



## 철봉 엔도 360°엘그립 동작의 기술분석 Kinematical Analysis of Endo 360°El-grip in Horizontal Bar

백진호(체육과학연구원) · 박종철\* · 윤종완(상명대학교) · 이용식(성균관대학교) · 박종훈(관동대학교)  
Back, Jin-Ho(Korea Sports Science Institute) · Park, Jong-Chul\* · Yoon, Jong-Wan(SangMyung Univ.)  
· Lee, Yong-Sik (SungKyunKwan Univ.) · Park, Jong-Hoon(Kwandong Univ.)

---

### ABSTRACT

J. H. BACK, J. C. PARK, J. W. YOON, Y. S. LEE, J. H. PARK, Kinematical Analysis of Endo 360°El-grip in Horizontal Bar. Korean Journal of Sports Biomechanics, 2006, Vol. 16, No. 3, pp. 65-75, 2006. This study was attempted to Kinematical characteristics of the Endo 360°El-grip Swing on the horizontal bar. To do this, we selected and analyzed the performance of two athletes who did Endo 360°El-grip Swing in the horizontal bar competition of male artistic gymnastic in the 22nd Universiad Games 2003 Daegu. We drew the conclusions from the kinematical factors that were came out through analyzing three-dimensional cinematography of the athletes' movements, by using two video cameras. In point of analyzing the actual competition situation, it is expected that gymnastics and coaches have the effective informations, and the following conclusion had resulted.

1. When performing Endo 360°El-Grip, the average for entire required time was  $1.93 \pm 0.06$ sec. The average for descent phase time was  $0.24 \pm 0.02$ sec, ascent phase time was  $0.22 \pm 0.07$ sec, connecting phase time was  $0.87 \pm 0.07$ sec, and El-Grip phase time was  $0.61 \pm 0.02$ sec. The descent phase need short period of time but however to have a stable performance, ensuring ascent and connecting phase time are needed. El-Grip phase need short period of time to have a stable re-grasp.

2. To have a convenient preparation for El-Grip in descent and ascent phase, lowering CM, and ease up in sway and plunge from the High Bar would make descent and ascent even more faster and would have increase effect in trunk rotation.

3. In descent and ascent phase, if shoulder angle and arm slope is dwindling then it would effect rotation angle so might risk it from hitting a Bar when putting legs in and out.

4. In connecting phase, it requires some time to show stable performance when El-Grip phase is continued by using hip angle which would make trunk rotation angle bigger and make descent and ascent time slower.

5. In El-Grip phase, when doing motions like hand standing, using hip angle more than maximum would make CM even faster and it is stable position while performing.

KEYWORDS: ENDO 360°EL-GRIP, KINEMATICAL, RE-GRASP

---

## I. 서론

철봉경기의 연기는 높이 255cm에 평행하게 설치되어있는 직경 2.8cm의 봉을 사용하여 정지함이 없이 흔들기를 중심으로 구성된다.

철봉연기의 기술요소는 크게 휘돌기(비틀기), 봉에 근접한 휘돌기(In-bar동작), 비행동작, 틀어잡거나(El-grip) 배면 잡기에 의한 휘돌기, 그리고 내리기동작과 같이 다섯 가지로 구분된다(백진호, 2005). 철봉운동의 휘돌기 동작에서 철봉을 잡는 형태는 정수(over-grip), 역수(under-grip), 엇걸어 잡기(mix-grip), 어깨 틀어잡기(el-grip)로 구분된다. 특히 어깨 틀어잡고 기술을 구사할 경우 똑같은 형태의 기술일지라도 정수, 역수 그리고 엇걸어 잡기에서의 기술보다 한단계 높은 난이도로 인정된다(FIG, 2001).

최근 국제체조연맹(FIG)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.

엔도 엘그립(endo el-grip) 동작은 비틀어 잡아 휘돌기를 하면서 다리모아 허리 굽혀 한바퀴 뒤돌아 물구나무서기 후 360도 회전하여 왼손을 비틀어 잡는 형태를 취하는 기술로서 양손 비틀어 잡아 휘돌기(el-grip swing) 계통의 기술 중에 고난도의 기술 그룹에 속하며, 비행기술과 같이 웅장함이 나타나는 것과 달리 세밀하고 복잡한 동작을 정확한 기술로 표현해야 되기 때문에 매우 까다로운 기술이라고 할 수 있다(김재필, 2003). 현행 체점규칙에서 엔도 엘그립 동작은 E난이도로 책정되어 있는 고난도 기술로 그동안 시각적 감각에 따라 무리하게 적용함으로써 부상의 위험성을 많이 노출시켰고, 그로 인한 많은 시행착오를 경험하였다. 이 같은 문제를 해결하기 위해서는 보다 과학적인 정보와 자료를 바탕으로 한 기술분석을 통해 현장에서 개개인 선수의 신체적 특성에 맞는 전문적인 고난도의 독창성 있는 기술습득에 활용할 수 있다. 또한 이러한 자료를 제공함으로써 기술의 완성도를 높이는데 매우 효과적이라고 할 수 있다.

이 연구는 실제 경기상황에 수행된 엔도 엘그립 동

작을 3차원 영상분석을 통하여 각 단계별 신체중심 위치 및 각도 변인을 규명함으로써 선수나 지도자가 각 운동에 대한 원리를 이해하고 현장의 훈련자료로 제공하는데 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구에 선정된 대상자는 2003년 대구유니버시아드대회 남자 체조 단체경기에서 엔도 엘그립 동작을 수행한 한국(이하;S1), 러시아(이하;S2), 벨라루스(이하;S3), 프랑스(이하;S4) 선수이며 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 대상자의 신체적 특성

대상자	신장(cm)	체중(kg)	연령(yr.)
S1(KOR)	170	63	22
S2(RUS)	174	64	21
S3(BLR)	173	62	23
S4(FRA)	170	62	22
M±SD	171.8±2.1	62.8±1.0	22±0.8

### 2. 실험절차

본 연구에서는 철봉운동 Endo 360° El-grip 동작을 촬영하기 위한 영상장비를 <그림 1>과 같이 대구유니버시아드대회가 열리고 있는 대구 계명대학교에서 설치하여 다음과 같은 순서로 실험을 실시하였다.

2대의 캠코더(sony PD-150)는 철봉 측면으로부터 좌·우측으로 대략 30m 떨어진 2층 관중석에 삼각대로 고정시켜 설치하였으며, 캠코더의 필드 안에 전체동작과 통제점 틀이 들어올 수 있도록 캠코더의 렌즈를 조절하여 실제 경기를 촬영하였다. 이때 촬영속도는 30frame/sec이고 셔터스피드는 1/250초로 하였다.

또한 경기가 모두 끝난 후 공간좌표 산출을 위한 통제점틀을 1m×1m×4m로 2set를 조립하여 2m 간격을 두고 설치한 다음 약 1분간 촬영하였다.

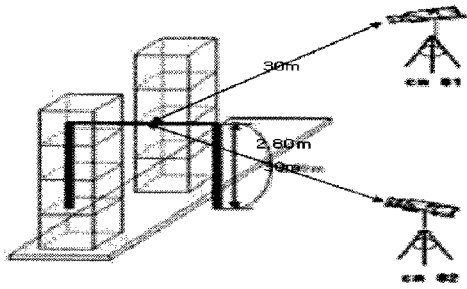


그림 1. 실험장비 배치도

### 3. 자료처리

본 연구의 자료처리는 Kwon3D 3.019(Kwon, 1994) 프로그램을 사용하였다. 자료처리 과정은 통제점 틀에 의한 96개의 통제 점을 이용하여 실공간 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 정의하였다. 인체의 모델은 총 21개의 관절 점에 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 스플라스인 함수에 의한 보간법을 이용하여 동조하였으며, 각 프레임간 동조시간 간격은 0.01초로하여 동조된 2차원 좌표값을 구하였다. 3차원 좌표 계산은 Abdel-Aziz와 Karara(1971)가 개발한 DLT(direct linear transformation)방식을 사용하였다. 또한 디지털이징 등과 같은 여러 가지 원인에 의해 발생하는 노이즈에 의한 오차 제거는 Butterworth 2차 저역 통과 필터(low-pass filter)를 이용하여 스프딩하였으며, 이때 차단 주파수는 6Hz로 설정하였다.

### 4. 이벤트와 국면 및 각정의

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

#### 1) 이벤트

- (1) E1 : 몸 접을 때, 발이 팔을 지나는 시점
- (2) E2 : 회전 중 신체중심이 최저점에 이르는 시점
- (3) E3 : 회전 후 상완이 지면과 수평을 이루는 시점
- (4) E4 : 물구나무서면서 한쪽 손이 철봉에서 떨어지는 시점
- (5) E5 : 한쪽 손이 다시 철봉을 잡는 시점

#### 2) 국면

- (1) 1국면(하강구간) : E1에서 E2까지
- (2) 2국면(상승구간) : E2에서 E3까지
- (3) 3국면(연결구간) : E3에서 E4까지
- (4) 4국면(엘그립구간) : E4에서 E5까지

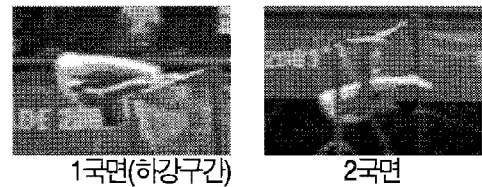


그림 2. 엔도 엘그립 동작의 이벤트와 국면구분

#### 2) 각정의

- (1) 고관절각( $\theta_2$ ) : 대퇴와 동체가 이루는 상대각도
- (2) 견관절각( $\theta_1$ ) : 상완과 동체가 이루는 상대각도
- (3) 팔경사각( $\theta_3$ ) : 손의 중심으로부터 견관절을 잇는 선이 Y축과 이루는 각도
- (4) 동체 회전각( $\theta_4$ ) : 동체와 Y축과 이루는 절대각도

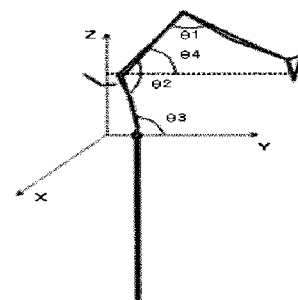


그림 3. 각도의 정의

### III. 결과 및 논의

#### 1. 소요시간

다리모아 Endo 360° El-grip 동작의 각 국면별 소요 시간을 나타낸 것은 <표 2>, <그림 4>와 같다.

엔도 엘그립 동작의 총소요시간은 평균 1.93±0.06sec로 나타났다. 개인별 소요시간을 살펴보면, S4가 1.86sec로 가장 빠르게 나타났으며, S3가 2.01sec로 동작 시간이 가장 길었다.

구간별 소요시간을 살펴보면 하강하는 P1 구간에서는 S2가 0.22sec로 가장 빠르게 하강하는 것으로 나타났고, 상승하는 P2 구간에서는 S2와 S3가 0.23sec로 가장 느리게 나타났다. 또한, 상승해서 엘그립 동작으로 이어지는 P3 구간에서는 S2와 S3가 각각 0.90sec, 0.93sec로 느리게 나타났으며, 엘그립 동작에서도 S2와 S3가 각각 0.58sec, 0.60sec로 가장 빠르게 나타났는데, 하강구간에서는 빠른속도와 짧은 시간으로 동작을 수행하다가 상승구간에서는 엘그립 동작을 수행하기위한 준비동작으로 느린속도로 동작을 수행함을 알 수 있다. 엘그립 동작인 P4에서는 빠르게 동작을 수행하여 안정된 자세로 리그립 할 수 있다고 판단된다.

표 2. 각 국면별 소요시간 (단위 : sec)

	P1	P2	P3	P4	Total
S1	0.25	0.20	0.85	0.63	1.93
S2	0.22	0.23	0.90	0.58	1.93
S3	0.25	0.23	0.93	0.60	2.01
S4	0.23	0.22	0.78	0.63	1.86
M	0.24	0.22	0.87	0.61	1.93
SD	0.02	0.01	0.07	0.02	0.06

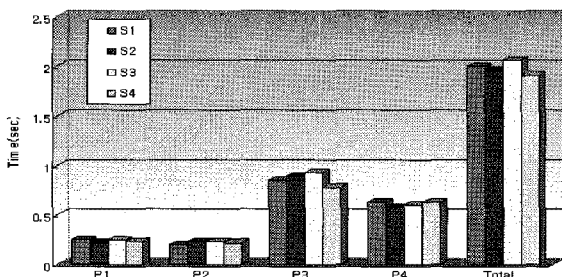


그림 4. 국면별 소요시간

#### 2. 위치변화

각 이벤트별 신체중심의 위치는 <표 3>과 <그림 5, 6, 7>에 나타나 있으며 철봉을 잡은 양손의 중앙을 기준으로 제시하였다. 위치변인의 경우 신장차를 고려하여야 하지만, 피험자들의 키가 비슷하고, 체조경기의 채점규칙 상 크고 웅대한 기술을 요구함으로 본 연구에서는 신장차를 고려하지 않았다.

각 이벤트별 좌우위치의 평균 변위를 보면 E1, 발이 손을 통과하는 시점에서 5.88±3.83cm, E2, 즉 신체중심이 최저점에 이르는 시점에서 8.54±1.88cm, E3, 즉 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점에서 8.55±1.61cm, E4, 즉 물구나무서면서 오른손이 철봉에서 떨어지는 시점에서 8.50±2.61cm, E5, 즉 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점에서 7.10±9.73cm로 나타났는데 이는 엔도 동작에서 왼쪽 턴 엘그립 동작으로 기술을 전환하기 위해 신체중심을 오른쪽에 두고 있음을 알 수 있다. 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점(E5)에서 S4는 21.22cm로 가장 많이 오른쪽으로 이동시켰고, S1이 -0.72cm로 가장 적게 이동시킨 것으로 나타났다.

각 이벤트별 전후위치의 평균 변위를 보면 E1, 발이 손을 통과하는 시점에서 -62.71±3.43cm, E2, 즉 신체중심이 최저점에 이르는 시점에서 -5.74±1.96cm, E3, 즉 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점에서 58.24±6.14cm, E4, 즉 물구나무서면서 오른손이 철봉에서 떨어지는 시점에서 -2.86±2.51cm, E5, 즉 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점에서 -80.20±10.02cm로 나타났고 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점(E3)에서 S2는 65.47cm로 철봉에 가장 멀게 즉, 회전반경을 크게 하였으나 반면, S1은 51.22cm로 철봉에 가장 가깝게 엔도 동작을 실시하였음을 알 수 있다.

각 이벤트별 상하위치의 평균 변위를 보면 E1, 발이 손을 통과하는 시점에서 14.15±8.68cm, E2, 즉 신체중심이 최저점에 이르는 시점에서 -56.51±4.59cm, E3, 즉 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점에서 -7.71±2.75cm, E4, 즉 물구나무서면서 오른손이 철봉에서 떨어지는 시점에서 99.76±3.73cm, E5, 즉 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점에서 48.51±16.32cm로 나타났다. 특히, S2는 E1, E2, E3에서 각각 1.87cm, -60.24cm,

표 3. 각 단계별 신체중심의 위치변화

(단위 : cm)

		E1	E2	E3	E4	E5
S1	X	2.83	6.51	6.27	6.05	-0.72
	Y	-59.39	-4.43	51.22	0.60	-74.62
	Z	20.22	-50.24	-9.86	96.45	54.12
S2	X	4.26	7.83	10.08	11.74	5.3
	Y	-67.53	-5.00	65.47	-2.91	-79.35
	Z	1.87	-60.24	-10.23	102.69	60.30
S3	X	4.96	10.97	8.88	6.74	2.59
	Y	-61.94	-8.66	55.73	-3.82	-72.25
	Z	20.34	-55.95	-6.01	96.62	55.26
S4	X	11.46	8.86	8.96	9.45	21.22
	Y	-61.98	-4.88	60.55	-5.32	-94.56
	Z	14.18	-59.62	-4.73	103.26	24.37
M±SD	X	5.88±3.83	8.54±1.88	8.55±1.61	8.50±2.61	7.10±9.73
	Y	-62.71±3.43	-5.74±1.96	58.24±6.14	-2.86±2.51	-80.20±10.02
	Z	14.15±8.68	-56.51±4.59	-7.71±2.75	99.76±3.73	48.51±16.32

-10.23cm로 가장 낮은 위치에서 엔도 동작을 수행했고, E4, E5에서는 각각 102.69cm, 60.30cm로 가장 높은 위치에서 엘그립 동작을 수행한 것으로 나타났다. 반면 S4는 엔도 동작에서는 빠른 회전을 보였으나, 속도를 제어하지 못해 E5에서 24.37cm로 가장 낮은 위치에서 엘그립 동작을 수행한 것으로 나타났다.

S2는 엔도동작에서 회전반경을 크게하여 다리를 넣고 뺄 때 봉과 접촉을 피하면서 응대한 회전동작을 보였고, 엘그립 동작은 물구나무에 가까운 자세로 빠르게 회전하여 안정감있는 연기를 수행하였음을 보여준다.

위와 같이 연속으로 이어지는 기술에서 좌우, 전후, 상하의 신체중심 이동 폭의 차이가 크게 나타나는 것을 보면 동작 수행을 위한 최소한의 역학적 안정성의 확보와 높은 점수를 얻기 위한 자세 유지 사이에 최적점을 찾아내기 위한 노력이 필요한 것으로 생각되며, 따라서 기술 개발에 대한 여지가 있음을 시사한다고 할 수 있겠다.

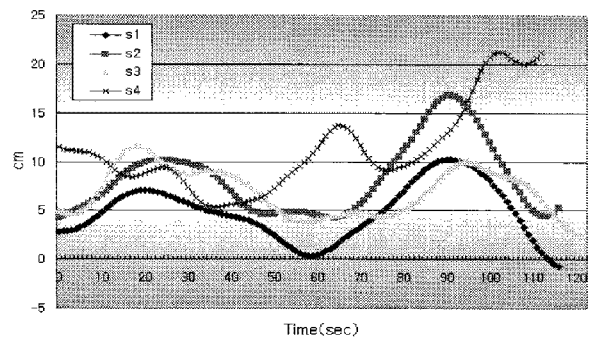


그림 5. 신체중심의 좌·우 위치변화

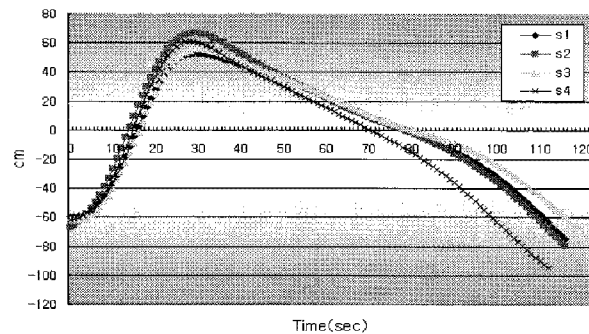


그림 6. 신체중심의 전·후 위치변화

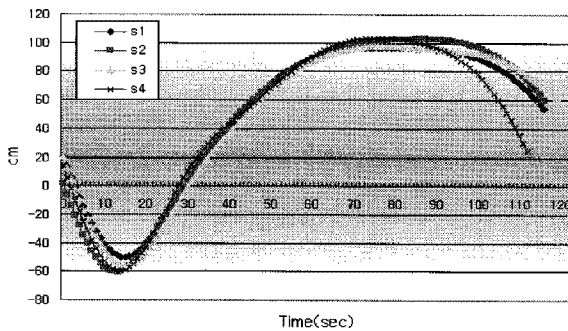


그림 7. 신체중심의 상·하 위치변화

3. 속도변화

엔도 엘그립 동작을 실시하는 동안 각 단계별 신체 중심의 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, 발이 손을 통과하는 시점에서 -1.84±8.12cm/s, E2, 즉 신체중심이 최저점에 이르는 시점에서 12.83±20.47cm/s, E3, 즉 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점에서 -9.98±9.14cm/s, E4, 즉 물구나무서면서 오른손이 철봉에서 떨어지는 시점에서 17.41±23.94cm/s, E5, 즉 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점에서 9.92±23.99cm/s로 나타났다. E4에서 S2는 35.60cm/s로 회전하는 방향으로 빠르

게 이동한 반면, S4는 -17.81cm/s로 회전하려는 반대 방향으로 흔들리는 모습을 나타냈다.

각 이벤트별 전후위치의 평균 속도를 보면 E1, 발이 손을 통과하는 시점에서 26.35±56.80cm/s, E2, 즉 신체 중심이 최저점에 이르는 시점에서 432.07±15.01cm/s, E3, 즉 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점에서 58.58±18.87cm/s, E4, 즉 물구나무서면서 오른손이 철봉에서 떨어지는 시점에서 -70.84±17.00cm/s, E5, 즉 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점에서 -153.55±13.86cm/s로 나타났다. E3에서 S1과 S2는 각각 74.61cm/sec, 73.87cm/sec로 빠르게 나타났으나, S3와 S4는 각각 36.35cm/sec, 49.47cm/sec로 느리게 나타났다. 이는 S1과 S2는 신체중심을 멀리 보내 큰 원운동 중심의 하강을 하고 있다고 볼 수 있다. 또한, E5에서 S2는 -161.19cm/sec로 빠르게 회전하면서 동작을 수행한 것으로 나타났다.

각 이벤트별 상하위치의 평균 속도를 보면 E1, 발이 손을 통과하는 시점에서 -464.96±28.80cm/s, E2, 즉 신체중심이 최저점에 이르는 시점에서 6.92±10.41cm/s, E3, 즉 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점에서 296.13±20.23cm/s, E4, 즉 물구나무서면서 오른손이 철봉에서 떨어지는 시점에서 -0.09±11.49cm/s, E5, 즉 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점에서 -244.80±70.45cm/s

표 4. 각 단계별 신체중심의 속도변화

(단위 : cm/sec)

		E1	E2	E3	E4	E5
S1	X	0.04	14.49	-10.54	27.18	-10.94
	Y	-21.84	413.70	74.61	-69.89	-162.60
	Z	-430.20	10.00	286.50	-2.65	-211.30
S2	X	8.87	25.60	-4.22	35.60	32.39
	Y	106.27	439.97	73.87	-69.72	-161.19
	Z	-476.23	10.67	283.61	6.84	-233.4
S3	X	-8.28	27.83	-2.49	24.66	-10.71
	Y	-4.77	426.77	36.35	-51.10	-157.37
	Z	-455.77	-8.29	288.05	-15.16	-187.79
S4	X	-8.00	-16.61	-22.66	-17.81	28.93
	Y	25.74	447.82	49.47	-92.65	-133.03
	Z	-497.64	15.31	326.35	10.62	-346.72
M±SD	X	-1.84±8.12	12.83±20.47	-9.98±9.14	17.41±23.94	9.92±23.99
	Y	26.35±56.80	432.07±15.01	58.58±18.87	-70.84±17.00	-153.55±13.86
	Z	-464.96±28.80	6.92±10.41	296.13±20.23	-0.09±11.49	-244.80±70.45

로 나타났다. E1과 E3에서 S4는 각각  $-497.64\text{cm/sec}$ ,  $326.35\text{cm/sec}$ 로 빠르게 하강, 상승하는 것으로 나타났다.

전체 대상자들 모두 엔도 동작에서 좌우속도는 양(+)의 속도(오른쪽 방향)와 음(-)의 속도(왼쪽 방향)의 완급 현상이 반복되다 엘그립 동작을 실시하면서 철봉에서 한쪽 손이 떨어진 직후 왼쪽 방향으로 빠르게 이동하다가 다시 철봉을 잡기 직전 다시 오른쪽 방향으로 빠르게 되돌아 오는 속도변화를 나타냈다. 이와같이 엘그립 동작에서 왼쪽 방향에서 오른쪽 방향으로 속도가 급격히 증가하는 현상은 오른손이 철봉에서 떨어지면서 신체를 왼쪽 방향으로 회전시키기 때문으로 볼 수 있으며, 철봉을 다시잡기 직전 오른쪽 방향으로 빠르게 되돌아오는 현상은 신체를 회전하여 철봉을 잡기위해 오른손을 철봉 방향으로 빠르게 휘두르기 때문이라고 할 수 있다.

S2는 원심력을 이용하여 회전반경을 크게하여 엘그립 동작으로 부드럽게 이어지며 동작을 수행하는 반면에 S4는 E3에서 보는바와 같이 회전은 빠르게 하였으나, 원심력을 이용하지 못하고 작은 회전반경으로 엘그립 동작의 연결이 원활하지 못했음을 보여주고 있다.

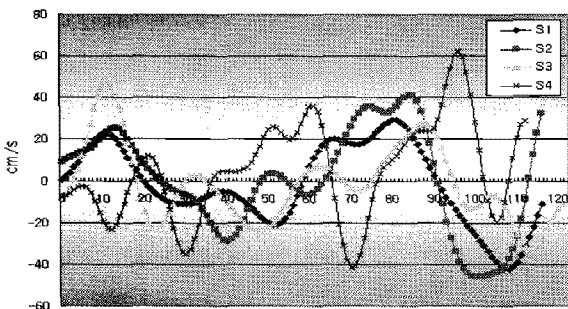


그림 8. 신체중심 좌·우 속도변화

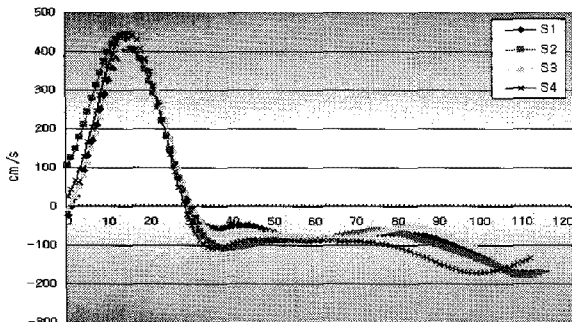


그림 9. 신체중심 전·후 속도변화

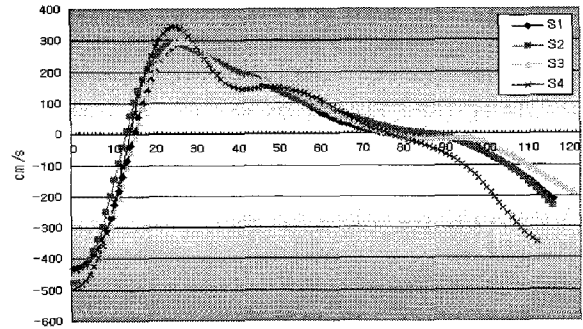


그림 10. 신체중심 상·하 속도변화

#### 4. 각도변화

##### 1) 고관절각

<표 5>와 <그림 11>에서 나타난 바와 같이 고관절 각도를 살펴보면, E1, 발이 손을 통과하는 시점에서  $33.55\pm 4.39\text{deg}$ , E2, 즉 신체중심이 최저점에 이르는 시점에서  $15.09\pm 2.32\text{deg}$ , E3, 즉 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점에서  $24.15\pm 9.61\text{deg}$ , E4, 즉 물구나무서면서 오른손이 철봉에서 떨어지는 시점에서  $172.03\pm 9.61\text{deg}$ , E5, 즉 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점에서  $170.78\pm 2.65\text{deg}$ 로 나타났다.

대상자 모두 신체중심이 최저점에 이르는 시점인 E2에서 가장 크게 굴곡 하는 것으로 나타났으며, 엘그립 동작을 수행하는 시점인 E4, E5에서 가장 작게 굴곡하는 것으로 나타났다.

즉, 철봉에서 다리를 원활히 빼기 위해 고관절 각도를 더 굴곡했다가 점차적으로 신전하는 것으로 나타났다. 각 대상자별로 살펴보면 E1에서 S1, S3는 각각  $30.42\text{deg}$ ,  $29.26\text{deg}$ 로 크게 굴곡하였고, E2, E3에서 S4 선수가 각각  $11.83\text{deg}$ ,  $15.97\text{deg}$ 로 가장 크게 굴곡하였으며, E4, E5에서는 유사한 값을 나타냈다.

E1과 E2에서 S4선수가 빠르게 굴곡하는 것으로 나타난 것은 몸을 접어 빠르게 철봉 안으로 집어넣기 위한 결과이다. 다운스윙하는 동안 E1, E2에서 최대한 고관절 각도를 굴곡 함으로써 신체를 봉 아래쪽으로 신축 운동하여 업 스윙을 용이하게 하는 것으로 나타났다. 또한 E3에서 고관절 각도는 굴곡한 상태를 유지함으로써 회전반경을 작게 하여 봉으로부터 신체를 들어 올리는데 있어 원활히 수행하는 것으로 나타났다. E4와 E5

표 5. 각 단계별 고관절 각도 (단위 : degree)

	E1	E2	E3	E4	E5
S1	30.42	16.92	18.55	164.50	167.14
S2	36.29	16.58	37.51	179.58	172.93
S3	29.26	15.02	24.57	172.72	170.52
S4	38.24	11.83	15.97	171.33	172.53
M	33.55	15.09	24.15	172.03	170.78
SD	4.39	2.32	9.61	9.61	2.65

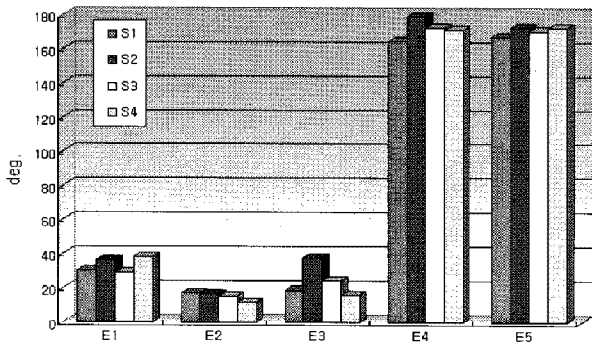


그림 11. 고관절 각도변화

에서는 S2선수가 다른 선수에 보다 크게 신전하는 것으로 나타나 거의 수직에 가까운 물구나무 서기 동작으로 엘그립 동작을 수행함으로써 동작의 크기나 정확성 측면에서 높은 평가를 받는데 유리할 것으로 생각된다.

2) 견관절각

<표 6>과 <그림 12>에서 나타난 바와 같이 견관절 각도를 살펴보면, E1, 발이 손을 통과하는 시점에서  $118.10 \pm 4.90 \text{deg}$ , E2, 즉 신체중심이 최저점에 이르는 시점에서  $78.17 \pm 8.90 \text{deg}$ , E3, 즉 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점에서  $85.97 \pm 15.30 \text{deg}$ , E4, 즉 물구나무서면서 오른손이 철봉에서 떨어지는 시점에서  $198.25 \pm 9.81 \text{deg}$ , E5, 즉 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점에서  $145.33 \pm 5.24 \text{deg}$ 로 나타났다.

E1에서 E2까지 빠르게 굴곡했다가 업스윙 동작인 E3부터 신전하는 것으로 나타났다.

S2는 E2와 E3에서 각각  $90.95 \text{deg}$ ,  $108.87 \text{deg}$ 로 다른 대상자보다 큰 각도를 나타냈으며, 이는 상승구간에서 몸을 최대한 신전시키며, 회전반경을 크게하여 큰 원운동에 의한 회전운동을 수행함으로써 업 스윙 동안 후속 동작을 원활하게 하는데 유리하게 작용할 것으로 생각

표 6. 각 단계별 견관절 각도 (단위 : degree)

	E1	E2	E3	E4	E5
S1	124.36	71.27	76.97	200.07	150.74
S2	119.24	90.95	108.87	184.20	138.54
S3	115.82	77.42	78.63	206.96	144.31
S4	112.97	73.04	79.42	201.76	147.74
M	118.10	78.17	85.97	198.25	145.33
SD	4.90	8.90	15.30	9.81	5.24

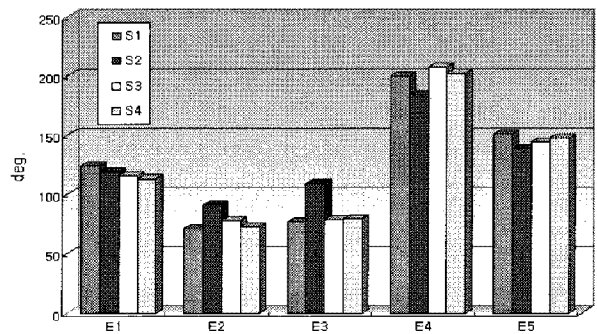


그림 12. 견관절 각도변화

된다. 또한 E4, E5에서도 S2는 다른 대상자보다 물구나무 서기에 가까운 동작으로 엘그립 동작으로 수행하였음을 알 수 있다.

3) 팔경사각

<표 7>과 <그림 10>에서 나타난 바와 같이 손의 중심으로부터 견관절을 잇는 선이 Y축과 이루는 팔경사 각도를 살펴보면 E1, 발이 손을 통과하는 시점에서  $185.70 \pm 6.55 \text{deg}$ , E2, 즉 신체중심이 최저점에 이르는 시점에서  $90.93 \pm 2.87 \text{deg}$ , E3, 즉 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점에서  $180.50 \pm 3.40 \text{deg}$ , E4, 즉 물구나무서면서 오른손이 철봉에서 떨어지는 시점에서  $90.00 \pm 4.60 \text{deg}$ , E5, 즉 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점에서  $165.63 \pm 11.39 \text{deg}$ 로 나타났다.

대상자 모두가 E1에서는 평균  $185 \text{deg}$ , E2에서는 평균  $90.93 \text{deg}$ , E3에서는 평균  $180.50 \text{deg}$ , E4에서는 평균  $90.00 \text{deg}$ 로 수평과 수직에 가까운 각도를 나타냈다. 엘그립 동작이 끝나는 시점인 E5에서는 S4가  $181.81 \text{deg}$ 를 나타냈는데, 이는 동작이 불안정한 수평자세에서 끝났음을 알 수 있다.



표 7. 각 단계별 팔경사 각도 (단위 : degree)

	E1	E2	E3	E4	E5
S1	179.44	88.96	177.43	87.32	159.12
S2	193.60	88.06	183.95	94.48	165.17
S3	181.28	94.05	182.88	84.94	156.43
S4	188.46	92.46	177.74	93.25	181.81
M	185.706.5	90.93	180.50	90.00	165.63
SD	5	2.87	3.40	4.60	11.39

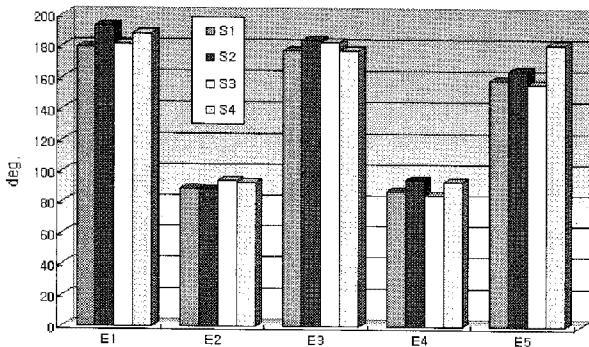


그림 13. 팔경사 각도변화

표 8. 각 단계별 동체회전 각도 (단위 : degree)

	E1	E2	E3	E4	E5
S1	127.02	168.64	263.37	445.08	504.27
S2	137.97	186.82	296.52	444.83	496.51
S3	121.34	166.92	270.52	448.33	496.50
S4	125.82	160.04	256.32	449.18	521.03
M	128.04	170.61	271.68	446.86	504.58
SD	7.06	11.43	17.54	2.22	11.56

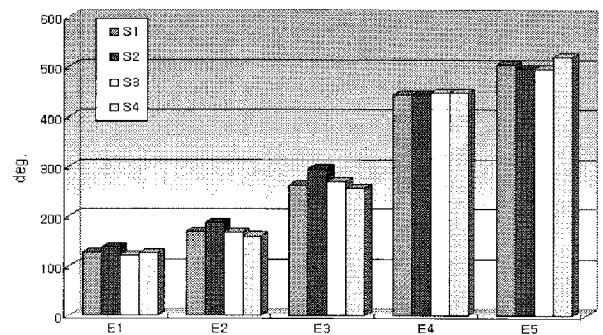


그림 14. 동체회전 각도변화

4) 동체회전각

<표 8>과 <그림 11>에서 나타난 바와 같이 동체와 Y축과 이루는 동체회전각을 살펴보면, E1, 발이 손을 통과하는 시점에서 128.04±7.06deg, E2, 즉 신체중심이 최저점에 이르는 시점에서 170.61±11.43deg, E3, 즉 팔 분절이 지면과 수평을 이루는 시점에서 271.68±17.54deg, E4, 즉 물구나무서면서 오른손이 철봉에서 떨어지는 시점에서 446.86±2.22deg, E5, 즉 오른손이 다시 철봉을 잡는 시점에서 504.58±11.56deg로 나타났다.

발이 통과하는 시점인 E1에서 S1과 S2는 각각 127.02deg와 137.97deg로 크게 나타났으며, 특히 S2는 E2, E3에서 각각 186.82deg와 296.52deg로 크게 몸통이 회전하는 것으로 나타났다. 반면에 S4는 각각 160.04deg, 256.32deg로 덜 회전하는 것으로 나타났다. 엘그립 동작이 이루어지는 시점인 E4와 E5에서는 S4가 각각 449.18deg, 521.03deg로 다른 대상자들에 비해 크게 나타났는데, 이는 동체를 회전함으로써 철봉을 다시 잡지 못하고 놓치는 경우가 발생할 수 있음을 나타낸다.

IV. 결론

대구유니버시아드대회 남자 체조 철봉경기에 출전한 선수 중 4명을 대상으로 엔도 엘그립 동작을 3차원 영상분석을 통하여 운동학적 변인을 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 엔도 엘그립 동작을 수행하는데 소요된 총 시간은 평균 1.93±0.06sec이며, 하강구간은 0.24±0.02sec, 상승구간은 0.22sec±0.01sec, 연결구간은 0.87±0.07sec, 엘그립 구간은 0.61±0.02sec가 소요되었다. 하강구간은 짧은 소요시간이 요구되며, 상승 및 연결구간은 안정된 연기를 수행하기 위해 많은 소요시간을 확보하고, 엘그립 구간은 안정된 리그 랩을 위해 짧은 소요시간이 요구된다.
2. 하강구간 및 상승구간에서, 신체중심을 낮게, 철봉을 기준으로 멀게, 좌·우 흔들림이 적게하는 것이 빠른 하강과 상승으로 신체중심 상하속도를 증가시켜 회전반경을 크게 함으로써 웅대하면서 엘그립 동작을 준비하는데 용이한 것으로 나타났다.

3. 하강구간 및 상승구간에서, 견관절각과 팔경사각이 작아지면 회전반경이 작아져서 다리를 넣고 빠질 때, 붕에 닿을 위험이 나타났다.
  4. 연결구간에서, 고관절을 빠르게 신전하여 동체회전각은 크게하고 신체중심의 상하속도를 느리게 하여, 엘그립 동작으로 이어질 때 안정된 연기를 수행하기위해 많은 소요시간을 확보하는 것으로 나타났다.
  5. 엘그립 구간에서, 물구나무서기에 가까운 동작에서 고관절을 최대한 크게 신전함으로 신체중심의 전후속도를 빠르게 하여, 안정된 자세에서 동작 수행을 하는 것으로 나타났다.
- 엔도 엘그립 동작의 성공적인 수행을 위해서는 하강구간에서는 원심력을 최대한 이용하여 크고 빠르게 하강하는 것이 중요하고, 상승 및 연결구간에서는 다음 동작을 위한 준비구간으로 고관절을 천천히 신전하면서 상하속도를 줄여 물구나무서기의 자세에서 엘그립 동작으로 이어져야한다. 엘그립 동작은 오른손이 떨어지는 시점에서 신체중심을 회전하는 방향으로 이동시키며 빠르게 회전하여 동체각이 45°이하로 떨어지지 않도록 해야 좋은 동작이라 할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- 김충태, 김동민, 한운수(1999). 철봉 **Kovacs** 동작의 **tucked, piked, stretched**의 운동학적 비교. 한국체육대학교 논문집, 제22집, 94-102.
- 권순성(1990). 철봉 운동에서 **ENDO** 동작의 역학적 분석. 미간행 석사학위 논문. 한국체육대학교 대학원.
- 김재필(2003). 철봉 어깨 틀어 휘돌아 다시 잡기 동작의 운동학적 분석. 한국운동역학회지, 제13권 1호, 51-62.
- 대한체조협회(2006). 체점규칙. 대한체조협회.
- 백진호(2005). 체조 경기의 즉각적 피드백을 위한 기술 분석 프로그램 개발, 연구보고서 2005-20, 체육과학연구원.
- 신갑호, 박종훈(1994). 철봉 **Gaylord** 동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 제33권, 제1호, 391-401.
- 윤창선(1994). 철봉 **Jaeger** 동작의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문. 한국체육대학교 대학원.
- 한운수, 백진호, 이용식(2004). 철봉 어깨 틀어 휘돌며 다리 모아 엔도 동작의 운동학적 분석, 한국스포츠리서치, 제15권, 제2호, 1537-1546.
- Abdel-Aziz, Y. I., & Kararah, M. (1971). *Direct linear transformation from comparator coordinates object space coordinates in close-range photogrammetry*. Proceeding of ASP/UI Symposium on Close Range photogrammetry. Falls Church, VA: American Society photogrammetry, 1-18.
- 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.
- Federation of International Gymnastics(2006). *The code of points: Artistic gymnastic for men*. Switzerland.
- Hisato, I. (1983). The prediction of the quadruple backward somersault on the horizontal bar. *International Series on Biomechanics*, 4B, 787-792.
- Kerwin, D. G., Yeadon, M. R., & Harwood, M. J. (1993). High bar release in triple somersault dismount. *Journal of Applied Biomechanics*, 9, 279-280.
- Kwon, Y. H. (1994). *KWON3D Motion analysis package version 2.1 User's Reference Manual*. Anyang, Korea: V.TEK corporation.

투 고 일 : 2006. 7.30  
 심 사 일 : 2006. 8. 1  
 심사완료일 : 2006. 8.15

