



# 신 · 구형도마에서 1/1Turn, Tucked 기술수행 시 운동학적 분석

## Comparative Analysis of Kinematics Factors in Performing Techniques of 1/1Turn, Stretched, and Tucked on the Old Vaulting Horse and the New Vaulting Table

김지태\* (목원대학교) · 허성규 (국민대학교)  
Kim, Ji-Tae (Mokwon University) · Heo, Seong-Gyu (Kookmin University)

### ABSTRACT

J. T. KIM, S. G. HEO, Comparative Analysis of Kinematics Factors in Performing Techniques of 1/1Turn, Stretched, and Tucked on the Old Vaulting Horse and the New Vaulting Table, Korean Journal of Sports Biomechanics, Vol. 16, No. 2, pp. 65-73, 2006. The aim of this study was to find out the differences of Kinematics factors from touching down the vaulting board to landing when techniques of 1/1Turn and Tucked were performed on the old vaulting horse and on the new vaulting table.

Three national representative men gymnasts were sampled for this study. Three dimension motion analyses by means of six Sony PD-150 video cameras with the velocity of 60 fps were used.

As a result of analyzing the kinematic data from two kind of vaulting table, the following conclusions were made.

1. The performing time from taking off the vaulting horse to landing(phase 4) in the 1/1 Turn technique on the new vaulting table was significantly longer than that of the old vaulting horse, while the time from contacting to taking off the vaulting horse on the new vaulting table was shorter than that of the old vaulting horse in both and the Tucked techniques.

2. The vertical release COG velocity was faster on the new vaulting table compare to the old vaulting horse in the all kind technique. However the horizontal release COG velocity of the 1/1 Turn technique was faster a little in the old vaulting horse compare to the new vaulting table.

KEYWORDS: 1/1TURN, TUCKED, OLD VAULTING HORSE, NEW VAULTING TABLE

## I. 서론

기계 체조 경기 종목 중 도마 경기는 단순히 장애물을 넘는 데 그치지 않고 무리 없이 아름다운 자세로 넘

어야 하기 때문에 다양한 기술이 요구되고, 경기에서 높은 점수를 받기 위해서는 난도(risk), 창의성(originality) 미적 표현(virtuosity) 등이 각각 요구된다.

그러나 현 우리나라 선수들은 1990년대 초 제 26~27회 세계선수권대회에서 유옥렬 선수가 종목별 결승에

서 1위, 1990년 중반 여흥철 선수가 제 32회 세계선수권대회와 제 26회 아틀란타 올림픽에서 2위에 입상하는 등 성적이 화려하고 체조에서의 효자 종목이었던 것과는 달리 도마종목은 종전에 사용하였던 도마기구를 경기력과 기술 향상을 꾀하기 위해 도마표면에 탄성을 유발할 수 있는 장치를 부착하는 등 안전도모를 위해서 2001년 제35회 세계선수권대회부터 새로운 도마를 사용하면서 도마에 잘 적응하지 못하여 세계대회에 입상을 하지 못한 채 침체기를 겪고 있는 실정이다.

구형도마에서 기술을 수행할 때 Takes(1989)는 도마 이륙 시 수직속도가 성공적인 결과에 중요한 영향을 미친다고 하였고, 박광동(1993)은 구름판 터치 시 수평속도와 도마 터치 각도 간에는 매우 높은 상관관계가 있다고 하였으며, 또 Dillman, Cheetham, & Smith (1985), Kwon, Fortney & Shin(1990), Elliott & Mitchell (1991), 윤희중, 류지선, 박종훈(1999)은 도마 이륙 시 신체중심의 속도는 각각의 도약 자세별로 현격한 차이가 나타나고 있는데, 이는 제 2비약(portflight)의 체공거리와 시간에 직접적인 관련이 있음을 발견하였다.

더욱이 체조 기구의 과학화에 따른 시대적인 요청이 대두되며 고난도의 기술향상을 꾀하기 위해 도마 표면에 탄성을 유발할 수 있는 장치를 부착하는 등 한편으로는 관람자의 욕구를 충족시키고 또 다른 한편으로는 선수들의 안전 도모와 난도 기술의 용이성을 이유로 2001년 제 35회 세계선수권대회에서 신형 도마를 도입하여 첫선을 보였다.

신형 도마와 구형 도마는 이와 같이 몸통 길이와 몸통 상단너비에서 차이가 있으며, 특히 가장 큰 차이점은 수직으로 8도 경사를 두었다는 점이다. 구형 도마와 신형 도마의 구격은 현저히 다르다. 이와 같은 많은 차이에도 불구하고 그동안 구형 도마를 통한 정량적인 연구는 활발히 진행되어 왔지만, 신형 도마를 이용한 역학적 연구는 전무한 실정이다. 신형도마의 도입은 상해 예방과 더 화려한 동작을 연기하기 위해서인데, 이러한 맥락에서 볼 때 신형 도마를 이용해 기술을 실시할 때 어떠한 변화가 나타나고, 또 경기에서 높은 점수를 받기 위해 어떠한 것에 중점을 두어야 하는 지는 매우 중요하다 하겠다.

국제적인 흐름으로 볼 때 우리나라 국가대표선수들

이 신형도마를 이용한 난도가 높은 손 짚고 옆 돌아 몸 꺾 뒤 공중 돌아 90도 비틀기 기술을 중심으로 반력측정기 또는 스트레인게이지 등을 이용 직접적인 분석 방법을 통해 경기력 향상과 동시에 침체된 체조사의 획기적인 도약대를 마련하는 것은 시기상 매우 의의 있는 일이라 판단된다. 빠르게 변화하는 채점규칙과 경기규칙은 선수들이 기술을 실시할 때 안정성과 높은 점수를 받기 위해서 공중에서 좌우축과 장축 방향의 회전동작(somer sault andtwist)을 하며 착지를 정확하게 하려면 체공시간을 길게 하는 것이 유리하며, 고난도 기술을 수행하기 위해서는 충분한 운동량을 얻어야 유리하다고 판단된다.

이와 같은 관점에서 볼 때 실제로 선수들의 여러 종목에 따른 시기를 신형도마에서 실시할 때 구형도마와는 어떠한 차이가 있는지 연구할 필요가 있으며, 따라서 본 연구의 목적은 신형 도마와 구형 도마를 이용한 손짚고 옆돌아 뒤공중돌기 기술의 난이도별 1/1 Turn, Tucked의 기술동작을 수행할 때 변인들을 3차원 영상 분석을 통하여 신형 도마와 구형 도마간에 구름판 접촉에서 착지까지 운동학적인 차이점을 규명하는데 그 목적을 두었다

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 체조 국가대표 남자 손짚고 옆돌아 뒤공중돌기 1/1 Turn, Stretched, 그리고 Tucked 동작을 수행할 수 있는 3명을 선정하였다. 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

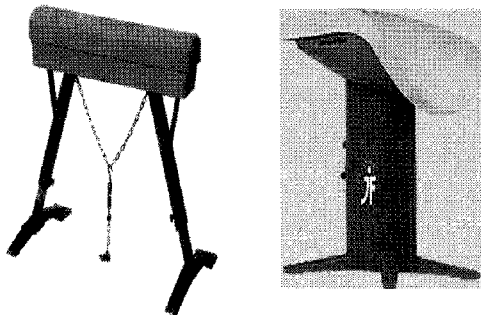
표 1. 피험자의 신체적 특성

피험자	신장 (cm)	체중 (kg)	경력(yrs.)	나이(yrs.)
A	163	54	12	20
B	171	65	12	21
C	165	57	12	23
M	166.3	58.7	12.0	21.3
SD	4.16	5.69	0.00	1.53

## 2. 도마 기구

이 연구에서 사용된 도마는 <그림 1>의 국제 체조 연맹의 공식 기구였던 구형 도마와 현재 사용되고 있는 신형 도마이다.

구형 도마의 규격은 높이 135cm, 길이 160cm, 폭 35cm이지만, 신형 도마의 규격은 높이 135cm, 길이 95~105cm, 폭 95cm로 구형 도마 보다 높이는 같지만, 길이가 짧아진 것과는 달리 폭이 60cm 넓어진 구조로 변형되었다.



(1) 구형 도마                      (2) 신형 도마  
그림 1. 도마 종류

## 3. 실험절차 및 분석절차

촬영도구의 배치는 <그림 2>에서 보는 바와 같이 공간좌표 설정을 위해 손잡고 옆 돌아 1/1 Turn 동작과, Stretched 동작, 그리고 Tucked 동작을 완전히 포함하는 범위 내에 도마의 조향으로부터 좌·우측 20m 떨어진 지점에 삼각대를 고정시켜 설치한 다음 카메라 필드 안에 기술동작과 통제점 틀, 그리고 램프 인디케이터와 LED가 모두 들어올 수 있도록 렌즈를 조절하였다. 실 공간 좌표를 설정하기 위하여 대상자 전체 동작이 잘 관찰될 수 있도록 공간에 48개의 통제점이 표시된 기준 척을 높이 4m, 길이 6.24m, 폭 1.60m로 설치하였다. 촬영 준비가 모두 끝난 후에 6대의 디지털 비디오카메라(DCR-VX2000-SONY)를 동조(LED)시켜 피험자가 동작을 실시하는 전후, 좌우 면과 진행 방향에 각각 설치하였다.

촬영준비가 완성된 후, 우선 디지털 비디오카메라를

작동시켜 통제점 틀을 3분 동안 촬영 하였고 기준척을 제거한 후 본 실험을 실시하였다. 실험에 들어가기 전에 각 피험자들에게 인체 각 관절 경계점에 가로, 세로 2cm 형광색 랜드 마크를 부착한 후 충분히 워밍업을 한 다음 기술동작을 실시하도록 하였으며, 순서는 구형 도마 실험 후 신형 도마 순으로 각각 3회씩 실시하였다. 이 때, 3명의 국제심판에 의해 점수화시켜 가장 높게 평가된 시기를 분석대상으로 선정하였다.

본 연구에서 통제점 좌표화와 인체 관절 중심점의 좌표화, 동조, DLT방법에 의한 3차원 좌표 계산과 자료 스무딩은 Kwon(2001)이 개발한 KWON3D(3.0) 윈도우용 프로그램을 사용하였으며, 획득하고자 하는 자료의 계산을 위하여 Walton(1981)의 DLT(Direct Linear Transformation) 기법을 이용하여 디지털이저 좌표계와 실 공간 좌표계로부터 DLT 변환식의 계수를 산출하였다. 그 후 계산된 DLT 계수와 인체관절 중심점의 평면 좌표를 이용하여 피험자의 3차원 공간좌표를 산출하였다. 3차원 공간좌표의 산출 후 공간좌표의 우연오차(random error)를 제거하기 위한 스무딩(smoothing) 방법으로 2nd-Order Butterworth Low Pass Filtering 방법을 사용하였으며, 이 때 cut-off frequency는 6 Hz로 하였다.

인체는 총 21개의 관절점을 가진 14개의 분절로 연결된 강체시스템으로 정의하였고, 각 분절의 인체 분절의 모수치(body segment parameters)는 Plagenhoef, Abdelnour(1983)의 인체측정학자료(anthropometric data)를 사용하였다.

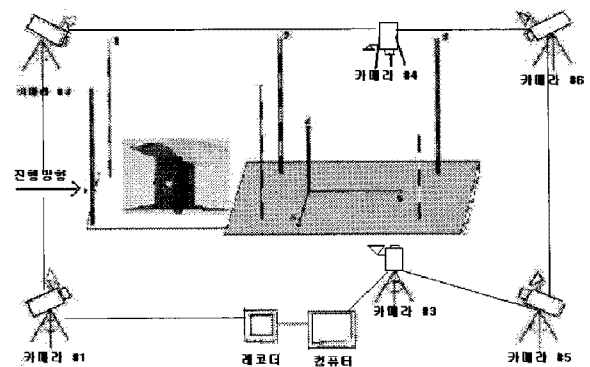


그림 2. 실험배치도

1) 이벤트 및 국면 구분

본 연구는 <그림 3>과 같이 총 6개의 이벤트와 4개의 국면으로 구분하였다.

(1) 이벤트(Event)의 구분

- ① Event 1(BTD) : 발이 구름판에 접촉(touch down)하는 순간.
- ② Event 2(BTO) : 발이 구름판에서 이륙(take off)하는 순간.
- ③ Event 3(VID) : 도마에 손이 접촉하는 순간.
- ④ Event 4(VTO) : 도마에서 이륙하는 순간.
- ⑤ Event 5(peak) : 제 2비약의 공중동작 중 신체중심이 최고 높이가 되는 순간
- ⑥ Event 6(LD) : 발이 매트에 접촉하는 착지 순간.

(2) 국면(Phase)의 구분

- ① Phase 1(발 구름 국면) : Event 1 - Event 2
- ② Phase 2(제 1비약 국면) : Event 2 - Event 3
- ③ Phase 3(도마 접촉 국면) : Event 3 - Event 4
- ④ Phase 4(제 2비약 국면) : Event 4 - Event 6

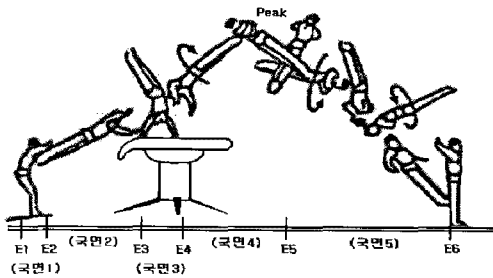


그림 3. 이벤트 및 국면구분

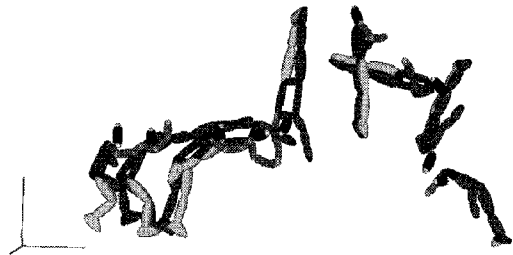


그림 4. 1/1 Turn 종목

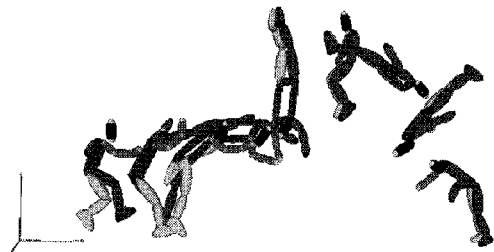


그림 5. Tucked 종목

III. 결과 및 논의

1. 각 국면별 소요시간

<표 2, 3>은 난이도별 기술 동작에 대한 각 국면별 소요시간과 도마 유형간 소요시간의 평균 차이에 대한 t 검증 결과를 나타낸 것이다.

1/1 Turn 동작에서의 소요시간은 <표 2>에서 보는 바와 같이 전체 소요시간에 있어서는 구형도마가 평균 1.370±0.02sec로 나타난 반면에 신형도마는 평균 1.376±0.02sec로 구형도마 0.006sec가 길게 나타났지만, p>.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 2. 1/1 Turn 동작의 국면별 소요 시간

(단위 : sec)

Phase	Subjects Types		A		B		C		M±SD		t	p
	구형	신형	구형	신형	구형	신형	구형	신형	구형	신형		
Phase1	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117±0.00	0.117±0.00	.	.
Phase2	0.117	0.134	0.117	0.084	0.084	0.050	0.106±0.02	0.089±0.04	.990	.427		
Phase3	0.267	0.234	0.234	0.234	0.267	0.284	0.256±0.02	0.251±0.03	.363	.751		
Phase4	0.852	0.869	0.919	0.952	0.902	0.936	0.891±0.03	0.919±0.04	-5.08	.037*		
전체 시간	1.353	1.353	1.387	1.403	1.370	1.386	1.370±0.02	1.376±0.02	-1.09	.390		

표 3. Tucked 동작의 국면별 소요 시간

(단위: sec)

Phase	Subjects Types		A		B		C		M±SD		t	p
	구형	신형	구형	신형	구형	신형	구형	신형	구형	신형		
Phase1	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117±0.00	0.117±0.00	.	.		
Phase2	0.167	0.167	0.117	0.100	0.084	0.084	0.123±0.04	0.117±0.04	1.00	.423		
Phase3	0.251	0.200	0.251	0.217	0.284	0.251	0.262±0.02	0.223±0.03	6.74	.021*		
Phase4	0.819	0.819	0.885	0.935	0.869	0.935	0.858±0.03	0.896±0.07	-1.95	.191		
전체 시간	1.354	1.303	1.370	1.369	1.354	1.387	1.359±0.01	1.353±0.04	.260	.819		

국면별 소요시간을 살펴보면, 구름판 접촉에서 이륙하는 순간까지의 1국면에서는 신형 도마와 구형 도마가 평균 0.117±0.00sec로 동일한 시간을 보였고, 2국면의 제 1비약과 3국면의 도마 접촉에서는 구형 도마가 신형 도마보다 긴 시간을 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 4국면의 제 2비약에서 신형 도마가 평균 0.919±0.04sec로 구형 도마보다 다소 긴 소요시간을 보이면서 p>.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

<표 3>에 나타난 Tucked 동작의 전체 소요시간은 구형 도마가 평균 1.359±0.01sec를 보였고, 신형 도마가 평균 1.353±0.04sec로 구형 도마가 0.006sec 길게 나타났지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

국면별 소요시간을 보면, 1국면에서는 구형 도마와 신형 도마가 평균 0.117±0.00sec로 동일한 시간을 보였고, 2국면에서는 구형 도마가 신형 도마보다 0.006sec 긴 시간을 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고, 4국면에서는 구형 도마보다 신형 도마가 0.038sec 긴 시간을 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 3국면의 도마접촉에서 구형 도마가 평균 0.262±0.02sec로 신형 도마보다 다소 긴 시간을 보이면서 p>.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

이들 결과에 의하면, 구름판접촉 국면에서는 구형 도마와 신형 도마의 발구름 시간이 동일한 시간을 보였고, 1/1 Turn 동작에서는 4국면에서 긴 시간을 보였고, Stretched 동작과 Tucked 동작에서는 각각 3국면에서 신형 도마가 구형 도마보다 짧은 시간을 보이면서 p>.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

박종훈(1999)은 발구름 국면에서 숙련자가 0.110sec를 보였고, 2국면에서는 0.092sec, 3국면에서는 0.246sec를 보임에 따라 본 연구의 발구름 국면과 도마접촉 국면의 소요시간과 유사한 시간을 보였다. 여홍철(2003)은 발구름 국면에서 0.102sec, 2국면에서 0.137sec, 도마접촉 국면에서는 0.172sec를 보이면서 발구름 국면은 유사한 시간을 보였지만, 도마접촉 국면에서는 본 연구에서 나타난 결과가 다소 긴 시간으로 도마 접촉이 이루어지는 것으로 나타났다. 특히 박종훈(1997)은 도마 접촉의 3국면에서 긴 시간은 구름판 이륙속도와 도마에 양손을 넓게 짚음으로서 접촉시간이 길어지는 것으로 보고하였는데, 이러한 결과는 신체 하중을 많이 받게 되어 도약 운동에 나쁜 영향을 주는 것으로 보고하였다.

제 2비약 공중동작의 4국면에 있어서는 박종훈(1997)은 0.869sec를, Kwon 등(1990)의 연구에서는 0.822±0.036sec, 이채산(1998)의 연구에서는 0.664±0.059sec를, 윤창선 등(2003)의 연구에서는 0.93±0.04sec를 보였고, 여홍철(2003)은 1.04sec를 보인 것과 비교할 때, 선행연구와 다소 차이를 보이고 있는데, 이는 도마 난이도 형태에 따른 것으로 볼 수 있다. 윤창선(2005)은 도마 경기의 성공적 결과와 기술 향상에 있어서 절대적으로 필요한 것은 제 2비약 국면의 체공시간으로 보고하였는데, 제 2비약의 공중 동작에서의 빠른 회전 운동과 긴 체공 시간을 얻기 위해서는 도마 접촉시간을 줄이는 것이, 보다 효율적인 것으로 보고하였고, Takei(1998, 2000)에 의하면, 도마접촉시간이 짧을수록 수직으로 작용되는 평균 힘과 충격량이 증가되고 수직속도가 커진다고 보고한 것과 비교할 때, 구형 도마보다 신형 도마가 다소 짧은 시간을 보이면서 신형 도마가 보다 효율적인 동작을 수행하는 것으로 나타났다.

## 2 각 단계별 신체중심의 속도

### 1) 신체중심의 수평속도

<표 4, 5>는 Event별 신체중심의 수평속도 변화와 도마 유형간의 평균 차이를 t 검증한 결과를 나타낸 것이다.

<표 4>에 나타난 1/1 Turn 동작의 속도변화를 살펴보면, 발구름 국면의 접촉에서는 신형도마가 평균 7.09±0.13m/s로 구형 도마보다 0.02m/s 빠른 속도로 구름판에 접촉하는 것으로 나타났지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고, 이륙에서는 구형 도마가 평균 5.39±0.07m/s로 신형 도마보다 0.02m/s 빠른 속도에서 구름판 이륙을 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

도마접촉 국면에 있어서는 구형 도마가 평균 5.06±0.14m/s로 신형 도마보다 0.04m/s 빠른 속도로 도마에 착수하는 것으로 나타났지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 이륙에 있어서는 구형 도마가 평균 3.50±0.19m/s로 신형 도마의 평균

3.32±0.22m/s보다 0.18m/s 빠른 속도로 이륙하면서 P>.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 최대 정점의 Peak 순간에 있어서는 구형 도마가 평균 3.55±0.42m/s, 신형 도마는 평균 3.72±0.25m/s를 보이면서 신형 도마가 0.17m/s 빠른 속도를 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

따라서 1/1 Turn 동작에 있어서는 도마 이륙순간에서 구형 도마와 신형 도마간의 유의한 차이를 보이면서 구형 도마가 신형 도마보다 빠른 수평 속도를 이륙하는 것으로 나타났다.

<표 5>에 나타난 Tucked 동작의 속도변화를 살펴보면, 발구름 국면에서는 신형 도마가 평균 6.99±0.37m/s로 구형 도마보다 0.05m/s 빠른 속도를 보였지만, 유의한 차이를 보이지 않았고, 이륙에서는 구형 도마가 평균 5.33±0.20m/s로 신형 도마보다 0.16m/s 빠른 속도를 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

도마접촉국면의 착수와 이륙에서는 구형 도마가 평균 5.03±0.39m/s와 3.47±0.46m/s로 신형 도마보다 각각 0.28m/s와 0.13m/s 빠른 도마 접촉과 이륙속도를

표 4. 1/1 Turn 동작시 Event별 신체중심의 수평속도 변화

(단위: m/s)

Event	Subjects Types		A		B		C		M±SD		t	p
	구형	신형	구형	신형	구형	신형	구형	신형	구형	신형		
BTD	6.95	6.94	7.00	7.19	7.09	7.15	7.01±0.07	7.09±0.13	4.16	.053		
BTO	5.44	5.26	5.31	5.43	5.41	5.43	5.39±0.07	5.37±0.10	2.36	.143		
VID	5.00	4.96	4.95	4.90	5.22	5.20	5.06±0.14	5.02±0.16	-.70	.557		
VTO	3.48	3.15	3.32	3.24	3.69	3.56	3.50±0.19	3.32±0.22	43.37	.001*		
Peak	3.63	4.01	3.10	3.56	3.92	3.60	3.55±0.42	3.72±0.25	1.745	.223		

표 5. Tucked 동작시 Event별 신체중심의 수평속도 변화

(단위: m/s)

Event	Subjects Types		A		B		C		M±SD		t	p
	구형	신형	구형	신형	구형	신형	구형	신형	구형	신형		
BTD	6.78	6.67	7.18	6.92	6.85	7.39	6.94±0.21	6.99±0.37	-.185	.870		
BTO	5.18	4.72	5.25	5.30	5.55	5.49	5.33±0.20	5.17±0.40	.809	.504		
VTD	4.66	4.34	4.99	4.80	5.44	5.10	5.03±0.39	4.75±0.38	1.23	.343		
VTO	3.12	3.41	3.30	3.24	4.00	3.36	3.47±0.46	3.34±0.09	.543	.642		
Peak	3.64	3.70	3.50	3.32	3.88	3.40	3.67±0.19	3.47±0.20	.974	.433		

보였지만, 구형 도마와 신형 도마 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 최대 정점의 Peak에서도 구형 도마가 평균  $3.47 \pm 0.46 \text{m/s}$ 로 신형 도마보다  $0.20 \text{m/s}$  빠른 속도를 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 Tucked 동작의 신체중심 수평속도는 구형도마와 신형 도마간 에 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

이들 결과를 종합해 보면, 1/1 Turn 동작에 있어서는 도마 이륙순간에 유의한 차이를 보였지만, Stretched 동작과 Tucked 동작에 있어서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타나면서 구형 도마와 신형 도마간 에 신체중심 수평속도가 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 그러나 동작 난이도에 따라 구름판접촉 국면에서는 구형도마와 신형 도마와의 큰 차이를 보이지 않았지만, 도마접촉 국면에 있어서는 구형 도마가 신형 도마보다 다소 빠른 수평속도를 가지고 동작을 수행하는 것으로 나타났다. 그러나 Peak에 있어서는 동작 난이도에 따라 차이를 보였는데, 1/1 Turn 동작은 신형 도마가 빠른 속도를 보였고, Turcked 동작은 구형 도마가, 그리고 Stretched 동작은 구형 도마와 신형 도마 모두 유사한 속도를 보이면서 동작을 수행하는 것으로 나타났다.

박종훈(1999)의 연구에서는 구름판 접촉순간  $4.32 \text{m/s}$ 를 보였고, 이륙순간은  $5.07 \text{m/s}$ , 그리고 도마 접촉에서는  $5.03 \text{m/s}$ , 이륙순간은  $4.11 \text{m/s}$ 의 속도를 보이면서, 본 연구에서 나타난 구형 도마가 신형 도마보다 빠른 속도를 보였다. 윤희중 등(2001)의 연구에서는 Yeo 2 동작에 대한 운동학적 분석에서 도마접촉과 이륙순간  $6.06 \text{m/s}$ 와  $3.66 \text{m/s}$ 를 보여, 이 연구보다 빠른 수평속도를 보였다. 여홍철(2003)의 연구에서는 발구름 국면에서  $7.89 \text{m/s}$ 와  $4.66 \text{m/s}$ , 도마 착수 국면에서는  $5.27 \text{m/s}$ 와  $2.92 \text{m/s}$ 를 보이면서 구름판과 도마 착수에서는 빠른 속도를 보였지만, 이륙순간에 있어서는 본 연구가 다소 빠른 속도를 보였다.

여홍철(2005)의 도마 Roche 동작의 운동학적 분석에서 보고된 발구름 국면의 구름판 접촉과 이륙순간 각각  $7.85 \text{m/s}$ 와  $4.98 \text{m/s}$ 를 보였고, 도마접촉국면에서는 접촉과 이륙순간 각각  $4.47 \text{m/s}$ 와  $3.44 \text{m/s}$ 로 보고하면서 본 연구보다 빠른 수평속도를 보였다. 특히 여

홍철과 김윤지(2005)의 Yeo 2 동작에 대한 비교 분석에서는 신형도마에서 나타난 속도보다 구형도마에서 나타난 수평속도가 큰 것으로 보고하였다.

이 같은 선행연구의 결과들은 동작 종류의 동작 특성에 따라 수평속도의 큰 차이를 보여주고 있지만, 선행 연구와는 다소 차이를 보이는 것은 본 연구에서는 기술종목이 다르기 때문이며 전반적으로는 신형 도마보다 구형 도마가 다소 빠른 수평속도를 보이면서 동작을 수행하는 것을 보이고 있다.

## 2) 신체중심의 수직속도

<표 6, 7>은 Even별 신체중심의 수직속도 변화와 도마 유형간의 평균 차이를 t 검증한 결과를 나타낸 것이다.

<표 6>은 1/1 Turn 동작에 있어서 발구름 국면의 이륙에서는 구형 도마가 평균  $3.30 \pm 0.10 \text{m/s}$ 로 신형 도마보다  $0.20 \text{m/s}$  빠른 속도로 이륙하는 것으로 나타났다지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

도마접촉 국면의 접촉과 이륙에서도 구형 도마가 평균  $3.12 \pm 0.09 \text{m/s}$ , 평균  $3.01 \pm 0.64 \text{m/s}$ 를 보이면서, 신형 도마보다 각각  $0.7 \text{m/s}$ 와  $0.37 \text{m/s}$ 의 빠른 수직속도를 보였지만,  $P > .05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 1/1 Turn 동작에 있어서는 신형 도마보다 구형 도마가 다소 빠른 수직속도를 보였지만, 신체중심의 수직속도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

<표 7>은 Tucked 동작에 있어서는 구름판 접촉 국면에서 신형 도마가 평균  $-0.22 \pm 0.03 \text{m/s}$ 로 구형 도마의 평균  $-0.06 \pm 0.05 \text{m/s}$ 로 보다  $0.16 \text{m/s}$  빠른 접촉 속도를 보이면서  $P > .05$  수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 그러나 구름판이륙에서는 구형도마가 평균  $3.20 \pm 0.06 \text{m/s}$ 로 신형 도마보다  $0.04 \text{m/s}$  빠른 속도를 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

도마접촉 국면에 있어서는 신형 도마가 평균  $3.09 \pm 0.53 \text{m/s}$ 와 평균  $2.75 \pm 0.59 \text{m/s}$ 로 구형 도마보다 각각  $0.13 \text{m/s}$ 와  $0.30 \text{m/s}$  빠른 이륙속도를 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 Tucked 동작에 있어서는 구름판접촉에서 신형 도마가 구형 도마보다 빠른 속도를 보이면서 유의한 차이

표 6. 1/1 Turn 동작시 Event별 신체중심의 수직속도 변화

(단위: m/s)

Subjects Types Event	A		B		C		M±SD		t	p
	구형	신형	구형	신형	구형	신형	구형	신형		
BTD	-0.07	-0.06	-0.12	-0.10	-0.09	-0.05	-0.09±0.03	-0.07±0.03	-2.65	.118
BTO	3.27	3.03	3.22	3.19	3.41	3.08	3.30±0.10	3.10±0.08	2.25	.153
VTD	3.07	2.54	3.07	3.22	3.22	3.38	3.12±0.09	3.05±0.45	.321	.779
VTO	2.43	2.39	2.91	2.96	3.69	2.87	3.01±0.64	2.74±0.31	.977	.431
Peak	-0.14	-0.13	-0.15	-0.16	-0.13	-0.14	-0.14±0.01	-0.14±0.02	.500	.667

표 7. Tucked 동작시 Event별 신체중심의 수직속도 변화

(단위: m/s)

Subjects Types Event	A		B		C		M±SD		t	p
	구형	신형	구형	신형	구형	신형	구형	신형		
BTD	-0.02	-0.23	-0.04	-0.19	-0.11	-0.25	-0.06±0.05	-0.22±0.03	11.47	.008
BTO	3.17	3.21	3.27	3.15	3.17	3.13	3.20±0.06	3.16±0.04	3.46	.074
VTD	2.42	2.57	2.98	3.08	3.47	3.62	2.96±0.53	3.09±0.53	-.432	.708
VTO	2.07	2.08	2.55	3.21	2.58	2.96	2.40±0.29	2.75±0.59	-.753	.530
Peak	-0.04	-0.01	-0.08	-0.13	-0.01	-0.05	-0.04±0.04	-0.06±0.06	.485	.675

를 보였지만, 도마접촉 및 이륙에서는 신형도마가 구형 도마보다 다소 빠른 속도를 보였지만, 도마 유형 간에 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

이를 종합해 보면, 동작 난이도 유형에 따라 1/1 Turn 동작에 있어서는 전반적으로 신형 도마보다 구형 도마가 다소 빠른 수직속도를 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났고, Stretched 동작에 있어서는 발구름 국면과 도마접촉에서는 구형 도마가 다소 빠른 수직속도를 보였고, 도마이륙에서는 신형 도마가 빠른 수직속도로 도마를 이륙하는 특성을 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 그러나 Tucked 동작에 있어서는 구름판접촉에서는 신형 도마와 구형 도마 간에 유의한 차이를 보이면서 신형 도마가 다소 빠른 구름판접촉 속도를 보였고, 구름판이륙과 도마 접촉국면에서는 유의한 차이를 보이지는 않았지만, 1/1 Turn 동작과 Stretched 동작과 달리 전반적으로 구형도마보다 신형 도마가 다소 빠른 수직속도를 보이면서 동작을 수행하는 것으로 나타났다.

이러한 특성은 선행 연구에서 볼 수 있듯이, Dillman(1985), Elliott & Michell(1991), Takei(1988, 1991), 박종훈(1999), 류지선, 박종훈, 한윤수(2000), 김

진수, 여홍철(1999), 김진수, 정진수(2000), 박종훈(2001), 윤희중, 여홍철, 김태삼(2001), 여홍철(2003), 박종훈 등(2003), 윤창선, 김태삼, 윤희중(2003), 여홍철, 류재균(2004), 여홍철(2005), 여홍철, 김윤지(2005) 등의 선행연구에서 나타나는 공통된 특성은 구형 도마와 신형 도마 모두 도마이륙 시 수직속도는 제2비약에 영향을 주는 것으로 보고되고 있는데, 제1비약에서 빠른 신체속도와 강한 blocking 동작은 수평속도를 수직속도로 전환시킴에 따라 제2비약에서의 체공시간을 길게 하여 원활한 기술동작을 구사하는 것으로 나타내고 있다.

본 연구의 결과에 의하면, 동작 난이도에 따라 발구름 국면에서 다소 차이가 났지만, 도마 이륙에 있어서는 구형 도마보다 신형 도마가 다소 빠른 이륙 속도를 보이면서 동작을 수행하는 것으로 나타났는데, 이는 선행 연구에서 나타난 것처럼, 신형 도마가 구형 도마보다 도마접촉시 손의 위치가 낮아 제1비약에서의 짧은 거리와 낮은 자세로 블로킹하기 때문에 수평속도를 수직속도로 크게 전환시키는 것으로 볼 수 있다.

전반적으로 발구름 국면에 있어서는 구형 도마와 신형 도마간에 큰 차이를 보이지 않았지만, 도마 착수 국면과 제2비약 국면에서는 신형 도마가 다소 빠른 속도를 보이면서 동작을 수행하는 것으로 나타났다.



## IV. 결 론

본 연구는 신형도마와 구형 도마를 이용하여 1/1Turn Stretched Tucked 기술 동작을 수행할 때 변인들은 3차원 영상분석함으로써, 신형 도마와 구형 도마 간에 구름관점축에서 착지까지 운동학적인 차이 점을 규명하는데 있다. 이를 위해 국가대표 남자 기계 체조 선수 3명을 선정하였다. 3차원 영상분석은 Sony PD-150 비디오카메라 6대를 이용하여 운동학적 자료를 얻었고, 자료 처리된 영상분석을 통해 운동학적 요인의 차이를 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 국면별 소요 시간에 있어서 구형 도마와 신형 도마 간에 유의한 차이를 보이는 것은 1/1 Turn 동작의 4국면에서 신형도마가 긴 소요시간을 보였고, Tucked 동작에서 3국면의 도마접촉 국면에서 신형 도마가 짧은 소요 시간을 보이면서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.
2. 단계별 신체중심의 속도변화에 있어서 구형 도마와 신형 도마 간에 유의한 차이를 보이는 것은 수평속도에 있어서 1/1 Turn 동작이 도마이륙에서 신형 도마보다 구형 도마가 빠른 이륙속도를 보였고, 수직속도에 있어서는 난이도 동작 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만, 평균적으로 구형 도마보다 신형 도마가 다소 빠른 속도를 보였다.

## 참 고 문 헌

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

박종훈(1999). 도마 손 짚고 옆 돌아 몸 굽혀 뒤 공중돌기 동작의 국면별 역학적 분석. 미간행 박사학위 논문 한국체육대학교 대학원.

여홍철(2003). 도마 손 짚고 몸 펴 앞 공중 돌아 540도 비틀기 역학적 분석. 박사학위논문. 한국체육대학교 대학원.

여홍철(2005). 도마에서 Roche 기술의 운동학적 분석.

한국체육학회지, 14(1).

여홍철, 김윤지(2005). 구형도마와 신형도마에서 Yeo2 동작의 운동학적 변인의 비교 분석. 한국스포츠투지서치, 16(2).

윤희중, 여홍철, 김태삼(2001). 도마 Yeo2 동작에 대한 운동학적 요인 분석. 한국운동역학회지, 11(1).

윤희중, 류지선, 박종훈(1996). 도마 전환계 동작의 운동학적 요인이 착지 거리에 미치는 영향. 한국체육학회 학술발표회 논문집, 제34권 623-629.

윤창선, 김태삼, 윤희중(2003). 도마운동 유리첸코 몸 펴 공중돌기 동작의 운동학적 분석. 한국운동역학회지, 제13권, 제3호, 67-79.

Dillman, Charles J, Cheetham, Phillip J. & Smith, Sarah L. (1985). A Kinematic Analysis of Men's Olympic Long Horse Vaulting. *International Journal of sport Biomechanics*, 1, 6-110.

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.

Kwon, Y, H.(2001). KWON3D Motion analysis package version 3.0 User's Reference Manual. Anywang Korea; VISOL 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.

Plagnehoef, S. C, Evans, F.G. & Abdelnour, T. (1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 58, 132-149.

투 고 일 : 04월 30일  
심 사 일 : 05월 15일  
심사완료일 : 05월 30일