



평행봉 Tippet 동작의 기술 분석

Kinematical Analysis of Tippet Motion in Parallel Bars

백훈식*(강원체육고등학교) · 김민수 · 문병용(강원대학교) · 백진호(체육과학연구원) · 윤창선(한국체육대학교)
Back, Hun-Sik*(Kangwon Physical Education High School) ·
Kim, Min-Soo · Moon, Byoung-Yong(Kangwon University) · Back, Jin-Ho(Korea Institute of Sports Science) ·
Yoon, Chang-Sun(Korea National Sport University)

ABSTRACT

H. S. BACK, M. S. KIM, B. Y. MOON, J. H. BACK, and C. S. YOON, Kinematical Analysis of Tippet Motion in Parallel Bars. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 2, pp. 167-176, 2007. The purpose of this study was to offer suitable model for performing Tippet motion and data for training Tippet motion through the quantitative kinematical analysis of Tippet motion in parallel bars. The results of analysing kinematic variations through three-dimensional reflection analysis of three members of the national team as the objects of the study were shown as follows.

1. It seemed that the shoulder-joints which are stretched as much as possible affects the whole Tippet motion while one is swinging downward. The time of process of the center of mass for the body reaching to the maximum flexion point should be quick and body's moving from the vertical phase to the front direction should be controled as much as possible.

2. While one is swinging upward, the stability of flying motion could be made certain by the control of body's rapid moving to the front direction and stretching shoulder-joints and hip-joint to reverse direction.

3. While one is flying upward, the body should be erected quickly and lessening the angle of the hip-joint affects the elevation of flight. When the powerful counter turn motion is performed, the stable motion could be made.

As a result of this study, It seems that sudden fall and the maximum stretch of shoulder-joints is important during performing Tippet motion in parallel bars. Also, it concludes that the maximum bending of hip-joints at the starting point of upward swing, sudden stretch to the reverse direction of shoulder-joints and hip-joints when one is leaving bars, control of body's moving to the front direction, and lessening the angle of hip-joints at the flying phase is important.

KEYWORDS : SHOULDER-JOINTS, HIP-JOINT, SWINGING DOWNWARD, SWINGING UPWARD

I. 서론

남자 기계체조 경기종목은 마루, 안마, 링, 도마, 평행봉, 철봉의 여섯 종목이 있으며 그 중 평행봉 종목은 높이 180cm, 길이 350cm, 직경 5cm의 평행한 두 개의 봉으로 되어 있다. 남자 평행봉 종목은 1978년 일본 선수들에 의해 기술이 급격히 향상 되었고, 최근에는 다른 종목의 기술들을 평행봉에 접목시킴으로서 평행봉 기술이 더욱 다양화 되는 양상을 보이고 있다.(공태웅, 2005)

최근 세계대회에서 중국 선수들이 평행봉 종목에서 많은 메달을 획득하고 있다. 우리나라 선수들도 1999년 텐진 세계선수권대회 금메달, 2000년 시드니 올림픽 은메달, 2004년 아테네 올림픽 결승진출, 2006년 아로스 세계선수권대회 은메달 등으로 꾸준한 성적을 거두고 있으며, 중국 선수들과 신체 조건이 비슷한 우리나라 선수들도 각 종 국제대회에서 우수한 성적을 거둘 수 있는 가능성이 높다고 할 수 있다.

2004년 아테네 올림픽 이후 국제체조연맹(FIG) 제13차 사이클에서는 기술연기점수 상한선이 없어졌으며 연기한 기술 중 각 그룹에서 높은 난도 10개를 선별한 난도 점수 합계와 연기 점수 10점을 더한 점수를 시작 점수로 산출한다. 현대의 평행봉 운동은 모든 가능한 연기 요소 그룹에서 선택된 스윙과 비행 동작으로 구성되며 기구의 모든 잠재성을 반영하는 방법으로 다양한 매달리기와 버티기 자세를 통한 연속기로 구성된다.(FIG, 2006)

새로운 규칙에서 높은 기술 점수를 얻으려면 각각의 요소 그룹에서 높은 난도를 구사해야 한다. 평행봉 경기의 평가 요소 그룹은 양봉을 손으로 잡고 지탱한 스윙동작, 팔을 걸친 상태로 지탱한 스윙동작, 양봉에 매달려서 하는 스윙동작, 힘기, 정지기, 다리 스윙동작과 외봉 옆에서 하는 동작, 착지의 다섯 가지의 기술요소 그룹으로 나누어져 있으며, 각 요소 그룹에 속해 있는 난도로 연기를 구성하여 화려하고 역동적인 모습으로 경기한다.

Tippelt 오르기 동작은 기본 동작의 복합 기술로서 큰 회전도중 몸이 봉 위로 오르려 할 때 반대로 몸을 버티고 젖히면서 손을 놓고 상체를 앞으로 당겨 다시 봉을 잡는 동작으로 1987년 로테르담 세계선수권대회

에서 동독의 Tippelt 선수가 평행봉에서 처음 시도한 기술이다.(안완식, 1996)

평행봉 Tippelt 동작의 선행 연구에서 안완식(1996)은 S.H(평행봉과 견관절이 수평을 이룬 자세) 국면에서 신체를 과 신전시켜 회전속도를 증가하고, D.V.P(견관절이 평행봉 밑에서 수직을 이룬 자세)국면에서 견관절각과 고관절각은 매끄러운 동작 연결을 가능하게 하며, 또한 상승운동은 에너지를 높여 주는 것이 중요한 요인이라고 하였다.

Tippelt 기술은 평행봉의 연기 요소 중 양봉에 매달려서 하는 스윙동작으로 제3그룹에 속하며, 국제체조연맹(FIG) 제13차 사이클에서는 난도가 하향 조정되어 D난도이다. 그러나 여전히 기술 연기 점수에서 0.4점의 가치점을 갖는 높은 난도이며 평행봉 종목의 연기 구성에서 기술의 연결성과 요소그룹 충족에 꼭 필요한 기술이라 할 수 있다.

본 연구는 평행봉 다섯 개 요소 그룹 중 한 요소인 양봉에 매달려서 하는 스윙 동작에 속해있는 D난도 Tippelt 동작이 가능한 국가대표선수 3명을 대상으로 정량적 동작분석을 통하여 Tippelt 기술을 수행하는데 적합한 모델을 제시하고 Tippelt 기술 훈련을 위한 자료 제공을 목적으로 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 제39회 세계선수권 대회를 대비하여 훈련 중인 국가대표선수 3명을 대상으로 하였고, 연구대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성

대상자	연령(yrs)	신장(cm)	체중(kg)	경력(yrs)
S1	25	166	62	16
S2	23	165	58	13
S3	21	167	57	12
M±SD	23.00±2.00	166.00±1.00	59.00±2.65	13.67±2.08

2. 분석내용 및 실험절차

분석내용은 신체중심의 소요시간, 위치변화, 속도변화와 견관절, 고관절, 동체회전각의 각도변화이다. 평행봉 영상촬영은 2대의 캠코더(S-VHS, Panasonic)를 사용하였으며, 2대의 캠코더는 평행봉측면의 좌·우측으로 20m 떨어진 지점에 설치하였다. 촬영속도는 60fields/sec이고, 셔터스피드는 1/250초로 하였다.

Tippet동작을 포함하는 실제공간상에 공간좌표를 설정하기 위하여 통제점 틀은 1×1×4m의 정육면체 2개를 사용하였다. 실험장비 배치는 <그림 1>과 같다.

3. 이벤트와 국면 및 각 정의

본 연구에서 설정된 이벤트와 국면 및 각 정의는 <그림 2>와 <그림 3>과 같다.

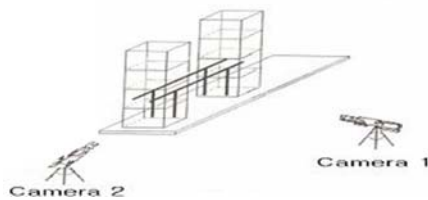


그림 1. 실험장비 배치

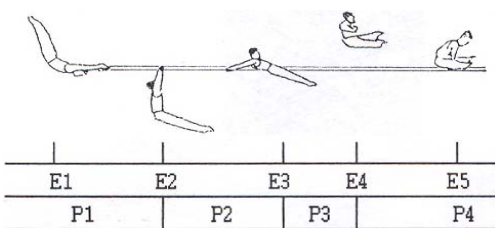


그림 2. Tippet 동작의 이벤트와 국면

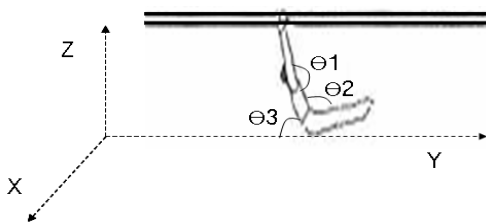


그림 3. 각 정의

1) 이벤트(event)

- (1) E1 : 물구나무서기에서 휘둘기 하강스윙을 시작하여 동체가 최대로 신전된 시점.
- (2) E2 : 휘둘기 하강스윙에서 고관절이 최대로 굴곡된 시점.
- (3) E3 : 휘둘기 상승스윙 중 평행봉에서 양손이 이탈되는 시점.
- (4) E4 : 상승스윙에서 동체를 상승시켜 평행봉 위에 최고 높이로 올라온 시점.
- (5) E5 : 상승스윙 후 평행봉 위에서 양손으로 양봉을 완전하게 다시잡고 지지된 시점.

2) 국면(phase)

- (1) 1국면(P1, 하강스윙국면) : 물구나무서기에서 휘둘기 하강스윙을 시작하여 동체가 최대로 신전된 시점에서부터 고관절이 최대로 굴곡된 시점까지의 국면.
- (2) 2국면(P2, 하강스윙에서 상승스윙국면) : 고관절이 최대로 굴곡된 시점에서부터 양손이 평행봉에서 이탈되는 시점까지의 국면.
- (3) 3국면(P3, 상승스윙에서 비행국면) : 상승국면에서 양손이 평행봉에서 이탈된 시점에서부터 동체가 공중에서 최대로 높이 위치한 시점까지의 국면.
- (4) 4국면(P4, 공중비행국면) : 동체가 공중에서 최대로 높이 위치한 시점에서부터 양손이 평행봉을 완전하게 다시잡고 지지한 시점까지의 국면.

3) 각 정의

- (1) 견관절각 (θ_1) : 상완과 동체가 이루는 상대각도
- (2) 고관절각 (θ_2) : 대퇴와 동체가 이루는 상대각도
- (3) 동체회전각 (θ_3) : 동체가 Y축과 이루는 절대각도

4. 자료처리

본 연구의 자료처리는 Kwon3D 3.1(Kwon, 2002)프로그램을 사용하였다. 자료처리과정은 통제점 틀에 의한 40개의 통제점을 이용하여 실 공간 좌표가 계산된 후 인체의 3차원 좌표가 얻어졌다. 이때 축 정의는 좌

우 방향을 X축, 운동진행 방향인 전·후 방향을 Y축, 그리고 상·하 방향을 Z축으로 정의 하였다.

인체의 모델은 총 21개의 관절점에 의한 16개의 신체 분절로 연결된 강체 시스템으로 정의하였고, 각 분절의 무게중심과 전체 무게중심의 위치를 계산하기 위한 인체분절 모수치(body segment parameters)는 Chandler, Clauser, Mc Conville, Reynolds와 Young(1975)의 자료를 이용하였다.

각각의 कै코더로부터 얻은 2차원 좌표는 3차 스피라인 함수에 의한 보간법을 이용하여 동조하였다. 3차원 좌표 계산은 Abdel-Aziz와 Karara(1971)가 개발한 DLT(direct linear transformation)방식을 사용하였다. 또한 디지털라이징 등과 같은 여러 가지 원인에 의해 발생하는 노이즈에 의한 오차제거는 Butterworth 2차 저역통과 필터(low-pass filter)를 이용하여 스프딩하였으며, 이때 차단 주파수는 10Hz로 설정하였다.

III. 결과 및 논의

1. 소요시간

피험자가 평행봉 Tippelt 동작을 수행하는 동안의 신체중심 소요시간은 <표 2>와 같다.

표 2에 의하면 P1 국면에서 0.46±0.06sec, P2 국면에서 0.28±0.03sec, P3 국면에서 0.33±0.04sec, P4 국면에서 0.12±0.04sec로 전체 동작의 소요시간은 평균 1.19±0.06sec로 나타났다.

피험자 간 소요시간은 S2가 1.12sec로 가장 짧은 시간을 소요한 것으로 나타났으며, S3이 1.24sec로 가장 긴 시간이 소요된 것으로 나타났다. P1 국면에서는 S1

이 0.43sec, S2가 0.42sec로 소요시간의 큰 차가 없으며, S3이 0.52sec로 긴 시간을 소요한 것으로 나타났다. 이는 하강 스윙에서 견관절과 고관절을 충분히 신전시키지 못하여 굴신운동으로의 전환되는 시점이 빨라져 긴 시간이 소요된 것으로 볼 수 있다. P2 국면에서는 S2가 0.30sec로 가장 길게 나타났는데 이는 최대로 굴신된 신체를 신전시키면서 동체를 들어 올려 다음 단계인 P3 국면으로의 전환을 보다 안정성 있으면서도 더 효율적으로 실시하게끔 한다. 반면에 S3은 0.25sec로 상승국면에서 짧은 소요시간을 보이고 있다. 이는 S3이 몸을 충분히 상승시키지 못하고 있었음을 의미하며 궁극적으로 Y축 방향으로 동체를 상승시켜 효율적인 Tippelt 동작 실시를 저해하는 요인을 지니고 있다. P3 국면에서는 S3이 0.37sec로 가장 긴 시간을 보여 주었는데 이는 공중 비행의 긴 체공 시간을 의미한다. 하지만 S3의 긴 체공 시간은 높이와 안정성을 의미하는 것보다 P2 국면에서의 빠른 봉 이탈에 의해 체공 시간이 길어진 것이라 볼 수 있다. P4 국면에서는 S1이 0.17sec로 가장 길게 나타났는데 이는 E4의 최고 높이가 가장 높았음을 알 수 있다.

2. 위치변화

이벤트별 신체중심의 위치는 <표 3>과 <그림 4, 5, 6>에 나타나 있으며 피험자별 신장의 차이는 고려하지 않았다.

이벤트별 좌우 방향의 평균 위치를 살펴보면 E1의 동체가 최대로 신전된 시점에서 49.06±0.89cm, E2의 고관절이 최대로 굴곡된 시점에서 49.03±1.86cm, E3의 양손이 평행봉에서 이탈되는 시점에서 50.16±0.82cm, E4의 동체가 상승되어 봉 위에 최고 높이로 올라온 시점에서 55.53±1.20cm, E5의 양봉을 잡고 완전하게 지지된 시점에서 56.39±1.50cm로 나타났다. E2에서 S3이 51.18cm로 가장 크게 나타났으며 E4에서도 S3이 56.48cm로 가장 크게 나타났다. E5에서는 S1과 S3이 각각 57.09cm, 57.42cm로 유사한 크기로 나타났으며, S2가 54.67cm로 가장 작게 나타났다. 동작을 수행하는 동안 좌우로의 흔들림이 S3이 가장 컸다고 보여 진다.

표 2 각 국면별 소요시간 (단위 : sec)

subject \ phase	P1	P2	P3	P4	Total
S1	0.43	0.28	0.33	0.17	1.21
S2	0.42	0.30	0.30	0.10	1.12
S3	0.52	0.25	0.37	0.10	1.24
M	0.46	0.28	0.33	0.12	1.19
SD	0.06	0.03	0.04	0.04	0.06

표 3 각 단계별 신체중심의 위치변화

(단위 : cm)

subject	axis	event	E1	E2	E3	E4	E5
S1	X		49.4	47.96	50.28	55.92	57.09
	Y		8.24	95.12	185.93	209.04	224.03
	Z		189.05	87.92	161.30	224.03	213.11
S2	X		48.05	47.96	49.28	54.18	54.67
	Y		8.01	91.75	183.64	208.43	218.71
	Z		187.52	91.03	166.08	217.89	214.87
S3	X		49.73	51.18	50.91	56.48	57.42
	Y		14.72	88.78	188.53	260.15	279.19
	Z		220.76	85.42	135.77	215.25	212.71
M±SD	X		49.06±0.89	49.03±1.86	50.16±0.82	55.53±1.20	56.39±1.50
	Y		10.32±3.81	91.88±1.86	186.03±0.82	225.87±1.20	240.64±1.50
	Z		199.11±18.77	88.12±2.81	154.38±16.30	219.06±4.50	213.56±1.15

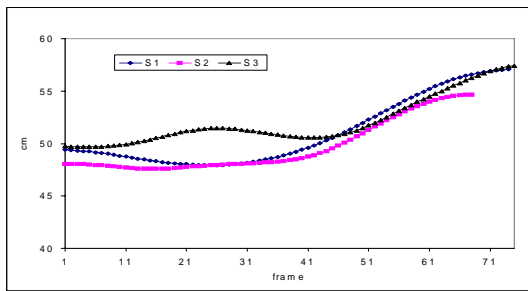


그림 4. 신체중심의 좌·우 위치변화

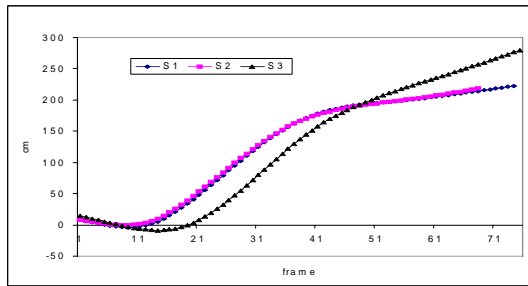


그림 5. 신체중심의 전·후 위치변화

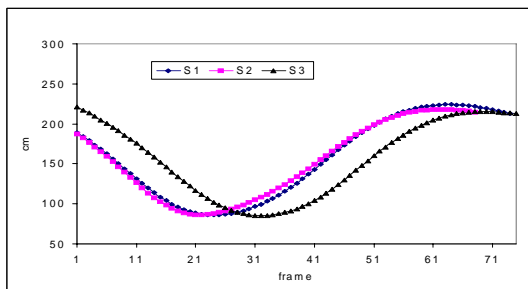


그림 6. 신체중심의 상·하 위치변화

이벤트별 전후 방향의 평균 위치를 살펴보면 E1의 동체가 최대로 신전된 시점에서 10.32±3.81cm, E2의 고 관절이 최대로 굴곡된 시점에서 91.88±1.86cm, E3의 양 손이 평행봉에서 이탈되는 시점에서 186.03±0.82cm, E4의 동체가 상승되어 봉 위에 최고 높이로 올라온 시점에서 225.87±1.20cm, E5의 양봉을 잡고 완전하게 지지된 시점에서 240.64±1.50cm으로 나타났다. E1에서 S3이 14.72cm로 가장 많이 앞쪽으로 중심이 위치하며, 이는 하강 스윙에서 다음동작, E2로의 전환을 위한 충분한 릴리즈가 이루어지지 않았음을 의미하며, 또한 E2의 최대 굴곡으로 변환되는 시점이 빨라짐을 의미한다. E2에서는 S1이 95.12cm로 가장 멀리 이동시켰으며 이는 동체가 상승하여 손이 봉에서 이탈하는 상승운동으로의 전환을 용이하게 해주는 것으로 생각되어진다. 반면 S3은 88.78cm로 가장 적게 이동시킨 것으로 나타났는데 이는 굴곡된 동체가 빠르게 신전되어 상승운동이 전방으로 이동하며 이루어지게 되는 요인들 중 하나라고 생각된다. E3에서는 S2가 183.64cm로 가장 적게 이동한 것으로 나타났으며, S3이 188.53cm로 가장 멀리 이동한 것으로 나타났다. E4에서는 S1이 209.04cm, S2가 208.43cm으로 거의 유사하게 나타났고 S3은 260.15cm로 급격한 차이를 보였다. E5에서도 S3은 279.19cm로 급격한 차이를 보였는데 이는 E1에서의 충분한 릴리즈, E2에서의 동체를 상승 스윙으로 변환 시키는 시작점의 빠른 타이밍 등으로 인한 상승운동이 전방으로 치우쳐 나타난 현상이라 보여진다.

이벤트별 상하 방향의 평균 위치를 살펴보면 E1의 동체가 최대 신전된 시점에서 $199.11 \pm 18.77 \text{cm}$, E2의 고관절이 최대 굴곡된 시점에서 $88.12 \pm 2.81 \text{cm}$, E3의 양손이 평행봉에서 이탈되는 시점에서 $154.38 \pm 16.30 \text{cm}$, E4의 동체가 상승하여 봉 위에 최고 높이로 올라온 시점에서 $219.06 \pm 4.5 \text{cm}$, E5의 양봉을 잡고 완전하게 지지된 시점에서 $213.56 \pm 1.15 \text{cm}$ 로 나타났다. E1에서는 S1, S2가 189.05cm , 187.52cm 로 유사하게 나타났으며 S3이 220.76cm 로 가장 높게 나타났다. 이는 동체가 하강스윙을 하며 다음 동작, 즉 동체를 굴신 시키는 시작점이 빠른 타이밍을 갖는 것을 의미한다. E3에서는 S2가 166.08cm 로 가장 높았으며 이는 전방으로 향하는 직선 운동을 수직운동으로 바꾸어 주는데 용이하여 동작의 안정성을 높이는 요인이라 생각된다. S3은 135.77cm 로 가장 낮았다. 이는 동체가 전방으로 흘러 수직 방향으로 상승되어 봉 위로 상승하는데 저해 요인이라 생각되며, E4의 최고 높이에서도 215.25cm 로 가장 낮았음을 알 수 있다.

그림에 나타난 위치변화를 살펴보면 좌우위치에서 S3은 하강스윙을 시작하여 E2 최대굴곡을 지나는 시점에서 오른쪽으로 약간 치우치는 영상을 보였으며, 전후 위치에서는 S1, S2가 거의 동일한 패턴을 보였다. S3은 동체를 굴곡 시킨 후 봉 이탈에 이르는 시간이 길어지는 특징을 보였다. 상하위치에서도 S1, S2는 거의 동일한 패턴을 보였고, S3은 동작을 시작하여 최대굴곡에 이르는 시점까지 높은 위치를 보였고 최대굴곡에서 최고높이에 이르는 동안은 낮은 위치를 보여주는 특징을 보였다. 이는 E2에서 빠른 굴곡시점으로 인한 요인에 기인한 것으로 보여 진다.

3. 속도변화

Tippelt 동작의 이벤트별 신체 중심의 속도 변화는 <표 4>와 같고 변화 패턴은 <그림 7, 8, 9>와 같다.

이벤트별 좌우 방향의 평균 속도를 보면 E1의 동체가 최대 신전된 시점에서 $-0.04 \pm 0.07 \%$, E2의 고관절이 최대 굴곡된 시점에서 $-0.01 \pm 0.04 \%$, E3의 양손이 평행봉에서 이탈되는 시점에서 $0.12 \pm 0.04 \%$, E4의 동체가 상승되어 봉 위에 최고 높이로 올라온 시점에서

$0.12 \pm 0.02 \%$, E5의 양봉을 잡고 완전하게 지지된 시점에서 $0.03 \pm 0.02 \%$ 로 나타났으며, E2, E3에서 S3이 각각 -0.05% , 0.08% 로 가장 작게 나타났으며 동작을 수행하는 동안 흔들림이 많았던 것으로 보여 진다.

이벤트별 전후 방향의 평균 속도를 보면 E1의 동체가 최대 신전된 시점에서 $-1.19 \pm 0.22 \%$, E2의 고관절이 최대 굴곡된 시점에서 $4.78 \pm 0.29 \%$, E3의 양손이 평행봉에서 이탈되는 시점에서 $1.68 \pm 0.74 \%$, E4의 동체가 상승되어 봉 위에 최고 높이로 올라온 시점에서 $1.20 \pm 0.64 \%$, E5의 양봉을 잡고 완전하게 지지된 시점에서 $1.23 \pm 0.51 \%$ 로 나타났다. E1에서는 S2가 -0.94% 로 가장 적게 나타났으며, S3이 -1.35% 로 가장 크게 나타났다. E3에서는 S1, S2가 1.25% 로 같은 크기로 나타났으며 S3이 2.53% 으로 큰 차이를 보였는데 이는 E2에서 최대굴곡이 이루어지는 시점이 빨라짐으로 인한 요인이라 보여 지며 E4, E5에서도 S3은 1.93% , 1.79% 로 가장 크게 나타났는데 이는 동작을 수행하는 동안 동체가 Y축 방향, 즉 전방으로의 급격한 움직임 때문인 것으로 판단된다.

이벤트별 상하 방향의 평균 속도를 보면 E1의 동체가 최대 신전된 시점에서 $-2.70 \pm 0.50 \%$, E2의 고관절이 최대 굴곡된 시점에서 $0.66 \pm 0.62 \%$, E3의 양손이

평행봉에서 이탈되는 시점에서 $3.48 \pm 0.18 \%$, E4의 동체가 상승되어 봉 위에 최고 높이로 올라온 시점에서 $0.01 \pm 0.05 \%$, E5의 양봉을 잡고 완전하게 지지된 시점에서 $-0.65 \pm 0.28 \%$ 로 나타났다. E1에서는 S3이 -2.13% 으로 가장 작게 나타났고 S2가 -3.09% 로 가장 크게 나타났는데 이는 동체의 최대신전이 S3이 적게 이루어졌음을 의미하며 S2가 가장 크게 이루어졌음을 의미한다. 이는 E2로의 동체 변화 즉, 견관절각의 후방으로의 당김과 고관절의 최대 굴곡을 이루는데 영향을 미치는 요인으로 보여 진다. E2에서도 S3이 -0.02% 로 가장 작게 나타났고 S2가 1.20% 으로 가장 크게 나타났다 이는 S2의 최대굴곡 시점이 늦게 이루어진 것을 의미하며 동체를 봉 위로 상승하여 올리는데 보다 용이한 상황으로 보여 진다. E4에서는 S1이 -0.05% 로 가장 작게 나타났고, E5에서는 S1이 -0.97% 로 가장 작게 나타났다.

그림에 나타난 속도변화를 살펴보면 전후이동속도에서 S1, S2가 최대굴곡 시점에서 가장 큰 빠르기를 보

표 4 각 단계별 신체중심의 속도변화

(단위 : %)

subject	axis	event	E1	E2	E3	E4	E5
S1	X		-0.12	0.01	0.15	0.13	0.03
	Y		-1.28	4.67	1.25	0.75	0.81
	Z		-2.88	0.80	3.58	-0.05	-0.97
S2	X		0.00	0.02	0.13	0.10	0.01
	Y		-0.94	4.56	1.25	0.91	1.08
	Z		-3.09	1.20	3.27	0.04	-0.57
S3	X		-0.01	-0.05	0.08	0.13	0.05
	Y		-1.35	5.11	2.53	1.93	1.79
	Z		-2.13	-0.02	3.59	0.04	-0.42
M±SD	X		-0.04±0.07	-0.01±0.04	0.12±0.04	0.12±0.02	0.03±0.02
	Y		-1.19±0.22	4.78±0.29	1.68±0.74	1.20±0.64	1.23±0.51
	Z		-2.70±0.50	0.66±0.62	3.48±0.18	0.01±0.05	-0.65±0.28

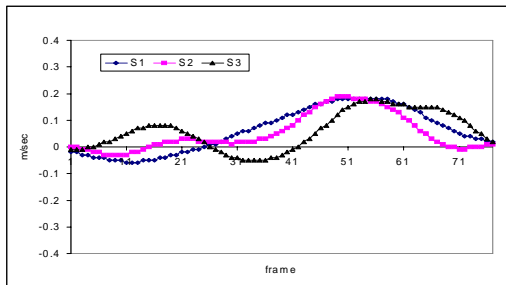


그림 7. 신체중심의 좌·우 속도변화

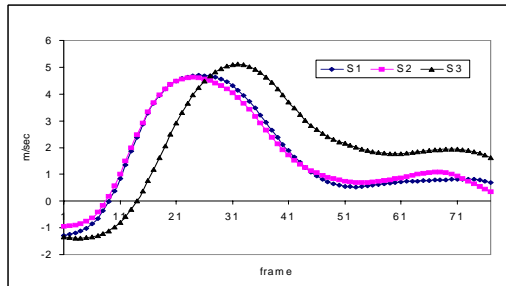


그림 8. 신체중심의 전·후 속도변화

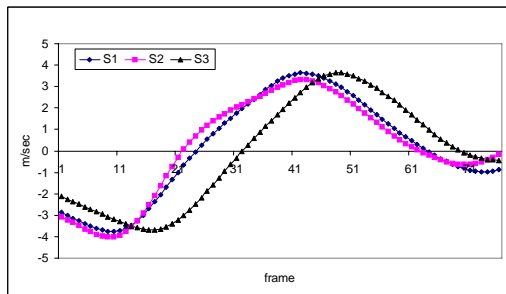


그림 9. 신체중심의 상·하 속도변화

이며 봉 이탈 시점을 지나면서 안정적이고 동일한 속도를 보이고, 최대 굴곡에서 봉 이탈로 이르는 시점에서 가장 느리게 나타나는 특징을 보였다.

상하 이동속도에서는 S2가 최대굴곡 시점에서 빠른 속도를 보였으며 S3은 동작 최대신전 시점에서 빠른 동작을 보였지만 봉 이탈 시점에 도달하는 시간이 느리게 나타나는 특징을 보였다.

4. 각도변화

Tippet 동작의 이벤트별 견관절각, 고관절각, 동체 회전각의 속도 변화는 <표 5>와 <그림10, 11, 12>에 나타나 있으며, 피험자의 개인차에 의한 유연성은 고려하지 않았다.

1) 견관절각

이벤트별 견관절각의 평균 각도를 보면 E1의 동체가 최대 신전된 시점에서 $122.61 \pm 1.20 \text{deg}$, E2의 고관절이 최대로 굴곡된 시점에서 $123.86 \pm 2.64 \text{deg}$, E3의 양손이 평행봉에서 이탈되는 시점에서 $112.95 \pm 3.75 \text{deg}$, E4의 동체가 상승하여 봉 위에 최고 높이로 올라온 시점에서 $56.55 \pm 1.97 \text{deg}$, E5의 양봉을 잡고 완전하게 지지된 시점에서 $54.88 \pm 2.83 \text{deg}$ 로 나타났다. E2에서는 S2가 126.91deg 로 가장 크게 나타났다. E3에서는 S1이 가장 작은 109.73deg 의 크기를 보였고, S3이 117.07deg 으로 가장 크게 나타났다. 이는 동체가 상승하여 봉 위로 올

표 5 각 단계별 주요관절의 각도변화 (단위 : deg)

subject	angle	event	E1	E2	E3	E4	E5
S1		견관절	121.35	122.17	109.73	54.48	55.87
		고관절	238.39	114.68	152.46	46.96	36.73
		동체회전	165.37	282.99	327.89	258.38	245.95
S2		견관절	122.73	126.91	112.06	58.39	57.09
		고관절	224.35	102.82	158.08	38.30	39.93
		동체회전	154.44	280.91	332.34	256.20	236.11
S3		견관절	123.75	122.51	117.07	56.78	51.69
		고관절	226.07	130.63	182.49	45.62	44.85
		동체회전	136.52	285.25	337.70	261.58	257.17
M±SD		견관절	122.61±1.20	123.86±2.64	112.95±3.75	56.55±1.97	54.88±2.83
		고관절	229.60±7.66	116.04±13.96	164.34±15.96	43.63±4.66	40.50±4.09
		동체회전	152.11±14.57	283.05±2.17	332.64±4.91	258.72±2.71	246.41±10.54

라기는 동작과 밀접한 관련이 있는 것으로 보여 진다. E4와 E5에서는 S2가 각각 58.39deg, 57.09deg로 가장 크게 나타났는데 이는 동체를 높이 상승시켜 안정성 있는 공중동작으로 연결을 가능하게 하는 것을 시사한다.

그림에 나타난 견관절 각도변화를 살펴보면 S1이 최대신전에서 최대굴곡에 이르는 시점에서 큰 각을 나타내었고 봉 이탈 시점 이후에는 유사한 각도변화를 보이고 있다.

2) 고관절각

이벤트별 고관절각의 평균 각도를 보면 E1의 동체가 최대 신전된 시점에서 229.60±7.66deg, E2의 고관절이 최대로 굴곡된 시점에서 116.04±13.96deg, E3의 양손이 평행봉에서 이탈되는 시점에서 164.34±15.96deg, E4의 동체가 상승하여 봉 위에 최고 높이로 올라온 시점에서 43.63±4.66deg, E5의 양봉을 잡고 완전하게 지지된 시점에서 40.50±4.09deg로 나타났다. E1에서는 S1이 238.39deg로 가장 크게 나타났고, E2에서는 S2가 102.82deg로 가장 작게 나타났다. 이는 봉 이탈 시점에 이를 때 빠르고 큰 동작으로 이어지는 요인으로 보여 지며, E3에서는 S3이 182.49deg로 가장 크게 나타났는데 이는 하반신을 충분히 굴곡 시키지 못하여 동체를 상승하기 위한 시간이 길었기 때문이라 보여 진다. E4에서는 S2가 38.30deg로 가장 작게 나타났는데, 이는 상승 동작이 동체를 들어주기 위해 하반신이 효과적으로 이용된 것으로 판단된다. E5에서는 S3이

44.85deg로 가장 크게 나타났는데 이는 상승 동작에서 동체가 전방으로의 이동과 관련이 있는 것으로 보여 진다.

그림에 나타난 고관절 각도변화를 살펴보면 S2가 최대신전에서 최대굴곡까지 가장 작은 고관절각을 보였으며 S3은 대체로 동작이 이루어지는 동안 가장 큰 고관절각을 보여주고 있다.

3) 동체회전각

이벤트별 동체회전각의 평균 각도를 보면 E1의 동체가 최대 신전된 시점에서 152.11±14.57deg, E2의 고관절이 최대로 굴곡 된 시점에서 283.05±2.17deg, E3의 양손이 평행봉에서 이탈되는 시점에서 332.64±4.91deg, E4의 동체가 상승하여 봉 위에 최고 높이로 올라온 시점에서 258.72±2.71deg, E5의 양봉을 잡고 완전하게 지지된 시점에서 246.41±10.54deg로 나타났다. E1에서는 S3이 136.52deg로 작게 나타났고, S1이 165.37deg로 가장 크게 나타났다. 이는 하강스윙에서 S3은 완만한 원운동이 이루어진 것으로 보여 지며, S1은 동체의 빠른 하강을 유도, 최대굴곡에 이르는 시점을 늦추어 전방으로의 급격한 이동을 통제 하는 것으로 보여 진다. E3과 E4, E5에서는 S3이 각각 337.70deg, 261.58deg, 257.17deg로 가장 크게 나타났는데 이는 최대 굴곡 시점의 빠르기로 인해 동체가 전방으로 이동되고 최고높이에서 동체가 바로서지 못한 요인 때문으로 보여 진다.

그림에 나타난 동체회전각을 살펴보면 S1, S2, S3이

거의 유사한 동체회전각을 보여주고 있다.

IV. 결론

본 연구의 목적은 평행봉 Tippelt 기술 동작의 정량적 분석을 통하여 Tippelt 기술을 수행하는데 적합한

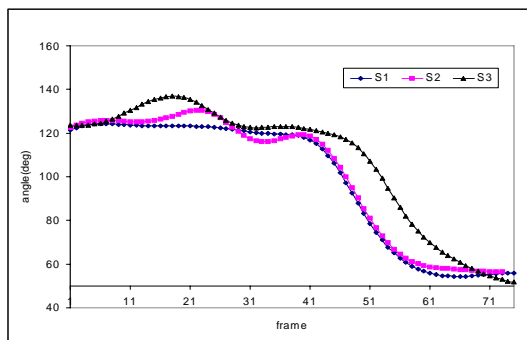


그림 10. 견관절 각도변화

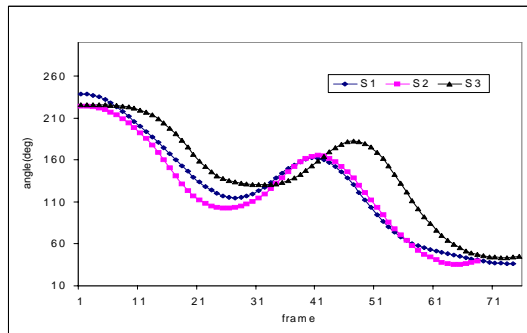


그림 11. 고관절 각도변화

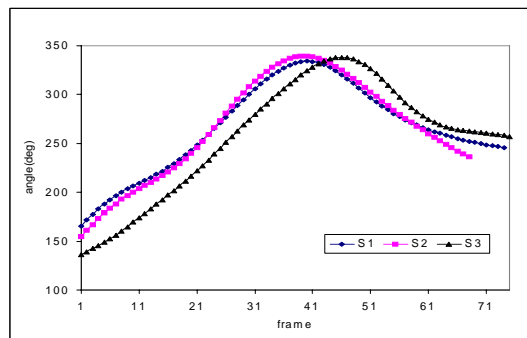


그림 12. 동체회전 각도변화

모델을 제시하고 Tippelt 기술 훈련을 위한 자료 제공을 목적으로 하였으며, 국가대표선수 3명을 대상으로 3차원 영상 분석을 통한 운동학적 변인을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 제1국면 하강 스윙시에는 견관절을 가능한 최대로 신전 시키는 것이 Tippelt 동작 전체에 영향을 미치는 것으로 보여지며, 신체 중심이 최대 굴곡 시점에 이르는 과정을 빠르게 하고 동체가 수직면에서 전방으로 진행하는 것을 가능한 통제해야 하는 것으로 나타났다.

2. 제2국면 상승 스윙시에는 동체가 전방으로의 급격한 이동을 통제하고 견관절과 고관절을 역방향으로 급격한 빠르기로 신전시킴으로서 비행 동작의 안정성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

3. 제3국면 상승 비행 시에는 동체를 빠르게 일으켜 세워야 하며, 고관절 각을 작게 하는 것이 체공 높이에 영향을 미치며, 역회전 운동이 강하게 이루어질 때 안정된 동작이 이루어지는 것으로 나타났다.

이상을 종합해 볼 때 평행봉 Tippelt 동작의 수행에 있어서 견관절의 빠른 하강과 최대 신전, 상승 스윙의 시작 시점에서 최대 굴곡, 봉 이탈시 견관절과 고관절의 역방향으로 급격한 신전, 동체의 전방으로의 이동 통제, 비행 국면에서의 고관절각을 줄이는 것이 중요하다고 판단된다.

참고 문헌

공태웅(2005). 평행봉 Belle 기술 동작의 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 15(4), 43-53.

대한체조협회(2006). **기술규정**. 대한체조협회.

대한체조협회(2006). **남자 기계체조 채점 규칙집**. 대한체조협회.

박중훈(2005). 평행봉 Belle Piked 동작의 운동학적 분석. **한국체육학회지**, 44(6), 633-641.

송주호, 윤정환(2003). 평행봉 Morisue Piked 동작의 운동학적 분석. **한국체육학회지**, 42(5), 765-773.

안완식(1996). 평행봉 Tippelt오르기 동작의 운동학적 분석. **한국체육학회지**, 35(2), 2323-2332.

- 안완식(2003). 평행봉 Healy동작의 운동학적 분석. **한국체육학회지**, 42(4), 707-716.
- 윤정환(2003). 평행봉 Morisue Piked 동작의 몸통회전 각 분석. **한국체육학회지**, 42(2), 475-484.
- 윤희중, 윤창선, 김태삼(2004). 평행봉 피터스 동작의 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 14(2), 15-26.
- 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 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.
- Federation of International Gymnastic(2006). *The code of points: Artistic gymnastic for men*. Switzerland.
- Kwon, Y. H.(2002). *KWON3D Motion analysis package version 3.1 User's Reference Manual*. Anyang.

투 고 일 : 4월 30일
심 사 일 : 5월 14일
심사완료일 : 5월 31일