



평행봉 Basket with 1/2 Turn to Handstand 기술 분석

Kinematical Analysis of Basket with 1/2 Turn to Handstand on Parallel Bars

백진호(체육과학연구원) · 박종철*(상명대학교) · 이용식(성균관대학교)

Back, Jin-Ho(Korea Sports Science Institute) · Park, Jong-Chul*(Sangmyung University) ·

Lee, Yong-Sik (Sungkyunkwan University)

ABSTRACT

J. H. BACK, J. C. PARK, and Y. S. LEE, Kinematical Analysis of Basket with 1/2 Turn to Handstand on Parallel Bars. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 1, pp. 165-174, 2007. The subject of this study was male apparatus gymnastics athlete who had scored high points doing basket with 1/2 turn on parallel bars. Then 3D motion analysis were used to calculate & analyse kinematic variables of Basket with 1/2 turn to Handstand.

1. The total average time spent for Basket with 1/2 turn took 2.16 ± 0.08 sec, at the downward · upward phase took $.58 \pm 0.00$ sec, $.23 \pm 0.00$ sec, at flight phase took $.28 \pm 0.01$ sec, at connected area phase took $.72 \pm 0.21$ sec, at rotation area phase took $.35 \pm 0.14$ sec. To have a successful performance, there should be faster speed and velocity to rotate at the downward · upward phase, then the upward velocity and height must be used adequately. Moreover, the speed must be faster at the flight · connect phase to stabilize Center of Mass(CM) for the body, and must secure more time at the rotation area to have more stable performance.

2. After handstand on parallel bars while moving CM to right hand side, and It must be performed with big and magnificent performance with putting both hand's center to far away from the parallel bars.

3. Furthermore, CM must be moved fast from downwards to right hand side, and CM must be moved fast in vertical movement at upward and flight phase to avoid CM from moving back and forth, and left and right.

4. At downwards, the subject must rotate as bis as possible using hip-joint as wide as possible and at upwards, must put his body to vertical to have stable performance. While rotating or turning, it is better to do with bigger shoulder angle and have to make sure that trunk angle must be not scattered.

To perform better and more positive in basket with 1/2 turn on parallel bars, the centrifugal force must be used big and fast at downward, and at upward and flight phase, downward movement must change to vertical movement as soon as possible while turning movement must happen at handstand position. Time spent must be shorten at connected area to stabilize CM and turning must be natural as possible while securing the necessary time of movement to well-balanced. Also, the body must be vertically closed from the ground.

KEYWORDS: BASKET WITH 1/2 TURN, KINEMATICAL, CENTER OF MASS

I. 서론

평행봉 경기는 길이 350cm, 직경 5cm의 계란모양의 봉 두 개를 175cm 높이로 평행하게 설치하여 실시하는 남자 종목으로 운동의 대부분이 전형적인 직선상에서 실시된다. 평행봉 운동은 팔의 힘을 강화 시키려는 목적과 안마를 잘하기 위한 기능적 목적이 있다고 한다(김동민, 이보선, 남행웅, 조성동, 2003). 또한 기구의 구조상이나 연기내용에 있어 흔들기와 비행요소로 구성되어 있어 내용이 풍부하고, 흥미가 있으며 기술이 매우 다양한 종목이다. 고도의 기술과 세밀한 동작을 조화 있게 구성하여 독창적인 연기를 해야 하며, 고급적 평행봉 전체를 끌고루 사용하여 연기를 수행해야 높은 점수를 획득할 수 있다(공태웅, 2005).

평행봉 운동은 지지기 계(Swing elements through support on both bars), 어깨 걸치기 계(Swing elements through hang on both bars), 힘기·다리스윙기·외봉에서의 기술 계(Strength, hold and leg swing elements and elements sideways on one bar), 그리고 내리기 계(Dismounts)와 같이 기술요소가 세분화로 분류된다(강병의, 1997). 이러한 기술요소를 활용하여 봉 상·하를 자유롭게 오가면서 모든 기술요소 그룹에서 선택된 스윙에 의해 주요 기술이 응용되어 다이내믹하게 연기를 구성하게 된다.

최근 국제체조연맹(F.I.G)에서는 독창성이 있는 고난도 기술개발을 유도하기 위하여 연결기술에 대한 가산점은 최대한 제한할 것으로 예상되기 때문에 가산점 획득에 이용될 수 있는 기술습득 보다는 고난도 기술개발에 관심을 가져야 할 것이다. 다양한 연기의 구성을 위하여 기술요소가 세분화하여 변화되고 있으며, 독창성이 있는 새로운 기술 개발을 유도하기 위하여 고급난이도를 중급난이도로 한 단계씩 하향 조정하여 적용되고 있다. 이에 가산점(bonus point)은 최고 1.6점까지 주어지도록 규정하였다(김충태, 김동민, 박종훈, 1999).

Basket with 1/2 turn to handstand(보시다 1/2턴) 동작은 매달리기 계통의 운동으로서, 물구나무서기 자세에서 팔 버티어 내려오면서 몸 접어 뒤돌며 처진(다운스윙) 후 거꾸로 차오르면서 오른쪽 봉으로 양손을 이동한 후 순간 물구나무서기를 한 다음 오른쪽 손을 다

시 왼쪽 봉으로 중심을 옮겨 물구나무서기를 하는 동작이다(김동화, 2002; 신갑호, 박종훈, 1993). 이 기술은 보시다 동작 보다 한 단계 높은 난이도의 동작으로 물구나무서기 동작에서 실시할 경우 E 난이도로 인정되어 0.2점의 가산점을 얻을 수 있으며, 후속동작의 난이도에 따라 연결 가산점을 추가할 수 있어서 새로운 채점규칙에 적용하기가 매우 용이한 기술이다(이장형, 2004).

평행봉 운동에 관한 그 동안의 선행연구를 살펴보면, 김동화(2002)는 Basket to Handstand 동작의 운동학적 분석을 통하여 우수한 동작일수록 스윙 시 신체중심의 빠르고 큰 회전이 중요하고 리그랩 동작에서는 속도를 제어하여야 한다고 나타났다. 이장형(2004) 또한 신체중심의 속도를 회전 동작에서는 크고 빠르게 하고 턴 동작에서는 속도를 줄여 안정된 자세로 천천히 회전하여야 한다고 신체중심의 위치 및 속도의 중요성에 대하여 보고하였다.

보시다 1/2턴 기술의 주요 요인은 물구나무서기에서 빠르고 크게 회전하면서 상승구간에서는 봉의 탄력을 이용해 다리를 차내면서 원운동을 수직운동으로 바꾸어 몸 비틀기를 하는 고난도 기술이다. 이러한 고난도 기술은 주요 이벤트에 따른 운동학적 요인의 분석이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 보시다 1/2턴 기술의 성공동작과 실패동작을 운동학적으로 규명하여, 안정된 기술수행을 위한 방안을 제시함으로써 기술의 완성도를 높이고자 하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 평행봉 보시다 1/2턴 동작에서 높은 점수를 획득한 국가대표 남자 기계체조 선수 1명을 대상으로 하였고, 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 대상자의 신체적 특성

대상자	특성	신장	체중	나이	경력
S		172.6cm	66kg	22yr.	13yr.

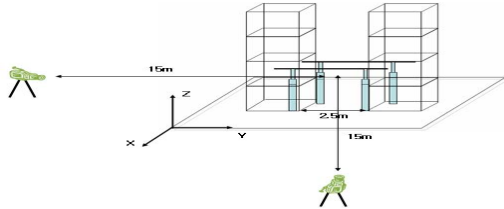


그림 1. 실험장비 배치도

2. 실험절차

본 연구는 국제체조연맹의 규정에 맞게 평행봉의 높이를 1.75m, 매트 높이를 0.2m로 <그림 1>과 같이 설치하였다. 평행봉 보시다 1/2턴 동작을 촬영하기 위하여 비디오 카메라 2대를 평행봉 측면과 정면 15m 떨어진 지점에 삼각대로 고정시켜 설치하였으며, 캠코더의 필드 안에 전체 동작과 통제점 틀이 들어올 수 있도록 캠코더의 렌즈를 조절하여 촬영하였다. 이때 촬영 속도는 60Hz이고 셔터 스피드는 1/350sec로 하였다.

본 실험의 촬영에 들어가기 전에 평행봉 중앙에 세워진 통제점 틀을 1m×1m×4m로 2set을 조립하여 2.5m 간격으로 두고 설치한 다음 약 1분간 촬영하였다. 실험 전, 피험자가 자신의 기량을 충분히 발휘할 수 있도록 충분한 연습을 실시한 후 보시다 1/2턴 동작을 실시하여 국제심판이 평가하여 성공 동작과 실패 동작으로 구분 하도록 하였다.

3. 이벤트와 국면 및 각 정의

본 연구에서 설정된 이벤트와 국면 및 각 정의는 다음과 같으며, <그림 2>와 <그림 3>에 나타나 있다.

1) 이벤트

- (1) E1 : 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평 된 시점
- (2) E2 : 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡 된 시점
- (3) E3 : 상승도중 손이 바를 이탈하는 시점
- (4) E4 : 오른손이 바를 접촉하는 시점
- (5) E5 : 바에서 오른손이 이탈하는 시점
- (6) E6 : 오른손이 바를 잡는 시점

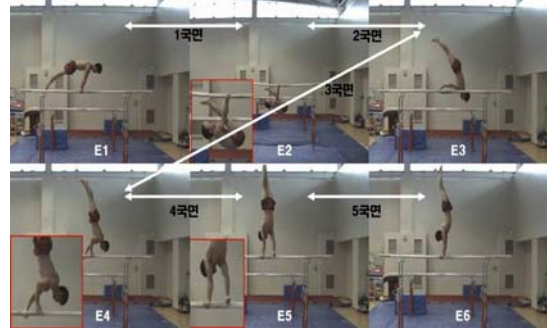


그림 2.. 보시다 1/2턴 동작의 이벤트 및 국면

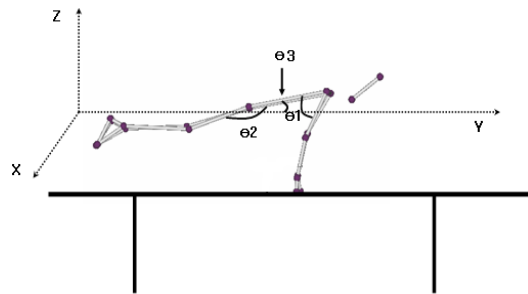


그림 3. 각 정의

2) 국면

- (1) 1국면 : E1에서 E2까지
- (2) 2국면 : E2에서 E3까지
- (3) 3국면 : E3에서 E4까지
- (4) 4국면 : E4에서 E5까지
- (5) 5국면 : E5에서 E6까지

3) 각정의

- (1) 고관절각(θ2) : 대퇴와 동체가 이루는 상대각도.
- (2) 견관절각(θ1) : 상완과 동체가 이루는 상대각도.
- (3) 동체각(θ3) : 동체와 Y축과 이루는 절대각도.

4. 자료처리

본 연구의 자료처리는 Kwon3D Motion Analysis Package Version 3.0 Program(Kwon, 1994)을 사용하였다. 자료처리 과정은 통제점 틀에 의한 96개의 통제점을 이용하여 실공간 좌표가 계산된 후 인체의 3차원 좌

표가 얻어졌다. 이때 축 정의는 좌·우 방향을 X축, 운동 진행 방향인 전·후 방향을 Y축, 그리고 상·하 방향을 Z축으로 정의하였다. 인체의 모델은 총 21개의 관절점에 의한 16개의 신체분절로 연결된 강체 시스템으로 정의하고, 각 분절의 무게중심과 전체 무게중심의 위치를 계산하기 위한 인체 분절 모수치(body segment parameters)는 Chandler, Clauser, Mc Conville, Reynolds와 Young(1975)의 자료를 이용하였다.

각각의 캠코더로부터 얻은 2차원 좌표는 3차 스피라스인 함수에 의한 보간법을 이용하여 동조하였으며, 각 프레임간 동조시간 간격은 .01초로하여 동조된 2차원 좌표값을 구하였다. 3차원 좌표 계산은 Abdel-Aziz와 Karara(1971)가 개발한 DLT(direct linear transformation) 방식을 사용하였다. 또한 디지털링 등과 같은 여러 가지 원인에 의해 발생하는 노이즈에 의한 오차 제거는 Butterworth 2차 저역 통과 필터(low-pass filter)를 이용하여 스무딩(smoothing)하였으며, 이때 차단 주파수는 6Hz로 설정하였다.

III. 결과 및 논의

1. 소요시간

보시다 1/2턴 동작의 각 국면별 소요시간을 나타낸 것은 <표 2>, <그림 4>와 같다.

보시다 1/2턴 동작의 총소요시간은 평균 $2.16 \pm 0.08\text{sec}$ 로 나타났다. 성공한 동작에서는 2.10sec, 실패한 동작에서는 2.21sec로 성공한 동작에서 짧은 소요시간을 나타냈다. 이장형(2004)의 연구에서는 평균 연기수행 시간이 1.89sec로 본 연구의 피험자보다 약간 빠른 소요시간을 보였다.

구간별 소요시간을 살펴보면 E1에서 E2까지의 하강하는 P1 구간에서와 E2에서 E3까지의 상승하는 P2 구간에서는 성공한 동작과 실패한 동작 모두에서 각각 .58sec, .23sec로 같은 소요시간을 나타냈다. E3에서 E4까지의 체공구간인 P3에서는 성공 동작 시 .27sec, 실패 동작 시 .28sec로 .01sec 차이를 나타냈다. P1과 P2

표 2. 각 국면별 소요 시간 (단위 : sec)

	P1	P2	P3	P4	P5	Total
성공	.58	.23	.27	.57	.45	2.10
실패	.58	.23	.28	.87	.25	2.21
M	.58	.23	.28	.72	.35	2.16
SD	.00	.00	.01	.21	.14	.08

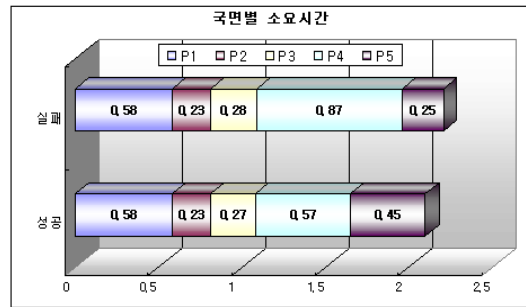


그림 4. 국면별 소요시간

의 구간에서는 빠른 시간과 속도로 크게 회전하여 상승하면서, 상승속도와 높이를 적절하게 이용하여야 한다.

E4에서 E5까지의 연결구간인 P4에서는 성공 동작 시 .57sec와 실패 동작 시 .87sec로 성공 동작에서 .20sec 빠르게 나타지만 회전하는 구간인 P5에서는 성공 동작 시 .45sec, 실패 동작 시 .25sec로 성공 동작에서 .20sec 느리게 나타났다. 이는 보시다 1/2턴 동작을 성공적으로 수행하기 위해서는 회전하기 위해 바를 접촉한 후 평행봉을 이탈하는 P4 구간에서의 연결은 빠르게, 회전하는 P5 구간에서는 안정된 자세를 유지하면서 천천히 회전하여 평행봉을 잡는 것이 바람직하다고 판단된다.

2. 위치 변화

각 이벤트별 신체중심의 위치는 <표 3>과 <그림5, 6, 7>에 나타나 있으며 보시다 1/2턴 동작의 평행봉을 잡은 양손의 중앙을 기준으로 제시하였다.

각 이벤트별 좌우위치의 평균 변위를 보면 E1, 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 $.22 \pm 0.17\text{cm}$, E2, 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡을 이루는 시점에서는 $.05 \pm 0.15\text{cm}$, E3, 상승도중 손이 바를

표 3. 각 단계별 신체중심의 위치 변화 (단위 : cm)

		E1	E2	E3	E4	E5	E6
성공	X	.34	.15	2.95	9.71	17.73	5.69
	Y	-14.10	-1.81	37.95	45.07	34.49	29.94
	Z	43.38	-37.14	13.39	70.44	85.09	84.77
실패	X	.10	-.06	1.43	7.54	15.33	4.98
	Y	-13.84	-2.33	38.20	45.68	31.90	23.26
	Z	48.85	-37.90	13.96	75.41	81.43	85.34
M±SD	X	.22 ± .17	.05 ± .15	2.19 ± 1.07	8.63 ± 1.53	16.53 ± 1.70	5.34 ± .50
	Y	-13.97 ± .18	-2.07 ± .37	38.08 ± .18	45.38 ± .43	33.20 ± 1.83	26.60 ± 4.72
	Z	46.12 ± 3.87	-37.52 ± .54	13.68 ± .40	72.93 ± 3.51	83.26 ± 2.59	85.06 ± .40

이탈할 때는 2.19±1.07cm, E4, 오른손이 바를 접촉할 때에서 8.63±1.53cm, E5, 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 16.53±1.70cm, E6, 오른손이 바를 잡는 시점에서 5.34±.50cm로 나타났다. 이는 보시다 1/2턴 동작이 상승하여 바를 잡고 오른손으로 바를 잡은 후 왼손을 축으로 왼쪽으로 회전함으로 신체중심을 오른쪽에 두고 있음을 알 수 있다. 이는 이장형(2004)의 연구에서도 대상자들이 오른쪽으로 신체중심을 이동하는 경향을 나타낸 것과 같은 결과로 나타났다.

오른손이 바를 접촉하는 시점에서 성공 동작 수행 시 9.71cm, 실패 동작 수행 시 7.54cm, 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 성공 동작 수행 시 17.73cm, 실패 동작 수행 시 15.33cm로 각각 성공한 동작에서 오른쪽으로 2.17cm, 2.40cm 더 이동한 것으로 나타났는데 이는 성공한 동작에서 신체중심을 오른쪽으로 이동시켜 실패한 동작보다 안정된 자세로 회전 동작을 수행한 것으로 판단 할 수 있다.

각 이벤트별 전후위치의 평균 변위를 보면 E1, 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 -13.97±0.18cm, E2, 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡을 이루는 시점에서 -2.07±.37cm, E3, 상승도중 손이 바를 이탈할 때는 38.08±.18cm, E4, 오른손이 바를 접촉할 때에서 45.38±.43cm, E5, 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 33.20±1.83cm, E6, 오른손이 바를 잡는 시점에서 26.60±4.72cm로 나타났다. 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 성공 동작 수행 시 34.49cm, 실패 동작 수행 시 31.90cm, 오른손이 바를 잡는 시점에서 성

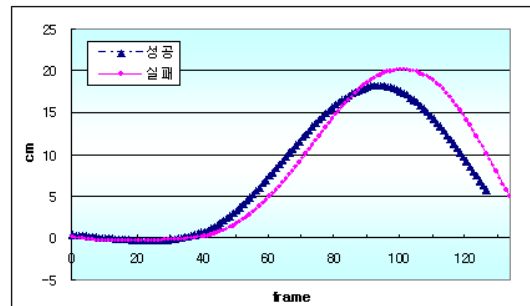


그림 5. 신체중심의 좌·우 위치 변화

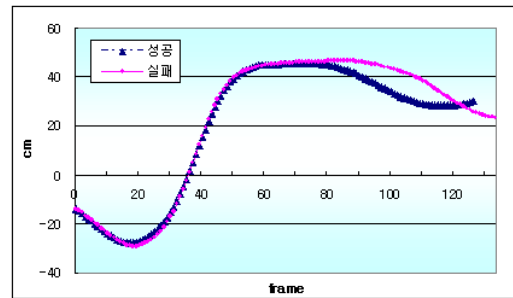


그림 6. 신체중심의 전·후 위치 변화

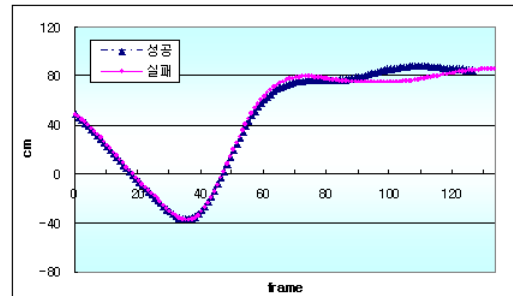


그림 7. 신체중심의 상·하 위치 변화

공 동작 수행 시 29.94cm, 실패 동작 수행 시 23.26cm로 각각 성공한 동작에서 진행 방향으로 2.59cm, 6.68cm 더 이동한 것으로 나타났는데 이는 턴 동작을 크고 웅장하게 하여 안정된 동작을 수행한 것으로 판단 할 수 있다.

각 이벤트별 상하위치의 평균 변위를 보면 E1, 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 46.12±3.87cm, E2, 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡을 이루는 시점에서 -37.52±5.4cm, E3, 상승도중 손이 바를 이탈할 때는 13.68±4.0cm, E4, 오른손이 바를 접촉할 때에서 72.93±3.51cm, E5, 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 83.26±2.59cm, E6, 오른손이 바를 잡는 시점에서 85.06±4.0cm로 나타났다. 오른손이 바를 접촉하여 바에서 오른손이 이탈하는 시점까지 성공 동작 수행 시 70.44cm에서 85.09cm 14.65cm로 신체중심을 상승시켜 안정된 자세를 보인 반면에 실패 동작 수행 시에는 75.41cm에서 81.43cm로 6.02cm를 상승시켜 불안정한 자세를 보였다. 턴 동작 수행에서 실패한 동작의 신체중심 상하 폭이 작아 원활한 턴 동작을 수행하지 못한 것을 알 수 있다.

3. 속도 변화

보시다 1/2턴 동작을 실시하는 동안 각 단계별 신체중심의 속도변화를 나타낸 것은 <표 4>와 같고, 이들의 변화 패턴을 나타낸 것은 <그림 8, 9, 10 >과 같다.

각 이벤트별 좌우위치의 평균 속도를 보면 E1, 다운

스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 -3.26±.93cm/sec, E2, 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡을 이루는 시점에서 3.78±2.48cm/sec, E3, 상승도중 손이 바를 이탈할 때는 16.11±4.72cm/sec, E4, 오른손이 바를 접촉할 때에서 28.22±5.2cm/sec, E5, 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 -22.17±16.67cm/sec, E6, 오른손이 바를 잡는 시점에서 -39.24±6.77cm/sec로 나타났다. 상승도중 손이 바를 이탈하는 시점에서 성공 동작 수행 시 19.44cm/sec, 실패 동작 수행 시 12.77cm/sec로 성공한 동작에서 빠르게 오른쪽으로 신체중심을 이동시켜 턴 동작 수행 전 안정된 동작으로 이어졌고, 오른손이 바를 접촉하는 시점에서 성공한 동작에서는 27.85cm/sec로 속도를 줄여 바에서 신체중심이 떨어지지 않았으나, 실패한 동작에서는 28.59cm/sec로 중심이 오른쪽으로 많이 쏠리고 있음을 볼 수 있다. 바에서 오른손이 이탈하는 시점과 오른손이 잡는 시점에서 성공한 동작은 각각 -10.38cm/sec, -34.45cm/sec 실패한 동작은 각각 -33.22cm/sec, -44.02cm/sec로 실패한 동작에서 신체중심이 빠르게 왼쪽으로 쏠리면서 속도를 제어하지 못해 실패한 것으로 나타났다.

각 이벤트별 전후위치의 평균 속도를 보면 E1, 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 -46.69±3.44cm/sec, E2, 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡을 이루는 시점에서 201.74±12.98cm/sec, E3, 상승도중손이 바를 이탈할 때는 85.39±7.13cm/sec, E4, 오른손이 바를 접촉할 때에서 3.58±3.68cm/sec, E5, 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 -46.16±8.13cm/sec, E6,

표 4. 각 단계별 신체중심의 속도 변화 (단위 : cm/sec)

		E1	E2	E3	E4	E5	E6
성공	X	-2.60	5.53	19.44	27.85	-10.38	-34.45
	Y	-52.12	192.56	90.43	.97	-40.41	18.40
	Z	-133.25	-9.29	331.09	83.38	36.22	-7.52
실패	X	-3.91	2.02	12.77	28.59	-33.96	-44.02
	Y	-47.26	210.91	80.35	6.18	-51.91	-12.23
	Z	-125.53	-18.81	346.28	74.12	32.15	.36
M±SD	X	-3.26 ± .93	3.78 ± 2.48	16.11 ± 4.72	28.22 ± 5.2	-22.17 ± 16.67	-39.24 ± 6.77
	Y	-46.69 ± 3.44	201.74 ± 12.98	85.39 ± 7.13	3.58 ± 3.68	-46.16 ± 8.13	3.09 ± 21.66
	Z	-129.39 ± 5.46	-14.05 ± 6.73	338.69 ± 10.74	78.75 ± 6.55	34.19 ± 2.88	-3.58 ± 5.57

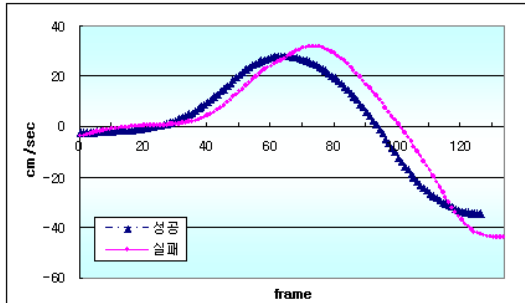


그림 8. 신체중심 좌·우 속도 변화

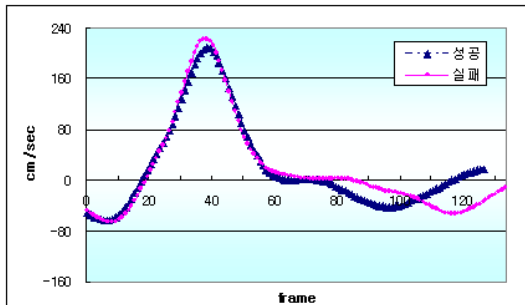


그림 9. 신체중심 전·후 속도 변화

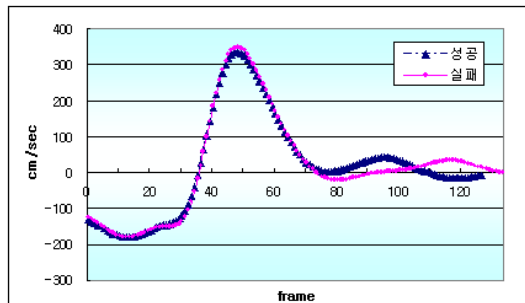


그림 10. 신체중심 상·하 속도 변화

오른손이 바를 잡는 시점에서 $3.09 \pm 21.66 \text{ cm/sec}$ 로 나타났다. 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡을 이루는 시점에서 성공한 동작은 192.56 cm/sec , 실패한 동작은 210.91 cm/sec 로 나타났는데, 실패한 동작에서 상승하지 못하고 전방으로 신체중심이 빠르게 이동하고 있고, 오른손이 바를 접촉하는 시점에서도 성공한 동작은 $.97 \text{ cm/sec}$, 실패한 동작은 6.18 cm/sec 로 실패한 동작에서 턴 동작을 수행하여야 함에도 불구하고 계속 신체중심이 전방으로 이동하여 실패한 것으로 판단된다. 마지막 오른손이 바를 잡는 시점에서 성공과 실패 각각

18.40 cm/sec , -12.23 cm/sec 에서 볼 수 있듯이 실패한 동작에서 신체중심이 전후방향으로 움직임이 많았던 것을 알 수 있다.

각 이벤트별 상하위치의 평균 속도를 보면 E1, 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 $-129.39 \pm 5.46 \text{ cm/sec}$, E2, 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡을 이루는 시점에서 $-14.05 \pm 6.73 \text{ cm/sec}$, E3, 상승도중 손이 바를 이탈할 때는 $338.69 \pm 10.74 \text{ cm/sec}$, E4, 오른손이 바를 접촉할 때에서 $78.75 \pm 6.55 \text{ cm/sec}$, E5, 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 $34.19 \pm 2.88 \text{ cm/sec}$, E6, 오른손이 바를 잡는 시점에서 $-3.58 \pm 5.57 \text{ cm/sec}$ 로 나타났다. 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 성공한 동작은 -133.25 cm/sec , 실패한 동작은 -125.53 cm/sec 로 성공 동작 수행 시 빠른 속도로 하강하는 것을 알 수 있으며, 턴 동작에서도 동작을 상방으로 빠르게 하였다가 오른손이 바를 잡는 시점에서 -7.52 cm/sec 로 서서히 하방으로 신체중심을 이동시켜 안정된 동작을 나타냈다. 이는 이장형(2004)의 연구에서 또한 신체중심의 합성 속도를 크게하여 빠른 하강을 이루고 E3에서 수직운동으로 빠르게 바꾸어 회전동작을 안정감 있게 수행하여야 한다고 나타내고 있다.

4. 각도 변화

1) 고관절각

<표 5>와 <그림 11>에서 나타난 바와 같이 고관절 각도를 살펴보면, E1, 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 $162.10 \pm 2.35^\circ$, E2, 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡을 이루는 시점에서 $51.97 \pm 1.84^\circ$, E3, 상승도중 손이 바를 이탈하는 시점에서 $138.23 \pm 14.00^\circ$, E4, 오른손이 바를 접촉하는 시점에서 $183.65 \pm 20.27^\circ$, E5, 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 $189.19 \pm 7.49^\circ$, E6, 오른손이 바를 잡는 시점에서 $199.71 \pm 8.86^\circ$ 로 나타났다. 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 성공 동작 수행 시 163.78° 로 고관절을 크게 신전하여 빠른 하강을 할 수 있었고, 상승도중 손이 바를 이탈하는 시점에서 148.13° 로 상승하면서 몸이 실패한 동작 128.33° 보다 신전된 안정된 자세로 상승하는 것을 알 수 있다. 턴하는 동작에서도 성

공한 동작에서는 몸이 수직에 가까운 상태로 회전하는 것을 알 수 있지만, 실패한 동작에서는 성공한 동작보다 굴곡 된 상태에서 시작해 신전되어 불안정한 자세를 취한 것으로 나타났다.

2) 견관절각

<표 5>와 <그림 12>에서 나타난 바와 같이 견관절 각도를 살펴보면, E1, 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 $67.08 \pm 1.46^\circ$, E2, 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡을 이루는 시점에서 $61.14 \pm 3.46^\circ$, E3, 상승도중 손이 바를 이탈하는 시점에서 $55.18 \pm 2.16^\circ$, E4, 오른손이 바를 접촉하는 시점에서 $71.95 \pm 33.84^\circ$, E5, 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 $138.96 \pm 1.91^\circ$, E6, 오른손이 바를 잡는 시점에서 $157.01 \pm 6.26^\circ$ 로 나타났다. 오른손이 바를 접촉하는 시점에서 성공한 동작 수행 시 95.87° , 실패한 동작 수행 시 48.02° 로 실패한 동작에서 중심을 잃고 팔이 굽혀진 상태로 바를 접촉한 것으로 나타났다. 바에서 오른손이 이탈하고 다시 바를 잡는 시점에서는 성공한 동작에서 140.31° 에서 152.58° 로 서서히 견관절을 펴주면서 신체 회전을 한 반면에 실패한 동작에서는 137.61° 에서 시작하여 161.43° 로 완전히 펴지지 않은 상태에서 회전을 하여 과신전 된 자세로 바를 잡음으로서 불안정한 자세로 이어진 것으로 판단된다.

3) 동체각

<표 5>와 <그림 13>에서 나타난 바와 같이 동체와 Y축과 이루는 동체 각도를 살펴보면, E1, 다운스윙 시 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점에서 $8.47 \pm 0.83^\circ$, E2, 다운스윙 중 고관절 각이 최대 굴곡을 이루는 시

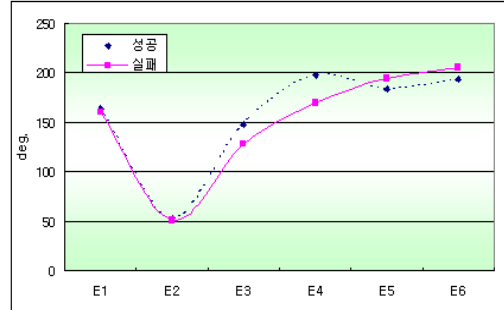


그림 11. 고관절 각도 변화

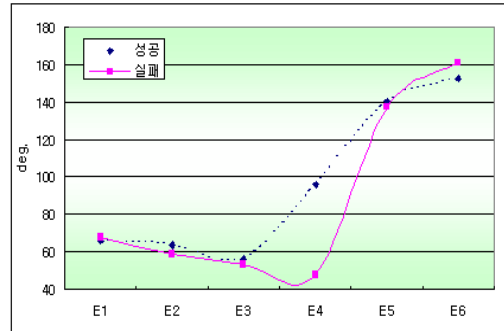


그림 12. 견관절 각도 변화

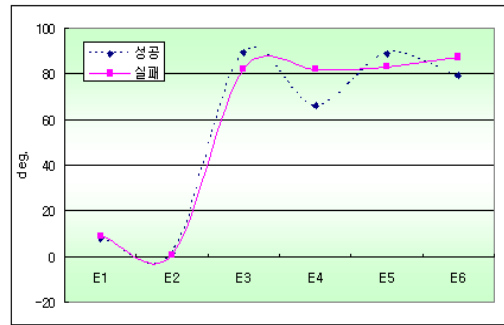


그림 13. 동체 각도 변화

표 5. 각 단계별 각도 변화

(단위 : deg.)

		E1	E2	E3	E4	E5	E6
성공	고관절	163.76	53.27	148.13	197.98	183.89	193.44
	견관절	66.05	63.58	56.7	95.87	140.31	152.58
	동체	7.88	1.36	89.57	66.32	88.91	79.38
실패	고관절	160.43	50.67	128.33	169.31	194.48	205.97
	견관절	68.11	58.69	53.65	48.02	137.61	161.43
	동체	9.06	.71	82.33	82.00	83.11	87.37
M±SD	고관절	162.10 ± 2.35	51.97 ± 1.84	138.23 ± 14.00	183.65 ± 20.27	189.19 ± 7.49	199.71 ± 8.86
	견관절	67.08 ± 1.46	61.14 ± 3.46	55.18 ± 2.16	71.95 ± 33.84	138.96 ± 1.91	157.01 ± 6.26
	동체	$8.47 \pm .83$	$1.04 \pm .46$	85.95 ± 5.12	74.16 ± 11.09	86.01 ± 4.10	83.38 ± 5.65

점에서 $1.04 \pm 0.46^\circ$, E3, 상승도중 손이 바를 이탈하는 시점에서 $85.95 \pm 5.12^\circ$, E4, 오른손이 바를 접촉하는 시점에서 $74.16 \pm 11.09^\circ$, E5, 바에서 오른손이 이탈하는 시점에서 $86.01 \pm 4.10^\circ$, E6, 오른손이 바를 잡는 시점에서 $83.38 \pm 5.65^\circ$ 로 나타났다. 상승도중 손이 바를 이탈하는 시점에서 성공한 동작은 89.57° , 실패한 동작은 82.33° 로 나타났는데 이는 하강운동에서 수직운동으로 바뀌는 보시다 1/2턴 동작에서 실패한 동작은 수직운동으로 바꾸지 못한 채 전방으로 몸이 흐르고 있는 것을 볼 수 있다. 오른손이 바를 접촉하는 시점에서 성공한 동작은 66.32° , 실패한 동작은 82.00° 로 접촉하는 순간 실패한 동작의 경우 먼저 몸이 수직에 가깝게 퍼지면서 중심을 잃고 턴 동작을 수행한 것을 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

평행봉 보시다 1/2턴 동작에서 높은 점수를 획득한 국가대표 남자 기계체조 선수 1명을 대상으로 하여 성공 동작과 실패 동작을 3차원 영상분석을 통하여 운동학적 변인을 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 보시다 1/2턴 동작을 수행하는데 소요된 총 시간은 평균 $2.16 \pm .08\text{sec}$ 이며, 하강·상승 구간에서는 $.58 \pm .00\text{sec}$, $.23 \pm .00\text{sec}$, 체공구간은 $.28 \pm .01\text{sec}$, 연결구간은 $.72 \pm .21\text{sec}$, 회전구간은 $.35 \pm .14\text{sec}$ 가 소요되었다. 성공 동작을 위해서는 하강·상승구간에서는 빠른 시간과 속도로 크게 회전하여 상승하면서, 상승속도와 높이를 적절하게 이용하여야 하며, 체공·연결구간에서는 빠르게 하여 중심이 흐트러지지 않게 유지하고 회전구간에서는 안정된 연기 수행을 위해 많은 소요시간을 확보하여야 한다.

2. 신체중심을 오른쪽으로 이동시켜 안정된 물구나 무서기 후 턴 동작이 이루어지게 하고, 평행봉 양손 중심으로 멀게 하여 크고 웅장한 동작을 해야 성공한 동작을 수행하기에 용이한 것으로 나타났다.

3. 하강구간에서부터 오른쪽으로 신체중심을 빠르게 이동시키고, 상승구간과 체공구간에서는 신체중심이 전

후에서 수직운동으로 빠르게 전환하여 신체중심이 전후·좌우로 흐르지 않도록 하여야 한다.

4. 하강구간에서는 고관절을 최대한 신전 시켜 크게 회전하고 상승구간에서는 몸을 수직으로 퍼주어 안정된 동작으로 턴 동작을 수행할 수 있어야 하고, 턴 동작에서는 견관절 각도를 크게 하면서 동체 각도가 흐트러지지 않게 회전하여야 하는 것으로 나타났다.

보시다 1/2턴 동작의 성공적인 수행을 위해서는 하강구간에서는 원심력을 최대한 이용하여 크고 빠르게 하강하고, 상승 및 체공구간에서는 하강운동을 수직운동으로 빠르게 바꿔주면서 물구나무서기 자세에서 턴 동작으로 이루어져야 한다. 연결구간은 최대한 짧게 하여 중심을 유지하고 턴 동작은 어깨를 자연스럽게 회전시키면서 많은 소요시간을 확보하여 안정된 자세로 지면에서 수직에 가까운 동작으로 수행하여야 좋은 동작이라 할 수 있다.

본 연구에서는 평행봉 보시다 1/2턴 동작만을 분석하였으나, 향후 북경올림픽 및 국제대회에서의 경기력 향상을 위해 다양한 기술에 대한 분석이 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

강병의(1997). 평행봉 Healy 버티기 동작의 3차원 운동학적 요인 분석. 미간행 석사학위논문, 한국체육대학교 대학원.

공태웅(2005). 평행봉 Belle 기술동작의 운동학적 분석. 한국운동역학회지, 제15권, 4호, 43-53.

권영후(1994). *Kwon3D Motion Analysis Package* version 3.019.

김동민, 이보선, 남행웅, 조성동(2003). (체조)한국체육대학교 체육과학연구소, 163-179.

김동화(2002). 평행봉 Basket to Handstand 동작의 운동학적 분석. 석사학위논문, 한양대학교 대학원.

김충태, 김동민, 박종훈(1999). 평행봉 Moy Piked Support 동작 시 스윙국면의 운동학적 요인이 공중동작에 미치는 영향. 한국체육대학교 논

문집, 제22권, 52-63.

대한체조협회(2006). **채점규칙**. 대한체조협회.

신갑호, 박종훈(1993). 평행봉 운동에서 앞 공중 두바퀴
돌아 어깨걸치기 동작의 운동학적 분석. **명지
대학교 예체능논문집**, 제3집, 66-79.

이장형(2004). **평행봉 Basket with 1/2turn to
Handstand 기술동작 분석**. 1급 경기지도자
현장적용 연구보고서, 체육과학연구원.

한운수(2002). **평행봉 몸접고 2회전 뒤 공중돌아 내리기
동작의 운동역학적분석**. 한국체육대학교 대학
원 박사학위논문.

Abdel-Aziz, Y. I. & Karaha, H. M. (1971). *Direct Linea
r Transformation from comparator coordinates in
to object space coordinates in close photogrammet
ry*, In Proceedings of the Symposium on Clo
se-Range photogrammetry(pp.1-18).Falls Chur
ch, VA:American Society of photogrammetry.

Chandler, R. F., Clauser, C. E., McConville, J. T.,
Reynolds, H. M., & Young, J. W.(1975).
*Investigation of inertial properties of the human
body*. Dayton, OH: Aerospace Medical
Research Lab., Wright-Patterson Air Force
Base.

투 고 일 : 1월 31일

심 사 일 : 2월 6일

심사완료일 : 3월 17일