한 패턴을 보였으며, 세일 업 동작이 이루어지는 동안 허리 각도가 증가하는 것으로 보여진다.

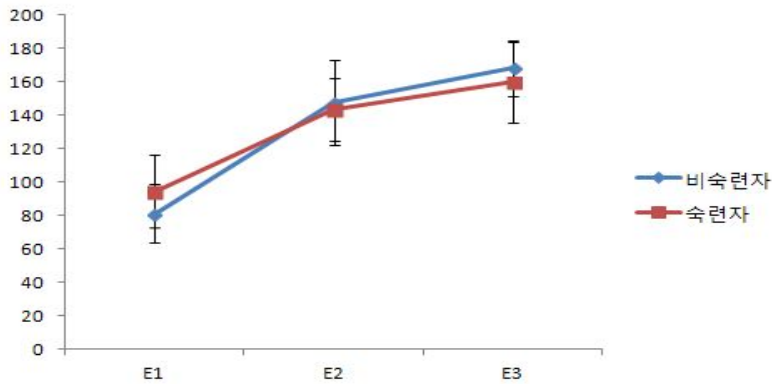


그림 8. 허리각도 변인 차이

### 3. 소요시간

숙련도에 따른 윈드서핑 세일업 동작의 소요시간 차이는 <표 5>, <그림 9>과 같다.

표 5. 소요시간의 변인 차이

unit : sec

변 인	phase 1	phase 2	total
비숙련자1	2.8	1	3.8
비숙련자2	2.66	0.73	3.39
비숙련자3	3.1	0.9	4.0
M±SD	2.85±0.2	0.87±0.1	3.73±0.3
숙련자1	2.3	1.4	3.7
숙련자2	2.53	1.53	4.0
숙련자3	2.2	1.14	3.3
M±SD	2.34±0.13	1.35±0.16	3.66±0.28

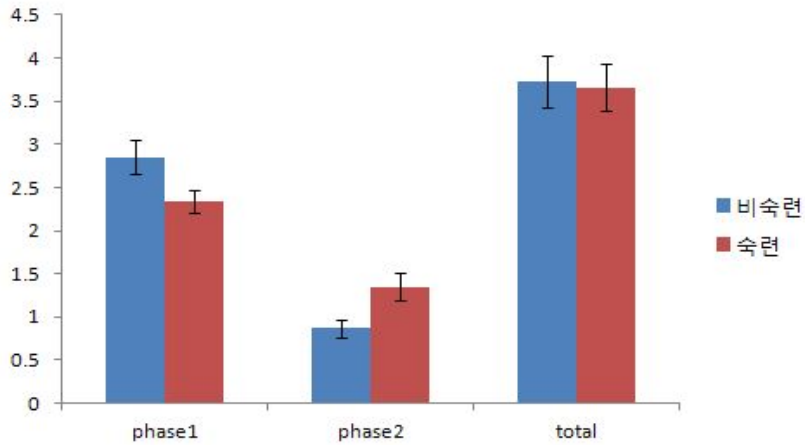


그림 9. 소요시간

<표 5>과 같이 비속련자 그룹의 소요시간 차이에서 phase 1은  $2.85 \pm 0.2$  sec, phase 2는  $0.87 \pm 0.1$  sec, total  $3.73 \pm 0.3$  sec로 나타났으며, 속련자 그룹은 phase1은  $2.34 \pm 0.13$  sec phase2는  $1.35 \pm 0.16$  sec total  $3.66 \pm 0.28$  sec로 나타났다.

<그림 9>과 같이 비속련자 그룹과 속련자그룹의 소요시간 변화양상은 상반된 결과를 보였으며, 비속련자 그룹의 경우 phase 1에서 속련자 그룹보다 긴 소요시간을 나타낸 반면, phase2에서는 속련자보다 짧은 소요시간을 보였다.



#### 4. 무릎 각속도

숙련도에 따른 윈드서핑 세일업 동작의 무릎 각속도 변인 차이는 <표 6>, <그림 10>과 같다.

표 6. 무릎 각속도의 변인 차이

unit : deg/s

변 인	E1	E2	E3
비숙련자1	5.10	8.53	-7.56
비숙련자2	1.55	-0.83	1.84
비숙련자3	1.41	1.94	16.59
M±SD	2.68±2.82	3.2±4.80	3.6±12.17
숙련자1	14.72	-12.36	7.6
숙련자2	48.59	5.69	5.07
숙련자3	7.51	19.97	17.66
M±SD	23.60±13.9	4.4±13.22	10.1±5.43

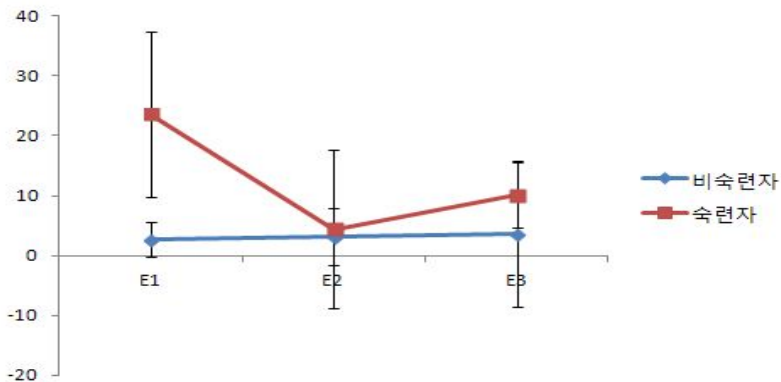


그림 10. 무릎 각속도의 변인 차이

<표 6>과 같이 비숙련자 그룹의 무릎각속도는 E1에서  $2.68 \pm 2.82$  deg/s, E2는  $3.2 \pm 4.80$  deg/s, E3  $3.6 \pm 12.17$  deg/s로 나타났으며, 숙련자 그룹은 E1은  $23.60 \pm 13.9$  deg/s, E2는  $4.4 \pm 13.22$  deg/s, E3  $10.1 \pm 5.43$  deg/s 으로 나타났다.

<그림 10>과 같이 비숙련자 그룹은 각 시점별 각속도에 큰 변화를 보이지 않았다. 이에 반해 숙련자그룹에서는 E1에서 높은 무릎각속도를 보였으며, E2에서 낮은 각속도를 보인 후 세일 업 시점에서 다시 증가하는 경향을 보였다.

## 5. 허리 각속도

숙련도에 따른 윈드서핑 세일 업 동작의 허리 각속도 변인 차이는 <표 7>, <그림 11>과 같다.

표 7. 허리 각속도의 변인 차이

unit : deg/s

변 인	E1	E2	E3
비숙련자1	5.77	-20.51	21.61
비숙련자2	-5.92	-17.69	0.28
비숙련자3	-2.28	-14.09	31.08
M±SD	-0.8±5.98	-17.4±3.21	26.3±6.69
숙련자1	24.08	30.56	2.38
숙련자2	40.11	14.87	8.63
숙련자3	15.57	19.67	31.11
M±SD	26.5±10.17	21.7±6.56	14.0±12.33

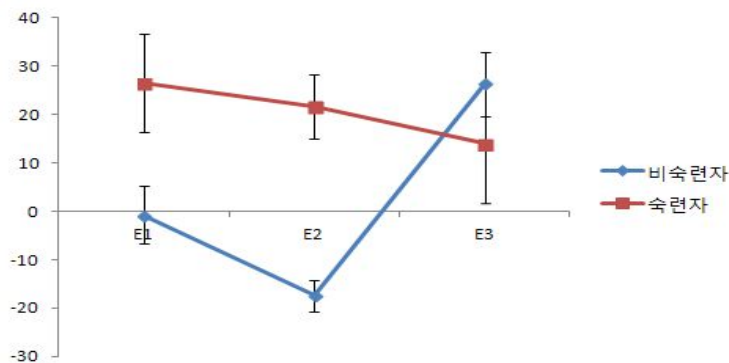


그림 11. 허리 각속도의 변인 차이

<표 7>과 같이 비숙련자 그룹의 허리각속도는 E1에서  $-0.8 \pm 5.98$  deg/s, E2는  $-17.4 \pm 3.21$  deg/s, E3  $26.3 \pm 6.69$  deg/s로 나타났으며, 숙련자 그룹은 E1은  $26.5 \pm 10.17$  deg/s, E2는  $21.7 \pm 6.56$  deg/s, E3  $14.0 \pm 12.33$  deg/s으로 나타났다.

<그림 11>과 같이 비숙련자 그룹은 각 시점별 각속도에 큰 변화를 보였으며, E2에서 빠른 굴곡각속도가 나타났다. 이에 반해 숙련자그룹에서는 E1에서 높은 무릎각속도를 보였으며, 시점별로 각속도가 감소하는 경향을 나타냈다.

## B. 근전도

### 1. 비복근

세일 업 동작에 따른 비복근 근활성도 차이는 <표 8>과 같다.

표 8. 비복근 활성화도 차이

unit : %

변 인	오른쪽			왼 쪽		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
비숙련자1	23.7	24.8	41.9	11.8	35.2	32.6
비숙련자2	11.5	25.0	11.7	7.4	52.1	20.3
비숙련자3	7.1	28.0	45.8	6.8	61.2	65.3
M±SD	14.1±8.6	25.9±1.79	33.1±18.66	8.6±2.73	49.5±13.19	39.4±23.25
숙련자1	10.7	38.1	48.5	14.7	5.0	5.8
숙련자2	17.2	72.9	28.7	13.7	17.7	53.4
숙련자3	35.4	38.6	34.4	28.6	100	33.1
M±SD	21.1±10.45	49.8±16.28	37.2±8.32	19.0±6.80	40.9±42.11	30.7±19.50

<표 8>과 같이 비숙련자 그룹의 오른쪽 비복근 근활성도는 E1에서 14.1±8.6%, E2는 25.9±1.79%, E3는 33.1±18.66%로 나타났으며, 숙련자 그룹은 E1은 21.1±10.45%, E2는 49.8±16.28%, E3는 37.2±8.32% 으로 나타났다.

비숙련자 그룹의 왼쪽 비복근 근활성도는 E1에서 8.6±2.73%, E2는 49.5±13.19%, E3는 39.4±23.25%로 나타났으며, 숙련자 그룹은 E1은19.0±6.80%, E2는 40.9±42.11, E3는 30.7±19.50%으로 나타났다.

## 2. 대퇴직근

세일 업 동작에 따른 대퇴직근 근활성도 차이는 <표 9>과 같다.

표 9. 대퇴직근 활성화도 차이

unit : %

	오른쪽			왼 쪽		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
비숙련자1	34.6	35.2	31.6	22.8	29.3	35.8
비숙련자2	24.9	56.6	80.0	21.6	23.4	22.4
비숙련자3	26.4	21.5	17.1	10.7	14.7	55.3
M±SD	28.6±5.22	37.7±17.69	42.9±32.93	18.3±6.66	22.4±7.34	37.8±16.54
숙련자1	6.2	75.9	15.7	7.9	97.3	45.8
숙련자2	66.5	39.0	37.6	35.8	4.1	1.7
숙련자3	13.7	70.8	43.2	27.6	44.7	47.2
M±SD	28.8±26.83	61.9±16.32	32.1±11.86	23.7±11.70	48.7±38.15	31.5±21.12

<표 9>과 같이 비숙련자 그룹의 오른쪽 대퇴직근 근활성도는 E1에서 28.6±5.22%, E2는 37.7±17.69%, E3는 42.9±32.93%로 나타났으며, 숙련자 그룹은 E1은 28.8±26.83%, E2는 61.9±16.32%, E3는 32.1±11.86%으로 나타났다.

비숙련자 그룹의 왼쪽 대퇴직근 근활성도는 E1에서 18.3±6.66%, E2는

22.4±7.34%, E3는 37.8±16.54%로 나타났으며, 숙련자 그룹은 E1은 23.7±11.70%, E2는 48.7±38.15%, E3는 31.5±21.12%으로 나타났다.

### 3. 척추기립근

세일 업 동작에 따른 척추기립근 근활성도 차이는 <표 10>과 같다.

표 10. 척추기립근 활성화도 차이

unit : %

	오른쪽			왼 쪽		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
비숙련자1	48.7	46.5	33.3	46.6	45.5	45.5
비숙련자2	24.3	42.1	81.1	36.7	45.6	70.9
비숙련자3	48.6	54.4	36.6	37.4	64.6	48.6
M±SD	40.5±14.05	47.6±6.23	50.3±26.69	40.2±5.52	51.9±10.99	55±13.85
숙련자1	44.1	75.0	65.9	26.0	52.0	66.4
숙련자2	45.6	20.2	45.1	53.1	50.0	47.1
숙련자3	13.7	70.8	43.2	27.6	44.7	47.2
M±SD	28.8±26.83	61.9±16.32	32.1±11.86	23.7±11.70	48.7±38.15	31.5±21.12

<표 10>과 같이 비숙련자 그룹의 오른쪽 척추기립근 근활성도는 E1에서 40.5± 14.05%, E2는 47.6±6.23%, E3는50.3±26.69% 로 나타났으며, 숙련자 그룹은 E1은 28.8± 26.83% , E2는 61.9±16.32%, E3는 32.1±11.86%으로 나타났다.

비숙련자 그룹의 왼쪽 대퇴직근 근활성도는 E1에서 40.2±5.52%, E2는 51.9±10.99%, E3는 55±13.85%로 나타났으며, 숙련자 그룹은 E1은 23.7±11.70%, E2는48.7±38.15%, E3는 31.5±21.12%으로 나타났다.

## V. 논 의

본 연구의 목적은 윈드서핑 세일 업 동작 시 숙련도에 따른 운동학적 변인과 근전도 변인 차이를 규명하여 초보자들이 쉽게 윈드서핑에 접근할 수 있는 과학적 근거를 제시하는 것이다. 그 논의는 다음과 같이 각도와 시간, 각속도 등의 운동학적 변인과 척추기립근, 대퇴직근, 비복근의 근전도 변인 순으로 제시하였으며, 논의에 앞서 이러한 연구가 기존에 보고되지 않아 운동학적 이론에 근거하여 논의를 제시하고자 한다.

### A. 운동학적 변인

스포츠 상황에서 그 효율성은 신체움직임에 의해서 평가될 수 있으며, 불필요한 신체움직임은 효율성, 즉 불필요한 에너지를 소비하는 원인이 된다. 효율적인 신체 움직임은 연습 또는 학습에 의해 습득하게 되는데 과학적 분석을 통한 정량적 자료는 이러한 습득과정에 중요한 자료로 활용될 수 있다.

윈드서핑 세일 업 동작 시 숙련도에 따른 무릎 각도 차이에서 비숙련자들은 E2에서 가장 큰 각도를 보인 반면 숙련자들은 E1-E2-E3순으로 무릎 각도가 증가하는 것으로 나타났다. 이를 구체적으로 분석해 보면 비숙련자들의 경우 붐 엔드 떨어지는 시점인 E2에서 최대 신전을 한 후 무릎각을 다시 굴곡시키는 패턴을 보였으나, 숙련자들은 마스트 탑이 떨어지는 시점부터 무릎을 신전시키며, 마스트가 완전히 세워지는 E3에서 최대 무릎 신전각을 나타냈다. 이러한 결과는 숙련자들은 무릎각의 불필요한 변화 없이 신체를 이용해 세일 업 동작을 수행하는 하였기 때문이며 이에 반해 비숙련자들은 두 번째 시점에서 무릎을 이용해 세일 업 동작을 수행하였기 때문으로 사료된다.

세일 업 동작 시 허리 각도 변인은 허리 통증을 호소하는 초보자들의 문제점을 파악하는데 유용한 자료로 활용될 수 있다. 본 연구에서 숙련자와 비숙련자들의 허리 각도 변화는 유사한 패턴으로 나타났으며 두 그룹 모두 E1-E2-E3로 진행되는 동안 허리 각도가 신전되는 경향을 보였다. 그러나 두 그룹 간 특징적인 부분은 허리 각도 변화량과 세일 업 초기 동작에서의 상대적 각도 차이로 설명될 수 있다. E1에서 비숙련자들의 경우 81°로 허리를 크게 굴곡시킨 상태에서 세일 업 동작을 시작한 반면 숙련자들은 94°로 상대적으로 허리를 작게 굴곡시킨 상태에서 세일 업 동작을 시작하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 세일 업 초기 시 물의 저항을 이겨내기 위해 비숙련자들은 허리를 굴곡 시킨 상태에서 허리를 이용해 세일 업 동작을 수행하였으나, 숙련자들은 상대적으로 허리를 신전시켜 세일 업 동작을 수행하였기 때문으로 사료된다. 또한 전체적인 허리각도 변화량에서 비숙련자들에 비해 숙련자들이 상대적으로 작은 신전 움직임을 보였다. 이러한 결과 또한 앞선 논의와 같이 허리 움직임을 최소화 한 상태에서 전체적인 세일 업 동작이 수행되어야 한다는 것을 뒷받침 한다. 이러한 결과를 바탕으로 윈드서핑 세일 업 동작 지도 시 허리를 신전시킨 자세에서 세일 업 동작이 이루어지도록 하며 최소한의 허리 각도 변화량을 통해 세일 업 동작이 수행되도록 지도하여야 할 것으로 사료된다.

세일 업 동작이 이루어지는 소요시간 차이는 숙련자들과 비숙련자들 모두 phase 1에서 긴 소요시간을 나타냈으며, phase 2에서 짧은 소요시간을 보였다. 이를 구체적으로 살펴보면 비숙련자들의 경우 숙련자들에 비해 상대적으로 phase 1에서 긴 소요시간을 보인 반면 phase 2에서는 숙련자들이 상대적으로 긴 소요시간을 나타냈다. 이는 세일 업 시 숙련자들은 업 폴라인을 당기는 횟수가 작은 반면 비숙련자들은 업 폴라인을 당기는 횟수가 숙련자들에 비해 많기 때문에 긴 소요시간이 나타난 것으로 사료된다. 이에 반해 phase 2에서는 숙련자들이 비숙련자들 보다 상대적으로 긴 소요시간을 보였다. 이러한 결과는 붐 엔드 후 숙련자들은 안정감 있게 마스트를 세우는 반면 비숙련자들은 상대적으로 빠르게 마스트 세워 중심을 잡는 경향 때문으로 판단된다.

세일 업 동작 시 숙련자들과 비숙련자들과의 무릎 각속도의 뚜렷한 차이는 E1에서 나타났으며, E2와 E3에서는 유사한 패턴을 보였다. 이를 구체적으로 살펴보면 숙련자들의 경우 세일 업 초기 빠른 무릎 신전 각속도를 보인 반면 비숙련자들의 경우 각속도 느리게 하여 무릎 각도 변화를 준 것으로 보여진다. 따라서 윈드서핑 세일 업 동작 지도 시 무릎 각속도 변화에 초점을 둔 지도가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

허리 각속도는 숙련자들과 비숙련자들 간의 뚜렷한 차이를 보였으며, E1과 E2에서는 숙련자들의 경우 신전 움직임이 나타난 반면 비숙련자들은 굴곡 움직임이 나타났다. E3에서는 숙련자와 비숙련자 모두 신전 움직임이 나타났다. 이를 구체적으로 살펴보면 숙련자들은 E1-E2-E3 동안 허리 신전 각속도가 줄어드는 경향을 보였으나, 비숙련자들은 E2에서 높은 허리 굴곡 움직임을 나타낸 후 빠르게 신전 움직임으로 전환하였다. 이러한 결과는 허리 움직임의 비효율성을 보여주는 결과로 완만한 허리 각속도를 통해 허리 근육의 움직임을 최소화하는 동작이 이루어져야 하는 이론적 근거를 뒷받침하는 결과로 사료되며 초보자들의 허리 통증과도 관련 되어질 것으로 판단된다.

## B. 근전도 변인

윈드서핑 세일 업 동작에서의 주동근은 허리 신전근인 척추기립근, 무릎 신전근인 대퇴직근, 하퇴 지지근인 비복근으로 구분할 수 있다. 이와 관련된 선행연구에서 Patel et al.(1986)은 윈드서핑을 즐기는 데 초보자와 경력자 간의 자세와 원리 이해의 차이로 인해 허리통증과 비복근의 근육통증을 호소한다고 보고하였다. 따라서 세일 업 동작 시 숙련도에 따른 근활성도를 비교하는 것은 초보자들의 근육 통증의 원인을 규명하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

세일 업 동작에 대한 근활성도 차이에 대한 결과를 분석해 보면 발목 지지근인 비복근에서 오른발의 경우 E1과 E2, E3 모두에서 숙련자들의 근활성도가 높



은 것으로 나타났으나, 왼발에서는 E1은 숙련자들이 E2와 E3에서는 비숙련자들의 높은 근활성도 값을 나타냈다. 또한 좌우 근활성도 차이에서는 E2와 E3에서 숙련자들은 상대적으로 오른쪽 비복근의 근활성도가 높은 반면 비숙련자들은 왼쪽 비복근의 근활성도가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 마스트를 중심으로 오른쪽에 위치한 세일을 숙련자들의 경우 신체중심을 오른쪽에 위치시킨 상태에서 체중을 이용해 세일 업 동작을 수행한 반면 비숙련자들의 경우 우측발에서 좌측 발로 신체중심을 전환하면서 체중을 지지한 상태에서 세일업 동작을 수행하였기 때문으로 보여지며, 이러한 결과로 미뤄볼 때 세일 업 시 오른쪽 비복근에 근활성도를 높인 동작이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

본 연구에서 세일 업 동작 시 숙련자들과 비숙련자들의 대퇴직근 근활성도 차이가 나타났으며 E2에서는 숙련자들의 근활성도가 높은 반면 E3에서는 비숙련자들이 높은 근활성도를 보였다. 이러한 결과는 앞선 운동학적 변인인 무릎각도 변화와 상반된다. 즉 무릎 신전각이 증가할수록 근활성도는 낮은 것으로 나타났다. 이는 다음과 같이 해석될 수 있으며, 숙련자들의 경우 무릎 각도 변화를 미미하게 하게 한 상태에서 등척성 수축(isometric contraction) 형태의 근 움직임 나타났기 때문이며 무릎 각근력의 경우 굴곡각이 증가할수록 근활성도가 증가하는 생리학적 이론이 이러한 결과를 뒷받침한다고 사료된다.

허리 신전근인 척추 기립근의 근활성도 차이는 E2에서 숙련자들과 비숙련자들의 뚜렷한 차이를 보였으나 나머지 두 시점에서는 유사한 패턴을 보였다. 이를 구체적으로 살펴보면 E2에서 비숙련자들의 경우 왼쪽 척추기립근의 근활성도가 높은 반면 숙련자들은 오른쪽 근활성도가 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 비복근 근활성도에서 유추 할 수 있으며 마스트를 중심으로 오른쪽에 위치한 세일을 숙련자들의 경우 오른쪽으로 편향된 상태에서 동작을 수행한 반면 비숙련자들은 우측에서 좌측으로 신체중심을 전환하면서 세일 업 동작을 수행하였기 때문으로 보여진다. 또한 좌우측 모두 비숙련자들은 E2보다 E3에서 척추기립근 근활성도가 증가하였으나, 숙련자들은 E2보다 E3의 척추기립근 근활성도가 낮아지는 형태를 보여 이러한 결과를 뒷받침한다고 사료된다.

## VI. 결론 및 제언

### A. 결 론

본 연구는 윈드서핑 세일 업 동작 시 숙련자와 비숙련자의 운동학적 차이와 근활성도 차이를 비교 분석하여 세일 업 동작의 기초이론을 제시하고자 실시하였다. 이를 위해 경력 3년 이상의 숙련자 3명과 경력 1년 미만의 비숙련자 3명을 대상으로 실시하였다. 영상 실험은 카메라 4대를 30frame/s로 촬영한 후 Kwon3D XP 프로그램을 통해 분석하였으며, 근전도는 Telemetry 2400T를 사용해 대퇴직근, 비복근, 축추기립근의 근활성도를 측정하였다. 본 실험으로 측정된 데이터를 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 세일 업 동작 시 숙련자들은 무릎각의 큰 변화 없이 E1-E2-E순으로 무릎각이 증가하면서 세일 업 동작을 실시한 반면, 비숙련자들은 E1-E3-E2순으로 비효율적인 움직임을 나타냈다.

둘째, 세일 업 동작 시 숙련자들은 허리를 신전시킨 상태에서 허리각도 변화량을 최소화하며 세일 업 동작을 수행하였다.

셋째, 세일 업 동작 시 붐엔드 후 숙련자들은 소요시간을 길게 가져가 안정적으로 마스트를 세우는 것으로 나타났다.

넷째, 숙련자들이 허리각속도를 작게 하여 세일 업 동작을 수행하는 것으로 나타났다.

다섯째, 세일 업 동작 시 숙련자들이 오른쪽 비복근 근활성도가 높은 것으로 나타났다.

여섯째, 세일 업 동작 시 숙련자들의 대퇴직근 근활성도가 높은 것으로 나타났다.

일곱째, 세일 업 동작 시 척추기립근 근활성도가 E2에서 차이를 보였으며, 숙련자들이 높은 근활성도를 나타냈다.

## B. 제언

윈드서핑 세일 업 동작에 대한 운동학적 분석을 위한 추후연구로서 다음과 같은 내용이 연구되어야 할 것이다.

첫째, 세일 업 동작을 실험실이 아닌 실제 환경에서 이루어져야 할 것이다.

둘째, 지면반력 데이터를 통해 운동역학적 변인에 대한 비교분석이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 많은 피험자들을 분석하여 통계적 결과를 제시하여야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 강대관(2003). 서킷웨이트트레이닝이 윈드서핑 선수의 근력과 순발력 및 근지구력 변화에 미치는 영향. 경성대학교 한국스포츠리서치. 2003, 제14권, 제2호, pp.649~658
- 권영삼(2001). Wind-surfing 훈련 프로그램 개발. 중앙대학교 대학원 석사학위논문.
- 이한림(2007). 윈드서핑 선수들의 풍속별 혈중 젖산농도 변화에 관한 연구. 부산외국어대학교 교육대학원 교육학석사논문.
- 김교준(1990). 윈드서핑의 이해. 경운출판사.
- 김정재(2002). 윈드서핑 수행시 심박수에 의한 운동강도 및 최대산소섭취량, 무산소적 역치 분석. 목원대학교산업정보대학원 석사학위논문.
- 김정태(2001). 파워 윈드서핑. 삼호미디어.
- 이규현(2012). 서핑에 빠지다. 황금시간.
- 이충일(2007). 윈드서핑 동작유형별 압력분포 분석. 한림대학교 한국사회체육학회지 제29호, pp.481~489.
- 이한우(2005). 윈드서핑의 롤링과 피칭기술 습득 시, 주의초점에 따른 동작 전 정보와 동작 후 외재적 피드백의 학습효과. 연세대학교 한국스포츠리서치. 2005, 제16권 2호 통권89호, pp.587~595.
- 임일웅(1996). 실전 윈드서핑교실. 예문당.
- 옥덕필(2006). 윈드서핑선수들의 슈트착용에 따른 체온변화가 피로 및 근 상해 발생 요인에 미치는 영향. 부산외국어대학교 대학원 석사학위논문.
- 정종석(2003). 세일링요트. 해인출판.
- Dyson, R. J, Buchanan, M., Farrington, T. A., Hurrion, P.D.(1996). Electromyographic activity during windsurfing on water, J Sports Sci. Apr, 14(2),

125-30.

Donald, B. K., Kwon, Y. H., Newton, R. U., J., Popper, E. M., Rogers, R. A., Bolt, L. R., Robertson, M., & Kraemer, W. J. (2004). Evaluation of a lower-body compression garment. *Journal of Sports Science*, 21(8), 601-610.

Patel, M. K., Abbott, R. J., Marshall, W. J. (1986). Spinal cord injury windsurfing, *Paraplegia*. Jun, 24(3), 191-3.