



도마에서 Driggs 기술의 운동학적 사례-분석

The Kinematic Analysis of Driggs Motion in Horse Vaulting - a case study

김윤지*(건국대학교)

Kim, Yoon-Ji*(Konkuk University)

ABSTRACT

Y. J. KIM, The Kinematic Analysis of Driggs Motion in Horse Vaulting - a case study. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 15, No. 3, pp.1-10, 2005. This study investigates the kinetic characteristics of the Driggs motion in horse vaulting by stages through the three-dimensional video analysis of YTY and TABARA who won a high score and a low score respectively from the Driggs motion in horse vaulting during the Daegu Universiade 2003, which involves putting one's hands on the horse vaulting, rotating sideways, stretching and rotating backward in the air, and twisting 900 degrees, so as to help develop the techniques of Korean gymnastic athletes. From the analyses of the duration of body center, horizontality, vertical position and horizontality, vertical speed and angle factors for each of four phases from the contact of the board to the takeoff from the horse vaulting, I arrived at the following conclusions:

1. It was found that the motion of bending oneself forward while rapidly stretching the knee joint when taking off from the board increases the horizontal speed of body center and shortens the time of the first jump.

2. It was found that S1 who won a high score shortened the time of the contact and takeoff from the horse vaulting and enlarged the shoulder joint angle for full blocking motion.

It was also found that horizontal speed decreased while vertical speed increased when you rapidly stretch the right elbow joint while taking off from the horse vaulting.

3. It was found that horizontal distance was shortened to increase the height and time of staying in the air during the second jump.

KEYWORDS : VAULTING, KINEMATIC, DRIGGS

I. 서론

1. 연구의 필요성

체조에서 도마 경기는 마루운동, 안마, 링, 평행봉, 철봉 종목에 비해 오래 전부터 실시해 온 종목으로 미적 아름다움을 추구하기 보다는 역동적이고 다이내믹한 요소를 강조하고 있다. 도마는 도움닫기, 발구름, 손 짚기, 공중자세, 착지의 다섯 동작으로 구분되며 운동의 특성상 구분동작 연습이 불가능하므로 동작 간에 서로 조화가 잘 이루어져야 한다. 국면으로는 도마를 짚는 전환계 운동과 도마 착수 후 공중 동작을 수행하는 회전계 운동에 이어 착지까지로 구성되어 있으며 전체 국면에서 나타난 미세한 결점이 감점으로 이어지기 때문에 완벽한 동작으로 연기를 해야 한다. 이 종목에서의 승패는 도약능력과 공중동작에서의 정확성, 그리고 착지동작의 안전성에 의해 결정된다. 이러한 도마 종목은 우리나라가 국제 대회에서 메달 획득에 기여를 많이 하는 종목이며 국내외적으로 도마 연구가 활발히 진행되고 있다(Takei, 1988, 1989, 1991, 1992; Kwon, Fortney, Shin, 1990; Elliott, Mitchell, 1991; 박광동, 1993; 김상국, 박영진, 1994; 김진수, 여홍철, 1999; 김진수, 정진수, 2000; 류지선, 박종훈, 한운수, 2001; 윤희중, 여홍철, 김태삼, 2001).

F.I.G(국제체조연맹)는 새로운 기술의 난이도를 추가하고 명확하게 규명하기 위해 채점규칙을 4년 주기로 개정하게 되는데 2001년부터는 옆에서 보았을 때 뒤집어진 "L"자 형태로 변형된 도마에서 경기를 수행하게 되어 도마 짚기가 용이해지고 안정성이 높아져 부상을 예방하고 있다. 구조가 변경된 새로운 도마의 국내 기술연구는 Roche, Lu Yu Fu, Ropez, Yeo 기술의 연구가 이루어졌다(여홍철, 2003; 여홍철, 윤희중, 류지선, 정철정, 2003; 박종훈, 윤상호, 백진호, 김동민, 정남주, 2003; 여홍철, 류재균, 2004; 여홍철, 2005). 이러한 도마 규격의 변경은 제 2비약 동작의 도약력을 증가하여 고난이도 기술과 신기술 개발을 많이 하고 있는 추세이다. 도마는 다른 종목과 달리 도마 제 1비약에서 5가지의 유형별로 나뉘어 선수가 종목을 선택하여 경기를 출

전하게 되는데 외국선수들의 경우에는 제 1비약으로 앞으로 손 짚어 돌기(제 3유형)를 선호하는 반면, 우리나라 선수들은 옆으로 손 짚어 돌기 유형인 Tsukahara 유형(제 4유형)을 선호하는 편이다(여홍철, 2003). Tsukahara 기술은 발 구름 이후 옆 돌면서 도마에 두 손을 옆으로 벌려 접촉하므로 두 손을 동시에 접촉하는 손 짚고 앞돌며 뛰어넘기의 운동과는 달리 도마접촉 시간이 길고 한쪽 팔에 하중이 치우치므로 도마 접촉에 의해 탄성을 높인데 많은 어려움이 따른다(백진호, 이순호, 최규정, 문영진, 김동민, 박종훈, 2005). 그러나 정확한 제 1비약을 한다면 체공시간을 높일 수 있어 제 2비약시 고난도 기술을 다양하게 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

도마 종목에서 Tsukahara 기술에 대한 국내 선행 연구들을 살펴보면 도움닫기, 발구름, 제1비약, 도마접촉, 제2비약, 착지 등의 국면으로 구성하여 거리, 속도, 각도, 수직력, 수평력의 변인들이 많은 연구자들에 의해 규명되어 왔다(황영성, 1995; 이채산, 2003; 신갑호, 박종훈, 1997; 박종훈, 2001; 이채산, 2003; 강순용, 2004; 임규찬, 2004; 백진호, 이순호, 최규정, 문영진, 김동민, 박종훈, 2005).

특히 백진호 등(2005)의 도마 Ropez동작 연구 결과에서는 올림픽 대비하여 훈련 중인 우리나라 선수를 대상으로 실험한 결과 제 1비약에서 구름판 이륙시 신체 중심의 수직속도와 신체의 지지각을 증가시킴으로 인하여 신체 중심을 높일 수 있어 제 2비약시 공중 회전 운동을 용이하게 할 수 있다고 하였다. 이를 위해서는 발구름 국면에서 빠른 수평속도와 수직속도를 유지하며 도마 접촉시 강한 블로킹과 도마 이륙시 수직속도가 제2비약의 체공 거리와 시간에 직접적인 관련이 있다고 하였다.

이상에서 살펴본 바와 같이 도마의 경기력 향상을 위한 연구는 다양하게 이루어지고 있으나 Driggs 동작인 도마 손 짚고 옆 돌며 몸펴 뒤공중돌아 90도 비틀기 기술 연구는 아직까지 이루어지지 않고 있다.

따라서 이 연구는 2003년 유니버시아드 대회에서 Driggs 기술을 실시한 고득점자와 저득점자를 대상으로 3차원 영상분석을 통해 단계별 운동학적 특성을 규명하여 그 차이를 조사하고 우리나라 체조선수들의 도마 기술 발전에 유용한 정보를 제공하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

이 연구의 피험자는 2003년 대구 유니버시아드대회에 도마에서 Driggs 기술 동작을 실시한 고득점자와 저득점자를 대상으로 선정되었다. 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자들의 신체적 특성

피험자	신장 (cm)	체중 (kg)	시작점수 (S.V)	득점 (Point)
S1 YTY	167	62	9.90	9.60
S2 TABARA	165	60	9.90	9.00

2. 실험장비 및 방법

이 연구에 사용된 비디오카메라는 Sony 디지털 비디오카메라 3대로 60Hz의 샘플링 주파수로 피험자의 기술동작과 range pole을 촬영하였다. 두 대의 카메라는 관중석에서 도마를 중심으로 착지매트 앞쪽 좌측과 우측에 설치하였고, 나머지 한대의 카메라는 도마를 중심으로 뒤쪽 우측에 설치하여 도움닫기 2보와 피험자가 구름판을 도약하여 매트에 착지하는 기술동작 전 구간이 촬영되도록 하였다. 카메라 노출시간은 1/1000 sec로 설정하였으며 촬영 범위는 피험자가 도움닫기 2보의 순간부터 매트에 착지하는 순간까지 설정하였다.

24개의 통제점을 가진 range pole을 총 7m로 도마를 중심으로 조주로 쪽으로 3m, 착지매트 쪽으로 4m, 높이 3m의 range pole을 설치하였고 전역좌표계의 정의는 좌우 방향을 X축, 전후 방향을 Y축 상하 방향을 Z축으로 설정하였다.

3. 자료처리방법

통제점의 3차원 공간좌표와 20개의 관절점의 3차원 좌표값은 DLT 방법(Abdel-aziz & Karara, 1971)을 이용하여 산출하였다. 비디오카메라부터 촬영된 기술의 동작과 통제점은 Kwon3D 3.0 프로그램을 이용하여 디

지타이징(digitizing) 하였다. 24개의 통제점을 디지털화한 결과 측정오차는 1.85cm를 보였다. 인체의 모델링은 20개의 관절점과 14개의 분절이 서로 연결되어 있는 강체 시스템(linked rigid body system)으로 정의하였다. 각 분절의 무게중심과 전신 무게중심의 위치를 구하기 위한 인체분절지수(body segment parameter)는 plagenhoef(1983)의 자료를 이용하였다. 노이즈를 제거하기 위해 smoothing은 Butterworth 4차 저역통과필터(low-pass filter)를 사용하였으며 이때 차단주파수는 10 Hz로 설정하였다.

1) 용어 및 각도 정의

(1) 발구름(board contact) : 발이 구름판에 접촉하고 있는 구간.

(2) 제1비약(preflight) : 구름판 이륙 시부터 도마 접촉 순간까지의 구간.

(3) 도마접촉(vault contact) : 손이 도마에 접촉하고 있는 구간.

(4) 제2비약(post flight) : 도마 이륙 시부터 발이 매트에 접촉하는 순간까지의 공중 회전운동 구간.

(5) 구름판 접촉(board touchdown, BTD) : 구름판에 발이 접촉하는 순간.

(6) 구름판 이륙(board takeoff, BTO) : 구름판에서 이륙하는 순간.

(7) 도마 접촉(vault touchdown, VTD) : 도마에 손이 접촉하는 순간.

(8) 도마 이륙(vault takeoff, VTO) : 도마에서 이륙하는 순간.

(9) 도마 접촉(vault touchdown left, VTD, L) : 도마에 왼팔이 접촉하는 순간.

(10) 도마 이륙(vault touchdown right, VTD, L) : 도마에 오른팔이 이륙하는 순간.

(11) 체공높이(peak) : 제2비약의 공중동작 중 신체중심이 최고 높이가 되는 순간.

(12) 착지(landing, LD) : 발이 매트에 접촉하는 착지 순간.

(13) 고관절각(θ_1) : 대퇴와 몸통이 이루는 각도

(14) 주관절각(θ_2) : 전완과 상완이 이루는 각도

(15) 견관절각(θ_3) : 상완과 동체가 이루는 각도

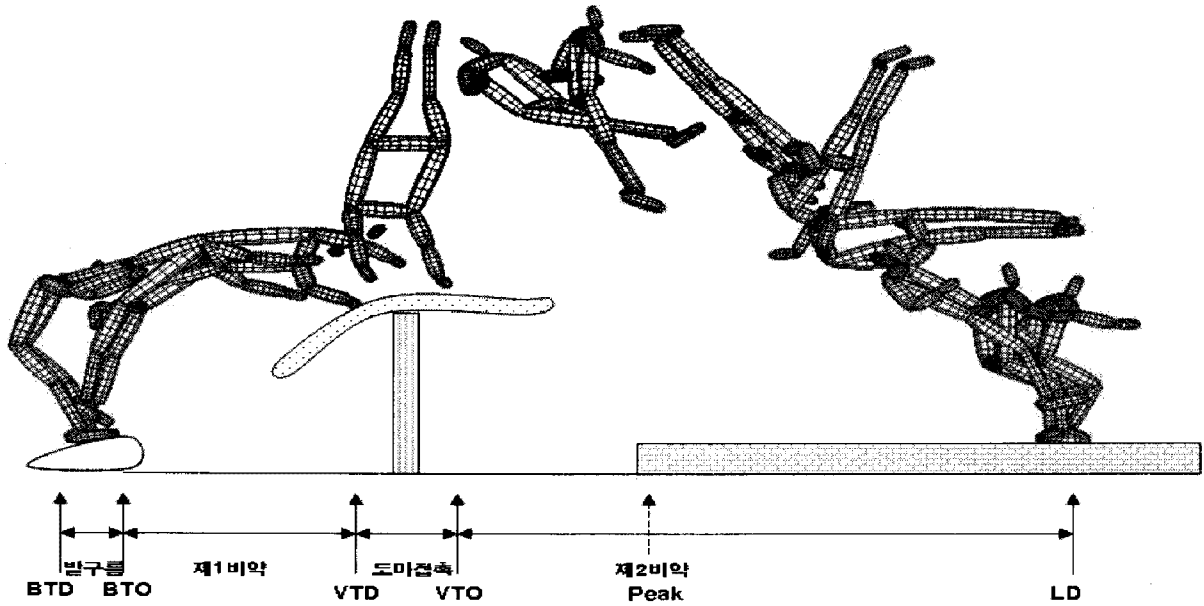


그림 2 . Driggs 기술의 전체동작의 국면구분과 이벤트

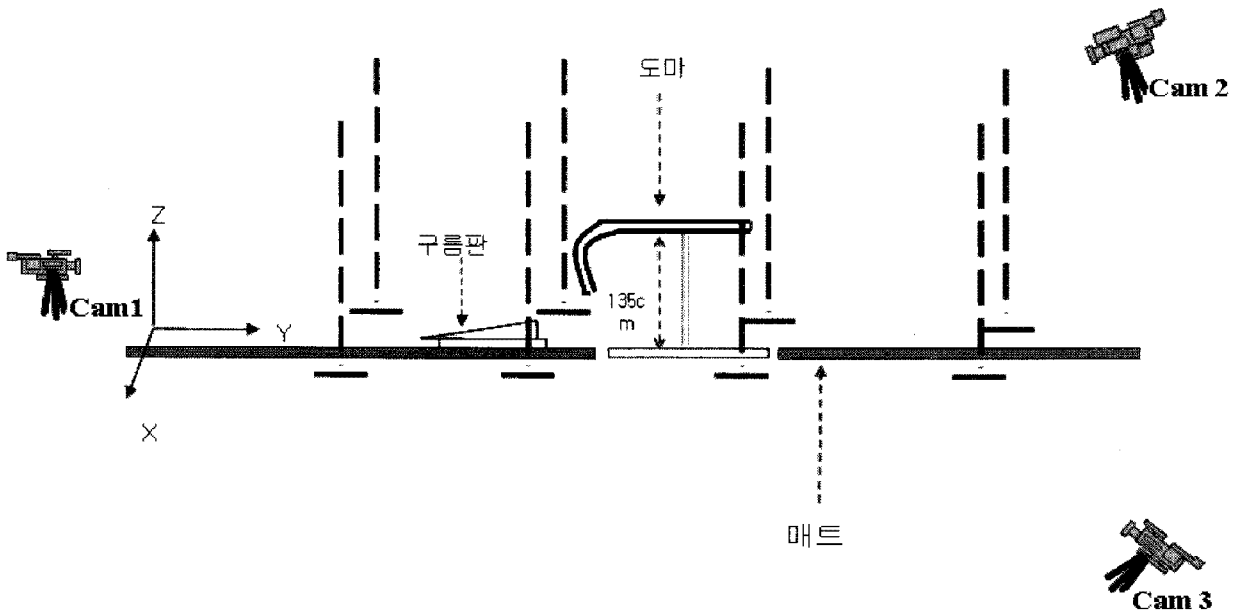


그림 1. 실험장비의 배치

(16) 슬관절각(θ4) : 하퇴와 대퇴가 이루는 각도

III. 결과 및 논의

도마 Driggs 기술에 대한 국내외의 선행연구가 미비

하므로 고득점자와 저득점자를 3차원 영상 분석하여 구름판 접촉에서 도마 이륙까지 제1국면, 제2국면, 제3국면, 제4국면의 도약 단계별 신체중심의 소요시간, 수평, 수직위치와 수평, 수직속도 그리고 각 단계별 각도 요인을 분석한 결과 다음과 같다.

1. 각 단계별 소요시간

피험자들이 동작을 실시하는 동안 각 국면별 신체중심의 소요시간은 <표 2>와 같다.

표 2. 각 국면별 소요시간 (단위 : sec)

피험자	제1국면	제2국면	제3국면	제4국면	Total Time
S1	0.117	0.067	0.250	1.030	1.464
S2	0.116	0.050	0.267	0.950	1.383

제1국면은 고득점 S1선수와 저득점 S2선수가 비슷한 시간을 보인 반면 제2국면에서 저득점 S2선수보다 고득점 S1선수가 0.017초 긴 시간이 나타났다. 제3국면은 고득점 S1선수가 저득점 S2선수 보다 0.017초 짧은 시간을 보여 서로 상반되는 양상을 보였으며 제 4국면에서는 S1 선수가 S2선수 보다 0.08초 더 긴 시간을 나타냈다.

박종훈(2001)이 보고한 손 짚고 옆 돌아 몸 펴 뒤공 중돌며 2회전 비틀기 동작의 기술을 살펴보면 제2국면의 소요시간은 0.11초, 제3국면 소요시간은 평균 0.29초이며, 제4국면은 평균 0.87초로 제시하였다. 임규찬(2004)은 츠카하라 몸 접어 뒤로 두 번 돌기 기술을 3차원 영상 분석한 결과 제2국면의 소요시간은 0.089초, 제3국면은 0.217초이며 제4국면은 1.028초로 나타내었고, 백진호(2005)등의 소요시간도 본 연구의 결과와 비슷한 양상을 보이고 있으나 박종훈(2001)이 나타낸 결과와는 차이가 있는 것을 볼 수 있다. 이는 구도마 구조의 영향과 고난도 동작 또는 비틀기 운동이 추가된 동작일수록 제 2비약의 체공시간을 길게 요구하고 있음을 알 수 있으며, 따라서 구름판 접촉 후 완전한 브로킹을 도와줄 수 있도록 시간적인 타이밍을 적절히 맞추어야 하고 도마 접촉 시간을 짧게 하는 동작이 제4국면 체공시간에 도움을 주는 것으로 나타났다.

2. 각 단계별 신체중심의 위치

1) 각 단계별 신체중심의 수평위치

각 피험자들이 동작을 실시하는 동안 신체중심의 수평위치 변화를 나타낸 것은 <표 3>과 같다.

표 3. 각 단계별 신체중심의 수평위치 (단위 : m)

피험자	BTO	VID	VTO	Peak	LD
S1	0.76	1.14	2.28	3.28	5.59
S2	0.70	0.97	2.19	3.39	5.93

신체중심의 수평위치는 구름판 이륙시 부터 도마 이륙시 까지 고득점자 S1은 0.79~1.14m로 저득점자 S2의 0.70~0.97m 보다 0.11m 긴 수평위치를 나타냈고, Peak 부터 착지까지는 S1이 3.28~5.59m로 S2는 3.39~5.93로 나타나 저득점자 S2가 0.13m 긴 수평위치를 나타냈다.

제 1비약에서 수평위치가 0.11m 차이가 나는 것은 구름판 위치가 선수마다 조금씩 다르기 때문으로 판단되며, Peak시 짧은 수평위치는 나타난 고득점 S1은 저득점자 S2 보다 도마 브로킹을 완전하게 했던 것으로 생각된다.

2) 각 단계별 신체중심의 수직위치

각 피험자들이 동작을 실시하는 동안 신체중심의 수직위치 변화를 나타낸 것은 <표 4>와 같다.

표 4. 각 단계별 신체중심의 수직위치 (단위 : m)

피험자	BTD	BTO	VID	VTO	Peak
S1	1.00	1.37	1.55	2.49	2.98
S2	1.01	1.33	1.53	2.41	2.79

구름판 접촉시, 구름판 이륙시, 도마 접촉과 이륙시, 전체적으로 비슷한 수직위치가 나타난 반면 Peak시에는 고득점 S1이 2.98m로 저득점 S2의 2.79m 보다 1.9m 정도 높은 수직위치를 보여주고 있다. 이를 볼 때 도마 이륙 시부터 Peak시까지의 고득점 S1이 현저하게 수직위치가 상승하는 것으로 나타났다.

박종훈(2001)은 제 2비약의 체공 높이는 비틀기가 추가된 손 짚고 앞돌기계의 동작들 보다 손짚고 옆돌아 몸펴 뒤 공중돌며 비틀기 요소는 신체중심의 수직위치가 현저히 낮아지지만 체공 높이가 2.80m, 체공 시간이 1.0초 정도만 유지 된다면 3회전 비틀기 동작이 성공할 것으로 보았다. 여기서 고득점자인 S1 선수의 경우 Peak에서 수직위치로의 변화를 볼 때 3회전 비틀기 동작을 충분히 성공할 수 있는 가능성이 있다고 사료된다.

3. 각 단계별 신체중심의 속도

1) 각 단계별 신체중심의 수평속도

각 피험자들이 동작을 실시하는 동안 신체중심의 수평속도 변화를 나타낸 것은 <표 5>와 같다.

표 5. 각 단계별 신체중심 수평속도 (단위 : %)

피험자	BTD	BTO	VID	VTO	Peak
S1	7.68	5.44	5.56	3.92	3.47
S2	7.60	5.70	5.10	3.83	3.76

신체중심 수평속도에서 구름판 접촉시 고득점 S1이 저득점 S2보다 0.08% 빠르게 나타났고, 구름판 이륙시 저득점 S2가 0.26% 빠른 수평속도가 나타났다. 반면 도마 접촉과 이륙에서는 고득점 S1이 빠른 수평속도를 나타냈으며, Peak시에는 저득점 S2가 0.29% 빠르게 나타났다. 이상의 결과에 의하면, 고득점 S1은 발구름 동작부터 상체를 빠르게 수평 이동 시킨 후 제 2국면의 Peak에서는 수평속도가 감소하는 것으로 나타나 도마 이륙 이후에 앞으로 밀리지 않게 브로킹을 했던 것으로 판단된다. 이와 반대로 저득점 S2의 경우에는 구름판 접촉시에는 S1과 비슷한 수평속도를 유지하다 구름판 이륙시 빠르게 이동하여 도마 접촉시에는 수평속도가 감소하고 제 2국면 Peak에서는 증가하는 양상을 보이고 있다. 이는 충분한 구름판의 발구름을 이용하지 못해 구름판 이륙시 수평속도가 빠르게 나타남으로 인하여 앞으로 쓰러지는 동작이 유발되었다. 그러므로 수직 상승 운동을 저해하게 되었으며 마지막 Peak시 수평속도가 증가되는 것은 수직 상승운동도 저해하여 공중 회전 운동시 회전각 확보에 어려움을 초래할 것으로 사료된다.

2) 각 단계별 신체중심의 수직속도

각 피험자들이 동작을 실시하는 동안 신체중심의 수직속도 변화를 나타낸 것은 <표 6>과 같다.

표 6. 각 단계별 신체중심 수직속도 (단위 : m/s)

피험자	BTD	BTO	VID	VTO	Peak
S1	-0.76	4.02	3.15	3.03	-0.06
S2	-0.72	4.24	3.68	2.81	-0.01

신체중심 수직속도에서는 구름판 접촉과 이륙시 그리고 도마접촉까지는 저득점 S2가 빠르게 나타난 반면 도마 이륙시 고득점 S1이 3.03%로 저득점 S2의 2.21%보다 0.22% 빠르게 나타났다. 이러한 결과를 볼 때, 우수선수는 도마 이지시 수직속도가 크기 때문에 큰 수직 운동에너지를 가지고 있다. 특히 수직속도는 성공적인 결과를 결정하는 중요한 요인이라고 주장한 Takei et al.(1989, 1996)의 이론과 일치하는 것으로 고득점 S1이 도마를 접촉한 이후에 저득점 S2보다 수평속도는 감소되고 수직속도는 증가하는 것으로 나타났다.

4. 각도 요인

1) 각 단계별 고관절각

각 피험자들이 동작을 실시하는 동안 대퇴와 동체의 상대 각으로 정의된 고관절각의 단계별 각도변화를 나타낸 것은 <표 7>과 같다.

표 7. 각 단계별 고관절각 (단위 : deg)

피험자	BTD	BTO	VID	VTO
S1	119.3	156.5	162.3	157.3
S2	127.7	153	175.8	162

각 단계별 고관절각을 살펴보면, 구름판 이륙과 도마 이륙시에 고득점 S1과 저득점 S2간에 큰 차이를 없었으나 구름판 접촉에서 고득점 S1과 저득점 S2간에는 약 8° 차이를 나타냈고, 반면 도마 접촉시 고득점 S1과 저득점 S2는 약 13° 정도의 차이를 나타냈다.

이러한 결과를 볼 때, 도마 접촉시 고득점 S1이 저득점 S2 보다 상체를 숙인 상태로 브로킹이 이루어지는 것으로 나타났지만 박종훈(2001)의 연구결과에서는 도마 접촉시 고관절 각이 평균 151°로 나타났고, 임규찬(2004)에서는 도마접촉시 고관절각이 148°로 나타나 본 연구가 선행연구에 비해 제 1비약시 상체를 많이 숙이지 않는 것으로 나타났다.

2) 각 단계별 주관절각

각 피험자들이 동작을 실시하는 동안 왼쪽 팔은 도마 접촉시 오른쪽 팔은 도마 이륙시로 정의하였다.

표 8. 각 단계별 주관절각 (단위 : deg)

피험자	BTO L	BTO R	VID L	VTO R
S1	152.9	173.6	134.4	175.4
S2	153.1	148.8	137.1	166.1

전완과 상완이 이루는 상대 각으로 정의된 주관절각의 각 단계별 변화를 나타낸 것은 <표 8>과 같다.

주관절각도를 살펴보면, 구름판 이륙시 왼쪽 주관절각은 두 피험자 모두 비슷한 반면 오른쪽 주관절은 고득점 S1이 저득점 S2보다 약 24° 정도 펴있는 것으로 나타났다. 또한 도마 접촉시 왼쪽 주관절은 비슷하게 나타났고, 도마 이륙시 고득점 S1이 약 10° 정도가 저득점 S2보다 펴있는 것으로 나타났다. 이는 구름판 이륙시 고득점자 S1이 도마 접촉을 준비하는 과정이 저득점자 S2보다 빠른 나타났으며, 도마 이륙시 고득점 S1이 오른쪽 주관절을 빨리 펴줌과 동시에 수직상승하는 것으로 나타났다.

3) 각 단계별 견관절각

각 피험자들이 동작을 실시하는 동안 왼쪽 팔은 도마 접촉시 오른쪽 팔은 도마 이륙시로 정의하였다.

상완과 동체가 이루는 각으로 정의된 견관절각의 단계별 변화를 나타낸 것은 <표 9>와 같다.

각 단계별 견관절을 살펴보면, 구름판 이륙시 왼쪽 견관절은 비슷한 반면 도마 접촉시 왼쪽 견관절에서 고득점 S1과 저득점 S2가 약 21° 정도 차이가 나타났다. 이는 도마 접촉시 고득점 S1보다 저득점 S2가 완전한 브로킹을 하지 못하고 왼쪽 견관절이 앞으로 밀리는 것으로 나타났다.

표 9. 각 단계별 견관절각 (단위 : deg)

피험자	BTO L	BTO R	VID L	VTO R
S1	100.6	124.3	108.1	139.0
S2	102.9	103.8	86.8	148.1

4) 각 단계별 슬관절각

각 피험자들이 동작을 실시하는 동안 대퇴와 하퇴의 상대 각으로 정의된 슬관절각의 각 단계별 각도변화를 나타낸 것은 <표 10>과 같다.

표 10. 각 단계별 슬관절각 (단위 : deg)

피험자	BID	BTO
S1	154	170.6
S2	155.5	162.1

구름판 접촉시에는 고득점 S1과 저득점 S2간에 비슷한 슬관절각을 보인 반면 구름판 이륙시 고득점 S1이 저득점 S2보다 슬관절을 빨리 펴지는 것으로 나타났다. 이는 구름판 이륙시 무릎관절을 빨리 펴줌으로써 도마 접촉시 빠른 신체속도를 유지할 수 있을 것으로 나타났다.

따라서 도마 Driggs기술 동작을 수행하여 고득점을 획득하기 위해서는 무엇보다 착지의 안전성이 중요하다. 하지만 완벽한 착지를 하기 위해서는 발구름부터 도마 이륙까지의 과정이 뒷받침 되어야 한다.

고득점자 S1과 저득점자 S2가 수행한 Driggs기술 동작을 살펴보면, 제1비약시 수평속도를 빠르게 하고 상체를 숙인상태로 브로킹이 이루어져야 하며, 도마 접촉시 오른쪽팔은 미리 준비 자세를 취해야 한다.

왼쪽 견관절은 앞으로 밀리지 않게 각도를 유지하는 것이 중요하며, 도마 이륙시 오른쪽 주관절과 견관절을 빨리 펴줌과 동시에 수평속도보다는 수직속도를 크게 증가시켜 제2비약 높이에 도움을 주는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

2003년 대구 유니버시아드대회에 도마Driggs기술 동작을 실시한 고득점자 YTY와 저득점자 TABARA를 대상으로 3차원 영상 분석하여 구름판 접촉에서 도마 이륙까지 제1국면, 제2국면, 제3국면, 제4국면의 도약 단계별 신체중심의 소요시간, 수평, 수직위치와 수평, 수직속도 그리고 각 단계별 각도요인을 분석한 결과 다음

과 같은 결론을 얻었다.

1. 구름판 이륙시 슬관절을 빠르게 신전시키는 동시에 상체를 앞으로 빨리 숙여주는 동작은 제1비약시 신체중심 수평속도가 증가되어 시간을 짧게 하는 것으로 나타났다.
2. 도마 접촉과 이륙시 시간을 짧게 하고 도마 접촉시 고독점자 SI은 완전한 브로킹을 하기 위해서 왼쪽 견관절각을 크게 하는 것으로 나타났다.
또한 도마 이륙시 오른쪽 주관절을 빨리 펴줌과 동시에 수평속도는 줄어든 반면 수직속도는 증가하는 것으로 나타났다.
3. 제2비약시 체공높이와 체공시간을 증가시키기 위해서 수평 이동거리를 짧게 하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

강순용(2004). 도마 운동 시 손 짚는 형태에 따른 공중 360도 비틀기의 운동학적 비교 분석. 한국스포츠리서치. 제15권, 제2호. 1241-1256.

김상국, 박영진(1994). 체조 쿠에르보 풀턴 동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 제33권 2p2호, 133-143.

김진수, 여홍철(1999). 남자 도마에서 손 짚고 앞 공중돌아 540도 비틀기의 운동학적 분석. 경희대학교 체육학 논문집, 제 27집, 329-340.

김진수, 정진수(2000). 도마 Cuervo 동작의 운동학적 분석. 경희대학교 체육학 논문집, 제28집, 329-340.

대한체조협회(2001). 체점규칙. 대한체조협회.

류지선, 박종훈, 한윤수(2000). 도마 Cuerve 1회전 비틀기 동작의 역학적분석. 한국체육학회 학술발표회 논문집, 제38권, 642-650.

박광동(1993). 회전계 도마운동 발구름 동작의 역학적분석. 한국체육학회지, 제34권, 제1호, 251-272.

박종훈(2001). 도마 손 짚고 옆돌아 몸 펴 뒤 공중 돌며 2회전 비틀기 동작의 역학적 분석. 한국운동역학회지, 제11권, 2호, 287-305.

박종훈, 윤상호, 백진호, 김동민, 정남주(2003). 도마운동

Ropez동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 제42권, 제3호, 697-708.

백진호, 이순호, 최규정, 문영진, 김동민, 박종훈(2005). 도마 Ropez동작의 운동학적 분석. 한국운동역학회지, 제15권, 2호, 119-127.

박종훈, 윤상호, 백진호, 김동민, 정남주(2003). 도마운동 Ropez동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 제42권, 제3호, 697-708.

비슬(2002). Kwon 3D motion analysis package 3.0 user's reference manual. 미간행물.

신갑호, 박종훈(1997). 도마 Tsukahara동작의 전환계 운동이 착지 거리에 미치는 영향. 한국체육학회지, 제36권, 제1호, 318-325.

이채산(2003). 도마운동 스카하라 몸접어 1½ 동작시 숙련자와 미숙련자간 소요시간 및 신체분절의 위치변화 비교. 한국스포츠리서치. 제14권, 제6호, 1435-1448.

임규찬(2004). 도마 츠카하라 몸 접어 뒤로 두 번 돌기의 운동역학적 분석. 한국운동역학회지, 제14권, 3호, 135-147.

여홍철(2003). 도마 Yeo동작에 대한 운동학적 요인 분석. 한국운동역학회 학술발표회 논문집, 47-57.

여홍철, 윤희중, 류지선, 정철정(2003). 도마 손 짚고 몸 펴 앞 공중돌아 540도 비틀기의 운동학적 분석. 한국운동역학회지, 제13권, 제3호, 47-65.

여홍철, 류재균(2004). 도마 손 짚고 몸펴 앞 공중돌아 540도 비틀기의 운동역학적 분석. 한국운동역학회지, 제14권, 1호, 13~26.

여홍철(2005). 도마에서 Roche기술의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 제44권, 제1호, 365-374.

윤희중, 여홍철, 김태삼(2001). 도마 Yeo2 동작에 대한 운동학적 요인 분석. 한국운동역학회 학술발표회 논문집, 79-89.

황영성(1995). 跳馬 몸펴 Tsukahara 뛰기의 運動力學的 分析. 부산대학교 사대 논문집, 30, 297-316.

Abdel-Aziz, Y. I. & Karara, H. M.(1971). Direct linear transformation form comparator coordinates into object Space coordinates in Close-Range Photogrammetry. *Proceedings of the Sym-*

- posium on Close-Range Photogrammetry. (pp. 1-8). Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry.
- Dillman, C. J., Cheatham, J. & Smith, Sarah L. (1985). A kinematic analysis of men's Olympic long horse vaulting. *International Journal of sport Biomechanics*, 1, 96-110.
- Elliott, B., & Mitchell, J. (1991). A Biomechanical Comparison of the Yurchenko vault and Two Associated teaching Drills. *International Journal of sport Biomechanics*, 7, 91-107.
- Hamill, J., & Knutzen, K. M. (1995). *Biomechanical basis of human movement*, Williams & Wilkins.
- Kwon, Y. H. (1994). KWON3D Motion analysis package version 2.1 user's Reference Manual. Anyang, Korea:V. TEK corporation.
- Kwon, Y. H., Fortney, Virginia L., & Shin, In-Sik. (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.
- Plagenhoef, S(1971). Patterns of human motion: A cinematographic analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Plagenhoef, S. C., Evans, F. G., & Abdelnour, T. (1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly for Exercise and sport* 54(2), 169-178.
- Takei, Y. (1988). Techniques used in performing handspring and salto forward tucked in Gymnastic vaulting *International Journal of sport Biomechanics*, 4, 260-281.
- Takei, Y. (1989). Techniques used by elite Male gymnasts performing a handspring vault at the 1987 PanAmerican Games *International Journal of sport Biomechanics*, 5, 1-25.
- Takei, Y. (1991). A comparison of techniques used in performing men's Compulsory gymnastic vault at the 1988 Olympic Games *International Journal of sport Biomechanics*, 7, 54-75.
- Takei, Y. (1992). Blocking and post flight techniques of Male gymnastic Performing the compulsory vault at the 1988 Olympic *International Journal of sport Biomechanics*, 8, 87-110.
- Takei, Y., Blucker, Erik P., Hudert Dunn, J., Myers, Scott A., & Fortney, Virginia L. (1996). A Three-Dimensional Analysis of the men's compulsory vault performed at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 12, 237-257.

투 고 일 : 07월 30일

심 사 일 : 08월 15일

심사완료일 : 09월 01일