



한국운동역학회지, 2003, 제13권 1호, pp. 39-50
Korean Journal of Sport Biomechanics
2003, Vol. 13, No. 1, pp. 39-50

도마 Yeo동작에 대한 운동학적 요인 분석

여 홍 철(한국체육대학교)

ABSTRACT

Kinematic Analysis of Yeo Motion at Horse Vaulting

Yeo, hong-chul(Korea National University of Physical Education)

Yeo, H-C. Kinematic Analysis of Yeo Motion at Horse vaulting. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 1, pp. 39-50. The purpose of this experiment was to find out the stages of result of specific character for Horse Vaulting Yeo motion To put the Yeo movement in process, we needed a gymnastics athlete C height of 165cm, weight of 62kg, age of 32, personal history of 21 years, and tested the athlete 5 times of motion training, and picked out the 2 best motion and analyzed it.

Athletic reason is vertical motion, time uses, horizontal motion, distance, speed, and analyzed many other reasons as a result, and finally ended up with this conclusion.

1. After the take off on the board horizontal speed gradually decreased However, reverse of that, it showed that vertical speed increased.
2. While contacting the Horse Vaulting, horizontal speed decreased and vertical speed kept on increasing. Taking off from the Horse Vaulting, horizontal, showing short time of training, 3m vertical height is shown after using Yeo motion at the peak of second fly jump.
3. While contacting the Horse Vaulting, both arms were showing the flexion shape Especially this is also while contacting the Horse Vaulting, left arm was showing 90° angle, and this has happened between the process of transition period of fast horizontal speed to vertical speed.
4. While contacting the Horse Vaulting, perfect blocking of the left arm must be complete for the right arm to have the perfect blocking as well.

Keywords : Kinematic, Yeo, Vaulting

2003년 3월 24일(월) 접수

* Corresponding author, 138-763, 서울시 송파구 오륜동 88-15 한국체육대학교 대학원
연락처 : 528yeo@hanmail.net, Tel : 017-284-6526

I. 서 론

1. 연구의 필요성

도마는 과거군사훈련의 목적으로 사용되었으며 근대에 들어와서 기술은 많은 변화가 일어나고 있다. 도마종목은 25m 조주로를 달린 후 도마라는 장애물을 손을 짚고 여러 가지 공중기술을 실시한 후 지면에 착지하는 종목이다. 도마 경기는 도약, 도움닫기, 공중동작, 착지의 네 단계로 구분되며, 도움닫기는 도약을 결정짓고 도약 능력은 공중동작을 실시하는데 직접적인 영향을 미치며 착지는 전체동작을 마무리 해주는 역할을 한다.

체조의 6종목 중 가장 짧은 시간에 끝이 나는 종목이므로 기술에 대한 정확성이 매우 요구되는 종목이다. 도마경기는 결승은 두 번의 기술을 실시하며, 각기 다른 기술을 하여야 한다. 단순한 기술에서부터 고난도에 이르기까지 기술들은 다양하지만 세계 모든 선수들은 한정된 고난도에만 취중하고 있는 실정이다. 세계 많은 선수들은 앞으로 손 짚고 공중돌기(Handspring)기술을 실시하고 있는 반면에 우리나라 선수들은 옆 돌아 손 짚고 공중돌기(Tsukahara)기술을 많이 실시하고 있는 실정이다. 인간은 공중회전 동작에 대한 관심은 오래 전부터 스포츠 과학자들의 관심을 유발하였으며, 도마 종목에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 1984년 L.A.올림픽이후 국제올림픽위원회(International Olympic Committee)스포츠의학 분과를 중심으로 동작분석 프로젝트(Filming project)가 추진된 이후 지금까지 이러한 연구 산업은 현재에도 이어지고 기술이 분석 연구뿐만 아니라 새로운 기술에도 크게 기여하고 있다. 손 짚고 옆 돌아 뒤 공중 돌아 720도 비틀기 동작은 많은 선수들이 실시하고 있지만 손 짚고 옆 돌아 뒤 공중돌기 2회전 yeo기술은 시도하는 선수들이 없는 실정이다 따라서 본 연구는 이 기술이 높은 고난도 기술이므로 손 짚고 옆 돌아 뒤 공중돌기 2회전 동작인 yeo기술을 성공한 동작을 각 국면별 소요시간과 발구름, 도마접촉 국면에서 신체의 이동방향과 신체의 이동속도 그리고 신체중심의 발구름 시 도약 각, 도마 접촉 시 지지각, 어깨각, 고관절각 등을 분석하여 많은 선수들의 기량을 향상시키는데 그 목적이 있다.

국내, 국외의 논문들에서 보면 Handspring Vault 기술에 대한 연구(Takei & Kim, 1990 : 이계산, 성낙준, 최춘덕 1991 : 윤태진, 1993 : Danna, 1979 : Dillman, 1985 : Takei, 1988 : Takei, 1991 : 박광동, 1993 : 김상국, 박영진 1994 : 김진수, 여홍철, 1999 : 류지선, 박종훈, 한윤수, 2000)와, Tsukahara Vault기술에 대한 연구 (노영택, 윤양진, 황영성, 1995 : 신갑호, 박종훈 1992 : 윤희중, 류지선, 박종훈, 1996 : 박종훈, 2001)와, Yurchenko Vault기술에 대한 연구(강신 외, 1990 : Kwon Fortney & Shin, 1990 : 김동민, 김영란, 윤희중 1990 : Elliott B. & Mitchell, J. 1991)는 이루어지고 있다. 따라서 본 연구는 이 기술이 높은 고난이도 기술의 손 짚고 옆 돌아 뒤 공중 돌아 3회전 돌기 동작인 Yeo를 각 국면별 소요시간, 발구름과 도마접촉 국면에서 신체의 이동방향과 신체의 이동속도 그리고 신체 중심의

발구름 시 도약각과 이륙각, 도마 접촉과 이륙각, 어깨각, 팔꿈치, 고관절, 무릎각 등을 분석하여 현 체조 선수들의 기량을 향상시키는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

손 짚고 옆 돌아 뒤 공중 돌아 3회전 돌기 동작인 Yeo을 분석하기 위한 연구대상, 영상분석 장비, 실험절차, 자료처리방법은 다음과 같다.

1. 연구대상

본 연구의 피험자는 Yeo2동작을 수행하는 남자 체조선수 1명(신장 165cm, 체중 62kg, 나이 32세, 경력 21년)을 선정하여 5번의 동작수행 중 가장 좋은 2번의 동작만을 선정하여 분석하였다.

2. 실험장비 및 분석장비

본 연구에 사용된 실험장비는 촬영장비와 분석 장비로 분류되며, 그 자세한 사항은 <표 1>과 같다.

표 1. 실험장비의 특성

	기기명	제품명	제작사
촬영장비	비디오 카메라 2대	D-5100	Panasonic
	Range pole 6개	Variable control objecvt	V-TEC
	시간코드발생기	Horita SR-50	Horita
	Video tape	S-VHS	SKC
분석장비	VCR	AG-7350	Panasonic
	Movitor	PVM-1942Q	Sory
	비디오 분석 프로그램	Kwon3D Ver2.1	V-TEC
	Computer	486-DX	LG

3. 실험절차

Yeo동작을 촬영하기 위하여 2대의 Panasonic D-5100 비디오카메라를 좌우 45도 방향으로 도마 중앙으로부터 좌, 우측 20m 떨어진 지점에 삼각대로 고정시켜 설치한 다음 비디오카메라의 필드안에 전

체동작, 기준척 모두가 들어오도록 카메라의 렌즈를 조절하였으며, 촬영속도는 60fields/sec였다. 본 실험의 촬영에 들어가기 전, 60개의 통제점이 표시된 기준척(높이 300cm, 길이 660cm, 폭 200cm)을 약 1분간 촬영하였으며, 도마에서 공간좌표 설정을 하기 위하여 통제점 막대를 각도 측정기를 이용하여 기준점의 수평각을 측정하였다. 본 실험에 앞서 실제 실험조건에 익숙해질 수 있도록 충분히 연습을 시킨 후 본 실험에 들어갔다.

4. 자료처리

본 연구의 자료처리는 Kwon3D version 2.1 motion analysis of package가 사용되었다. 자료처리과정은 Range pole에 의한 60개의 통제점을 이용하여 실 공간 좌표가 계산된 후 인체의 3차원 좌표가 얻어졌다. 이때 축 정의는 좌우 방향을 X축, 운동 진행 방향을 Y축, 수직 방향을 Z축으로 정의하였다.

인체의 모델은 총 21개의 관절점에 의한 14개의 신체 분절로 연결된 강체시스템으로 정의하고, 각 분절의 무게중심과 전체 무게중심의 위치를 계산하기 위한 인체 분절 모수치(body segment parameters)는 Plagenhofe(1983)의 자료를 이용하였다.

각각의 카메라로부터 얻은 2차원 좌표는 3차 스플라인 함수를 이용, 0.01초 간격으로 보간하여 동조시켰다. 또한 3차원 좌표는 Abdel-Aziz와 Kararah(1971)가 개발한 DLT(direct linear transformation)방법에 의해 계산되었으며, 이때 디지털링 등과 같은 여러 가지 원인에 의해 노이즈가 발생하는데 이러한 노이즈에 의한 오차 제거를 위해 Butterworth 2차 저역 통과 필터(low-pass filter)를 이용하여 스무딩 하였고, 차단 주파수는 6.0Hz로 설정하였다.

각 관절의 각 정의를 살펴보면, 발구름 신체각은 발의 중앙과 신체중심을 잇는 선이 Y축과 이루는 절대각, 도마 접촉의 신체각은 손의 중앙과 신체중심을 잇는 선이 Y축과 이루는 절대각이며, 어깨 관절각은 고관절에서 어깨관절로 가는 벡터와 상완의 장축이 이루는 상대각, 고관절은 대퇴와 어깨선상이 있는 벡터와 상대각으로 분석하였다. 분석 국면<표 2>은 총 4개의 국면으로 분류하여, 각 국면별 운동학적 변인들을 분석하였다.

표 2. 분석국면

국 면	구간 구분
1국면(발구름판 접촉구간)	발구름 착지(Event1)에서 이륙(Event2)까지
2국면(제 1비약)	구름판 이륙(Event2)에서 도마접촉(Event3)까지
3국면(도마접촉 구간)	도마접촉Event3)에서 도마이륙(Event4)까지
4국면(제 2비약)	도마이륙(Event4)에서 - 정점(Event5) - 착지(Event6)까지

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 구름판 접촉 국면

발구름 국면 시 운동학적 변인의 결과를 나타낸 것은 <표 3>와 같다.

표에 의하면, 발구름 시간은 평균 0.07 ± 0.01 초로서, 두 동작이 거의 비슷하였고, 신체중심의 수평 변위는 50.35 ± 7.28 m로 나타났고, 수직변위는 16.9 ± 0.99 cm로 나타났다. 또한 신체중심의 수평속도를 살펴보면 7.82 ± 0.13 m/s로 구름판에 착지하여 7.82 ± 0.13 m/s의 속도로 이륙하는 것으로 나타났으며, 수직 속도에 있어서는 구름판 접촉 시 0.60 ± 0.09 m/s를 보였고, 이륙 시에는 3.93 ± 0.13 m/s의 속도를 나타냈다. 구름판 착지 시 신체각도는 76.1 ± 3.68 도를 보였고, 이륙각은 114.7 ± 1.48 도를 나타냈다. 구름판 착지 시 하지관절의 각도를 살펴보면, 무릎각도에 있어서 착지 시에는 145.7 ± 1.34 도를, 이륙 시에는 165.5 ± 7.35 도를 보였고, 고관절 각도에서는 각각 105.2 ± 0.85 도와 140.3 ± 1.98 도로 보이면서, 무릎보다는 고관절의 각도가 크게 변화는 것으로 나타났다. 상지관절의 각도에 있어서 좌·측 어깨관절각과 팔꿈치각은 착지와 이륙 시에 많은 차이 없이 유사한 각도의 변화를 보이면서 동작을 수행하는 것으로 나타났다. 손 짚고 옆 돌아 몸 굽혀 뒤 공중돌기 동작에 대해 분석한 박종훈(1999)의 연구에 의하면, 구름판 접촉시간이 0.11 ± 0.01 초로 나타냈고, 윤태진(1993)은 바르셀로나 올림픽 규정종목이었던, 손짚고 앞돌아 360도 비틀기 동작에 대한 분석결과 0.11 ± 0.01 초의 시간을 보였으며, 류지선(2000) 등의 연구와는 유사한 시간을 나타냈다. 발구름 국면에서의 짧은 시간은 구름판을 접촉하는 순간부터 고관절각 무릎각을 빠르게 신전시킴으로서 구름판 수평 반력과 수직반력을 크게 얻는 것으로, 짧은 시간은 이륙 시 수평속도와 수직속도, 신체각속도를 빠르게 유발시킨다고 보고하였는데, 본 연구에서는 선행연구보다 빠른 수행 시간을 보이는 것으로 나타났다. 특히 도마운동에 있어서 고난도의 평가는 공중회전과 비틀기의 회전거리에 따라 결정되는데, 고난이도의 동작을 수행하기 위해서는 제2비약시의 체공높이와 체공시간의 확보가 절대적으로 필요한데, 이를 위해서는 발구름 시 수직방향으로의 힘을 크게 작용시켜 구름판 이륙속도와 신체각속도를 빠르게 함으로서 제 1비약의 신체중심의 높이 확보와 신체회전력을 강화시키는 것이 주요한 방법이라고 생각된다.

표 3. 구름판 접촉 국면의 운동학적 변인

variables	subjects		
	S1	S2	M±SD
Time on board, s	0.08	0.06	0.07±0.01
Horizontal DCG, cm	55.5	45.2	50.35±7.28
Vertical DCG, cm	17.3(89.3)	16.2(88.4)	16.9±0.99
V _H at TD, m/s	7.91	7.72	7.82±0.13
V _H at TO, m/s	5.80	6.10	5.95±0.21
V _V at TD, m/s	0.53	0.67	0.60±0.09
V _V at TO, m/s	3.83	4.02	3.93±0.13
Body angle at TD, deg	73.5	78.7	76.1±3.68
Body angle at TO, deg	115.8	113.7	114.7±1.48
Right Knee angle at TD, deg	146.6	144.7	145.7±1.34
Right Knee angle at TO, deg	170.7	160.3	165.5±7.35
Right Hip angle at TD, deg	105.8	104.6	105.2±0.85
Right Hip angle at TO, deg	141.7	138.9	140.3±1.98
Right Elbow angle at TD, deg	144.1	147.6	145.8±2.47
Left Elbow angle at TD, deg	159.5	161.0	160.3±1.06
Right Elbow angle at TO, deg	157.7	156.0	151.9±8.13
Left Elbow angle at TO, deg	156.2	156.8	156.5±0.42
Right Sholder angle at TD, deg	100.5	115.4	107.9±10.5
Left Sholder angle at TD, deg	111.6	115.9	113.7±3.04
Right Sholder angle at TO, deg	122.7	121.7	124.9±3.11
Left Sholder angle at TO, deg	127.1	122.6	122.2±0.64

DCG = Displacement of body CG on board, V_H = Horizontal velocity, V_V = Vertical velocity, TD = Touchdown on board, TO = Takeoff from board

2. 제1비약 국면

제 1비약 국면의 운동학적 변인의 결과는 <표 4>와 같다. 표에 의하면, 비행시간은 0.11±0.01초로 나타났고, 그에 따른 비행거리와 수직높이에 있어서는 68.7±11.88cm와 57.0±11.31cm의 이동변화를 나타냈다. 하지관절의 각변위에 있어서는 무릎각이 -27.7±11.03도로 작아지는 것으로 나타났고, 고관절각에 있어서는 24.6±0.21도로 증가하는 것으로 나타났다. 상지관절의 각도변위에 있어서는 우측팔꿈치가 14.7±6.15도를 보였고, 좌측팔꿈치는 -65.8±0.35도로 감소하는 경향을 보였고, 어깨관절각에 있어서는 우측어깨가 22.8±5.44도, 좌측어깨는 -65.8±0.35도로 증가와 감소하는 것으로 보였는데, 이는 도마에

착지하려고 준비하는 상지관절의 움직임으로 볼 수 가 있는데, 왼쪽 팔꿈치 각을 제외한 다른 상지관절에 있어서는 두 동작에 있어서 다소 편차를 보이면서, 동작을 수행하는 것으로 나타났다.

표 4. 제 1비약 국면의 운동학적 변인

variables	subjects			M±SD
	S1	S2		
Time on board, s	0.11	0.10		0.11±0.01
Horizontal DCG, cm	60.3	77.1		68.7±11.88
Vertical DCG, cm	49.0	65.0		57.0±11.31
Right Knee angle displacement, deg	-35.5	-19.9		-27.7±11.03
Right Hip angle displacement, deg	24.4	24.7		24.6±0.21
Right Elbow angle displacement, deg	10.3	19.3		14.7±6.15
Left Elbow angle displacement, deg	-66.0	-65.5		-65.8±0.35
Right Shoulder displacement, deg	18.9	26.6		22.8±5.44
Left Shoulder angle displacement, deg	-45.6	-37.4		-41.5±5.80

DCG = Displacement of body CG

3. 도마접촉 국면

<표 5>는 도마 접촉 국면 시 운동학적 변인의 결과를 나타낸 것이다. 표에 의하면, 도마 접촉시간은 0.16±0.00초로서 같은 접촉시간을 보였으며, 수평 변위는 제1비약보다 70.8±2.76cm 증가를 보였고, 수평변위에 있어서는 60.1±2.19cm의 증가를 보였다. 도마 접촉 시 신체중심의 수평 속도는 5.22±0.10m/s의 속도를 보였고, 이륙 시에는 3.72±0.15m/s의 속도를 나타냈다. 접촉과 이륙시의 수직 속도를 살펴보면, 3.80±0.19m/s와 3.98±0.04m/s를 보여, 이륙 시에 다소 수직속도가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 도마 접촉시의 신체각은 손 분절의 중심과 신체중심을 잇는 벡터선이 Y축과 이루는 절대각으로 정의하였다. 접촉의 신체각에 있어서는 수평면에 대해서 9.40±5.66도로 도마에 접촉하는 것으로 나타났고, 이륙시의 신체각에 있어서는 87.4±1.84도 나타냈는데, 거의 수직과 같은 자세에서 이륙동작을 취하는 것으로 나타났다. 접촉과 이륙 시 우측 무릎각을 보면, 137.8±3.68도와 167.2±6.86도를 나타내면서 이륙 시 무릎이 신전하는 것으로 나타났고, 고관절각에 있어서는 164.8±1.77도와 154.0±2.33도를 각각 나타내면서, 이륙함에 따라 몸이 신전되는 것이 아니고 오히려 굴곡동작을 나타냈다. 상지관절각을 살펴보면, 우측 어깨각에 있어서는 착지와 이륙 시에 166.6±1.98도와 158.0±0.78도를 각각 나타내면서 팔꿈치가 굴곡 하는 것으로 나타났으며, 좌측팔꿈치의 경우는 90.6±0.92도와 116.7±4.45도를 나타내면서 이륙 시 약 15도 신전하는 것으로 나타났다. 어깨관절의 경우, 우측관절이

152.7±1.48도와 143.6±6.86도를 보이면서, 이륙 시에 다소 굴곡 하는 것으로 나타났고, 좌측어깨의 경우는 80.6±6.43도와 151.0±6.93도를 보이면서, 팔이 완전히 신전 되지 않은 상태에서 이륙하는 것으로 나타났다.

표 5. 도마 접촉 국면의 운동학적 변인

variables	subjects			M±SD
	S1	S2		
Time on board, s	0.16	0.16		0.16±0.00
Horizontal DCG, cm	68.8	72.7		70.8±2.76
Vertical DCG, cm	61.6	58.5		60.1±2.19
V _H at TD, m/s	5.15	5.29		5.22±0.10
V _H at TO, m/s	3.93	3.82		3.72±0.15
V _V at TD, m/s	3.93	3.66		3.80±0.19
V _V at TO, m/s	4.00	3.95		3.98±0.04
Body angle at TD, deg	5.40	13.4		9.40±5.66
Body angle at TO, deg	88.7	86.1		87.4±1.84
Right Knee angle at TD, deg	135.2	140.4		137.8±3.68
Right Knee angle at TO, deg	172.0	162.3		167.2±6.86
Right Hip angle at TD, deg	166.1	163.6		164.8±1.77
Right Hip angle at TO, deg	155.7	152.4		154.0±2.33
Right Elbow angle at TD, deg	168.0	165.2		166.6±1.98
Left Elbow angle at TD, deg	90.0	91.3		90.6±0.92
Right Elbow angle at TO, deg	158.6	147.5		153.0±7.85
Left Elbow angle at TO, deg	113.6	119.3		116.7±4.45
Right Sholder angle at TD, deg	141.6	153.7		147.7±8.70
Left Sholder angle at TD, deg	76.1	85.2		80.6±6.43
Right Sholder angle at TO, deg	148.5	138.8		143.6±6.86
Left Sholder angle at TO, deg	155.9	136.1		146.0±14.0

DCG = Displacement of body CG on horse, V_H = Horizontal velocity, V_V = Vertical velocity, TD = Touchdown on horse, TO = Takeoff from horse,

도마 접촉국면에서 이륙속도의 중요성은 제2비약의 높이를 결정하는 중요요소로, 그 중요성이 크다고 할 수 있는데, Dillman(1985)의 손 짚고 옆 돌기계 동작에서는 수평속도와 수직속도가 각각 3.14±0.13m/s와 3.11±0.15m/s의 속도를 보였고, 반면에 Tsukahara의 동작에서는 3.41±0.011m/s와 2.05±0.01m/s의 속도를 보였다. 또한 Takei(1991)의 손 짚고 앞돌아 앞 공중돌기 동작의 연구에서는 3.69±0.21m/s와 3.31±0.25m/s의 속도를 보였는데, Yeo 동작이 다른 동작에 비해 빠른 수평속도와 수

직속도로 동작을 수행하는 것으로 나타났다.

이와 같은 도마접촉 국면에 있어서의 결과는, 팔꿈치각과 어깨각, 도마접촉의 신체각, 고관절과 무릎각을 작게 한 상태에서 빠른 속도로 도마에 접근하는 것으로 나타났고, 이는 Elliott 등 (1991)의 Round-off에 의한 손 짚고 뒤 돌기계 동작에 대한 연구에서 제시된 도마 접촉 시 견관절과 고관절의 과신전은 도마 접촉시간을 길게 하고, 이륙 시 고관절각의 많은 굴곡을 가져와 수직 상승속도의 증가를 저해한다고 보고한 것처럼, 본 연구에서는 도마에 접촉하기 전의 제 1비약국면에서의 짧은 체공 시간 내에 빠른 동작을 수행하여, 손을 도마에 빨리 접촉함으로써 수평속도를 최대한 감속시키면서 수직속도를 증가시키는 것으로 나타났다. 특히 도마 접촉 동안 수평 이동 거리를 작게 하면서, 도마 이륙 시 신체가 수직에 가장 가까운 자세를 유지하는 것으로 나타났는데, 이는 수평속도보다는 수직속도를 다소 증가시켜 수직 상승속도를 크게 하여 제 2비약의 체공시간과 체공거리를 증가시키는 것으로 나타났다.

4. 제2비약 국면

<표 6>에 제2비약 국면에 대한 운동학적 변인의 결과를 나타낸 것이다.

표 6. 제2비약 국면의 운동학적 변인

variables	subjects			M±SD
	S1	S2		
Time of postflight, s	1.04	1.08		1.06±0.03
Total time of whole phase, s	1.31	1.43		1.37±0.08
Dist, postflight, cm	577.0	629.2		603.1±36.91
CGht at peak, cm	303.7	301.2		302.4±1.77
V _H at peak, m/s	4.55	4.94		4.75±0.28

Dist = Distance, CGht = Height of body CG, V_H =Horizontal velocity

표에 의하면, 2비약에서의 비행시간은 1.06±0.03초의 수행시간을 보였으며, 구름판 접촉에서 착지까지의 전체적인 국면의 수행시간에 있어서는 1.37±0.08초의 시간을 나타냈고, 정점에서의 수평속도는 4.75±0.28m/s의 속도로 비행하는 것으로 나타났으며, 그에 따른 비행거리와 최대정점높이는 603.1±36.91cm와 302.4±1.77cm를 각각 보이면서, 정점높이에서 보다는 비행거리에서 다소 차이가 나는 것으로 나타났다. 손짚고 옆돌기계 동작에 대해 분석을 한 Dillman(1985)의 연구에서는 제2비약에서 최대 체공높이가 276cm를 보였고, 신갑호(1997)의 남자 도마 Tsukahara 동작에 대한 제2비약의 최대 정점 높이는 257cm를 보였고, 한윤수(2000)은 도마운동 Cuervo 1회전 비틀기 동작에 대한 연구에서는 278cm를 각각 나타냈다. 이들에 의하면, 최대 정점 높이를 크게 하기 위해서는 도마 착수 시 빠른 신

체의 각속도와 도마 이륙 시 빠른 신체중심의 합성속도 및 제1비약의 짧은 체공에서의 작은 움직임으로 인해 체공높이를 상승시킨다고 보고하였다.

결과적으로 살펴볼 때, 긴 체공시간과 수평속도는 긴 체공거리를 나타냈는데, 이는 정점에서의 많은 공중 회전거리와 비틀기 거리를 확보하는 결과를 초래하고 특히, 높은 신체중심자세의 유지는 신체의 회전운동을 적절히 제어할 수 있게 되어 안정된 착지동작을 수행하게 하는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

본 연구는 손 짚고 옆 돌아 뒤 공중 돌아 3회전 돌기 동작인 Yeo동작을 각 국면별 운동학적 변인을 분석하여 제 2비약에 미치는 영향을 구명하는 있다. 이를 위해 비디오카메라를 이용한 3차원적 영상분석을 통하여 운동역학적 변인들을 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 발구름 시의 짧은 수행시간을 보이면서, 구름판 이륙 시 수평속도는 점차적으로 감소한 반면, 수직속도는 증가하고 있는 것으로 나타났다.
2. 도마 접촉 시에도 수평속도가 감소하고 수직속도가 증가되었으며, 도마 접촉에서 이륙 시 짧은 수행시간을 보이면서 제2비약의 peak시 3m의 수직높이는 Yeo동작을 수행할 수 있는 체공높이로 사료된다.
3. 도마 접촉 국면 동안 양쪽 팔이 굴곡 되어 있는 형태를 나타냈으며, 특히 도마 접촉 시 왼쪽 주관절은 90도 각을 보이는 것은 빠른 수평속도를 수직속도로 전환하는 Blocking 과정으로 나타났다.
4. 제2비약 국면에서 긴 체공시간과 체공높이 그리고 넓은 착지거리를 통해서, peak시 동작에 대한 회전거리를 많이 확보함으로써 그에 따른 착지동작이 원활하게 이루어지는 것으로 나타났다.

또한 도마 접촉 시 왼팔이 완전한 Blocking이 이루어져야만 오른팔도 완전한 Blocking이 이루어질 수 있다.

참 고 문 헌

- 장신, 김영란, 이충근, 정철정, 윤희중(1990). 여자도마 운동에서 Yurtchenko 동작에 대한 3차원적 영상분석. 체육 과학 연구소 논문집, 한국체육대학교 체육 과학 연구소, 제9권, 제1호, pp.177~198.
- 김상국, 박영진 (1994). 체조 쿠에르보와 쿠에르보 플턴 동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 제33권, 제2호, pp.133~143
- 김동민, 김영란, 윤희중(1990). 여자 도마운동에서 Yurchenke동작의 역학적 분석. 한국체육대학교 부속 체육과학연구소 논문집, 제9권, 제1호, pp.125-152.
- 김상국, 박영진(1994). 체조 쿠에르보와 쿠에르보 플턴 동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 제33권, 제2호, pp.133-143
- 김진수, 여홍철(1999). 남자 도마에서 손 짚고 앞 공중 돌아 540도 비틀기의 운동학적 분석. 경희대학교 체육과학연구소 논문집, 제27집, pp.329-340.
- 노영택, 윤양진, 황영성 (1995) 도마 몸펴 Tsukahara 뛰기의 운동 역학적 분석. 부산대학교 사대 논문집, 제30권, pp.297-316.
- 대한 체조협회(2001). 남자 채점 규칙.
- 류지선, 박종훈, 한운수(2000). 도마 Cuervo 1회전 비틀기 동작의 역학적 분석. 제 38회 한국체육학회 학술발표회. pp 789-797.
- 이계산, 성낙준, 최춘덕(1991). 도마 운동에서 손 짚고 앞돌며 몸접어 180도 틀기 동작 대한 3차원적 분석. 서울, 체육 과학 논총 제2권, 제3호.
- 박광동(1993). 회전계 도마운동 발구름 동작의 역학적 분석. 한국체육학회지, 제32권, 제2호, pp.251-272.
- 박종훈(1992). 도마 경기의 착지 성공률에 관한 분석. 한국체육학회지, 제31권, 제1호, pp.313-319.
- 박종훈(1999). 도마 손 짚고 옆 돌아 몸 굽혀 뒤 공중돌기 동작의 국면별 역학적 분석. 한국체육대학교 대학원 박사학위논문. .
- 신갑호, 박종훈(1992). 도마 Tsukahara동작의 전환계 운동이 착지거리에 미치는 영향. 한국체육학회지, 제36권, 제1호, pp.318-325.
- 윤명철, 선상규(1986). 도마 Front Handspring동작의 역학적 분석. 한국체육학회지, 제25권, 제1호, pp.131-140.
- 윤희중, 여홍철, 김태삼(2001). 도마 Yeo2 동작에 대한 운동학적 요인 분석. 한국운동역학회지, 제11권 1호. pp.41-52.
- Dannis, A. (1979). Cinematographic Analysis of the Handspring Vault. *Research Quarterly*, 50 (3).

- Dillman, C. J. & Smith, S. I. (1985). A Kinematic Analysis of Man's Olympic Long Horse Vault. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1:96~110.
- Elliott, B., & Mitchell, J. (1991). A Biomechanical Comparison of the Yurchenko Vault and Two Associated Teaching Drills. *International Journal of sports Biomechanic*, 7, 91-107.
- Ferriter, K. J. (1964). A Cinematographic Analysis of Front Handspring Vault by Woman Gymnasts. Unpublished Master's These, *University of Illinois*.
- Kwon, Y. (1994). *Kwon3D Motion Analysis Package 2.1. User's Reference Manual*. Seoul:V. TEK Corp.
- Kown, Y. Fortney, V. L., & Shin, I. (1990). 3-D Anaiysis of Yurchenko Vaults Performed by Female Gymnasts During the 1988 Seoul Olympic Games. *International Journal of Sports Biomechanics*, 6:157~176.
- Nelson, R. C. (1985). Vault Performed by Female Olympic Gymnasts: A Biomechnical Profile. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1:111~138.
- Takei, Y. (1988). Techniques Used in Performing Handspring Vault and Salto Forward Tucked in Gymnastic Vaulting. *International Journal of Sports Biomechanics*, 4:260~281.
- Takei, Y. (1990). Comparison of Blocking and Postflight Techniques of Male Gymnasts Performing the 1988 Olympic Compulsory Vault. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7:371~391.
- Takei, Y. (1991). A Comparison of Techniques Used in Performing the Man's Compulsory Gymnastic Vault at the 1988 Olympic. *International Journal of Sports Biomechanics*, 7:54~75
- Winter, D. A. (1979). *Biomechanics of Human Movement*. New York John Wiley & Sons.