



## 플랫폼 다이빙 종목 205B 동작의 운동학적 분석

### A Kinematical Analysis of 205B Motion in Platform Diving

이종훈\*(서울산업대학교)

Lee, Chong-Hoon\*(Seoul National University of Technology)

#### 국문요약

본 연구는 플랫폼 다이빙 종목 205B를 3차원 영상분석을 통하여 운동학적 분석을 하였다. 총소요시간은 평균  $1.112 \pm 0.12s$ 로 나타났으며 여유 있는 연기를 수행하기 위해 많은 소요시간을 확보하여야 할 것으로 사료된다, 이지 시 신체중심의 높이는 평균  $88.8cm$ 이며 수평거리는  $144.8cm$ , 수평, 수직속도는 평균  $1.08m/s$ ,  $1.3m/s$ 로 나타났으며, 회전동작은 높은 위치에서 수행해야 하며, 수평거리는 짧아야 입수자세에 유리 할 것으로 판단된다. 하지분절의 속도변화는 이지 시 속도가 감소한 이후 회전이 이루어지는 시점까지 상승하며 이지 순간에는 회전보다는 점프동작에 더 큰 영향을 미치며, 신체중심을 축으로 회전동작으로 이어지고 속도가 상승하는 것으로 판단된다. 몸통각속도는 이지 시에 크게 나타났는데, 이는 상 방향으로 점프하여 회전에 필요한 힘을 얻기 위해 상체분절을 최대한 크게 펴고 신체중심을 높게 유지하여 도약을 해야 효과적인 동작을 수행 할 수 있기 때문으로 사료된다.

#### ABSTRACT

C. H. LEE, A Kinematical Analysis of 205B Motion in Platform Diving, Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 1, pp. 53-62, 2008. The purpose of this research was to analyze the kinematics of the 205B movement in platform diving. For the experiment, 2 athlete from the national diving team were chosen as the subject and two S-VHS video cameras were used. For this diving players preparing for the olympics participated. It was shown that the mean total took  $1.112 \pm 0.12s$ . In order to perform better, the divers time must be increased, at take off and rotation must be done high up and the horizontal distance must be shorted to main entrance of the water. To enter the water safely, the jump has to be high, the horizontal speed slow and the vertical speed as fast as possible. At E1 the lower limbs change in speed should decrease and after the rotation begins at E2. At take off, the jump is more important than the rotation for the performance of the dive. At take off, the trunk angular velocity was high, and this was needed to jump high for moment of inertia for rotation because for efficient jumping the upper body has to spread out and increase the height of the center of mass.

KEYWORDS : 205B MOTION, TAKE-OFF, DIVE

## I. 서론

다이빙은 10m높이에서 연기하는 플랫폼 다이빙(platform diving)과 3m, 1m높이에서 보드의 탄력을 이용하여 연기하는 스프링 다이빙(spring diving)으로 구분되며, 영국에서 1883년 처음으로 경기가 개최되었다. 다이빙(diving)은 뛰고 던지고 하는 것과 마찬가지로 인류존재의 역사와 같이 오래된 활동이다.

다이빙은 동작을 수행하는 과정에서 도약(take off), 공중동작(flight), 입수(entry)시에 고도의 기술을 구사하여 세밀한 동작을 아름답게 표현하는 예술이다(이종희, 2006). 플랫폼다이빙은 스프링다이빙보다 높이가 높지만 보드가 고정되어 있기 때문에 보드의 반작용력이 없이 자신 스스로의 능력으로 공중에서 동작을 수행하여야 하며 짧은 순간에 연기가 이루어지기 때문에 순간적인 판단력과 순발력, 교차성, 균형성 및 공중감각이 절대적으로 요구되는 종목이다. 다이빙은 고난도의 종목을 완벽하게 연기하고 수면과 수직상태를 이루면서 물의 저항을 최대한 줄일 수 있는 자세로 입수하는 것을 겨루는 경기로서 높은 도약과 공중동작, 입수의 각도 및 연기의 정확도와 난이도가 좋은 점수를 내기 위한 요소들이다(홍명희, 2007).

다이빙은 체격이나 체력 등의 신체적 조건보다는 선수가 가지고 있는 기술에 의해 평가되는 종목이기 때문에 동양인에게는 국제무대에서 우수한 성적을 기대할 수 있는 전략 종목 중의 하나이다. 그러나 우리나라에서는 다이빙이 세계대회에서 충분히 좋은 성적을 거둘 수 있는 유망 종목임에도 불구하고 이에 대한 연구가 많지 않은 실정이다. 빈약한 선수층과 시설부족의 이유가 있지만, 이웃 일본이나 중국의 선수들이 현재 각종 국제다이빙 대회에서 두각을 나타내는 경우만 보더라도 동일한 신체조건을 갖고 있는 우리나라 선수들도 좀 더 체계적이고 과학적인 훈련을 받으면 좋은 기록을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

플랫폼다이빙에 관한 선행연구들을 살펴보면 Miller & Munor(1984)는 완벽한 동작을 수행하기 위해 충분한 회전모멘트를 얻어야 하며 회전에 필요한 시간과 공간의 확보와 보드로부터 적절한 거리를 유지해야 한

다고 주장하였고, Golden(1981)은 다이빙 공중동작에서 회전증가에 따라 수직속도가 감소한다고 보고하였다. Himill, Golden & Williams(1986)는 도약 시 상체각을 변화시킴으로써 각속도가 변화된다고 주장하였고, Sanders(1988) 등은 이지 동작 시 가속도와 각 분절에 대한 각속도를 구하였다.

국내의 경우 오만원과 이병근(1995)은 다이빙 전방 파이크 썸머설팅 동작에 대한 분석에서 보드에서 발 구르기 및 이륙하는 자세, 속도 등이 중요한 요인이라고 주장하였으며, 강신, 정철정(1998)은 회전의 증가에 따라 중심을 통과한 횡축선상에서 총 각운동량을 산출하여 인체분절이 미치는 기여도를 조사하였다. 이종희(2006)는 플랫폼 다이빙 뒤로 서서 앞으로 뛰기 1회 회전동작의 운동학적 분석에서 높은 수직거리와 짧은 수평거리가 기술표현의 완성도를 높이는데 중요한 요인이라고 주장하였다. 홍명희(2007)는 플랫폼다이빙 종목 403B기술의 take-off동작분석에서 이지 시 수직속도는 크지 않으며 대퇴분절 보다는 상지분절이 회전동작에 더 큰 영향을 미친다고 하였다. 이상에서 살펴본 바와 같이 다이빙동작은 도약 시기가 가장 중요한 변인이기 때문에 경기력향상을 위해서는 다양한 연구가 필요하지만 국내선수들을 대상으로 한 선행연구는 거의 없으며, 특히 현재까지 가장 높은 난이도의 기술인 207B종목의 take-off동작으로 205B동작에 대한 연구는 전무한 실정이다.

205B동작은 우리나라 국가대표선수들 중에서도 일부 극소수의 선수들만이 연기를 할 수 있는 어려운 종목이다. 이 종목은 스텝을 이용하지 않고 제자리에서 자신의 점프만으로 회전을 해야 하는데 도약력이 약한 선수들은 동작의 연기에 어려움이 많다. 또한 모든 다이빙종목과 마찬가지로 205B종목도 공중동작을 완벽하게 연기해야 정확히 입수를 할 수 있기 때문에 경기력향상을 위해서는 심도 있는 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 다이빙 플랫폼 다이빙 종목 205B동작을 3차원적 영상분석에 의한 운동학적 분석을 통하여 다이빙의 경기력향상을 위한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 피험자는 2008년 중국 북경 올림픽을 위해 태능 선수촌에서 훈련을 하고 있는 국가대표 다이빙 남자선수 2명을 대상으로 선정하였으며, 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

### 2. 실험절차

다이빙 경기의 영상촬영을 위하여 2대의 카메라(PD-150)를 사용하였으며, 3차원공간 좌표를 설정하기 위하여 통제점이 표시된 직사각형 통제점틀(1m×4m×3m)을 다이빙대에 수직으로 세워 205B동작이 모두 포함될 수 있는 범위에 설치하고, 2대의 비디오카메라는 분석을 하기에 가장 유리한 위치인 다이빙 보드의 좌·우측에 삼각대로 고정시켜 설치하였으며, 카메라의 필드 안에 전체동작과 통제점틀이 들어 올 수 있도록 렌즈를 조절하여 동작을 촬영하였다. 카메라 속도는 60fields/s로 하였고, 노출시간은 1/500초로 하였으며, 전역좌표는 피험자가 운동하는 방향을 y축, 지면에

표 1. 피험자의 신체적 특성 (N = 2)

선수	연령 (yrs)	신장 (cm)	체중 (kg)	경력 (yrs)	점수
A	24	165.8	64.0	10	18
B	22	165.0	65.0	11	21



그림 1. 실험장비의 배치

대하여 수직방향을 z축, 좌우방향을 x축으로 설정하였으며, 촬영장면은 <그림 1>과 같다. 피험자들은 충분한 워밍업을 한 후 5회씩 기초 다이빙연습을 실시한 후 1인당 10회씩 기술을 수행하였고, 3명의 전문가들에 의해 최고점수를 획득한 동작을 분석하였다.

### 3. 자료처리

본 연구의 자료처리는 KWON3D 3.1(Kwon, 2002)프로그램을 사용하였다. 자료처리과정은 통제점 틀에 의한 120개의 통제점을 이용하여 실 공간 좌표가 계산된 후 인체의 3차원좌표를 구하였다. 인체의 모델은 총 20개의 관절점에 의한 14개의 신체분절로 연결된 강체 시스템으로 정의하고, 각 분절의 무게중심과 전체 무게중심의 위치를 계산하기 위한 인체분절 모수치(body segment parameters)는 Chandler 등(1975)의 자료를 이용하였다. 디지털이징 오차와 기자재 자체에 의해 생기는 노이즈(noise)를 제거하기 위해 Buterworth 저역 필터(low pass filter)를 사용하여 원자료를 필터링 하였다. 이때 차단주파수(Cut-off frequency)는 6Hz로 설정하여 실시하였다. 각각의 캠코더로부터 얻은 2차원 좌표는 3차 스프라인 함수에 의한 보간법을 이용하여 동조하였다. 아울러 3차원 좌표계산은 Abdel-Aziz와 Karara(1971)가 공동 개발한 DLT(direct linear transformation)방식을 사용하였다.

### 4. 이벤트 및 각 정의

본 연구의 이해를 위해서 설정한 이벤트의 정의 및 국면, 각도에 대한 정의는 다음과 같으며 <그림 2>와 <그림 3>에 도해가 나타나있다.

#### 1) 이벤트 및 구간의 정의

- (1)  $E_1$ (이벤트1) : 플랫폼의 보드에서 이탈하는(take-off)순간의 시점
- (2)  $E_2$ (이벤트2) : 이지 이후 공중에서 1회전이 이루어진 시점(머리가 지면과 수직인 시점)
- (3)  $E_3$ (이벤트3) : 1회전 이후 2회전이 이루어진 시점
- (4)  $E_4$ (이벤트4) : 2회전 이후 입수를 위하여 오쁜

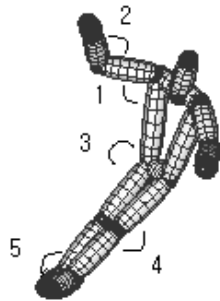


그림 2. 각도의 정의

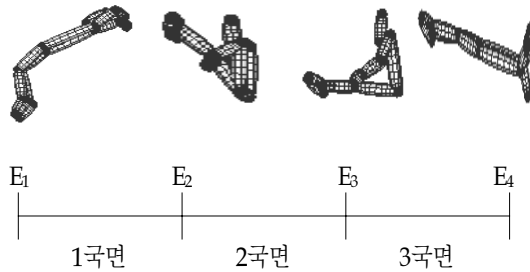


그림 3. 이벤트 및 국면의 정의를 한 시점

2) 국면

- (1) 제1국면(P<sub>1</sub>) : 보드에서 이탈하여 신체 중심점이 1회전에 이르는 구간
- (2) 제2국면(P<sub>2</sub>) : 1회전 이후 2회전이 이루어지는 구간
- (3) 제3국면(P<sub>3</sub>) : 2회전 이후 입수를 위해 오픈을 준비하는 구간

3) 각 정의

- (1) 견관절각( $\Theta_1$ ) : 몸통과 상완이 이루는 각도
- (2) 팔꿈치각( $\Theta_2$ ) : 상완과 전완이 이루는 각도
- (3) 고관절각( $\Theta_3$ ) : 몸통과 대퇴가 이루는 각도
- (4) 무릎각( $\Theta_4$ ) : 대퇴와 하퇴가 이루는 각도
- (5) 발목각( $\Theta_5$ ) : 하퇴와 발이 이루는 각도

III. 결과 및 고찰

1. 구간별 소요시간

동작을 실시하는 동안 구간별 소요시간은 <표 2>, <그림 4>와 같다.

보드에서 발끝이 이지되어 2회전 이후 입수를 위해 오픈을 준비하는 동작까지의 총소요시간은 평균  $1.112 \pm 0.12s$ 로 나타났으며 A는  $1.100s$ , B는  $1.141s$ 로 B가 더 많은 소요시간을 나타내었다. 이는 공중에서 소요시간이 길다는 것은 곧 공중 연기를 실시하는 데 충분한 체공시간을 확보하는 것을 의미하므로 본 연구에서 B는 A에 비해 효과적인 동작을 수행하고 있는 것으로 사료된다. 각 국면별 평균 소요시간은 제1국면이  $0.569 \pm 0.04s$ , 제2국면이  $0.385 \pm 0.03s$ , 제3국면이  $0.158 \pm 0.02s$ 를 나타내었다. 이종희(2006)는 제1국면에서  $0.535s$ 가 소요된다고 보고하였다. 제1국면은 보드에서 이지하여 공중에서 1회전이 이루어진 시점으로 신체중심이 보다 높이 위치해야 동작을 수행하는데 효율적인 체공시간을 확보 할 수 있으며, 다이빙 205B동작은 뒤로 회전하면서 무릎을 펴고 연기를 하는 동작이므로 상지와 하지분절을 몸에 붙여 관성모멘트를 줄이고 신체의 회전속도를 최대한 빠르게 하여야 유리 할 것으로 사료된다. 제2국면은 1회전 이후 2회전까지의 동작

표 2. 국면별 소요시간 (단위: sec)

Sub \ Phase	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
A	0.550	0.400	0.150
B	0.589	0.367	0.167
M $\pm$ SD	$0.569 \pm 0.04$	$0.383 \pm 0.03$	$0.158 \pm 0.02$

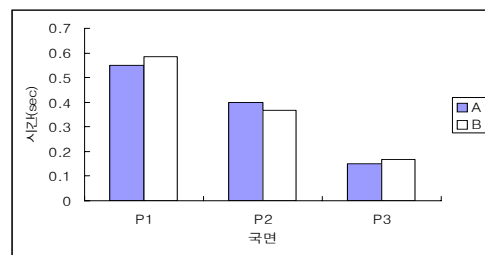


그림 4. 국면별 소요시간

구간으로 국면1 동작에 대한 관성을 유지하여 빠른 회전을 하여야 하며, 제3국면은 2회전 이후 입수를 위해 몸을 오픈하는 구간으로 종목연기의 성패에 중요한 시기로 최대한 신체를 수평으로 유지하고 입수를 위한 준비를 해야 한다.

## 2. 거리요인

거리요인은 신체중심의 높이변화(z값)와 전후이동거리(y값)이며 각 이벤트별 거리변화는 다음과 같다.

### 1) 신체중심의 높이변화

연구에서 위치좌표계의 기준이 되는 점은 보드위 통제점들의 끝점을 원점으로 하였으며, 각 이벤트별 신체중심의 높이위치는 <표 3>과 <그림 5>에 나타나 있다. <표 3>에서 보듯이 보드에서 이지 시점인 E<sub>1</sub>에서 수직 높이인 z값을 살펴보면 평균 88.85±0.12cm를 나타내었고, A가 88.39cm, B는 89.31cm로 B가 높은 위치에서 이지동작을 수행하고 있는 것으로 나타났다. 이(2006)는 91.3±7.15cm에서 이지동작을 수행 한다고 보고 하였다. E<sub>2</sub>에서는 A가 43.11cm, B는 51.93cm로 E<sub>3</sub>에서는 A가 -178.91cm, B는 -147.13cm로 B가 A에 비해 높은 위치에서 1회전과 2회전 동작을 수행 하고 있는데, 이는 이지한 후 신체중심이 수직하방으로 적게 떨어지는

것을 나타내며, 좋은 연기를 위해서는 높게 이지하고 회전동작도 높은 위치에서 수행해야 입수자세에 유리 하며 B가 동작을 효율적으로 수행하는 것으로 사료된다. 입수준비를 위한 시점인 E<sub>4</sub>에서의 신체중심의 높이는 A가 -305.82cm, B는 -283.72cm로 B가 A에 비해 22.1cm높은 위치에서 입수 준비를 하고 있는 것으로 나타나 피험자 A는 보다 높은 위치에서 동작을 수행해야 할 것으로 사료된다.

### 2) 신체중심의 수평거리

각 이벤트별 신체중심의 수평위치는 <표 4>과 <그림 6>에 나타나 있다. 이지시점인 E<sub>1</sub>에서 A가 147.75cm, B는 141.86cm로 B가 보드로 부터 가까운 수평 위치에서 동작을 하는 것으로 나타났다. 이지 시 도 약력과 이지속도, 도약각도가 중요한 요인이며, 높은 수직위치에서 동작을 수행하기 위해서는 수평거리가 짧아야 유리 하며, 피험자 A는 이지 시 수평성분보다는 수직성분을 증대시켜야 할 것으로 사료된다. E<sub>2</sub>에서는 A는 215.12cm, B는 200.50cm로 나타났으며 E<sub>3</sub>에서는 A와 B가 각각 267.31cm, 239.17cm, E<sub>4</sub>에서 A와 B가 각각 295.45cm, 264.37cm로 각 이벤트에서 B가 A에 비해 짧은 수평거리에서 동작을 수행하고 있음을 보여주었다. 205B는 Back 종목 중 현재까지 가장 높은 난이도의 동작으로 이지 시 보드와 일정한 거리를 두어

	단위(cm)			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	88.39	43.11	-178.91	-305.82
B	89.31	51.93	-147.13	-283.72

	단위(cm)			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	147.75	215.12	267.31	295.45
B	141.86	200.50	239.17	264.37

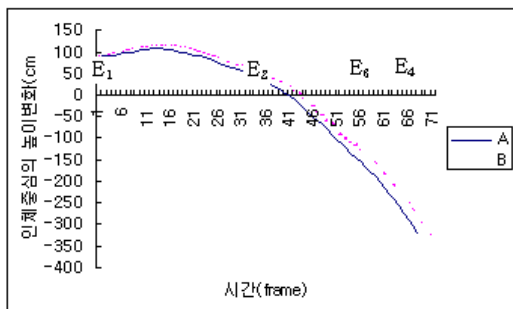


그림 5. 신체중심의 높이변화

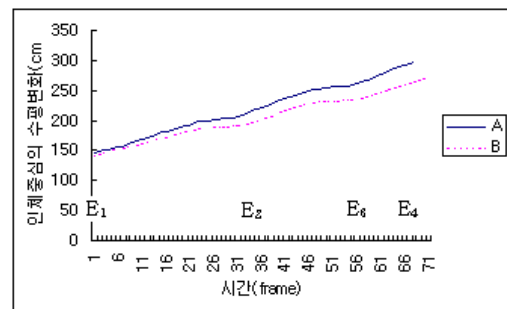


그림 6. 신체중심의 수평거리변화

야 선수의 안전성을 확보 할 수 있지만, 수평거리가 너무 멀어지게 되면 수평거리의 이동시간 증대로 인하여 비효율적인 동작을 수행하게 되며 이종희(2006)는 수평거리가 너무 멀면 포물선 궤적이 커지기 때문에 입수 동작이 힘들어 지게 되므로 이지 시 적당한 거리를 유지해야 한다고 하였다.

3. 속도요인

205B동작의 신체중심의 속도요인은 수평속도와 수직속도, 상지와 하지분절의 속도를 구하였다.

1) 신체중심의 속도

신체중심의 수평속도와 수직속도는 <표 5>, <표 6>과 <그림 7>, <그림 8>에 각각 제시하였다.

동작의 각 이벤트별 신체중심의 수평속도는 E<sub>1</sub>에서 A가 1.40m/s, B가 0.76m/s로 나타났으며, 수직속도는

A와 B가 각각 0.74m/s, 1.86m/s로 나타났다. 이종희(2006)는 이지 시에 수평, 수직속도가 1.28±0.04m/s와 1.01± 0.81m/s라고 보고하였다. 피험자 B가 A에 비해 수평속도는 느리고 수직상방향의 속도는 빠르게 나타났는데, 이는 도약 시 A에 비해 높은 위치를 확보하여 연기를 수행 할 수 있는 체공시간을 얻을 수 있으

며 보다 안정되게 입수를 준비 할 수 있을 것으로 사료된다. 피험자 A는 도약 시 보드와 충돌로 인한 부상의 위험을 피하고자 멀리 도약을 시도 한 것으로 사료되며, E<sub>4</sub>에서 수평속도는 B가 1.31m/s, A는 0.92m/s, 수직속도는 B가 -9.30m/s, A는 -9.75m/s로 B는 A에 비해 수평속도는 빠르고 수직속도는 느리게 나타났는데 이러한 현상은 몸을 빠르게 오픈 시키면서 입수를 준비하기 때문인 것으로 판단된다.

2) 각분절의 속도

각분절의 속도변화는 <표 7>, <표 8>, <표 9>, <표 10>과 <그림 9>, <그림 10>, <그림 11>, <그림 12>에 각각 제시하였다. 회전종목에 있어 각분절의 속도는 동작수행에 중요한 영향을 미친다. 상지분절의 속도에 따라 회전력이 결정되는데, 전완분절 속도는 E<sub>1</sub>에서 A가 0.64m/s, B는 1.25m/s로 나타났다. E<sub>1</sub>에서는 take-off가 시작되는 시점으로 전완분절의 속도가 떨어지는데, 이는 이지가 이루어지기 전에 상지분절을 점프동작과 함께 수직 상 방향으로 들어 올린 후에 take-off가 이루어지기 때문으로 사료되며 1회전과 2회전이 이루어지는 E<sub>2</sub> 와 E<sub>3</sub> 에서는 속도가 증가하며 E<sub>4</sub>에서는 빠른 속도를 보이는데 이는 상지분절을 양옆으로 오픈시키며 입수준비를 위하여 속도를 올리는 것으로 판단된다.

표 5. 신체중심의 수평속도 단위(m/s)

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	1.40	1.84	1.68	0.92
B	0.76	1.71	1.36	1.31

표 6. 신체중심의 수직속도 단위(m/s)

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	0.74	-3.00	-6.93	-9.75
B	1.86	-2.98	-6.64	-9.30

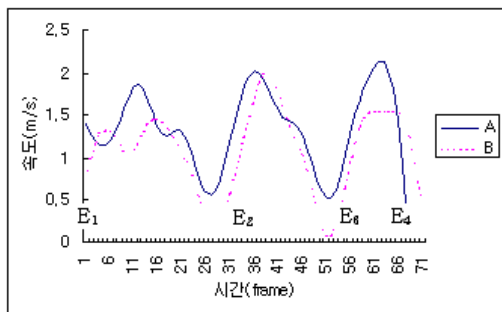


그림 7. 신체중심의 수평속도 변화

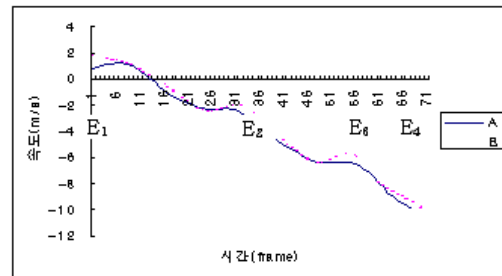


그림 8. 신체중심의 수직속도 변화

표 7. 전완분절의 속도 단위(m/s)

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	0.64	1.60	2.47	2.87
B	1.25	2.32	1.70	5.22

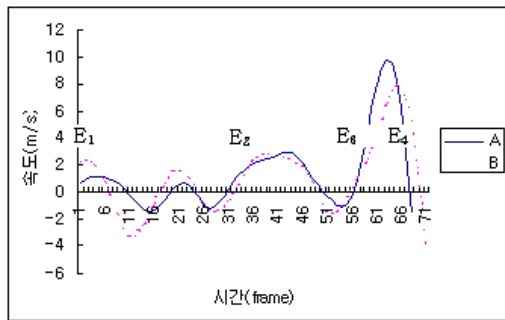


그림 9. 전완분절의 속도변화

표 8. 상완분절의 속도 단위(m/s)

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	0.28	3.90	4.71	2.16
B	1.17	3.14	4.06	2.59

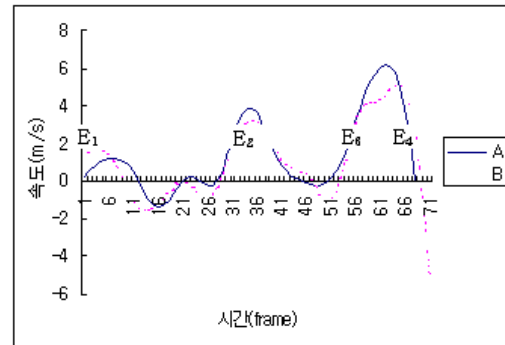


그림 10. 상완분절의 속도변화

표 9. 대퇴분절의 속도 단위(m/s)

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	0.85	-0.69	-1.67	1.05
B	0.55	-0.77	-1.80	1.18

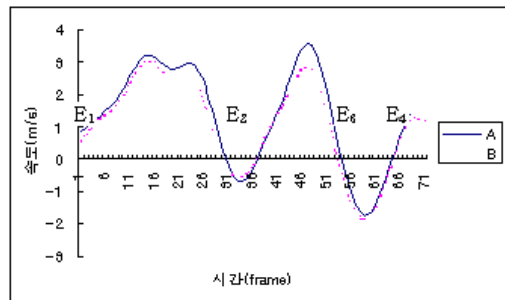


그림 11. 대퇴분절의 속도변화

표 10. 하퇴분절의 속도 단위(m/s)

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	0.39	0.85	-1.67	0.69
B	-0.66	4.94	-1.82	1.44

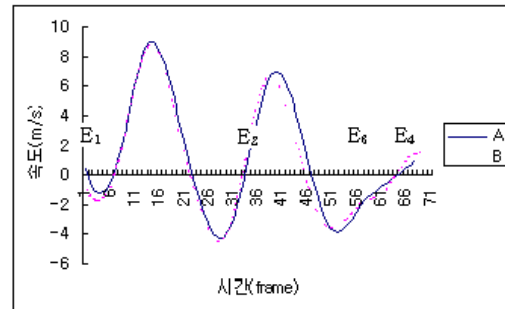


그림 12. 하퇴분절의 속도변화

상완분절의 속도는 피험자 A, B 모두 비슷한 변화를 보이는데 E<sub>1</sub>에서는 속도가 떨어지고 E<sub>2</sub>와 E<sub>3</sub>에서는 속도가 증가하다가 E<sub>4</sub>에서는 속도가 감소하였다.

E<sub>1</sub>에서 대퇴 분절의 속도는 A가 0.85m/s, B가 0.55m/s, 하퇴분절은 A가 0.39m/s, B가 -0.66m/s로 피험자 B가 A에 비해 속도가 느리게 나타났으며 1회전을 마친 시점인 E<sub>2</sub>에서의 대퇴분절 속도는 A가 -0.69m/s, B가 -0.77m/s, 하퇴분절은 A가 0.85m/s, B가 4.94m/s

로 B가 A에 비해 속도가 빠르게 나타났다. 하지분절의 속도변화는 E<sub>1</sub>에서 속도가 잠시 감소한 이후 회전이 이루어지는 E<sub>2</sub>까지 상승하는 것을 볼 수 있는데 이러한 결과는 하퇴분절이 보드에서 발끝이 떨어지는 take-off 순간에는 회전보다는 점프동작에 더 큰 영향을 미치며 점프가 끝나면서 신체중심을 축으로 회전동작으로 이어지며 속도가 상승하는 것으로 판단된다.

표 11. 몸통의 각속도 단위(deg/s)

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	100.75	129.60	97.32	23.18
B	111.28	108.21	-0.23	10.77

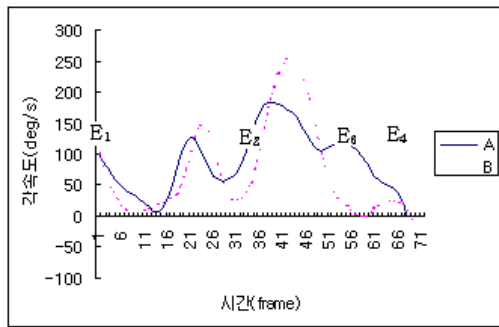


그림 13. 몸통의 각속도변화

표 12. 대퇴분절의 각속도 단위(deg/s)

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	20.42	-23.66	-18.83	7.56
B	-17.44	28.15	-69.31	-17.12

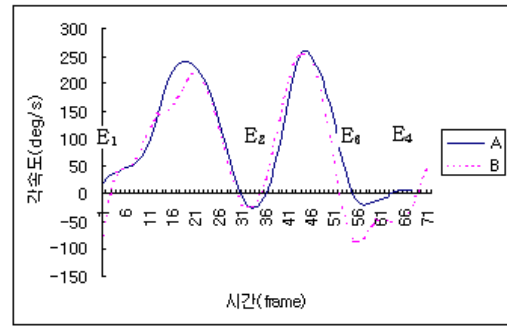


그림 14. 대퇴분절의 각속도변화

4) 각속도요인

각속도 요인은 몸통과 대퇴, 하퇴분절의 각속도를 y 축을 기준으로 하여 각분절이 이루는 각속도로 정의하였다. 몸통의 각속도는 <표 11> <그림 13>에 나타나 있다. 선수가 보드에서 이지 시 연기를 수행하기 위한 동작에서, 고관절각도와 무릎의 굴곡과 신전, 몸통의 자세에 따라 각속도에 큰 영향을 미치므로 회전을 하는 다이빙에 있어 중요한 요인이 된다(이종희, 2006).

몸통의 각속도는 E<sub>1</sub>에서 A는 100.75deg/s, B는 111.28deg/s를 나타내었다. 다른 이벤트에 비해 각속도가 빠르게 나타났는데, 이는 이지 전에 상 방향으로 점프하여 회전에 필요한 힘을 얻기 위해 상체분절을 최대한 곧게 펴고 신체중심을 높게 유지하여 도약을 해야 효과적인 동작을 수행할 수 있기 때문이다. E<sub>2</sub>에서 A와 B는 각각 129.60deg/s, 108.21deg/s, E<sub>3</sub>에서는 97.32deg/s와 -0.23deg/s 를 나타냈는데, E<sub>2</sub>와 E<sub>3</sub>는 회전동작 시점으로 신체중심축을 중심으로 관성모멘트를 최대한 줄이면서 회전을 빠르게 수행해야 입수 시에 충분한 시간을 확보 할 수 가 있을 것으로 사료된다. E<sub>4</sub>에서 A와 B는 각각 23.18deg/s, 10.77deg/s로 몸통의 각속도가 느리게 나타났는데, E<sub>4</sub>는 입수준비를 위해 신체분절을 신전시킨 시점으로 신체의 균형을 유지해야 좋은 입수 동작을 할 수가 있다.

대퇴의 각속도는 <표 12> <그림 14>에 나타나 있다. E<sub>1</sub>에서 피험자 A와 B의 대퇴각속도는 20.42deg/s와 -17.44deg/s로 이지 시에 빠른 각속도를 나타내지 않았지만, E<sub>2</sub>와 E<sub>3</sub>에서는 비교적 빠른 각속도를 보였다. 이는 대퇴가 회전축을 중심으로 빠르게 이동하기 때문이며, E<sub>4</sub>에서 A와 B의 각속도는 각각 7.56deg/s와 -17.12deg/s로 나타났는데 이는 입수를 정확하게 하기 위해 하지분절의 회전을 막고 오픈 포인트 지점에서

표 13. 하퇴분절의 각속도 단위(deg/s)

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
A	107.68	195.11	61.13	2.46
B	-52.68	183.90	10.92	-7.35

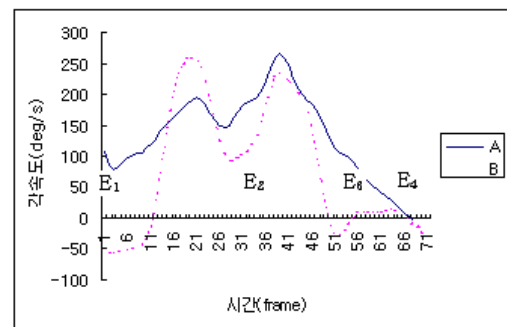


그림 15. 하퇴분절의 각속도변화



정지시키기 때문인 것으로 사료된다.

$E_1$ 에서 피험자 A와 B의 하퇴분절의 각속도는 107.68deg/s와 -52.68deg/s로 나타났으며,  $E_2$ 와  $E_3$ 에서는 피험자 A와 B가 각각 196.11deg/s와 183.90deg/s, 61.13deg/s와 10.92deg/s로 나타났다. 하퇴분절의 경우  $E_1$ 는 이지를 준비하는 시점으로 무릎각도를 작게 하여 인체중심의 높이가 낮은 상태에서 위상방향으로 도약을 하면서, 속도를 증가시켜 신체중심의 높이를 높게 하는데 있다(이종희, 2006).  $E_4$ 에서 A와 B의 각속도는 2.46deg/s, -7.35deg/s로 속도가 느리게 나타났는데, 이는 입수자세를 수직으로 하기 위해 오픈동작을 준비하는 것으로 판단된다.

#### IV. 결론

본 연구는 2008년 중국 북경 올림픽을 대비하여 훈련 중인 국가대표 2명의 선수를 대상으로 플랫폼 다이빙 고난도 종목 205B를 3차원 영상분석을 통하여 운동학적 분석을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 총소요시간은 평균 1.112±0.12s로 나타났으며 A는 1.100s, B는 1.141s로 B가 더 많은 소요시간을 나타내었다. A는 여유 있는 연기를 수행하기 위해 많은 소요시간을 확보하여야 할 것으로 사료된다.
2. 이지 시 신체중심의 높이는 평균 88.8cm이며 수평거리는 144.8cm로 나타났다. 이지 시 동작과 회전동작은 높은 위치에서 수행해야 하며, 수평거리는 짧아야 입수자세에 유리 할 것으로 판단된다.
3. B가 A에 비해 수평속도는 느리고 수직상방향의 속도는 빠르게 나타났는데, 이는 도약 시 A에 비해 높은 위치를 확보하여 기술을 표현 할 수 있으며, 보다 안정되게 입수를 준비 할 수 있을 것으로 사료된다.
4. 하지분절의 속도변화는  $E_1$ 에서 속도가 감소한 이후 회전이 이루어지는  $E_2$ 까지 상승하며 이는 하퇴분절

이 보드에서 발끝이 떨어지는 이지 순간에는 회전보다는 점프동작에 더 큰 영향을 미치며, 신체중심을 축으로 회전동작으로 이어지며 속도가 상승하는 것으로 판단된다.

5. 몸통각속도는 이지 시에 크게 나타났는데, 이는 상방향으로 점프하여 회전에 필요한 힘을 얻기 위해 상체분절을 최대한 곧게 펴고 신체중심을 높게 유지하여 도약을 해야 효과적인 동작을 수행 할 수 있기 때문으로 판단된다.

#### 참고 문헌

- 강신(1998). **Nontwisting Platform Divers에서 Forward 1/2, 1과 1/2회전시 각운동량에 대한 분석**. 성균관 대학교 박사학위논문.
- 강신, 정철정(1998). **Nontwisting Platform Dives Forward 1/2, 1과 1/2회전시 각 운동량에 대한 분석**. 한국체육학회지, 37권제2호, 281-288.
- 김용진(2003). **플랫폼 다이빙 Back Pike 1½ 회전에 영향을 미치는 운동학적 요인**. 공주대학교 대학원, 석사학위논문
- 김현숙, 문영진(2003). **다이빙의 스프링보드 받침축 변화가 Forward Dive Pike(101B) 비행높이에 미치는 영향에 관한 연구**. 한국체육학회지, 42권제6호, 953-962.
- 다이빙규정집(2006). **대한수영연맹**
- 송재웅(1993). **스프링보드 다이빙 Reverse Dive Pike(301B)의 Take-off 준비 동작의 분석**. 일급경기지도자연수 수료논문집
- 이병근(1995). **다이빙 전방 파이크 섬머설팅 동작의 운동역학적 분석**. 제주대학교 교육대학원 석사학위논문
- 이종희(2006). **플랫폼 다이빙 뒤로 서서 앞으로 뛰기 1½ 회전동작의 운동학적 분석**. 한국운동역학회지, 제16권 제1호, 139-149.

- 이종희, 소재무, 임영태(2006). 플랫폼 다이빙 624C 동작의 운동학적 사례분석. *한국운동역학회지*, 제16권 4호, 13-20.
- 이순호(2000). 신체의 회전관성과 운동기술. *스포츠과학*, 한국체육과학연구원, 2000년 제71호.
- 오만원, 이병근(1995). 다이빙 전방 섬머설팅 동작의 운동역학적 분석. *체육과학연구논문집*. 209-226.
- 전보임(2004). 플랫폼 다이빙 Reverse 1 ½ 회전 동작의 운동학적 분석. 수원대학교 교육대학원 석사 학위논문
- 홍명희(2007). 플랫폼 다이빙 종목 403B 기술의 Take-off 동작 분석. 1급경기지도자 수료논문. 체육과학연구원.
- Abdel-Aziz, Y. I. & Kararah, M.(1971). Direct linear transformation from comparator coordinates object space coordinates in close-range photograph metry. Falls church, VA: *American Society Potogrammetry*, 1-18.1-27
- Chandler, R.F., Clauser, C.E., McConville, J.T., Reynolds, H.M., and Young, J. W.(1975), *Investigation of inertial properties of the human body*. DOT Hs-801 430, Wright-Patterson Air Force Base, OH.
- Dessureault, J., & Lafortune, M.A.(1981). *Biomechanical feature styles of high jumping Biomechanics*, VII -B: pp 246-270
- Hamill, J. Richard, M.D. & Golden (1986) Angular momentum in multiple rotation non twisting platform dives. *human kinetics IJSB* 2 : 78-87
- Hamill, J., Golden, D.M., & Williams, M.A.(1986). Dynamics of selected tower dive take-offs. In J. Terauds & J.N. Barham(Eds.), *Biomechanics in sport II*(PP 200-207). Del Mar, CA : Academic Publ.
- Kwon Y. H.(2002). *KWON3D Flim motion analysis Package 3.1version user, reference manual*. The penn state university Park.
- McCormick, J.H., Subbaiah, P., & Arnold, H.J.(1982). A method for identification of some components of judging spring board diving. *R.Q. for exercise and sports*, Vol. 53 : pp 313-332.
- Miller D.I.(1984). Biomechanical characteristics of the final approach step, hurdle and takeoff of elite American springboard divers, *J of human movement studies*, Vol. 10(4)189-212.
- Miller D.I. and Munro C.F.(1984). Body segement contributions to height achieved during the flight of a springboard dive. *Medicine and science in sport and exercise*, 16(3) : PP 234-242.
- Sanders R.H. & Wilson B.D.(1998). Factors contributing to maximum height of dives after takeoff from the 3m springboard Human kinetics International. *journal of sport Biomechanics*, 3 : 47-62.

투 고 일 : 1월 30일  
 심 사 일 : 2월 4일  
 심사완료일 : 3월 19일