



도마 Ropez 동작의 운동학적 분석 Kinematical Analysis of Ropez Motion in Horse Vault

백진호*, 이순호, 최규정, 문영진(체육과학연구원), 김동민(한국체육대학교), 박종훈(관동대학교)

Back, Jin-Ho* · Lee, Soon-Ho · Choi, Kyu-Jung · Moon, Young-Jin(Korea Institute of Sports Science) · Kim, Dong-Min(Korea National Sports University)
Park, Jong-Hoon(KwanDong University)

ABSTRACT

J. H Back, S. H Lee, K. J Choi, Y. J Moon, D.M. Kim, J. H. Park. Kinematical Analysis of Ropez Motion by Phase in Horse Vault, Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 15, No. 2, pp. 119-127, 2005. The purpose of this research helps to make full use for perfect performance by grasping the defects of Ropez motion performed by athlete CSM who was under the training for the 28th 2004 Athene Olympic Games, and by presenting complementary methods. For the better Ropez motion which had been performed by CSM for the 1st dispatch selection test and the final for the 28th Athene Olympic Game was analyzed with 3-dimensional cinematographic method. Here are the conclusions:

1. During the board contact phase, powerful kicking and rapid forward flexion motion of upper body make increasing vertical velocity of C. O. G and enlarging body angle.
2. It was indicated that rapid forward flexion motion of upper body during the board contact phase get a large body angle in horse take-off.
3. rapid forward flexion motion of upper body during the board contact phase makes a longer time at horse contacting phase. It showed that this result increased velocity of horse take-off causing by powerful blocking motion.
4. Increasing of air-borne height during pre-flight phase, makes a higher C. O. G; and larger angle of hip, angle of knee and body angle in the landing phase. And it revealed that these results have a stable landing.

KEYWORDS: ROPEZ MOTION, HORSE VAULT

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

최근의 도마경기는 미적 아름다움의 추구보다는

다이내믹하고 곡예적인 면을 강조하고 있다. 도마 운동의 기술요소는 직접 뛰어넘기, 제 1비약 시 1 회전 비틀기 동작이 있는 뛰어넘기, 손 짚고 앞들며 뛰어넘기, 손 짚고 옆 들며 뛰어넘기, 그리고 도움 짚기에 의한 뛰어넘기와 같이 5가지로 구분하고

* jhback@sports.re.kr

있다. 이 기술요소들은 제 1비약의 도약 형태와 제 2비약 시 신체 자세 및 공중회전과 비틀기 량의 차이에 따라 가산점을 규정하고 있다.

또한 2001년부터는 변형된 도마에서 경기를 수행하고 있다. 즉 도마 상판의 면을 넓히고, 앞쪽으로 기울게 하며, 도마 앞부분의 모서리를 둥글게 변형시킴으로써 손 짚기의 안정성과 용이함을 높였을 뿐만 아니라 손목관절의 가동범위 확대에 따른 부상을 예방하고 있다.

이와 같은 도마 규격의 변경은 도마 접촉 시 팔의 블로킹(blocking)에 의해 도약력이 증가하여 제 2비약 운동에서 질적 수준과 웅대한 면의 증가로 이어져서 보다 다양한 형태의 기술들이 많이 시도되고 있는 실정이다.

도마운동 Ropez 동작은 Kasamatsu(손 짚고 옆 돌며 뛰어넘기 요소)계통의 기술로서 손 짚고 옆 돌아 몸 퍼 뒤 공중 돌며 3회전을 비트는 동작이다. 이 기술은 현행 채점규칙상 10점 만점의 가치를 가지고 있으며 이 기술을 공인된 국제대회에서 수행한 선수는 현재까지 중국의 양웨이 선수에 불과하다.

Kasamatsu계의 기술은 발 구름 이후 옆 돌면서 도마에 두 손을 옆으로 벌려 접촉하므로 두 손을 모아 도마를 동시에 접촉하는 핸드스프링(손 짚고 앞돌며 뛰어넘기 요소)계의 운동과는 달리 도마접촉 시간이 길고 한쪽 팔에 하중이 치우치므로(Dilman, Cheetham & Smith, 1985) 도마 접촉에 의해 탄성을 높이는 데 많은 어려움이 따른다.

Kasamatsu계통의 선행연구들을 살펴보면, 박종훈(2001)은 Kasamatsu 1turn 동작의 분석에서 우수한 동작일수록 구름판 이륙 시 다리를 뒤로 강하게 차주어 회전력을 강화시키고 있으며 Peak 이전에 공중회전 각거리와 비틀기 거리를 완벽하게 확보하는 것으로 나타났다고 보고하였으며, Dillman et al.(1985)은 도마운동의 제 2비약의 높이 분석에서 손 짚고 옆 돌아 뒤 공중돌기 동작은 손 짚고 앞 돌아 앞 공중돌기 동작보다 약 10cm정도 낮은 높이를 나타내고 있다. 이상과 같은 도마 운동과 관련된 연구들의 대부분이 운동학

적 변인분석에 대한 설명이며, 이러한 연구를 현장에서 직접적으로 적용하였다는 사례를 찾아보기가 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 2004년 제 28회 아테네올림픽을 대비하여 훈련 중인 CSM 선수의 도마운동 Ropez 동작을 3차원적 영상분석에 의한 운동학적 분석을 통하여 문제점을 파악하고 이를 보완할 수 있는 방법을 제시함으로써 완벽한 가까운 연기를 구사할 수 있게 하는데 목적을 두고 본 연구에 착수하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 선정된 대상자는 제 28회 아테네올림픽대회를 대비하여 도마 Ropez 동작을 연습 중인 국가대표 CSM 선수이며, 이 선수가 아테네올림픽 파견 1차 선발전과 최종 선발전에서 연기한 총 2회의 Ropez 동작을 대상으로 분석하였다. 1차 선발전(이하: 1차시기)에서는 9.175점을 획득하였고, 최종 선발전(이하: 2차시기)에서는 9.550점을 획득하였다. CSM 선수의 신체적 특성은 신장이 164cm, 체중이 58kg이다.

2. 분석내용 및 실험절차

분석내용은 신체중심의 소요시간, 신체중심의 변위와 속도 및 견관절, 고관절, 슬관절, 신체의 지지각의 각변위와 각속도이다. 구체적인 각정의는 <그림 1>과 같이 견관절각(θ_1)은 상완과 동체가 이루는 상대각도, 고관절각(θ_2)은 대퇴와 동체가 이루는 상대각도, 슬관절각(θ_3)은 대퇴와 하퇴가 이루는 상대각도, 발구름 시 지지각(θ_4)은 발의 중앙과 신체중심을 잇는 선이 Y축과 이루는 절대각도, 그리고 도마 접촉 시 지지각(θ_5)은 손의 중앙과 신체중심을 잇는 선이 Y축과 이루는 절대각도이다.

본 연구의 대상인 CSM 선수의 도마 Ropez 동작은 태능선수촌 체조장에서 개최된 제 28회 아테

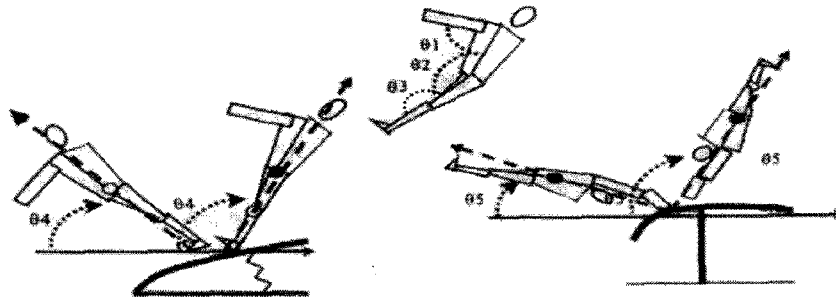


그림 1. 각도정의

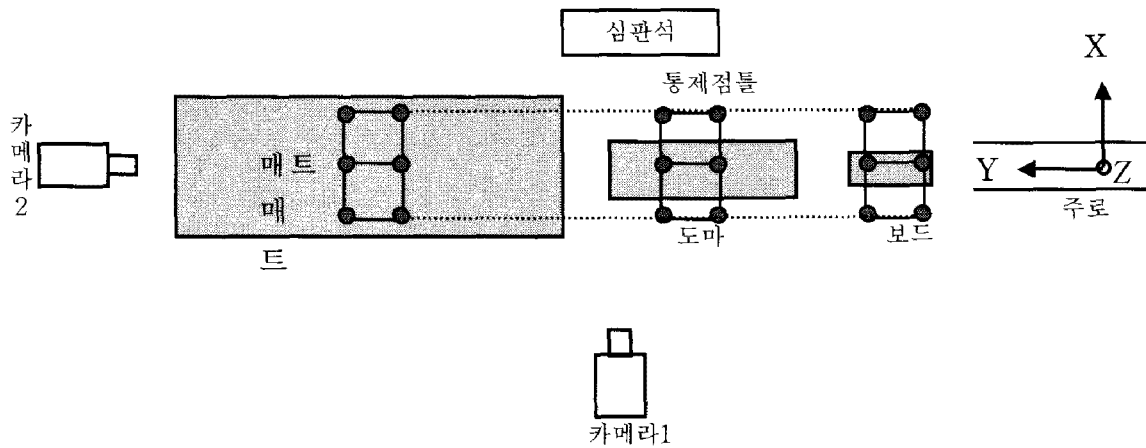


그림 2. 실험장비의 배치

네올림픽대회 파견 1차선발전과 최종선발전에서 모두 촬영하였다.

도마경기의 영상촬영은 2대의 Camcorder(S-VHS, Panasonic)를 사용하였으며, 한 대의 캠코더는 도마경기의 측면에 설치하였고, 다른 한 대의 캠코더는 도마경기의 진행방향에 설치하였다(그림 2). 이때 촬영속도는 30frames/sec이고 셔터 스피드는 1/250초로 하였다. 영상촬영은 대회가 시작되는 시점부터 종료되는 시점까지 연속적으로 기록하였으며, 통제점 틀은 대회가 완전히 종료된 후 도마를 제거한 후 약 3분 동안 촬영하였다. 통제점 틀은 1×2×4m의 직육면체 3개를 사용하였는데 상호간에 정렬을 이루어 직사각형이 되도록 설치하였다.

3. 분석국면 및 이벤트

Ropez 동작에서 구름판(board)을 접촉하는 순

간에서부터 매트에 착지하는 순간까지를 (그림 3)과 같이 6개의 이벤트와 4개의 국면으로 구분하였다.

- 1) 이벤트
 - (1) BTD(board touch-down) : 구름판에 발이 접촉하는 순간
 - (2) BTO(board take-off) : 구름판에서 이륙하는 순간
 - (3) HTD(horse touch-down) : 도마에 손이 접촉하는 순간
 - (4) HTO(horse take-off) : 도마에서 이륙하는 순간
 - (5) Peak : 제 2바약의 공중동작 중 신체중심이 최고 높이가 되는 순간
 - (6) LD(landing) : 발이 매트에 접촉하는 착지 순간

표 2. 제 1비약 국면의 운동학적 변인

변인	1차	2차	증감
체공시간(s)	0.133	0.1	-0.033
신체중심의 수평변위(m)	0.77	0.57	-0.2
신체중심의 최고 높이(m)	1.44	1.37	-0.07
신체중심의 국면 평균 수평속도(m/s)	5.74	5.69	-0.05

2) 국면

- (1) 구름판 접촉(BC : board contact) : 발이 구름판에 접촉하고 있는 발 구름 구간
- (2) 제 1비약(PrF : pre-flight) : 구름판 이륙 시부터 도마 접촉 순간까지의 비행 구간
- (3) 도마 접촉(HC : horse contact) : 손이 도마에 접촉하고 있는 구간
- (4) 제 2비약(PoF : post-flight) : 도마 이륙 시부터 발이 매트에 접촉하는 순간까지의 비행 구간

향인 전·후 방향을 Y축, 그리고 상·하 방향을 Z축으로 정의하였다. 인체의 모델은 총 21개의 관절점에 의한 16개의 신체 분절로 연결된 강체 시스템으로 정의하고, 각 분절의 무게중심과 전체 무게중심의 위치를 계산하기 위한 신체 분절 모수치(body segment parameters)는 Chandler, Clauser, Mc Conville, Reynolds와 Young (1975)의 자료를 이용하였다.

각각의 캠코더로부터 얻은 2차원 좌표는 3차 스플라인 함수에 의한 보간법을 이용하여 동조하였다. 또한 3차원 좌표 계산은 Abdel-Aziz와 Karara(1971)가 개발한 DLT(direct linear transformation)방식을 사용하였으며, 이때 디지털 타이징 등과 같은 여러 가지 원인에 의해 발생하는 노이즈에 의한 오차 제거는 Butterworth 2차 저역 통과 필터(low-pass filter)를 이용하여 스무딩하였고, 이때 차단 주파수는 6Hz로 설정하였다.

4. 자료처리

본 연구의 자료처리는 KWON3D 3.1(Kwon, 2002) 프로그램을 사용하였다. 자료처리과정은 통제점 틀에 의한 90개의 통제점을 이용하여 실 공간 좌표가 계산된 후 인체의 3차원 좌표가 얻어졌다. 이 때 축 정의는 좌·우 방향을 X축, 운동 진행 방

표 1. 구름판 접촉 국면의 운동학적 변인

변인	1차	2차	증감
구름판 접촉(지지)시간(s)	0.05	0.067	+0.017
신체중심의 수평변위(m)	0.34	0.44	+0.1
신체중심의 수직변위(m)	0.06	0.08	+0.02
구름판 접촉 시 신체중심의 높이(m)	0.91	0.92	+0.01
구름판 접촉 시 신체중심의 수평속도(m/s)	7.34	7.48	+0.14
구름판 이륙 시 신체중심의 수평속도(m/s)	6.27	6.04	-0.23
구름판 접촉 시 신체중심의 수직속도(m/s)	-0.19	-0.61	+0.42
구름판 이륙 시 신체중심의 수직속도(m/s)	2.59	2.89	+0.3
구름판 접촉 시 고관절 각도(°)	120	115	-5
구름판 접촉 시 슬관절 각도(°)	148	147	-1
구름판 접촉 시 신체의 지지각도(°)	77	75	-2
구름판 이륙 시 신체의 지지각도(°)	100	105	+5

Ⅲ. 결과 및 논의

본 연구는 제 28회 아테네올림픽대회 파견 1차 선발전에 출전한 CSM 선수의 Ropez 동작을 분석한 후 문제점을 파악하고 이를 보완할 수 있는 방법을 제시한 다음 제 28회 아테네올림픽대회 파견 최종선발전에서 수행된 Ropez 동작을 분석하여 변화된 결과를 확인하였다.

1. 결과

1) 구름판 접촉 국면

CSM 선수가 Ropez 동작을 수행하는 동안 구름판 접촉국면의 운동학적 변인의 결과를 나타낸 것은 <표 1>과 같다.

표에 의하면, 구름판 지지시간은 2차시기가 0.067초로서 1차시기보다 길게 나타났고, 신체중심의 수평변위와 수직변위는 2차시기가 각각 0.44m와 0.08m로서 1차시기보다 크게 나타났으며, 구름판 접촉 시 신체중심의 높이는 1, 2차시기가 각각 0.91m와 0.92m로서 큰 변화가 없었다. 또한 구름판 접촉 시 신체중심의 수평속도는 2차시기가 7.48m/s로서 1차시기보다 빠르고, 구름판 이륙 시 신체중심의 수평속도는 2차시기가 6.04 m/s로서 1차시기보다 느리게 나타났으며, 구름판

접촉 시 신체중심의 수직속도는 2차시기가 -0.61m/s로서 1차시기보다 빠르게 하강하였고, 구름판 이륙 시 신체중심의 수직속도는 2차시기가 2.89m/s로서 1차시기보다 빠르게 상승하였다.

한편 구름판 접촉 시 고관절각은 2차시기가 115°로서 1차시기보다 약간 작게, 슬관절각은 2차시기가 148°, 1차시기가 147°로서 서로 큰 차이가 없었고, 구름판 접촉 시 신체의 지지각도는 2차시기가 75°로서 1차시기보다 약간 작게 나타난 반면 구름판 이륙 시 신체의 지지각도는 2차시기가 105°로서 1차시기보다 약간 크게 나타났다.

이상에서 나타난 바와 같이 2차시기는 1차시기보다 구름판 접촉 직전 하강속도를 빠르게 하여 강한 발구름을 시도하였고, 구름판 접촉 시간을 길게 가지면서 도마방향으로의 수평이동을 크게 하고 신체를 앞으로 많이 기울이는 결과를 나타냈다.

CSM 선수가 Ropez 동작을 수행하는 동안 제 1비약 국면의 운동학적 변인의 결과를 나타낸 것은 <표 2>와 같다.

표에 의하면, 제 1비약의 비행시간은 2차시기가 0.1초로서 1차시기보다 짧게 나타났고, 신체중심의 수평변위는 2차시기가 0.57m로서 1차시기보다 작게 나타났으며, 신체중심의 최고 높이는 2차시기가 1.37m로서 1차시기보다 낮게 나타났다. 또한 신체중심의 국면 평균 수평속도는 2차시기가 5.69m/sec

표 2. 도마 접촉 국면의 운동학적 분석

변인	1차	2차	증감
도마 접촉(지지)시간(s)	0.183	0.217	+0.034
신체중심의 수평변위(m)	0.83	0.93	+0.1
도마 접촉 시 신체중심의 높이(m)	1.44	1.37	-0.07
도마 이륙 시 신체중심의 높이(m)	2.04	2.11	+0.07
도마 접촉 시 신체중심의 수평속도(m/s)	5.56	5.6	+0.04
도마 이륙 시 신체중심의 수평속도(m/s)	3.41	3.01	-0.4
도마 접촉 시 신체중심의 수직속도(m/s)	3.07	3.39	+0.32
도마 이륙 시 신체중심의 수직속도(m/s)	3.76	3.82	+0.06
도마 접촉 시 견관절 각도(°)	141	149	+8
도마 이륙 시 견관절 각도(°)	131	123	-8
도마 접촉 시 신체의 지지각도(°)	0	-8	-8
도마 이륙 시 신체의 지지각도(°)	64	68	+4

로서 1차시기보다 약간 느리게 나타났다.

이와 같은 결과에 의하면, 제 1비약 국면에서 2차시기 동작은 1차시기 동작보다 매우 짧은 시간 동안에 수평이동보다는 수직상승운동 중심의 움직임이 일어나는 것을 알 수 있다.

3) 도마 접촉 국면

CSM 선수가 Ropez 동작을 수행하는 동안 도마 접촉 국면의 운동학적 변인의 결과를 나타낸 것은 <표 3>과 같다.

표에 의하면, 도마 지지시간은 2차시기가 0.217초로서 1차시기보다 길게 나타났고, 신체중심의 수평변위는 2차시기가 0.93m로서 1차시기보다 크게 나타났으며, 도마 접촉 시 신체중심의 높이는 2차시기가 1.37m로서 1차시기보다 낮게 나타난 반면 도마 이륙 시 신체중심의 높이는 2차시기가 2.11m로서 1차시기보다 높게 나타났다.

또한 도마 접촉 시 신체중심의 수평속도는 2차시기가 5.60m/s로서 1차시기보다 빠르게 나타난 반면 도마 이륙 시 신체중심의 수평속도는 2차시기가 3.01m/s로서 1차시기보다 느리게 나타났다. 도마 접촉 시 신체중심의 수직속도는 2차시기가 3.39m/s로서 1차시기보다 빠르게 나타났으며, 도마 이륙 시 신체중심의 수직속도는 2차시기가 3.82m/s로서 1차시기보다 빠르게 나타났다.

한편 각도요인을 살펴보면, 도마 접촉 시 견관절 각도는 2차시기가 149°로서 1차시기보다 크게 나타난 반면 도마 이륙 시 견관절 각도는 2차시기가 123°로서 1차시기보다 작게 나타났다. 도마 접촉 시 신체의 지지각도는 2차시기가 -8°로서 1차시기보다 낮게 나타난 반면 도마 이륙 시 신체의 지지각도는 2차시기가 68°로서 1차시기보다 약간 높게 나타났다.

이상에서 나타난 바와 같이 2차시기는 1차시기보다 도마 접촉 시간을 길게 가지면서 도마 이륙 시 신체의 지지각(이륙 각)을 크게 하고 신체의 이륙 속도를 빠르게 수행하는 것을 알 수 있다.

4) 제 2비약 국면

CSM 선수가 Ropez 동작을 수행하는 동안 제 2비약 국면의 운동학적 변인의 결과를 나타낸 것은 <표 4>와 같다.

표에 의하면, 제 2비약의 비행시간은 2차시기가 0.983초로서 1차시기보다 짧게 나타났고, 신체중심의 수평변위는 2차시기가 3.13m로서 1차시기보다 짧은 반면 신체중심의 최고 높이는 2차시기가 2.76m로서 1차시기보다 약간 높은 것으로 나타났으며, 신체중심의 국면 평균 수평속도는 2차시기가 3.12m/sec로서 1차시기보다 느리게 나타났다.

표 3. 도마 접촉 국면의 운동학적 분석

변인	1차	2차	증감
도마 접촉(지지)시간(s)	0.183	0.217	+0.034
신체중심의 수평변위(cm)	83	93	+10
도마 접촉 시 신체중심의 높이(cm)	144	137	-7
도마 이륙 시 신체중심의 높이(cm)	204	211	+7
도마 접촉 시 신체중심의 수평속도(cm/s)	556	560	+4
도마 이륙 시 신체중심의 수평속도(cm/s)	341	301	-40
도마 접촉 시 신체중심의 수직속도(cm/s)	307	339	+32
도마 이륙 시 신체중심의 수직속도(cm/s)	376	382	+6
도마 접촉 시 견관절 각도(°)	141	149	+8
도마 이륙 시 견관절 각도(°)	131	123	-8
도마 접촉 시 신체의 지지각도(°)	0	-8	-8
도마 이륙 시 신체의 지지각도(°)	64	68	+4

표 4. 제 2비약 국면의 운동학적 변인

변인	1차	2차	증감
체공시간(s)	1.017	0.983	-0.034
신체중심의 수평변위(m)	3.52	3.13	-0.39
신체중심의 최고 높이(m)	2.72	2.76	+0.04
신체중심의 국면 평균 수평속도(m/s)	3.42	3.12	-0.03
착지 시 신체중심의 높이(m)	0.53	0.7	+0.17
착지 시 신체중심의 수평속도(m/s)	2.64	2.37	-0.27
착지 시 고관절 각도(°)	136	160	+24
착지 시 슬관절 각도(°)	171	178	+7
착지 시 신체의 지지각도(°)	30	36	+6
착지 시 신체의 지지각속도(°/s)	445	460	+15

또한 착지 순간의 결과를 살펴보면, 신체중심의 높이는 2차시기가 0.7m로서 1차시기보다 높게 나타났으며, 신체중심의 수평속도는 2차시기가 2.37m/s로서 1차시기보다 느리게 나타났다. 또한 고관절과 슬관절각은 2차시기가 각각 160°와 178°로서 1차시기보다 모두 크게 나타났고, 신체의 지지각도는 2차시기가 36°로서 1차시보다 크게 나타났으며, 신체의 지지각속도는 2차시기가 460°/s로서 1차시기보다 빠르게 나타났다.

이상에서 나타난 바와 같이 2차시기는 1차시기보다 비행시간이 짧고 이동속도가 느렸으나 비행높이가 크게 나타난 특징을 보였다. 또한 착지 시 2차시기는 1차시기보다 신체중심이 높고, 수평이동속도가 느리며 신체 각 관절의 각도가 크게 유지되는

결과를 나타냈다.

2. 논의

도마운동 Ropez 동작을 수행하여 고득점을 획득하기 위해서는 무엇보다도 착지의 안정성이 돋보여야 할 것이다. CSM 선수가 1차시기에서 수행한 Ropez 동작을 살펴보면, 착지 시 신체가 움크러진 상태로 뒤로 두 발 물러서는 매우 불안한 착지 동작이 유발되었다. 이는 제2비약 시 빠른 수평속도의 영향뿐만 아니라 착지 시 신체중심의 높이와 신체의 지지각이 충분하지 못하고 슬관절과 고관절이 많이 굽혀졌기 때문이라고 생각된다. 박종훈 등(2003)의 연구결과(수평변위는 3.24m, 비행높이

표 5. 제 2비약 국면의 운동학적 변인

변인	1차	2차	증감
체공시간(s)	1.017	0.983	-0.034
신체중심의 수평변위(cm)	352	313	-39
신체중심의 최고 높이(cm)	272	276	+4
신체중심의 국면 평균 수평속도(cm/s)	342	312	-30
신체중심의 국면 평균 수직속도(cm/s)	154	149	-5
착지 시 신체중심의 높이(cm)	53	70	+17
착지 시 신체중심의 수평속도(cm/s)	264	237	-27
착지 시 고관절 각도(°)	136	160	+24
착지 시 슬관절 각도(°)	171	178	+7
착지 시 신체의 지지각도(°)	30	36	+6
착지 시 신체의 지지각속도(°/s)	445	460	+15

는 2.82m, 착지 높이는 0.93m, 착지 시 신체의 지지각도는 50도)와 비교해 보더라도 1차시기의 연기는 수평변위는 길고 비행높이는 낮으며, 또한 착지 시 신체중심의 높이는 낮고, 신체의 지지각도는 작은 결과를 나타내고 있다.

이상의 결과에서 노출된 가장 큰 단점은 착지 시 신체의 지지각이 매우 작다는 것이다. 이는 도마 이륙 시부터 충분한 회전거리를 확보하지 못하였기 때문일 것이다. 즉 1차시기에서 도마 이륙 시 신체의 지지각(도마 이륙 각)은 64도로써 박종훈 등(2003)의 연구결과에서 나타난 73도와 비교해 보더라도 매우 작다. 이와 같은 동작은 수직성분의 강화에 도움이 될지 모르나 신체의 회전거리가 적은 관계로 도마 이륙 후 공중회전거리의 확보에 무리가 따를 것이다. 이러한 현상은 결국 마지막 착지 시 신체의 지지각을 작아지게 하고 신체가 많이 웅크려지게 되어 착지동작을 어렵게 하는 것으로 생각된다.

이상에서 나타난 1차시기의 단점을 극복하기 위하여 평소 훈련 시 구름판을 강하게 밟는 동작과 구름판을 접촉하면서부터 상체를 도마 쪽으로 빠르게 숙이는 동작, 구름판을 이륙하면서 다리를 뒤쪽으로 세게 차주는 동작 그리고 도마를 이륙한 후 상체를 빠르게 세워주는 동작의 연습에 집중하였다.

그 결과 2차시기에서는 구름판 이륙 시 신체중심의 수직속도와 신체의 지지각도(이륙 각)가 증가되었다. 이와 같은 결과의 원인은 강한 발구름과 발구름 국면동안 상체를 앞으로 빨리 숙여주었기 때문으로 생각되며, 이러한 동작은 도마 이륙 시 신체 지지각을 크게 하는데 도움이 되는 것으로 생각된다. 또한 상체를 앞으로 빨리 숙이게 되면 도마에 손을 빨리 짚게 되어 도마위에서 팔로 지지(blocking)하는 시간이 길어지지만 도마 접촉 시 신체의 지지각이 작게 되어 신체의 수평이동을 수직성분으로 전환하는데 기여하고 구름판 이륙 시 크게 얻은 상승속도의 영향이 동반되어 도마 이륙 시 수직상승속도를 크게 증가시키는 것으로 생각된

다. 이로 인해 2차시기는 1차시기보다 제 2비약국면에서 비행 높이를 증가시킬 수 있었으며, 보다 용이한 공중회전운동을 통해 착지 시 신체중심을 높이고 고관절과 슬관절각 그리고 착지 지지각을 크게 하면서 비교적 안정적인 착지동작을 수행한 것으로 생각된다.

IV. 결 론

본 연구의 목적은 2004년 제 28회 아테네올림픽을 대비하여 훈련 중인 CSM 선수의 도마운동 Ropez 동작의 문제점을 파악하고 이를 보완할 수 있는 방법을 제시함으로써 완벽에 가까운 연기를 구사할 수 있게 하는데 있다. 이를 위해 제 28회 아테네올림픽대회 파견 1차선발전과 최종선발전에서 수행된 CSM 선수의 Ropez 동작을 대상으로 고속 비디오카메라를 이용한 3차원적 영상분석을 통하여 운동학적 변인의 차이를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 강한 발구름과 발구름 국면동안 상체를 앞으로 빨리 숙여주는 동작은 구름판 이륙 시 신체중심의 수직속도와 신체의 지지각도(구름판 이륙 각)를 증가시키는 것으로 나타났다.
2. 발구름 국면동안 상체를 앞으로 빨리 숙여주는 동작은 도마 이륙 시 신체의 지지각(도마 이륙 각)을 크게 하는데 영향을 미치는 것으로 나타났다.
3. 발구름 국면동안 상체를 앞으로 빨리 숙이게 되면 도마 접촉 시간을 길게 하는 것으로 나타났다으며, 이는 강한 블로킹 동작을 유발시켜서 도마 이륙속도 증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다.
4. 제 2국면에서 비행 높이의 증가는 보다 용이한 공중회전운동을 통해 착지 시 신체중심을 높이고 고관절과 슬관절각 그리고 착지 지지각을 크게 하여 안정적인 착지동작을 수행케 하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 박종훈(2001). 도마 손잡고 옆 돌아 몸 펴 뒤 공중 돌며 2회 전 비틀기 동작의 역학적 분석. 한국운동역학회지, 제 11권, 제2호. 287-305.
- 박종훈, 윤상호, 백진호, 김동민, 정남주(2003). 도마운동 Ropez 동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 제42권, 제3호, 697-708.
- 신갑호, 박종훈(1997). 도마 Tsukahara 동작의 전환계 운동이 착지거리에 미치는 영향. 한국체육학회지, 제36권, 제1호, 318-325.
- 윤희중, 류지선, 박종훈(1996). 도마 전환계 동작의 운동학적 요인이 착지 거리에 미치는 영향. 제34회 한국체육학회 학술발표회 논문집, 623-629.
- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M. (1971). *Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry*. Proceeding: The Symposium on Close Range photogrammetry, Jan. 26-29, 1971, pp. 1~8. Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry.
- Chandler, R. F., Clauser, C. E., Mc Conville, H. M. Reynolds, J. T. & Young, J. W.(1975). *Investigation of inertial properties of the human body*. Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-patterson Air Force Base, Ohio, 167.
- Dillman, C. J., Cheatham, P. J., & Smith, S. L.(1985). A kinematic analysis of men's olympic long horse vaulting. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1, 96-110.
- Federation of International Gymnastics. (1997). *The code of points for men*. Switzerland.
- Federation of International Gymnastics.(2001). *The code of points for men*. Switzerland.
- Kwon, Y. H.(2002). *KWON3D Motion analysis package version 2.1 User's Reference Manual*. Anyang, Korea:V.TEK corporation.
- Kwon, Y. H., Fortney, V. L., & Shin, I. S.(1990). 3-D analysis of yurchenko vaults performed by female gymnasts during the 1988 Seoul olympic games. *International Journal of Sport biomechanics*, 6, 157-175.
- Takei, Y.(1998). Three-dimensional analysis of handspring with full turn vault; deterministic model, coaches' beliefs, and judges' scores, *Journal of Applied Biomechanics*, 14. 190-210.
- Takei, Y.(2000). Techniques used in high-and low-scoring hecht vaults performed at the 1995 world gymnastics championships, *Journal of Applied Biomechanics*, 16, 180-195.

투 고 일 : 04월 30일

심 사 일 : 05월 10일

심사완료일 : 05월 20일