KJSB
Korean Journal of Sport Biomechanics 2021; 31(3): 162-167
http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2021.31.3.162
http://e-kjsb.org eISSN 2093-9752

ORIGINAL

Analysis of Female Windsurfers' Performance Using Global Positioning System Information During Competitions

여자 윈드서핑 선수의 경기 중 Global Positioning System 정보를 활용한 경기력 분석

Sa Bin Chun[1], Jong Chul Park[2,3], Sang Ha Park[2], Jin Soo Kim[1]

[1]Department of Physical Education, Graduate School of Pukyong National University, Busan, South Korea
[2]Department of Marine Sports, Pukyong National University, Busan, South Korea
[3]Marine Designeering Education Research Group, Pukyong National University, Busan, South Korea

Received : 08 June 2021
Revised : 08 September 2021
Accepted : 08 September 2021

Corresponding Author
Jong Chul Park
Department of Marine Sports / Marine Designeering Education Research Group, Pukyong National University, 45, Yongso-ro, Nam-gu, Busan, 48513, South Korea

Email : jcpark@pknu.ac.kr

Objective: This study aimed to identify the different wind speed categories and competitive level among windsurfers through GPS variables to provide the useful information on the development of training programs for enhancing windsurfers' performance.

Method: Data from 69 female athletes who participated in 27 races during the 2018-2019 windsurfing season were used for the analysis. Average board speed, total race time, total distance, upwind race time, downwind race time, beam reach race time were collected through GPS. Unconfirmed data were excluded along with penalty point data. The wind conditions were classified as light, light to medium, medium, medium to heavy, and heavy wind, the competitive levels were classified as level 1, level 2, and level 3.

Results: As for the average board speed, the level 1 or level 2 group showed higher board speed than the level 3 group in all wind conditions except for the light wind. The total race time and upwind race time showed less time in level 1 or level 2 group than level 3 group in all wind conditions. The total distance, downwind race time and beam reach race time showed less distance and time in level1 group than level 3 group under sufficient wind conditions.

Conclusion: Our results show that the aerobic capacity to sustain pumping during upwind course in wind conditions below 15 kts effects performance. In wind conditions of 15 kts or more, indicated that the board control for the fast board speed and small distance required during up, down, beam reach courses had an effect on competition performance. This information can be provided to windsurfers and coaching as basic data for training programs to improve performance.

Keywords: GPS, Olympic sailing, Windsurfing, Competitive levels, Performance

INTRODUCTION

윈드서핑(windsurfing)은 올림픽 세일링(Olympic sailing)의 세부 종목 중 하나로 다른 세일링 종목들과 동일하게 바람을 동력으로 보드(board)를 추진시키며, 일정한 규격을 가진 경기장이 아닌 바람 세기 또는 지형 조건에 맞추어 설계된 가상의 경기장에서 경기력을 선보인다. 이러한 세일링의 경기장은 바람을 거슬러 오르는 풍상(upwind), 바람을 받으며 내려오는 풍하(downwind), 바람이 불어오는 방향으로부터 직각 방향인 빔 리치(beam reach)의 항로로 구성되어 있으며(Racing Rules of Sailing, 2021), 평균 대회기간 인 5일 동안 최대 13회의 경기가 진행될 수 있다(Guevel, 1999). 경기는 출발신호에 맞추어 출발선을 통과하여 올바른 순서대로 코스를 돌고 되돌아오는 방식으로 진행되며 경기를 마친 순서대로 부여되는 벌점은 매 경기마다 합산되어 경기 결과에 반영되기 때문에 모든 경기에서 바람과 조류 같은 자연 조건을 이해하고 빠른 완주를 돕기 위한 보드속도와 적은 이동경로가 중요하다고 할 수 있다(Ferretti & Festa, 2019).

경기가 진행되는 다양한 바람 조건 중 약한 바람 조건에서 윈드서핑 선수들은 반복적인 신체 움직임 인 펌핑(pumping)에 의지하여 보드를 추진시키고 경기를 운영한다고 보고되고 있으며(Chamari et al., 2003), 이에 따라 펌핑을 지속하기 위한 물리적 능력이 경기 성과에 긍정적 영향을 미치는 성능 매개 요인으로 자리 잡고 있다(Bojsen-Møller, Larsson, Magnusson & Aagaard, 2007; Guevel, 1999; Legg & Mackie,

Copyright © 2021 Korean Journal of Sport Biomechanics
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2000). 하지만, 세일링 종목의 특성상 광범위한 측정 범위와 수상 조건 탓에 물리적 능력이 어떤 방식으로 보드속도에 영향을 미치는지 정량적으로 평가하는데 어려움이 있으며(Bojsen-Møller, Larsson & Aagaard, 2015; Eiraku et al., 2013), 선수들의 물리적 요구사항을 이해하고 실제 상황에 접목시킨 대부분의 연구는 훈련환경에서 수행되어(Castagna, Brisswalter, Lacour & Vogiatzis, 2008; Hagiwara & Ishii, 2016; Vogiatzis & De Vito, 2015), 선수들이 경기력 향상을 위해 습득하고 있는 신체적 능력에 대한 정보는 기술과 전술지침에 비해 상대적으로 부족한 실정이다(Bojsen-Møller et al., 2015). 그러나 최근 기술의 발전으로 가볍고 간단한 측정을 통해 선수들의 움직임을 정량화하여 물리적 능력을 설명하는 타당한 도구인 GPS (global positioning system)를 사용한 연구가 세일링 종목에서도 이루어지고 있으며(Anastasiou, Jones, Mullan, Ross & Howatson, 2019; Caraballo Vidal, González Montesinos, Casado-Rodríguez & Gutiérrez-Manzanedo, 2021; Caraballo, Conde-Caveda, Pezelj, Milavić & Castro-Piñero, 2021; Caraballo, Cruz-Leon, Pérez-Bey & Gutiérrez-Manzanedo, 2021; Castagna et al., 2008), 세일링과 요트 경기를 관할하는 국제 스포츠 연맹인 월드 세일링(World sailing)은 SAP-Sailing® 플랫폼(https://www.sap sailing.com/gwt/Home.html)을 통해 실제 경기에서 수집된 선수들의 GPS 데이터를 경기력 향상을 위한 분석을 목적으로 선수와 코치들에게 제공하고 있다. 실제 경기 동안 측정된 GPS 데이터를 통한 경기 분석은 선수들의 이동 패턴과 속도를 모니터링 하여 기술과 전술적 능력의 향상에 도움을 줄 수 있으며(Cummins, Orr, O'Connor & West, 2013), 생리적 능력을 설명하고(Coutts & Duffield, 2010), 낮은 경기수준을 가진 선수들에게 경기력 향상을 위한 훈련 방법을 이해시키는 데에 도움을 줄 수 있다(Pluijms et al., 2016). 또한 선수들의 경기를 방해하지 않는 간단한 측정을 통해 얻어진 GPS 데이터는 경기력에 차이를 나타내는 변인을 분석하는 효과적인 방법이라고 할 수 있다(Anastasiou et al., 2019; Caraballo Vidal et al., 2021).

따라서 본 연구의 목적은 SAP-Sailing® 플랫폼에서 제공하는 GPS 데이터인 평균보드속도(average board speed), 총 경기시간(total race time), 총 주행거리(total distance), 풍상 경기시간(upwind race time), 풍하 경기시간(downwind race time), 빔 리치 경기시간(beam reach race time)을 바람 조건과 경기수준에 따라 분석하여 차이를 확인하고 낮은 경기수준을 가진 선수들에게 경기력 향상을 위한 훈련프로그램의 기초자료를 제공하고자 한다.

METHOD

1. 연구대상

본 연구는 후향적 분석(retrospective analysis)을 기반으로 하였으며, 본교 연구윤리위원회의 승인을 받아 진행하였다(1041386-202103-HR-9-02). 2018-2019년 월드 세일링이 주최하는 헴펠 월드컵 시리즈(Hempel World Cup series)와 헴펠 세일링 월드 챔피언십(Hemple Sailing World Champion ships)의 풍상 풍하 코스(windward leeward course) 27개 경기에 참여한 69명의 여자 윈드서핑 선수를 대상으로 하였고 바람 또는 GPS 데이터가 누락된 경우 페널티(penalty)가 적용된 선수의 데이터와 함께 분석에서 제외되었다.

2. 연구방법

본 연구에서 사용된 GPS 장치는 60 g의 소형 장비로 경기력에 영향을 미치지 않는 가벼운 장비였으며, GPS 데이터는 경기 중 평균보드속도, 총 경기시간, 총 주행거리, 풍상 경기시간, 풍하 경기시간, 빔 리치 경기시간을 5 Hz 간격으로 추출하고(Scott, Scott & Kelly, 2016), TracTrac® 모바일 네트워크로 전송하여 수집되었다(Caraballo Vidal et al., 2021).

바람 조건은 8 kts(약 4 m/s) 이하의 바람에 해당하는 경우를 미풍(light wind), 8.1~15 kts(약 4~8 m/s) 사이에 해당하는 경우를 중풍(medium wind), 15.1 kts(약 8 m/s) 이상의 바람에 해당하는 경우를 강풍(heavy wind)으로 분류하였고 미풍과 중풍 두 가지 범주 사이에 해당하는 경우 미 중풍(light to medium wind), 중풍과 강풍 두 가지 범주에 해당하는 경우 중 강풍(medium to heavy wind)으로 분류하였다(Anastasiou et al., 2019). 경기수준은 각 대회에서 확인되는 경기 결과의 누적 벌점을 기반으로 상위에 해당하는 선수들을 높은 경기수준(level 1), 중위에 해당하는 선수들을 중간 경기수준(level 2), 하위에 해당하는 선수들을 낮은 경기수준(level 3)으로 구분하였다.

3. 자료처리

본 연구에서는 SPSS 23.0 (IBM Corporation, Armonk, NY) 프로그램을 사용하여 모든 데이터를 분석하였으며, 바람 조건에 따라 분류한 후 경기수준에 따른 집단 간 차이를 확인하기 위해 일원변량분석(ANOVA)을 실시하였다. 유의한 차이가 확인되는 경우 본페로니(bonferroni) 교정을 통해 사후검정(post hoc)을 수행하였고 평균에 대한 신뢰구간(confidence intervals, CI)은 95%로 산출하였다. 모든 통계적 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

RESULTS

1. 경기 중 GPS 변인

여자 윈드서핑 선수의 경기 동안 평균보드속도(average board speed), 총 경기시간(total race time), 총 주행거리(total distance)를 확인한 결과는 (Table 1)과 같다. 평균보드속도는 미풍(light wind)의 바람을 제외한 미 중풍(light to medium wind), 중풍(medium wind), 중 강풍(medium to heavy wind), 강풍(heavy)의 바람 조건에서 level 1 또는 level 2 집단이 level 3 집단보다 유의하게 높은 속도를 나타내었고, 총 경기시간은 미풍, 미 중풍, 중풍, 중 강풍, 강풍의 모든 바람 조건에서 level 1 또는 level 2 집단이 level 3 집단보다 유의하게 적은 시간을 확인하였다. 총 주행거리는 중 강풍과 강풍의 바람 조건에서만 level 1 또는 level 2 집단이 level 3 집단보다 유의하게 적은 거리로 차이를 나타내었다.

2. 구간 별 소요시간

여자 윈드서핑 선수의 경기 동안 풍상 경기시간(upwind race time), 풍하 경기시간(downwind race time), 빔 리치 경기시간(beam reach

Table 1. GPS Variables during competition

Variables		Average board speed (kts)		Total race time (s)		Total distance (m)	
		Mean ± SD	95%CI	Mean ± SD	95%CI	Mean ± SD	95%CI
Light (n=167)	Level 1 (n=56)[a]	3.72±0.46	3.59~3.84	1449±135	1413~1485	2749±313	2665~2832
	Level 2 (n=54)[b]	3.57±0.36	3.47~3.68	1500±133	1464~1537	2739±276	2664~2815
	Level 3 (n=57)[c]	3.52±0.47	3.4~3.65	1546±128	1512~1580	2782±335	2693~2871
	F (*p*)	2.904 (.058)		7.59 (.001)		0.3 (.741)	
	Post hoc	–		c>a		–	
Light to Medium (n=151)	Level 1 (n=49)[a]	3.98±0.28	3.9~4.06	1236±162	1190~1283	2504±234	2437~2572
	Level 2 (n=50)[b]	3.94±0.29	3.85~4.02	1288±175	1238~1338	2578±268	2501~2654
	Level 3 (n=52)[c]	3.73±0.23	3.66~3.79	1341±175	1292~1390	2539±246	2470~2607
	F (*p*)	12.873 (.001)		4.667 (.011)		1.064 (.348)	
	Post hoc	a, b>c		c>a		–	
Medium (n=225)	Level 1 (n=73)[a]	6.62±1.35	6.30~6.93	1520±205	1472~1568	5092±888	4885~5299
	Level 2 (n=72)[b]	6.31±1.22	6.02~6.59	1579±201	1532~1627	5044±816	4852~5236
	Level 3 (n=80)[c]	5.97±1.17	5.71~6.23	1649±209	1603~1696	4995±865	4803~5188
	F (*p*)	5.143 (.007)		7.59 (.001)		0.242 (.785)	
	Post hoc	a>c		c>a		–	
Medium to Heavy (n=91)	Level 1 (n=32)[a]	13.46±0.42	13.31~13.62	1205±112	1164~1245	8327±710	8070~8583
	Level 2 (n=32)[b]	13.29±0.44	13.13~13.45	1280±108	1240~1319	8728±676	8484~8972
	Level 3 (n=27)[c]	12.82±0.78	12.51~13.13	1373±150	1314~1433	9001±821	8676~9326
	F (*p*)	10.157 (.001)		13.604 (.001)		6.346 (.003)	
	Post hoc	a, b>c		c>a, b		c>a	
Heavy (n=166)	Level 1 (n=57)[a]	13.35±0.95	13.09~13.6	1271±121	1239~1304	8670±410	8561~8779
	Level 2 (n=54)[b]	13.18±0.86	12.94~13.42	1318±127	1283~1353	8847±410	8735~8959
	Level 3 (n=55)[c]	12.86±0.86	12.63~13.1	1422±136	1385~1459	9304±472	9177~9432
	F (*p*)	4.192 (.017)		19.928 (.001)		31.938 (.001)	
	Post hoc	a>c		c>a, b		c>a, b	

Note. a: Level 1, b: Level 2, c: Level 3

race time)을 확인한 결과는 (Table 2)와 같다. 풍상 경기시간은 미풍, 미 중풍, 중풍, 중 강풍, 강풍의 모든 바람 조건에서 level 1 집단이 level 2 또는 level 3 집단보다 유의하게 적은 시간을 나타내었고, 풍하 경기시간은 중 강풍과 강풍의 바람 조건에서 level 1 또는 level 2 집단이 level 3 집단보다 유의하게 적은 시간을 나타내었다. 빔 리치 경기시간은 중풍과 중 강풍 그리고 강풍의 바람 조건에서만 level 1 또는 level 2 집단이 level 3 집단보다 유의하게 적은 시간으로 차이를 나타내었다.

DISCUSSION

본 연구는 세일링 대회에 참여한 여자 윈드서핑 선수의 GPS 데이터를 바람 조건과 경기수준에 따라 분석하여 차이를 확인하고 낮은 경기수준을 가진 선수들에게 경기력 향상을 위한 훈련프로그램의 기초자료를 제공하고자 하였다. 그 결과, 평균보드속도는 미풍을 제외한 모든 바람 조건에서 level 1 또는 level 2 집단이 level 3 집단보다 높은 속도를 나타났으며, 총 경기시간과 풍상 경기시간은 모든 바람 조건에서 level 1 또는 level 2 집단이 level 3 집단보다 적은 시간이 소요되는 것을 확인하였다. 그리고 총 주행거리와 풍하 경기시간 그리고 빔 리치 경기시간은 충분한 바람 조건에서 level 1 집단이 level 3 집단보다 적은 거리와 시간이 소요되는 것을 확인하였다.

세일링과 같은 수상 조건과 광대한 측정 범위를 나타내는 서핑(Farley, Abbiss & Sheppard, 2017), 카약(Peeling, Cox, Bullock & Burke, 2015), 스탠드업 패들 서핑(Schram, Hing, Climstein & Furness, 2017), 오리앤티어링(Larsson & Henriksson-Larsen, 2001), 조정(Smith & Hopkins, 2012), 등의 종목에서 GPS는 간단하고 간편한 측정을 통해 경기력에

Table 2. Elapsed time according to section

Variables		Upwind race time (s)		Downwind race time (s)		Beam reach time (s)	
		Mean ± SD	95%CI	Mean ± SD	95%CI	Mean ± SD	95%CI
Light (n=167)	Level 1 (n=56)[a]	900±77	879~921	469±59	454~485	71±27	63~78
	Level 2 (n=54)[b]	942±77	921~963	477±57	461~492	72±27	64~79
	Level 3 (n=57)[c]	989±82	967~1011	479±56	464~494	69±25	62~75
	F (*p*)	17.781 (.001)		0.431 (.65)		0.193 (.825)	
	Post hoc	c>b>a		–		–	
Light to Medium (n=151)	Level 1 (n=49)[a]	793±99	764~821	367±52	352~382	69±18	64~74
	Level 2 (n=50)[b]	830±110	798~861	379±58	362~395	69±16	64~74
	Level 3 (n=52)[c]	874±115	842~907	385±55	370~400	70±17	65~75
	F (*p*)	7.095 (.001)		1.339 (.266)		0.21 (.979)	
	Post hoc	c>a		–		–	
Medium (n=225)	Level 1 (n=73)[a]	948±137	916~981	510±76	492~528	54±14	50~57
	Level 2 (n=72)[b]	993±130	963~1024	520±85	500~540	57±14	53~60
	Level 3 (n=80)[c]	1044±136	1013~1074	536±88	516~556	61±15	58~64
	F (*p*)	9.545 (.001)		1.877 (.155)		4.498 (.012)	
	Post hoc	c>a		–		c>a	
Medium to Heavy (n=91)	Level 1 (n=32)[a]	827±66	803~851	345±47	328~362	28±3	27~30
	Level 2 (n=32)[b]	881±61	859~903	366±50	347~384	28±4	29~33
	Level 3 (n=27)[c]	948±92	911~984	387±62	363~412	31±5	23~24
	F (*p*)	19.773 (.001)		4.621 (.012)		4.239 (.017)	
	Post hoc	c>b>a		c>a		c>a	
Heavy (n=166)	Level 1 (n=57)[a]	904±115	873~935	339±19	334~344	24±1	23~24
	Level 2 (n=54)[b]	934±119	901~967	350±22	344~356	25±4	23~26
	Level 3 (n=55)[c]	1018±122	984~1051	367±30	359~375	26±3	25~27
	F (*p*)	13.5 (.001)		18.493 (.001)		4.48 (.013)	
	Post hoc	c>a, b		c>a, b		c>a	

Note. a: Level 1, b: Level 2, c: Level 3

차이를 나타내는 변인을 분석하는 효과적인 방법으로 사용되고 있으며(Caraballo Vidal et al., 2021), 특히 높은 경기수준을 가진 선수들의 패턴을 분석하여 제공되는 정보는 경기력 향상을 위한 객관적인 정보로 제공될 수 있다. 실제 세일링 월드컵과 세일링 월드 챔피언쉽 1~3위 윈드서핑 선수를 대상으로 경기 동안 이동 패턴을 분석하여 경기력을 분석한 선행연구(Anastasiou et al., 2019)에 따르면 경기 시작 후 첫 번째 목표지점에 해당하는 1마크(mark)에 도착하는 순서는 1등 선수의 경우 남녀 평균 2.2등, 2등 선수의 경우 남녀 평균 3.7~3.5등, 3등 선수의 경우 5~4등으로 확인되어 경기초반 운영의 중요성을 강조한 바 있다. 본 연구 결과에서도 이를 뒷받침하듯이 경기초반에 해당하는 풍상 경기시간은 거의 모든 바람 조건에서 level 1 집단이 level 2와 level 3 집단보다 유의하게 적은 시간을 사용하여 경기를 진행하였고, level 2 집단은 미풍과 중 강풍 그리고 강풍의 바람에서 level 3 집단보다 유의하게 적은 시간을 사용하여 경기를 진행하는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 경기초반의 낮은 순위가 경기 결과까지 이어질 수 있다고 생각할 수 있으며, 1마크에 빠르게 도달할수록 경쟁자 또는 바람의 영향을 가장 적게 받으면서 전략과 전술을 쉽게 구사할 수 있어 전반적인 경기운영과 경기 성과에 긍정적인 영향을 미친 것이라고 생각할 수 있다(Anastasiou et al., 2019). 특히 미풍과 미 중풍 그리고 중풍과 같이 약한 바람 조건의 경우 선수들은 펌핑을 이용해 보드를 추진시킨다고 하였고(Chamari et al., 2003), 본 연구에서 미풍과 미 중풍 그리고 중풍에서 확인되는 평균보드속도는 level 1 또는 level 2 집단이 level 3 집단보다 유의하게 빠른 속도를 나타내는 것을 확인할 수 있다. 이는 국제수준의 남자 윈드서핑 선수를 대상으로 물위에서 약 1,700 m를 펌핑으로 이동하는 동안 생리적 대사능력을 평가한 선행연구(Castagna et al., 2008)에서 확인된 최대 산소 섭취량(maximal

oxygen uptake)의 80%에 해당하는 산소 섭취량(oxygen uptake)과 최대 심박수(maximal heart rate)의 87%에 해당하는 심박수(heart rate)와 관련되어, level 3 집단이 펌핑을 지속하기 위한 물리적 능력이 부족했기 때문에 보드속도가 낮게 나타났다고 생각할 수 있으며, 평균적으로 30~40분이 소요되는 장시간의 경기 동안 고강도의 펌핑을 유지하기 위해 높은 생리적 대사능력은 필수적이라 할 수 있다. 따라서 유산소 및 무산소 에너지 효율을 위한 선수들의 물리적 능력의 강화는 원활한 경기운영과 경기력 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 반면, 바람을 주된 동력으로 사용하는 중 강풍과 강풍과 같은 15 kts 이상의 충분한 바람 조건에서 보드속도는 보드의 조절능력과 관련 있다고 하며(Andrianopoulos & Vogiatzis, 2017; Caraballo Vidal et al., 2021), 세일링 경기에서 빠른 완주를 위한 적은 이동거리와 빠른 보드속도는 중요한 요소라고 하였다(Ferretti & Festa, 2019). 본 연구 결과 또한 충분한 바람 조건에서 높은 경기수준을 가진 level 1 집단은 level 3 집단보다 유의하게 빠른 평균보드속도와 적은 주행거리 그리고 적은 풍상, 풍하, 빔 리치 경기시간을 나타내었다. 이는 구간에 따른 속도를 수집하여 분석하지 못하였으나, level 3에 해당하는 집단이 모든 구간을 범주하는 동안 주행거리에 영향을 미치는 전략과 전술적 지식 또는 지형, 바람, 조류, 파도와 같은 환경적 변수에 대한 이해의 부족과 더불어 보드조절 같은 기술적 능력이 부족했기 때문이라고 생각할 수 있으며, 이동거리의 증가 또는 속도의 감소로 인해 코스를 범주하는 시간이 증가했다고 생각할 수 있다. 따라서 경기력 향상을 위해 GPS를 통한 이동경로 추적을 위한 경기 모니터링, 적은 이동거리와 보드속도 향상을 위한 보드조절능력 강화 훈련이 요구된다고 할 수 있다(Cummins et al., 2013).

숙련된 운동선수는 변화하는 환경에서 덜 숙련된 운동선수보다 높은 기량을 선보이며 이러한 성능 차이를 포착하고 분석하는 것은 경기력 향상을 위한 정보를 제공하는 데에 도움을 줄 수 있다(Pluijms, Cañal-Bruland, Kats & Savelsbergh, 2013). 하지만 본 연구 결과 풍상에 소요된 경기시간을 제외한 대부분의 GPS 변인은 level 1과 level 3 집단에서만 차이를 나타내었고, 이는 본 연구에서 분석에 사용된 GP 변인이 level 2 집단보다 level 3 집단에게 효과적인 방법으로 제시될 수 있는 반면, level 2 집단은 풍상 또는 본 연구에서 분석에 사용되지 않은 심리적, 생리적, 전술적 역량의 향상이 경기력 향상을 위해 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

CONCLUSION

본 연구는 2018-2019년 월드 세일링이 주최하는 세일링 대회에서 수집된 여자 윈드서핑 선수의 GPS 데이터를 바람 조건과 경기수준에 따라 분석하여 차이를 확인하고 경기력 향상을 위한 훈련프로그램의 기초자료를 제공하고자 하였다. 그 결과, 평균보드속도는 미풍을 제외한 모든 바람 조건에서 level 1 또는 level 2 집단이 level 3 집단보다 높은 속도를 나타내었으며, 총 경기시간과 풍상 경기시간은 모든 바람 조건에서 level 1 또는 level 2 집단이 level 3 집단보다 적은 시간이 소요되는 것을 확인하였다. 그리고 총 주행거리와 풍하 경기시간 그리고 빔 리치 경기시간은 충분한 바람 조건에서 level 1 집단이 level 3 집단보다 적은 거리와 시간이 소요되는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 15 kts 이하의 약한 바람 조건에서 풍상을 범주하는 동안 유산소 능력과 같은 선수의 물리적 능력이 경기 결과에 영향을 미치는 것으로 생각할 수 있으며, 15 kt 이상의 충분한 바람 조건에서는 모든 코스를 범주하는 동안 적은 이동거리와 빠른 속도를 위한 보드조절능력이 영향을 미치는 것으로 확인된다. 더불어 본 연구에서 확인되는 결과는 속도 향상을 위한 목표를 제시하는 데에 유용한 정보로 사용될 수 있다고 생각되며, 추후 연구에서는 인구통계학적 정보와 GPS 변인 간의 연관성을 분석하고, 구간에 따른 보드속도와 거리를 측정함과 더불어 선수들의 심박수와 같은 내적 변인을 포함한 연구가 진행된다면 경기력에 차이를 나타내는 변인을 보다 명확하게 규명할 수 있을 것으로 생각된다(Farley et al., 2017).

REFERENCES

Anastasiou, A., Jones, T., Mullan, P., Ross, E. & Howatson, G. (2019). Descriptive analysis of olympic class windsurfing competition during the 2017-2018 regatta season. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *19*(4), 517-529.

Andrianopoulos, V. & Vogiatzis, I. (2017). Windsurfing: The physiology of athletic performance and training. *Extreme Sports Medicine*, 357-363.

Bojsen-Møller, J., Larsson, B. & Aagaard, P. (2015). Physical requirements in olympic sailing. *European Journal of Sport Science*, *15*(3), 220-227.

Bojsen-Møller, J., Larsson, B., Magnusson, S. P. & Aagaard, P. (2007). Yacht type and crew-specific differences in anthropometric, aerobic capacity, and muscle strength parameters among international olympic class sailors. *Journal of Sports Sciences*, *25*(10), 1117-1128.

Caraballo, I., Conde-Caveda, J., Pezelj, L., Milavić, B. & Castro-Piñero, J. (2021). GNSS applications to assess performance in olympic sailors: Laser class. *Applied Sciences*, *11*(1), 264.

Caraballo, I., Cruz-Leon, C., Pérez-Bey, A. & Gutiérrez-Manzanedo, J. V. (2021). Performance analysis of Paralympic 2.4 mR class sailing. *Journal of Sports Sciences*, 1-7.

Caraballo Vidal, I., González Montesinos, J. L., Casado-Rodríguez, F. & Gutiérrez-Manzanedo, J. V. (2021). Performance analysis in olympic sailors of the formula kite class using GPS. *Sensors*, *21*(2), 574.

Castagna, O., Brisswalter, J., Lacour, J. & Vogiatzis, I. (2008). Physiological demands of different sailing techniques of the new olympic windsurfing class. *European Journal of Applied Physiology*, *104*(6), 1061-1067.

Chamari, K., Moussa-Chamari, I., Galy, O., Chaouachi, M., Koubaa, D., Hassen, C. B. & Hue, O. (2003). Correlation between heart rate and performance during olympic windsurfing competition. *European Journal of Applied Physiology*, *89*(3), 387-392.

Coutts, A. J. & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *13*(1), 133-135.

Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H. & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A

systematic review. *Sports Medicine*, *43*(10), 1025-1042.

Eiraku, H., Ishii, Y., Funo, T., Nakamura, N., Matsushita, M. & Yamamoto, M. (2013). Quantitative evaluation of the tacking technique in the sailing assessed using GPS: Comparison of flat tacking and roll tacking. *The Japan Journal of Coaching Studies*, *27*(1), 23-32.

Farley, O. R., Abbiss, C. R. & Sheppard, J. M. (2017). Performance analysis of surfing: A review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(1), 260-271.

Ferretti, R. & Festa, A. (2019). Optimal route planning for sailing boats: A hybrid formulation. *Journal of Optimization Theory and Applications*, *181*(3), 1015-1032.

Guevel, A. (1999). Heart rate and blood lactate responses during competitive olympic boardsailing. *Journal of Sports Sciences*, *17*(2), 135-141.

Hagiwara, M. & Ishii, Y. (2016). Analysis of Racing Factors in Windsurfing under Light Wind. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *48*(5S), 1040.

Larsson, P. & Henriksson-Larsen, K. (2001). The use of dGPS and simultaneous metabolic measurements during orienteering. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *33*(11), 1919-1924.

Legg, S. J. & Mackie, H. W. (2000). Change in knowledge and reported use of sport science by elite new zealand olympic class sailors. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, *19*(2), 83-92.

Peeling, P., Cox, G. R., Bullock, N. & Burke, L. M. (2015). Beetroot juice improves on-water 500 m time-trial performance, and laboratory-based paddling economy in national and international-level kayak athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *25*(3), 278-284.

Pluijms, J. P., Cañal-Bruland, R., Kats, S. & Savelsbergh, G. J. (2013). Translating key methodological issues into technological advancements when running in-situ experiments in sports: An example from sailing. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *8*(1), 89-103.

Racing Rules of Sailing. (2021). Retrieved 3.09, 2021, from https://www.sailing.org/documents/racingrules/index.php.

Schram, B. L., Hing, W. A., Climstein, M. & Furness, J. W. (2017). A performance analysis of a stand-up paddle board marathon race. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *31*(6), 1552-1556.

Scott, M. T., Scott, T. J. & Kelly, V. G. (2016). The validity and reliability of global positioning systems in team sport: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(5), 1470-1490.

Smith, T. B. & Hopkins, W. G. (2012). Measures of rowing performance. *Sports Medicine*, *42*(4), 343-358.

Vogiatzis, I. & De Vito, G. (2015). Physiological assessment of Olympic windsurfers. *European Journal of Sport Science*, *15*(3), 228-234.