Kinematic Analysis of Back Pike Somersault between Skill Levels in Platform Diving

Jiho Park[1], Sukhoon Yoon[2]

[1] Department of Physical Education, Graduate School, Korea National Sport University, Seoul, South Korea
[2] Department of Community Sport, Korea National Sport University, Seoul, South Korea

Corresponding author
Sukhoon, Yoon, Ph. D.
Department of Community Sport
Korea National Sport University
1239, Yangjae, Songpa-gu, Seoul, 05541, Korea
Tel: +82-2-410-6850, Fax: +82-2-410-6927, Email: sxy134@knsu.ac.kr

Acknowledgments
본 논문은 박지호(2017)의 석사학위논문 중 일부를 발췌하였음.

Abstract

Objective: The purpose of this study was to investigate the kinematic difference in back pike somersault in platform diving according to player's skill level and to assist them to improve performances.
Method: The Korean current diving players as participants were divided into skilled group (age: 21.6±4.16 yrs, height: 1.68±0.03 m, weight: 62.0±3.94 kg, career: 12.6±5.13 yrs) and less-skilled group (age: 20.6±2.7 yrs, height: 1.72±0.05 m, weight: 64.8±6.76 kg, career: 12.2±2.49 yrs) and independent t-test was performed to analyze the difference at the moment of take-off between groups.
Results: The two group showed significant differences in displacement and velocity of COM, take-off angle, hip joint angle, knee joint angular velocity and hip joint angular velocity at the take-off($p<.05$), and significant differences in displacement of COM, hip joint and ankle joint at the flight($p<.05$).
Conclusion: For successful Back Pike, the COM should rise quickly in the vertical direction and hip joint angle and angular velocity have to be increased. For enhancing athletic performance of divers, also, Back Pike need to be supplemented and improved through repeated ground turn training before performing on a 10m platform so divers can stretch ankle joint and knee joint out straightly and facilitate quick flexion of hip joint when turning in the flight.

Keywords: platform diving, back pike, somersault, kinematics

Introduction

다이빙(Diving)은 수영과 함께 인류존재의 역사와 같이 오래된 활동으로 기계체조 선수들이 회전동작(somersault)을 안전하게 수행하기 위해 물 위에서 수행되던 훈련이 오늘날의 스포츠로 발전되었다. 다이빙경기는 경기 방법에 따라 플랫폼과 스프링보드 두 종목으로 나누어지며 도약(take-off), 공중동작(flight), 입수(entry)

에서 고도의 기술을 펼치며 경쟁하는 스포츠이다.

한국의 다이빙은 2000년대 초반까지 국제적 경기력을 갖추지 못하였으나 2010년 세계 최고수준의 다이빙 지상 훈련장의 완공과 중국 지도자의 영입으로 가능하진 체계적인 트레이닝 방법과, 높은 난이도의 기술 도입으로 인하여 급속한 경기력의 향상을 보이고 있다(Korea Institute of Sport Science [KISS], 2010). 이러한 공간적, 기술적 도입으로 한국은 2010년 광저우 아시안게임에서의 동메달을 시작으로 2014년 인천 아시안게임에서 은메달 1개와 동메달 4개를 획득하였고, 2017년 제29회 하계 유니버시아드 대회에서 금메달 1개, 은메달 1개, 동메달 2개를 획득하는 등 한국 다이빙의 경기력은 나날이 발전하고 있다.

다이빙 경기 중 플랫폼 다이빙은 탄성력을 이용하여 경기를 수행하는 스프링보드와 달리, 단단한 바닥에서 경기가 수행되며, 다이빙 기술은 준비자세와 공중회전 방향에 따라 6개 그룹으로 나누어진다. 1그룹의 Forward는 앞으로 서서 앞으로 회전하는 기술이며, 2그룹의 Back은 뒤로 서서 뒤로 회전하는 기술이다. 3그룹의 Reverse는 앞으로 서서 뒤로 회전하는 기술이며, 4그룹의 Inward는 뒤로 서서 앞으로 회전하는 기술이다. 또한 5그룹의 Twist는 수직 축으로 비트는 동작이 포함되는 기술이며, 마지막으로 6그룹의 Armstand는 물구나무를 선 자세로 기술을 시도하는 그룹이다. 또한 다이빙은 6가지 그룹을 기준으로 회전동작을 수행할 때의 자세에 따라 Straight, Pike, Tuck, 와 Free 등의 추가적인 4가지로 분류된다. Straight는 몸통과 하지를 곧게 신전한 상태로 회전하는 자세이다. Pike는 반 구부린 자세로 하지를 곧게 신전한 상태로 엉덩관절만 굴곡시켜 회전하는 자세이며, Tuck는 완전 구부린 자세로 엉덩관절과 무릎관절을 굴곡시켜 회전하는 동작이다. Free는 Straight자세와 함께 Tuck혹은 Pike자세를 섞어서 수행하는 자세이다.

다이빙 경기는 각 선수가 6가지 그룹을 반드시 수행해야 하며 각 그룹을 수행 시 4가지 회전자세 중 하나를 선택하여 경기를 수행하는데 이러한 그룹과 회전의 조합에 따라 수행 난이도가 결정된다. 따라서 다이빙 경기는 선수의 난이도에 따른 도약, 공중동작, 입수동작의 완성도를 점수화하여 승패를 결정하게 되며(KISS, 2010; Federation International de Natation [FINA], 2015), 높은 점수를 얻기 위해서는 도약, 공중동작, 입수동작의 완성도를 높여 한 부분의 실수 없이 동작을 이어나가야만 한다(Lee, 2006).

플랫폼 경기에서 상위 선수들이 Back그룹을 선택했을 때 대부분은 난이도가 높은 Pike 나 Tuck 3 1/2 회전동작을 시도한다. Back Pike 3 1/2회전 동작은 플랫폼에서 수행 가능한 Back중에 가장 높은 난이도를 갖고 있어 높은 점수를 얻을 수 있는 기술이다. Back Pike 3회전 반 동작을 수행할 경우 Back Tuck 3회전 반 보다 획득 점수에서 최대 9점까지 차이가 나게 되며, 순위가 바뀔 수 있는 점수차이로 경기 결과에 큰 영향을 미치게 된다. 하지만 Pike자세는 Tuck자세에 비하여 더 빠른 회전속도와 유연성을 필요로 하는 자세이기 때문에 충분한 도약높이와 기술력이 확보되어야 하며 이러한 조건을 갖추지 못한 선수들은 Pike자세수행에 어려움을 느끼고 있다고 보고되고 있다(Jeon, 2013; Lee, 2008).

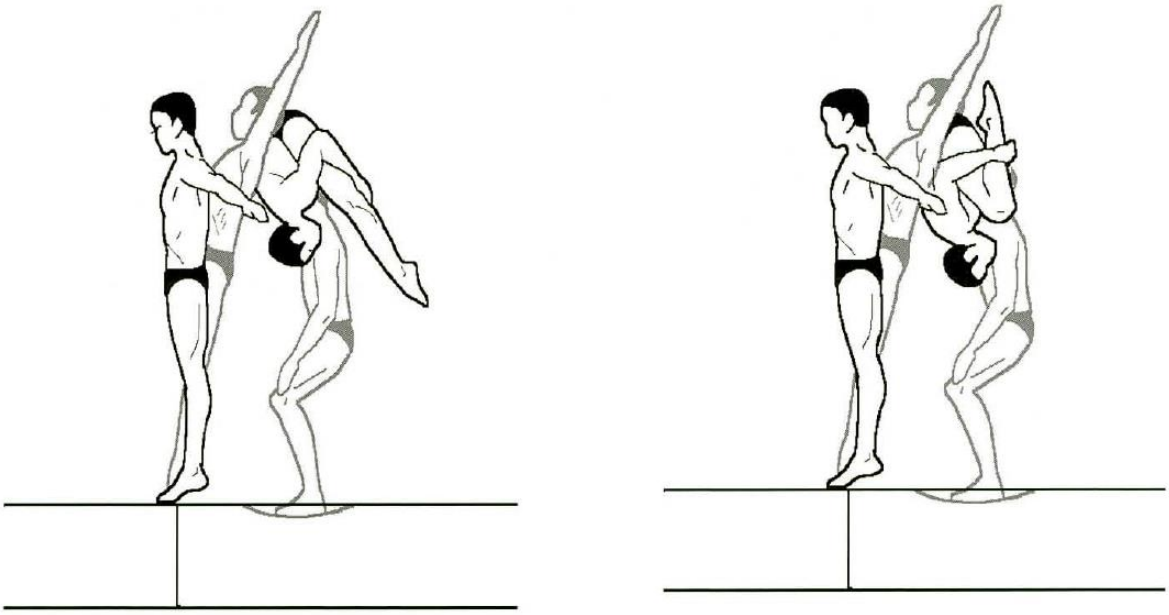


Figure 1. Back pike (left) and back tuck (right) position (KISS, 2010).

Lee(2008) 와 Miller 등(1989)은 선수들이 플랫폼 다이빙의 Back Pike를 성공적으로 수행하기 위해서는 도약 시 몸통의 기울기를 회전하는 방향, 즉 후방으로 기울이며 회전수행에 필요한 각속도를 확보하며, Pike자세를 수행하기 위해 하지를 신전시킨 상태에서 엉덩관절을 굴곡시키므로 서 몸통과 하지 분절을 가깝게 하여 몸의 빠른 회전속도 얻어야만 한다고 주장하였으며, Hamill등(1986)은 Pike자세의 회전 수에 따라 각운동량의 차이를 알아보았는데, 회전수가 증가함에 따라 각운동량 역시 증가한다고 보고 하였다. 또한 Miller 등(1990)은 10 m플랫폼에서 Back도약 시 회전수가 증가함에 따라 신체중심의 수직속도가 감소하고 Back Pike는 Back Tuck보다 큰 수평거리가 필요하다고 이야기 하였다. Lee(2008)는 5 m 플랫폼 Back Pike 2회전 반을 도약 순간부터 입수 준비동작까지 분석하였으며, 상체분절을 최대한 곧게 펴야 효과적인 회전수행이 가능하다고 보고 하였다.

하지만 위의 선행연구들의 경우, 국제대회에서 플랫폼 다이빙 선수들이 주로 수행하는 3 1/2회전 Back Pike 동작을 수행할 수 없는 낮은 수준의 피험자를 대상으로 연구하였거나, Back Pike의 도약을 설명할 수 있는 하지 관절의 운동학적 분석을 실시하지 않았다. 또한 경기력 수준에 따른 차이를 고려하지 않았기 때문에 하위수준 선수의 경기력 향상을 위한 훈련프로그램에 연구결과를 적용하는데 어려움이 있다고 보여진다.

플랫폼 다이빙 경기에서 도약구간은 높은 수준의 기술 수행을 가능하게 해주는 높이와 회전속도를 얻는 구간으로 선수들은 이 구간에서 본인들의 기술수행에 필요한 시간을 확보하여 원활한 회전수행을 수행한다고 발표되고 있다(Lee, 2006; Lee, 2008; Kang, & Nam, 2010; Hue, & Nam, 2012). 따라서 플랫폼 다이빙에서 도약구간은 선수들의 경기력에 직접적인 영향을 주는 매우 중요한 구간이며(McCormick, Subbaiah, & Arnold, 1982; Koschorreck, & Mombaur, 2009, 2012), 성공적인 도약구간의 수행을 위해서 다이빙 선수들은 점프 준비 동작 시 무릎과 엉덩관절을 굴곡시켜 신체중심을 낮추고 이어지는 도약순간에서 발목관절과 무릎관절, 엉덩이관절을 빠르게 신전시켜야만 한다고 많은 연구자들은 보고하고 있다(An, & Jang, 2001; Kwon, 2011; Lee, 2008; Hamill, Richard, & Golden, 1986; Miller, Jones, Pizzimenti, Hennig, & Nelson, 1989, 1990). 또한 성공적인 도약구간 이후 완벽한 첫 회전은 선수들의 3 1/2 회전 Back Pike 동작의 성공을 보장 할 수 있는 중요한 요소라고 생각된다.

따라서 완벽한 도약을 통한 성공적인 기술 수행을 위해서 다이빙 선수들은 다이빙장의 실제 플랫폼 에서 반복연습으로 기술의 향상을 취해야만 하지만(Pyun, 2010), 국내 선수들의 경우 플랫폼에서 행하는 기술훈련은 장소와 시간의 제약을 많이 받을 뿐 아니라 선수들의 체력적인 부담도 크기 때문에 현실적으로 훈련이 제한적인 상황이다. 현재 플랫폼 다이빙대 위에서 하는 훈련 이외에 지상에서 매트를 활용한 지상훈련이 실제적으로 국가대표 수

준의 선수들에게 많이 실시되고 있는 실정이다. 이러한 지상훈련은 전체 다이빙 훈련의 비중의 60%를 차지하고 있으며, 실제 다이빙을 대변할 수 있으며 즉각적인 피드백과 반복적인 훈련이 가능하기 때문에 높은 난이도의 기술을 완벽하고 안전하게 연기하기 위해 매우 중요한 훈련이라고 보고되고 있다(KISS, 2010). 지상훈련의 대표적인 Back Pike훈련은 지상1회전을 수행하고 발로 착지하는 훈련으로 수행되며, 선수들은 실제 플랫폼에서 Back Pike를 훈련할 때 지상훈련을 통해 얻어진 피드백을 통하여 경기력을 향상시키려고 노력하고 있다.
중력에 대항해 움직임을 수행하는 대표적인 운동인 플랫폼 다이빙은 5m와 10 m에서 경기가 이루어지며 플랫폼 이륙에서 공중진입 (이륙에서 1회전)까지 동작이 경기의 승패를 좌우할 수 있는 결정요인이라고 알려져 있다 (KISS, 2010, Miller, Jones, Pizzimenti, Hennig, & Nelson, 1989, 1990). 따라서 지상에서 수행되는 Back Pike 1회전은 플랫폼 다이빙을 성패를 대변할 수 있는 중요한 동작이라 할 수 있다.
그러므로 본 연구의 목적은 국내 선수들을 대상으로 지상훈련 상황에서 숙련도에 따른 Back Pike 1회전동작을 비교 분석하므로 서 기술력이 부족한 선수들의 동작수행능력 향상에 도움을 주는데 있다.

Methods

1. Participants

본 연구는 현재 선수로 활동 중이며 7 년 이상의 경력을 가진 남자 다이빙 선수 10 명을 연구대상자로 선정하였다. 그 중 국가대표 경력이 있고, 실제 경기 시 플랫폼에서 난이도 3.2 이상의 Back Pike 의 성공적인 수행이 가능한 5 명을 우수그룹(skilled group, 나이: 21.6±4.16 yrs, 신장: 1.68.8±0.03 m, 몸무게: 62.0±3.94 kg, 경력: 12.6±5.13 yrs)으로 구분하였고, 시도는 가능하나 성공적인 수행이 어려운 국가대표 상비군 경력을 가진 5 명을 비 우수그룹(less-skilled group, 나이: 20.6±2.7 yrs, 신장: 1.72±0.05 m, 몸무게: 64.8±6.76 kg, 경력: 12.2±2.49 yrs)으로 구분하였다. 실험 전 연구에 참여하는 선수들에게 실험의 절차와 실험의 목적을 충분하게 설명한 후, 동의서를 통해 참가에 동의한 선수들에 한하여 실험을 진행하였다.

2. Measurements

본 연구는 숙련도에 따른 Back Pike 1회전동작을 분석하기 위해 7 대의 적외선 카메라 (Oqus 300, Qualisys, Sweden)를 사용하여 촬영하였으며 카메라 샘플링 율(sampling rate) 은 200 Hz로 설정하였다.
실험 시작 전 실험에 참가한 선수들은 충분한 준비운동을 실시한 후 수영복을 착용하고 반사마커를 부착하였으며, 머리, 몸통, 골반, 좌·우측 상하지, 총 13개의 분절을 모델링 하기 위해 반사마커(reflective marker) 67개를 부착하였다(Figure 2). 반사마커 부착 후 지상훈련과 동일한 상황에서 Back Pike회전동작을 15회 수행하였다. 동작 시 수행에 피로감을 줄이기 위하여 동작 간 1분 이상의 휴식시간을 가지고 수행하였다. 이 중 안정적인 회전이 이루어진 10번의 데이터를 분석에 사용하였다.

Figure 2. Marker attachment point

3. Data processing

Qualisys Track Manager (Qualisys, Sweden)를 이용하여, 각 관절점과 분절에 부착된 반사마커에 대한 원자료(low data)를 획득하였다. 7 대의 적외선 카메라로 획득한 2 차원 평면 데이터는 Non Linear Trasformation (NLT)기법을 통해 3 차원 좌표 값으로 변환되었다. 자료 분석은 Visual 3D (C-motion, USA)를 이용하여 본 실험에 사용되는 변인을 산출하였으며, 실험 중 발생되는 랜덤 오류를 줄이기 위해 2nd Butterworth low-pass filter 를 사용하였으며, 차단주파수는 10 Hz 로 설정하였다(Kwon, 2011). 분석 변인으로는 무게중심 변위와 도약순간 무게중심 속도를 계산하였으며, 무게중심 변위 및 속도의 정의는 전역좌표계를 기준으로 전방을 음의 값 (-, negative), 후방을 양의 값 (+, positive)으로 정의하였다. 또한 발끝 위치를 기준으로 신체중심이 투사되는 각도를 도약각도(take-off angle)로 정의하여 구하였다. 좌측 하지 관절 각도 및 각속도를 계산하였고, 관절 각도의 정의는 몸통과 대퇴분절을 이루는 관절을 엉덩관절, 대퇴와 하퇴분절을 이루는 관절을 무릎관절, 하퇴분절과 발분절이 이루는 관절을 발목관절로 정의하였다. 또한 무릎, 엉덩관절의 굴곡과 발목관절의 배측굴곡을 양의 값 (+, positive)으로 정의하였으며, 신전과 발목관절의 저측굴곡을 음의 값(-, negative)으로 정의하였다. Back Pike 회전동작의 원활한 분석을 위해 4 개의 시점으로 나누어 분석하였다. 분석 시점은 무게중심이 가장 낮은 순간(the lowest of the COM, E1), 도약순간(take-off, E2), 무게중심이 가장 높은 순간(the top of the COM, E3), 엉덩관절이 최대로 굴곡되어 pike 자세가 완전히 이루어진 순간(complete of the pike, E4)으로 설정하여 분석하였다(Figure 3).

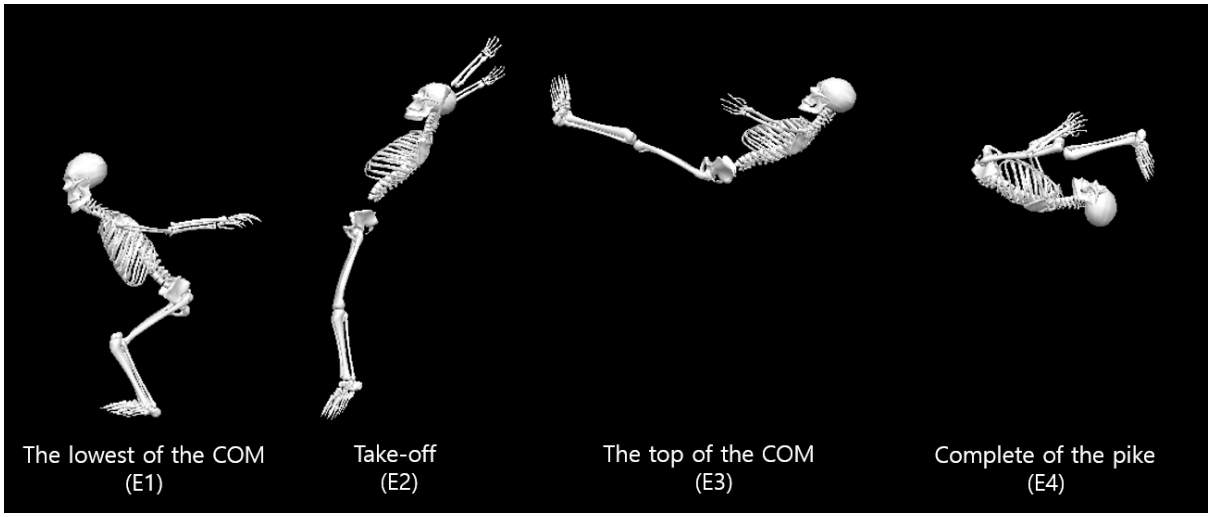


Figure 3. Events setup of Back Pike somersault

4. Statistical analysis

숙련도에 따른 두 그룹 간 Back Pike회전동작에서 나타나는 무게중심 변위 및 속도, 하지 관절 각도 및 각속도의 차이를 검증하기 위해 indeoendent t-test를 실시하였으며, 통계적 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

Results

1. 무게중심 변위

무게중심 수직 변위는 E4에서 우수그룹이 비 우수그룹에 비하여 유의하게 상방에 위치하고 있는 것으로 나타났으며 ($p<.05$, Figure 4), 다른 이벤트에서는 유의한 차이를 나타내지 않았고, 무게중심 수평변위는 E1을

제외한 모든 이벤트에서 우수그룹이 비 우수그룹에 비하여 통계적으로 유의하게 전방에 위치하는 것으로 나타났다(p<.05, Figure 4).

2. 도약 순간 무게중심속도 및 도약각도

도약 시 우수그룹은 비 우수그룹에 비하여 통계적으로 유의하게 느린 후방속도와 빠른 수직속도를 나타내었다(p<.05, Figure 5). 또한 도약각도는 우수그룹이 비 우수그룹에 비하여 통계적으로 유의하게 큰 각도를 나타내었다(p<.05, Figure 5).

3. 하지 관절 각도

Back Pike동작 시 발목과 무릎관절은 우수그룹이 비 우수그룹에 비하여 E4에서 통계적으로 유의하게 작은 배측굴곡과 굴곡이 각각 나타났다(p<.05, Figure 6). 반면 엉덩관절은 우수그룹이 비 우수그룹에 비하여 E2와 E3에서 통계적으로 유의하게 큰 신전과 굴곡각도를 각각 나타내었다(p<.05, Figure 6).

4. 하지 관절 각속도

Back Pike동작 시 무릎과 엉덩관절 각속도는 우수그룹이 비 우수그룹에 비하여 E2에서 통계적으로 유의하게 빠른 각속도를 나타내었다(p<.05, Figure 7)

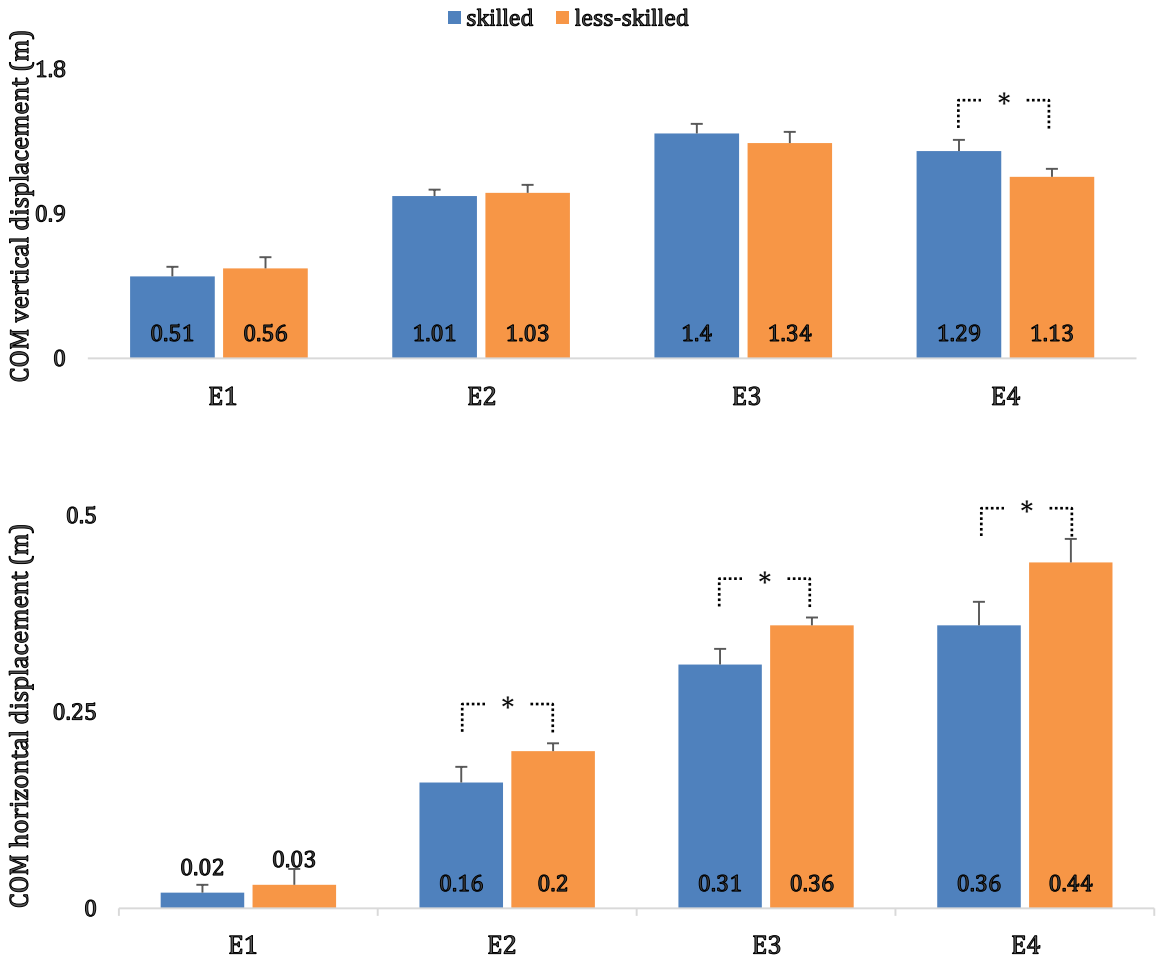


Figure 4. COM displacement during Back Pike somersault between groups

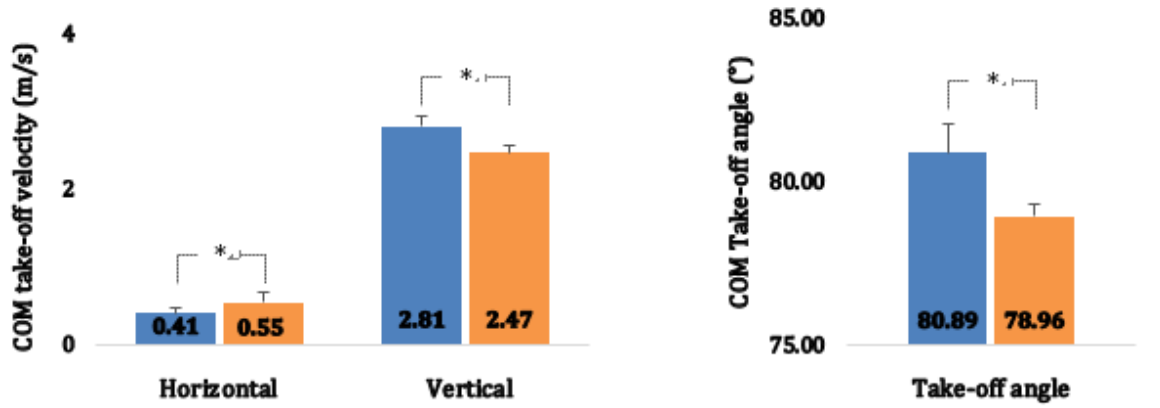
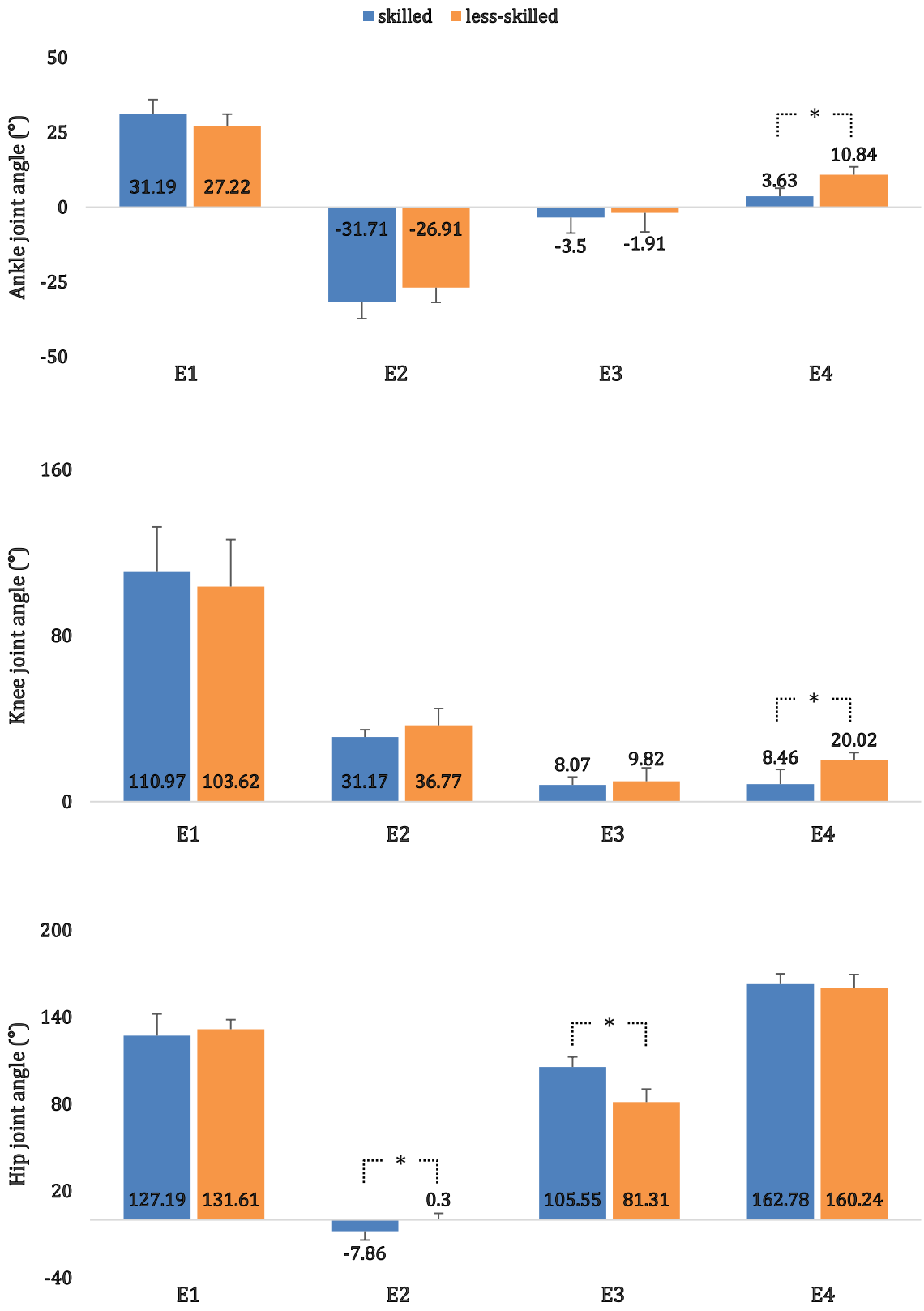


Figure 5. COM take-off velocity and angle between groups

193



194
195

196
197

198
199 Figure 6. Joint angles of left lower extremities at Back Pike somersault on between groups

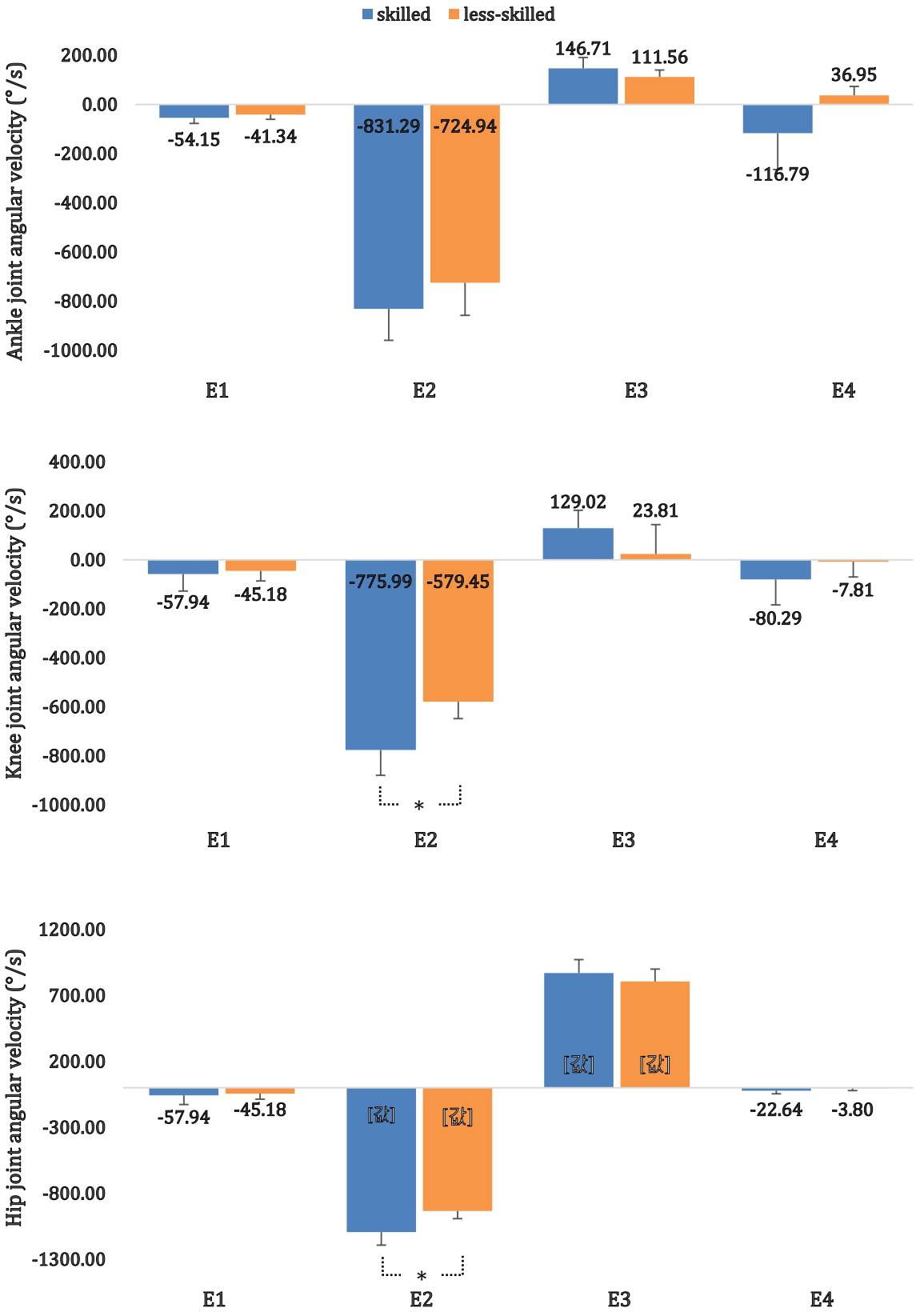


Figure 7. Joint angular velocity of left lower extremities at Back Pike somersault on between groups

Discussion

다이빙 기술은 새로운 트레이닝방법과 동작의 분석을 통한 기술력 증가, 그리고 선수들의 신체능력 증가에 따라 난이도가 점점 증가하고 있는 추세이다. 현재 플랫폼에서 수행하는 Back 그룹의 최고 난이도는 3.6 이며 Pike 로 3 회전 반을 회전하는 기술이다. 하지만 대다수의 국내 선수들은 기술력 부족으로 인하여 일부 엘리트 선수들만이 Back Pike 3 회전 반을 시도하고 있는 실정이다. 따라서 숙련도에 따른 Back Pike 회전동작의 차이를 분석하고 기술력이 부족한 국내 플랫폼 다이빙 선수들의 기술력을 향상시키기 위하여 연구가 진행되었다.

도약 준비자세는 올바른 준비자세가 도약을 효과적으로 실시하는데 중요한 요소가 된다고 알려져 있으며(KISS, 2010), 도약 준비자세에서 무릎의 굴곡과 엉덩관절의 굴곡을 통해 신체중심을 낮추고 신체를 빠르게 상승시키기 위한 준비를 하게 된다고 보고되고 있다(Kim, 2003).

본 연구를 수행한 결과 신체 무게중심이 가장 낮은 순간인 E1 에서 두 그룹 간의 신체 무게중심의 변위차이는 나타나지 않았으나 도약순간인 E2 에서는 우수선수들이 비우수선수들에 비하여 20% 전방(플랫폼 쪽)에 신체중심이 위치하였다($p<.05$, Figure4). 이러한 결과는 두 그룹 모두 도약을 준비하는 자세 있어서 효과적인 자세를 취하였지만 도약을 위한 다음단계에서 우수그룹이 빠른 신체움직임을 수행하고 있음을 나타낸다고 생각되어진다.

도약 순간은 준비자세에서 굴곡시킨 하지 관절을 빠르게 신전하여 도약 높이와 기술에 필요한 회전속도를 얻는 순간으로 발목과 무릎, 엉덩관절의 신전 자세나 신전 속도에 따라 도약 높이와 회전속도에 영향을 미치기 때문에 다이빙에 있어서 매우 중요한 순간이다(Lee, 2006; Lee, 2008; Kang, & Nam, 2010; Hue, & Nam, 2012). 도약 순간 발목과 무릎, 엉덩관절의 빠른 신전으로 무게중심을 상승시켜 회전에 필요한 시간을 얻고, 상체를 후방으로 기울여 회전속도를 조절하는데(Hamill et al., 1985), 대체적으로 숙련도가 부족한 선수들은 도약보다 회전에 집중하는 경향이 있기 때문에 하지 관절의 신전이 완료되기 전에 상체를 먼저 움직이고, 이러한 상체가 움직임은 무게중심의 과도한 후방 속도를 나타낸다(An, & Jang, 2001; Lee, 2006). 본 연구결과 도약 순간에서 우수선수들의 경우 비우수선수들에 비하여 13.77% 빠른 수직 속도와 24.55% 느린 수평속도를 나타내었다($p<.05$, Figure 5). 즉, 우수선수들은 도약 순간에 수직의 움직임을 강조하여 높이를 얻으려는 움직임을 수행하는 반면 비우수 선수들은 높이보다는 플랫폼의 앞쪽으로 움직임을 강조하여 높이를 얻는데 부족함을 나타낸다고 생각된다.

또한 Back Pike 도약 시 최대의 도약높이를 얻기 위해 하지 관절들을 최대한 신전시켜야만 한다(KISS,2010).

본 연구결과 우수선수들은 도약순간에서 비우수 선수들보다 8.16 신전된 엉덩관절각도를 나타내었으며 17.1% 와 33.92% 빠른 신전속도를 엉덩관절과 무릎관절에서 각각 나타내었다($p<.05$, Figure 6-7). 하지 관절의 신전은 폭발적인 순발력을 바탕으로 나타나는데 신전 속도는 두 그룹간의 숙련도에 따른 순발력의 차이가 위와 같은 결과로 이어졌다고 판단된다.

공중동작은 도약 순간 얻은 높이와 회전속도를 바탕으로 동작을 수행하며 선수가 물에 입수하기 전까지 선택한 난이도의 자세와 회전 수를 반드시 실행하고 물에 들어가야 한다. Back 은 플랫폼에서 행하는 3 회전 반의 기술을 행할 경우 Pike 와 Tuck 중 두 가지 자세를 시도하게 된다. Tuck 자세는 무릎관절을 굴곡시키고 엉덩관절을 굴곡시켜 회전하는 자세이며, Pike 자세는 하지 관절을 곧게 신전시킨 자세로 엉덩관절만 굴곡시켜 회전자세이다. Tuck 는 회전축으로 신체분절을 모으고 관성모멘트를 줄이기 용의하여 빠른 회전이 가능하지만(Lee, 2006), Pike 의 경우 무릎관절과 발목관절을 곧게 신전한 상태로 회전을 수행해야 하기 때문에 비교적 관성모멘트가 커져 회전이 용의하지 않고, 이에 따라 고난도의 기술로 분류된다. 성공적인 Pike 수행을 위해서는 하지의 신전을 유지한 상태로 몸통을 하지 방향으로 모을 수 있는 유연성이 필요하며, 도약 이후 빠른 순발력이 필요하기 때문에 반복적인 훈련이 필수이다. 본 연구에 참여한 선수들은 모두 국가대표 선수와 국가대표 상비군 선수로서 이미 충분한 유연성과 순발력을 가지고 있음에도 Pike 가 완료된 시점에서 우수그룹에 비해 비 우수그룹이 7.21° 큰 발목 배측굴곡과 11.56° 큰 무릎굴곡을 나타내었다($p<.05$, Figure 6).

Back Pike 의 감점요인으로서 무릎관절의 굴곡이나 발목관절의 배측굴곡이 나타나면 심판의 판단에 따라 감점요인으로 작용한다(FINA, 2015). 이러한 동작에서 나타나는 문제점들의 경우, 반복적인 훈련을 통하여

동작을 수정해야 하며, 이때 다이빙 종목에 특성상 플랫폼에서의 반복훈련은 체력적으로 불가능하기 때문에, 지상훈련을 통해 수정해야 한다고 생각된다. 훈련과정에서 습득한 감각은 반복적인 트레이닝을 통해 경기력 향상으로 이어진다고 보고되고 있지만(Pyun, 2010), 잘못된 자세와 효과적이지 못한 자세로 습득한 감각은 트레이닝 효과가 상대적으로 미미할 것으로 생각되며 지상훈련 과정에서 올바른 자세의 동작수행은 더욱 중요하다고 판단된다. 따라서 본 연구결과에 따라, Back Pike 의 성공적인 수행을 위해서는 반복적으로 수행할 수 있는 지상회전훈련을 통해 도약 시 신체중심을 수직방향으로 상승시키고, 하지 관절의 각도와 각속도를 증가시키며, 도약 이후 엉덩관절을 빠르게 굴곡시키고, 발목·무릎관절을 곧게 신전시킬 수 있도록 수정 한 후, 10 m 플랫폼에서의 Back Pike 에 적용한다면 추후 다이빙 선수들의 경기력 향상을 기대할 수 있을 것이다.

본 연구는 Back Pike 회전 수행 시, 숙련도에 따른 운동학적 차이를 분석하였고 반복적인 훈련 프로그램에 적용할 수 있도록 지상훈련 상황에서 운동학적 분석을 실시하였다. 그러나 본 연구는 지상훈련상황에서 분석한 연구라는 단점을 가지고 있고 이를 보안하기 위하여서는 추후 10 m 플랫폼에서의 실제적인 동작에 관한 연구가 필요하다고 생각되어진다.

Conclusion

본 연구는 기술력 부족으로 인해 Back Pike회전의 성공적인 수행이 어려운 선수들에게 동작수행능력 향상에 도움이 되는 자료를 제공하고자 하였다. 현재 선수로 활동 중이며 7년 이상의 경력을 가진 남자 다이빙 선수 10명을 대상으로 숙련도에 따른 Back Pike회전의 도약 시 신체중심 변위 및 속도, 하지 관절 각도 및 각속도를 두 그룹으로 나누어 분석을 실시하였다.

Back Pike회전의 성공적인 수행을 위해서 도약 시 신체중심을 수직방향으로 빠르게 상승시켜야 하고, 하지 관절의 각도와 각속도를 증가시켜야 하며, 공중회전 동작에서는 발목관절과 무릎관절을 곧게 신전 시키고, 엉덩관절을 빠르게 굴곡 시킬 수 있도록 반복적인 지상회전 훈련을 통해 수정한 후, 10 m플랫폼에서의 Back Pike에 적용한다면 다이빙 선수들의 경기력 향상을 기대할 수 있을 것이다.

Reference

An, W. S., & Jang, M. Y. (2001) Kinemetic Analysis of the Handspring Salto forward Stretched. *Korean Journal of Physical eduaction,* 40(3), 935-944.

Federation Internationale de Natation. (2015). Diving rules 2015-2017. Retrieved from http://www.fina.org/sites/default/files/finadvrules_20152017.pdf

Hamill, J., Richard, M. D., & Golden, D. M. (1986). Angular momentum in multiple rotation nontwisting platform dives. *International Journal of Sport Biomechanics*, 2(2), 78-87

Hue, J., & Nam, S. W. (2012). A kinematic analysis of platform diving revers dive(b) movement. *Journal of Exercise and Sport Science*, 18, 69-80.

Jeon, K. K. (2013). A kinetics analysis of forward 1½ somersault on the platform diving. *Korean Journal of Sport Biomechanics,* 23(3), 209-218.

Kang, M. K., & Nam, S. W. (2010). Kinematic analysis of 303(b) take-off in platform dives. *Journal of Exercise and Sport Science*, 16, 41-50

Kim, Y. J. (2003). *Kinematic element which influence back pike 1 ½somersault in platform dives*. Unpublished master's degree, Kongju National University, Kongju.

Korea Institute of Sport Science (2010). Sports leadership training guidebook-diving. Seoul: Korea Institute of Sport Science.

Koschorreck, J., & Mombaur, K. (2009). Optimisation of somersaults and twists in platform diving. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*, 12(S1), 157-159.

Koschorreck, J., & Mombaur, K. (2012). Modeling and optimal control of human platform diving with somersaults and twists. *Optimization and Engineering*, 13(1), 29-56.

Kwon, O. S. (2011). The Biomechanical comparison of instructional clues backward somersault with tucked, piked, stretched of the national team members. *Journal of Korean Society for the Study of Physical Education*. 16(1), 211-218.

Lee, C. H. (2008). A kinematical analysis of 205b motion in platform diving. *Korean Journal of Sport Biomechanics,* 18(1), 53-62.

Lee, J. H. (2006). A kinematics analysis of inward 1½ somersault in platform dives. *Korean Journal of Sport Biomechanics,* 16(1), 139-149.

McCormick, J. H., Subbaiah, P., & Arnold, H. J. (1982). A method for identification of some components of judging spring board diving. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53(4), 313-322.

Miller, D. I., Jones, I. C., Pizzimenti, M. A., Hennig, E., & Nelson, R. C. (1989). Kinetic and kinematic characteristics of 10-m platform performances of elite divers: i-back takeoffs. International Journal of Sport Biomechanics, 5(1), 60-88.

Miller, D. I., Jones, I. C., Pizzimenti, M. A., Hennig, E., & Nelson, R. C. (1990). Kinetic and kinematic characteristics of 10-m platform performances of elite divers: ii-reverse takeoffs. *International Journal of Sport Biomechanics*, 6(3), 283-308.

Oh, M. W., & Lee, B. K. (1995). Kinetic analysis of forward pike somersaulting in 3m springboard. *Journal of Exercise and Sport Science*, 1, 209-226.

Pyun, Y. H. (2010). *The effects of observing and analysing learning by the video on the middle school diving player's athletic performance*. Unpublished published master's degree, Jeonnam National University, Gwangju.