



한국운동역학회지, 2004, 제14권 2호, pp. 27-40
Korean Journal of Sport Biomechanics
2004, Vol. 14, No. 2, pp. 27-40

평행봉 뒤 휘돌리기 동작의 운동학적 분석

안완식*(단국대학교)

ABSTRACT

Kinematic Analysis on Giant Swing Backward to Handstand on Parallel Bars

Ahn, Wan-Sik*(Dankook University)

W. S. AHN. Kinematic Analysis on Giant Swing Backward to Handstand on Parallel Bars. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 14, No. 2, pp. 27-40, 2004. The objective of this study is to identify the kinematic variables of giant swing backward to handstand as well as individual variations of each athlete performing this skill, which in turn will provide the basis for developing suitable training methods and for improving athlete's performance in actual games. For this end, 3 male athletes, members of the national team, who are in □□H□□ University, have been randomly chosen and their giant swing backward to handstand performance was recorded using two digital cameras and analyzed in 3 dimensional graphics. This study came to the following conclusion.

1. Proper time allocation for giant swing backward to handstand are: Phase 1 should provide enough time to attain energy for swing track of a grand round movement. The phase 3 is

투 고 일 : 2004년 6월 30일 접수

심 사 일 : 2004년 7월 6일

심사완료일 : 2004년 8월 12일

* Corresponding Author, 시간강사, 330-714 충남 천안시 안서동 산29번지 단국대학교 체육대학
연락처 : aws119@hanmail.net, Tel : 016-436-6243

- to throw the body up high in the air and stay in the air as long as possible to smoothen up the transition to the next stage and the phase 4 should be kept short with the moment arm coefficient of the body reduced.
2. As for appropriate changes of locations of body center, the phase 1 should be comprised of horizontal, perpendicular, compositional to make up a big rotational radius. Up to the Phase 3 the changes of displacements of vertical locations should be a good scale and athlete's body should go up high quickly to increase the perpendicular climbing power.
 3. When it comes to the speed changes of body center, the vertical and horizontal speed should be spurred by the reaction of the body in Phase 2 and Phase 3. In the Phase 4, fast vertical speed throws the body center up high to ensure enough time for in-the-air movement.
 4. The changes of angles of body center are: in Phase 2, shoulder joint is stretching and coxa should be curved up to utilize the body reaction. In the Phase 4, shoulder joint and coxa should be stretched out to get the body center as high as possible in the air for stable landing.
 5. The speeds of changes in joints angles are: in the Phase 2 should have the speed of angles of shoulder joints increase to get the body up in the air as quickly as possible. The Phase 3 should have the speed of angles in shoulder joint slow down, while putting the angles of a knee joint up to speed as quickly as possible to ensure enough time for in-the-air movement.

KEY WORDS : GIANT SWING, HANDSTAND, PERFORMANCE

I. 서론

체조경기의 기능과 기술은 인간과 기계와의 대치 관계에서 성립되는 일종의 신체운동의 기술로서, 인체 특유의 선과 복잡한 기의 연결에서 아름다운 몸매와 체력을 바탕으로 고도의 기술과 세밀한 동작을 조화 있게 구성하여 역동적인 연기를 구사하는 경기이다(권운택, 김충태, 1988).

체조경기는 회전운동을 이용하는 고도의 기술이 주축을 이루는 운동이기 때문에 회전 반경을 최대한 이용하여야 유리한 경기이다(배상식, 1986).

평행봉의 기술발전은 1976년 Montreal Olympic대회 이후 급속히 발전하기 시작하여, 1978년 일본 선수들에 의해 기술이 급격히 향상되어 최근에는 철봉의 대차륜돌기동작, Covace 동작과 링의 Honma 동작들이 평행봉 경기에서 실시되고 있으며, 이처럼 다른 종목에서의 기술들이 접목됨에 따라 기술이 더욱ダイナミック하고 다양화되고 있다.

체조경기 중 평행봉 운동은 기구의 구조상으로 보아 운동의 내용이 풍부하다. 특히 연속운동은 다른 종목 보다 변화가 많고 흥미가 큰 종목이며, 현대 평행봉 경기종목의 흐름은 다양한 구성집단으로부터 선택된 스윙과 비행요소로 널리 구성되어 있다. 또한 다양한 매달리기와 버티기 자세로 끊임없는 변화를, 평행봉 전체를 가능한 다 사용하는 방법으로 연기된다(안완식, 1996).

신체의 움직임이나 경기 기술의 분석은 주로 영상분석법을 통해 이루어지고 있으며, 영상분석법에 의한 평행봉에 관한 연구로 안완식(1996)은 평행봉 Tippelt 오르기 동작을 구간별 시간 및 총 동작 수행시간 변화, 각도변인 등을 분석하여 어깨와 힘의 각도에 따라 동작이 매끄럽게 이루어 질 수 있다고 하였고, 조관식, 박광동(1996)은 평행봉 Morisue 동작을 2-D 배율법을 이용하여 신체중심의 속도변화 및 신체관절의 각도변화 등을 분석하였다. 또한 Yoshiaki Takei(1995)는 평행봉의 오르기 기술인 Basket to hand stand mount 동작을 국면별로 구분하여 운동학적 측면에서 분석하였다.

현대 과학기술의 발달은 스포츠 현장에도 많은 영향을 미쳐 장비의 첨단화를 이루었고, 체조경기에도 많은 영향을 미쳐 체조기술의 다양화와 신기술의 개발을 가져왔다. 이로 인해 난도조정이 불가피하게 이루어지게 되었고 선수들은 가산점이 부여되는 고난도 기술과 독창성 있는 기술을 연마하게 되었다.

평행봉의 여러 기술 중에서 뒤 휘돌리기(Giant swing backward to handstand)동작은 바를 중심으로 원이 완성될 때까지 물구나무서기 동작에서 신체의 신축작용과 리듬을 유지하며 대회전한 후 물구나무서기 자세로 돌아오는 동작을 표현하는 것으로 철봉의 Giant circle과 흡사한 동작이다(오지환, 1986).

위의 선행연구에서 보는 바와 같이 평행봉 경기 중 뒤 휘돌리기(Giant swing backward to handstand)동작에 관한 연구보고는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이며, 이 동작은 C난도의 기술로 다른 동작과 연결의 일환으로 사용되기도 하고 후속 동작의 난도 승격을 위한 기술로 사용되기도 한다.

이에 본 연구는 3차원 분석방법을 이용하여 평행봉에서 C난도의 뒤 휘돌리기(Giant swing backward to handstand)동작을 수행하는데 일어나는 운동학적 변인들을 찾아 이를 토대로 선수들의 훈련에 적용시켜 보다 효율적이고 정확한 동작을 수행할 수 있도록 자료를 활용하고자 목적을 두었다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구의 목적을 달성하기 위하여 평행봉에서 뒤 휘돌리기 동작을 연기할 수 있는 H대학 남자 국가 대표급 선수 3명을 임의 추출하여 실험하였으며, 이들의 신체적 특성 및 운동경력은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 신체적 특성 및 운동경력

subj	구분 (단위)	신장 (cm)	체중 (kg)	상지 (cm)	상완 (cm)	전완 (cm)	하지 (cm)	대퇴 (cm)	하퇴 (cm)	경력 (yrs)
subj. A		172	62	74	32	24	96	53	38	11
subj. B		160	50	72	30	22	92	51	34	8
subj. C		158	52	71	30	21	88	47	33	9

2. 실험 절차

1) 실험도구

본 연구에 사용한 실험도구는 <표 2>와 같다.

표 2. 실험도구

측정장비	모델명 및 유형	회사명
Computer	Pentium III 700	Intel
Software	All Basic Software - Capture Module - Digitizing Module - C3D Transformation	ARIEL
Video Camcorder	DVL-9800 Digital - Selectable 60Hz, 120Hz, 240Hz - Camera Light (250 Watts)	J V C
통제점 틀	제작용	단국대학교

2) 실험 절차

실험은 <그림 1>과 같이 두 대의 고속비디오 카메라를 실험 동작의 운동 진행방향을 기준으로 좌·우측 45° 각도로 15m 떨어진 지점에 설치하였다. 실험 시 카메라 필름 속도는 60frames/sec, 카메라 노출시간은 1/250sec로 하였다.

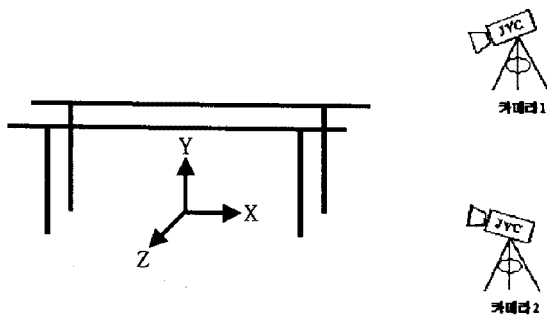


그림 1. 카메라 배치도

동작을 촬영하기 전 4개의 통제점 막대봉을 2m×3m×1m로 세워 만든 통제점 틀(control objects)을 약 3초 정도 촬영한 후, 통제점 틀을 제거하고 피험자들에게 뒤 휘돌리기(Giant swing backward to handstand)동작을 충분히 연습시킨 후 3회씩 실시하여 촬영하고 그 중 가장 우수한 동작을 선택하여 분석하였다. 영상으로 나타난 표시점의 위치를 실제 공간상의 좌표값으로 변환시키는 좌표화(Digitizing)는

APAS(Ariel Performance Analysis System)의 동작분석 프로그램을 이용하여 모니터에 투영된 통제점과 인체관절을 좌표화하여 분석하였다. 설정된 좌표계는 전·후 방향을 X축, 상·하 방향을 Y축, 좌·우 방향을 Z축으로 정의하였다.

인체관절 중심점의 좌표화는 Plagenhoef (1983)에 의한 인체 모델에 따라 <그림 2>와 같이 순서대로 좌표화 하였다.

촬영된 비디오 테이프를 APAS (Ariel Performance Analysis System) 동작분석 프로그램을 사용하기 위하여 디지털 카메라와 연결되는 IEEE 1394 포트의 Firewire board가 내장된 Intel 호환 기종인 Pentium III - 700을 장착한 컴퓨터를 사용하였다.

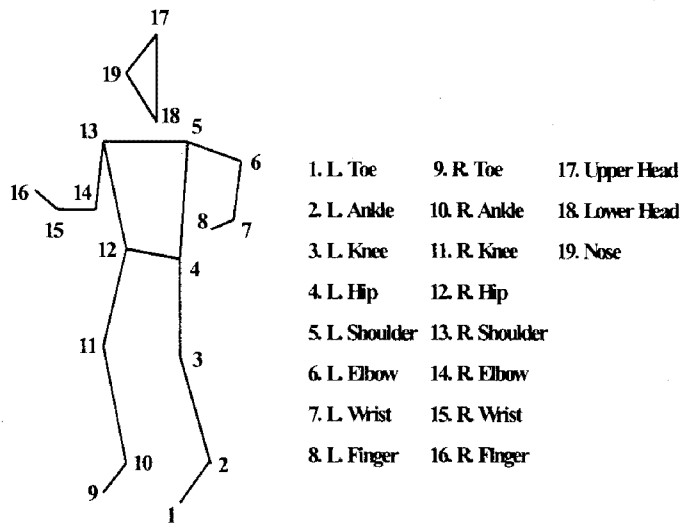


그림 2. 인체분절점

3. 동작의 phase별 구분

동작의 phase별 구분은 <그림 3>과 같고,

- 1) 평행봉 Bar에서 Should가 수직을 이룬 자세에서 Should가 수평을 이룰 때까지를 phase 1이라 하였으며,
- 2) 평행봉 밑에서 Bar와 Should가 수직을 이룰 때까지의 자세를 phase 2라 하였다.

- 3) phase 3은 평행봉 Bar에서 손이 떨어지는 순간을 Release(이하 Rel)라 하였으며,
- 4) 1회전하여 다시 평행봉 Bar 위에서 Should와 Bar가 수직을 이룰 때까지의 자세를 phase 4라 하였다.
- 5) 각 phase의 끝을 event로 정의하였다.

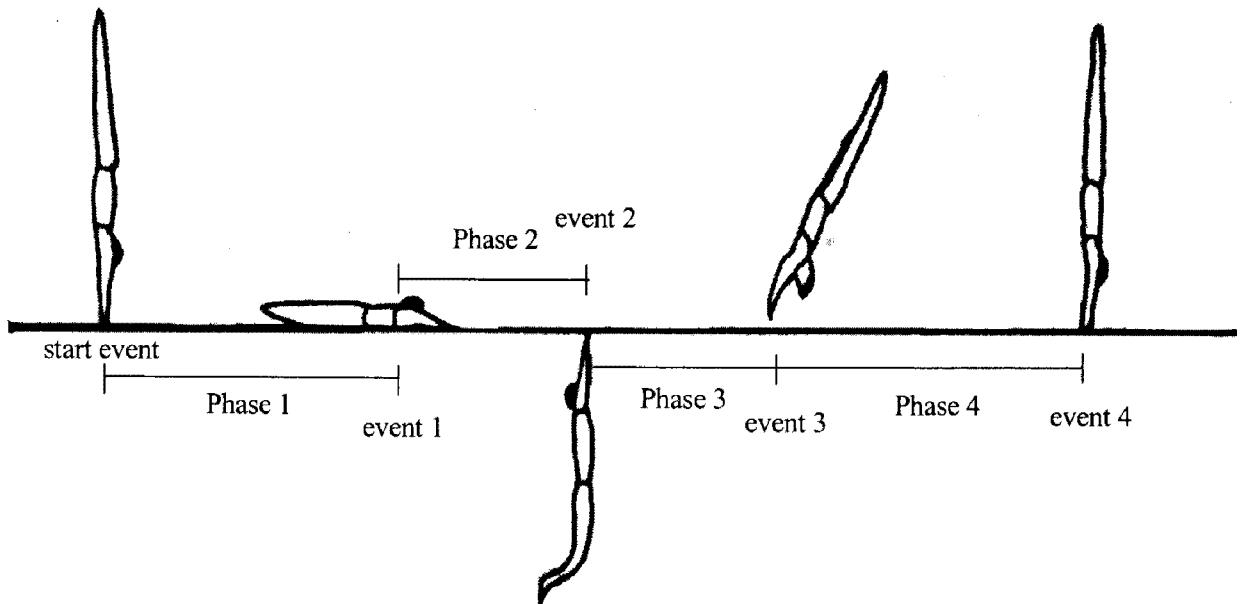


그림 3. 동작의 phase별 구분

4. 신체분절의 각도 정의

신체분절의 각도 정의는 <그림 4>와 같고, 견관절의 각도는 주관절에서 견관절까지의 연장선과 몸체 중심선이 이룬 각으로 하였으며, 고관절의 각도는 슬관절에서 고관절까지의 연장선과 몸체 중심선이 이룬 각으로 정의하였다. 또한 슬관절의 각도는 족관절에서 슬관절까지의 연장선과 슬관절에서 고관절까지의 연장선이 이룬 각으로 각각 정의하였다.

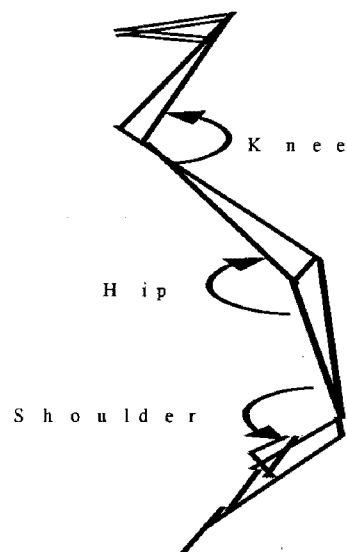


그림 4. 신체분절의 각도 정의

5. 자료 처리

이 연구의 자료처리 과정을 요약하여 먼저 2대의 촬영된 비디오 테이프를 분석에 필요한 동영상으로 편집하는 캡처(Capture) 단계에서 2대의 카메라를 동조화(Synchronization)시키기 위해

APAS(Arie Performance Analysis System)의 Dig-4 프로그램을 이용하여 2대의 카메라에서 캡처한 화면을 일치시켰다. 이 때 2대의 카메라에서 촬영한 동작을 동일한 시각의 동일한 위치로 좌표값을 계산하기 위해 3차 스플라인 함수(Cubic SpLine)를 이용한 보간법(Interpolation)을 사용하였으며 각 프레임간 동조시간은 0.017초로 하여 2차원 좌표값을 구하였다. 이 단계를 거쳐 각각의 프레임에서 해부학적 좌표점을 인식하는 디지털라이징(Digitizing)단계를 시행하였다. 그리고 디지털라이징 단계에서 생성된 각각의 2차원적 자료를 3차원적으로 변화해주는 트랜스폼(Transform) 단계에서 3차원 좌표의 계산은 Walton(1981)의 DLT(Direct Linear Transformation)방법을 사용하여 디지털라이징 작업에서 좌표계와 실공간 좌표계로부터 DLT 변환 식이 계수를 산출하였다. 계산된 DLT계수와 인체관절 중심점의 평면 좌표를 이용하여 대상자의 3차원 공간 좌표를 산출하였다.

디지털라이징 시 발생할 수 있는 오차(perspective error)를 줄이기 위한 방법으로 Butterworth의 저역 통과 필터(low-pass filter)를 사용한 스무딩(smoothing)을 실시하였으며, 차단 주파수(Cut-off frequency)는 10.0Hz로 설정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

본 연구의 목적을 달성하기 위해 평행봉 뒤 휘돌리기(Giant swing backward to handstand)동작을 <표 1>의 대상과 <표 2>의 실험도구로 측정하여 영상분석법을 통해 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 신체 중심의 시간변화

대상자의 각 phase별 소요시간은 <표 3>과 같다.

표 3. 신체중심의 phase별 소요시간 (단위 : sec)

대상 \ 구분	P1	P2	P3	P4
subj. A	0.83	1.15	1.67	2.72
subj. B	1.03	1.35	1.92	2.85
subj. C	1.00	1.32	1.82	2.30

평행봉 뒤 휘돌리기 전체동작의 총 소요시간을 살펴보면, subj. A가 2.72sec, subj. B가 2.85sec, subj. C가 2.30sec으로 나타났다.

phase별 소요시간을 살펴보면 phase 1까지의 소요시간은 subj. A가 0.83sec, subj. B가 1.03sec, subj. C가 1.00sec로 나타나 subj. B와 C가 긴 소요시간으로 견관절과 고관절을 신전시켜 큰 원운동의 스윙 궤적을 그리기 위한 것으로 사료되며, phase 3에서의 구간별 소요시간은 subj. A가 0.52sec, subj. B가 0.57sec, subj. C가 0.50sec로 나타났다. 이는 subj. B가 고관절을 빠르게 굴곡시켜 신체중심 쪽으로 가깝게 함으로써 신체중심을 평행봉 Bar 위로 높이 투사시켜 체공시간을 길게 하여 여유 있는 동작을 취한 것으로 사료된다. phase 4에서의 구간별 소요시간은 subj. A가 1.05sec, subj. B가 0.93sec, subj. C가 0.48sec로 나타났다. 따라서 subj. A와 B는 평행봉 Bar 터치 시 신체를 Bar 위로 투사시키지 못하여 분절의 활동 범위가 작아짐으로써, 주관절을 곧게 펴지 못한 상태에서 물구나무서기 동작을 취하여 긴 소요시간이 나타났고, subj. C는 주관절을 곧게 편 상태에서 평행봉 Bar를 잡음으로써 바람직한 물구나무서기 동작을 수행했다고 사료된다.

2. 신체 중심의 위치변화

신체중심의 phase별 위치변화는 <표 4>와 같다.

표 4. 신체중심의 phase별 위치변화 (단위:cm)

subj.	구분	start	P1	P2	P3	P4
subj. A	X	43.6	135.2	32.8	47.9	11.6
	Y	280.3	184.2	91.8	232.5	285.0
	Z	68.9	71.1	64.3	64.3	69.6
	3D	0	132.8	188.9	103.4	55.4
subj. B	X	17.2	119.0	27.8	37.2	15.2
	Y	276.4	196.8	95.6	248.0	277.2
	Z	64.8	66.9	63.8	60.3	65.7
	3D	0	129.2	181.1	61.5	2.4
subj. C	X	18.8	126.7	23.6	36.8	15.9
	Y	274.0	190.9	98.7	248.4	270.6
	Z	68.2	66.4	62.5	66.9	69.2
	3D	0	136.2	175.5	61.2	4.6

phase 1에서의 수평변위는 subj. A가 135.2cm, subj. B가 119.0cm, subj. C가 126.7cm로 나타났고, 수직변위는 subj. A가 184.2cm, subj. B가 196.8cm, subj. C가 190.9cm로 나타났으며, 합성변위는

subj. A가 132.8cm, subj. B가 129.2cm, subj. C가 136.2cm로 나타나 subj. C가 subj. A와 B 보다 견관절과 고관절을 더 크게 신전시켜 신체중심을 멀리 보내 큰 궤적의 원운동에 의한 동작을 취한 것으로 사료된다.

phase 3에서의 수평변위와 합성변위를 살펴보면 subj. A가 47.9cm, 103.4cm이고, subj. B가 37.2cm, 61.5cm이며, subj. C가 36.8cm, 61.2cm로 나타났다. 이는 subj. B와 C는 지지된 Bar에 대해 신체의 반작용력을 이용하여 고관절을 빠르게 굴곡시켜 신체중심을 빠르게 들어 올린 것으로 사료되며, subj. A는 고관절의 빠른 굴곡을 이루지 못해 신체중심이 멀리 밀려나간 것으로 사료된다.

phase 4에서의 수직변위와 수평변위는 subj. A는 11.6cm, 285.0cm이고, subj. B는 15.2cm, 277.2cm이며, subj. C가 15.9cm, 270.6cm으로 나타났다. 이는 subj. A는 주관절이 굴곡됨으로써 신체의 분절들이 신전되지 못한 채 물구나무서기 동작을 수행한 것으로 사료되며, 대상자 B와 C는 고관절을 신전시켜 신체의 중심을 충분히 들어 올림으로써 주관절이 신전된 상태에서 물구나무서기 동작을 수행한 것으로 사료된다.

3. 신체중심의 속도변화

대상자별 신체중심의 각 phase별 속도변화는 <표 5>와 같다.

표 5. 신체중심의 event별 속도변화

(단위:cm/sec)

subj.	구분	start	P1	P2	P3	P4
subj. A	X	0	72.7	467.6	29.4	36.8
	Y	0	451.0	3.3	231.2	1.6
	Z	0	75.4	60.7	23.9	17.3
	3D	0	463.0	471.6	234.3	40.7
subj. B	X	0	28.4	458.9	159.4	34.8
	Y	0	369.6	32.8	214.5	48.0
	Z	0	7.1	2.1	46.3	52.4
	3D	0	370.8	460.1	271.2	79.1
subj. C	X	0	1.7	504.2	114.8	30.8
	Y	0	384.7	28.8	217.1	51.0
	Z	0	23.6	26.1	25.8	15.2
	3D	0	385.5	505.7	247.0	61.5

phase 1에서 신체중심의 수평·수직속도는 subj. A가 72.7cm/sec, 451.0cm/sec이고, subj. B가 28.4cm/sec, 369.6cm/sec이며, subj. C가 1.7cm/sec, 384.7cm/sec로 나타났다. 이러한 결과는 subj. A가 신체를 신전시켜 회전반경의 길이를 증가시키기 위해 큰 원운동의 궤적으로 스윙동작을 취한 것으로 보여진다. phase 2에서의 수직속도는 subj. A가 3.3cm/sec, subj. B가 32.8cm/sec, subj. C가 28.8cm/sec로 나타났으며, 이는 subj. B와 C가 신전되었던 고관절을 굴곡시켜 신체의 반작용력을 이용하여 신체를 수직상향시키는데 용이한 것으로 보여진다. phase 3에서의 수평속도는 subj. A가 29.4cm/sec이고, subj. B가 159.4cm/sec, subj. C가 114.8cm/sec로 나타났다. 이는 subj. B와 C는 phase 2의 반작용력을 이용해 신체를 수직상승시키며 Bar 위에서 여유있게 릴리즈 동작을 취한 반면, subj. A는 반작용력을 이용하지 못하고, 수직상방향으로 신체를 충분히 들어 올리지 못하여 릴리즈 동작이 짧은 것으로 나타났다. phase 4에서의 수직속도는 subj. A가 1.6cm/sec이고, subj. B가 48.0cm/sec, subj. C가 51.0cm/sec으로 나타났다. subj. A는 phase 3에서의 짧은 릴리즈 동작으로 phase 4에서 수직속도를 높이지 못한 반면, subj. C는 신체가 수직하방향에 있을 때 Bar의 탄성을 이용하여 신체를 Bar위로 투사시켜 수직상방향으로의 속도를 높임으로써 여유있는 동작을 수행한 것으로 사료된다.

4. 신체중심의 각도변화

대상자별 신체관절의 각 phase별 각도변화는 <표 6>과 같다.

각 phase별 견관절 각도의 좌·우 평균 수치를 살펴보면 phase 1은 161.1°, 165.4°이며, phase 2는 162.3°, 158.1°이고, phase 3이 107.8°, 108.4°이고, phase 4에서는 145.4°, 152.1°로 나타났다.

phase 1에서의 견관절의 좌·우 각도는 subj. A가 157.1°, 174.7°이고, subj. B가 158.9°, 151.8°이며, subj. C가 167.3°, 169.8°로 나타났다. 따라서 견관절 각이 크게 나타난 subj. C는 축에 위한 원운동에 있어서 견관절을 subj. A와 B 보다 신전시킴으로써 큰 원심력을 이용하였다고 사료된다. 슬관절의 좌·우 각도는 subj. A가 165.2°, 160.9°, subj. B가 171.0°, 169.4°, subj. C가 174.3°, 177.9°로 subj. C가 가장 큰 각으로 고관절을 신전시켜 큰 궤적의 수직하방향으로의 스윙동작을 수행함에 있어 신체의 중심을 축과 멀리하여 선속도를 증가시킨 것으로 사료된다. phase 2에서의 견관절의 좌·우 각도는 subj. A가 164.6°, 169.3°, subj. B가 165.1°, 155.0°, subj. C가 157.1°, 150.0°의 각도를 나타냈다. 이는 subj. A와 B는 원운동에 있어서 신체중심이 이탈하는 경향을 보이고 있지만 subj. C는 구심력에 의해 신체중심을 들어올리기 위한 준비단계로 사료된다. phase 3에서의 견관절의 좌·우 각도는 subj. A가 92.4°, 86.8°, subj. B가 122.2°, 126.2°, subj. C가 108.7°, 112.1°로 나타났다. 이는 subj. B와 C는 큰 궤적에 의한 스윙동작으로 릴리즈 시 견관절을 크게 신전시켜 신체중심을 들어올려 subj. A 보다 바람직한 것으로 사료된다. 슬관절의 좌·우 각도는 subj. A가 85.5°, 83.1°, subj. B가 64.5°, 69.0°, subj. C가 97.8°, 85.6°로 subj. C가 릴리즈 시 슬관절이 큰 각을 보이며 신체중심을 높이 투사시켜 subj. A와 B 보다 바람직한 동작을 수행한 것으로 사료된다. phase 4에서의 고관절의 좌·우 각도는

subj. A가 160.8°, 157.0°, subj. B가 160.7°, 155.9°, subj. C가 162.9°, 165.1°로 나타났다. 이는 subj. C는 릴리즈 후 물구나무서기 동작을 수행함에 있어 고관절을 신전시켜 안정된 동작을 수행한 반면, subj. A와 B는 고관절이 신전되지 못하고 굴곡된 상태에서 물구나무서기 동작을 수행해 불안정한 자세로 사료된다.

표 6. 신체관절의 phase 별 각도변화 (단위:deg)

subj	구분	start	P1	P2	P3	P4	
subj.A	shoulder	left	138.5	157.1	164.6	92.4	147.6
		right	148.0	174.7	169.3	86.8	153.6
	hip	left	165.7	178.0	163.9	142.5	160.8
		right	167.4	171.7	170.2	138.5	157.0
	knee	left	174.9	165.2	103.6	85.5	169.0
		right	171.4	160.9	99.6	83.1	170.1
subj. B	shoulder	left	156.4	158.9	165.1	122.2	151.8
		right	143.1	151.8	155.0	126.2	151.2
	hip	left	159.6	176.6	158.5	138.6	160.7
		right	152.7	172.2	164.8	143.7	155.9
	knee	left	167.4	171.0	119.7	64.5	175.7
		right	177.5	169.4	119.6	69.0	172.5
subj. C	shoulder	left	143.3	167.3	157.1	108.7	136.9
		right	168.4	169.8	150.0	112.1	151.5
	hip	left	166.7	164.2	177.7	129.1	162.9
		right	166.7	166.6	169.3	134.3	165.1
	knee	left	174.9	174.3	94.5	97.8	174.7
		right	174.8	177.9	94.4	85.6	174.1
M	shoulder	left	146.1	161.1	162.3	107.8	145.4
		right	153.2	165.4	158.1	108.4	152.1
	hip	left	164.0	172.9	166.7	136.7	161.5
		right	162.3	170.2	168.1	138.8	159.3
	knee	left	172.4	170.2	105.9	82.6	173.1
		right	174.6	169.4	104.5	79.2	172.2

5. 신체관절의 각속도변화

대상자별 체관절의 각 phase별 각속도변화는 <표 7>과 같다.

표 7. 신체관절의 phase별 각속도변화

(단위:deg/sec)

subj.	구분	start	P1	P2	P3	P4	
subj. A	shoulder	left	0	196.8	124.8	314.1	190.8
		right	0	698.2	133.0	120.2	71.3
	hip	left	0	158.3	116.3	119.4	296.8
		right	0	16.6	12.8	115.0	197.5
	knee	left	0	183.1	383.9	32.1	221.9
		right	0	422.2	418.8	72.5	5.3
subj. B	shoulder	left	0	111.7	279.2	16.3	354.6
		right	0	152.7	8.3	197.0	160.6
	hip	left	0	84.0	120.0	176.0	35.6
		right	0	98.7	146.0	76.1	70.2
	knee	left	0	93.3	346.2	28.4	132.2
		right	0	91.1	416.6	184.1	331.1
subj. C	shoulder	left	0	197.3	28.4	75.3	303.3
		right	0	52.9	188.1	61.5	17.5
	hip	left	0	54.5	55.9	72.3	285.0
		right	0	16.5	23.3	16.7	51.3
	knee	left	0	5.2	225.0	386.3	64.2
		right	0	11.7	137.1	338.7	227.6

phase 1에서 견관절의 우측 각속도는 subj. A가 698.2deg/sec, subj. B가 152.7deg/sec로 증가시킴으로써, 신체를 봉 위로 들어올리기 위한 phase 2에서 subj. A는 133.0deg/sec, subj. B는 8.3deg/sec으로 각속도의 현격한 감소를 나타내 수직상방향으로의 투사높이를 충분히 높이지 못한 것으로 나타났다. 이는 견관절과 주관절을 빠르게 굴곡시킴으로써 Bar의 touch시 여유로운 동작을 취하지 못해 각속도의 감소를 이루지 못한 것으로 사료된다. subj. C는 phase 1에서 우측 견관절을 52.9deg/sec로 각속도를 감소시킴으로써 phase 2에서 각속도를 188.1deg/sec로 증가시켰으며, 고관

절을 신체중심쪽으로 굴곡시켜 Bar에 대한 반작용력을 이용하여 신체를 높이 투사시키고 고관절의 각속도 또한 23.3deg/sec로 증가시킨 것으로 사료된다.

phase 3에서 subj. C는 견관절의 우측 각속도는 61.5deg/sec로 감소시키고, 슬관절의 좌·우측 각속도를 386.3deg/sec, 338.7deg/sec로 최대한 빠르게 상승시킴으로써 릴리즈 시 여유있는 동작을 취해 다음 동작을 매끄럽게 수행할 수 있다고 사료된다.

IV. 결 론

본 연구는 평행봉 뒤 휘돌리기(Giant swing backward to handstand)동작의 운동학적 변인을 찾아 각 선수간의 기술차를 분석하여 선수들의 훈련에 적용시켜 보다 효율적이고 정확한 동작을 수행할 수 있도록 기초자료를 제공함에 그 목적을 두었다.

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 H대학 남자 국가대표급 선수 3명을 임의 추출하여 3차원 영상분석을 통하여 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 뒤 휘돌리기 동작 시 소요되는 시간의 변화는 Phase 1까지 큰 원운동의 스윙궤적에 대한 운동량을 얻기 위해 긴 소요시간과 Phase 3에서 신체를 높이 투사시켜 체공시간을 길게하여 여유있는 동작을 취하고 Phase 4에서는 소요시간을 짧게 하여 신체의 모멘트 암을 줄이는 것이 바람직한 것으로 나타났다.
2. 신체중심의 위치변화는 Phase 1에서 수평·수직·합성변인을 크게하여 큰 회전반경을 이루는 것이 바람직한 것으로 나타났으며, Phase 3까지는 수직위치의 변위를 크게하여 신체를 빨리 들어올려 수직상승력을 높이는 것이 바람직한 것으로 나타났다.
3. 신체중심의 속도변화는 Phase 2와 Phase 3에서 신체의 반작용력을 이용하여 수평·수직속도를 증가시키는 것이 바람직한 것으로 나타났으며, Phase 4에서 빠른 수직속도에 의하여 신체중심을 높이 투사시켜 여유있는 동작을 취하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.
4. 신체중심의 각도변화는 Phase 2에서 견관절은 신전시키고, 고관절은 굴곡시켜 신체의 반작용력을 이용하고, Phase 4에서 견관절과 고관절을 크게 신전시켜 신체중심을 높이 투사하여 안정된 착수동작을 취하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.
5. 신체관절의 각속도변화는 Phase 2에서 견관절의 각속도를 증가시켜 신체를 빨리 들어올리는 것이 바람직한 것으로 나타났으며, Phase 3에서는 견관절의 각속도는 감소시키고 슬관절의 각속도는 최대한 빠르게 상승시키는 것이 여유있는 동작을 취하는데 바람직한 것으로 나타났다.

참고문헌

- 권운택, 김충태(1988). 체조. 서울 : 명진당.
- 배상식(1986). 철봉에서 몸펴 검공중돌아 내리기 동작의 역학적 분석. 한국체육학회지, 25(1), 65-73.
- 스포츠과학연구소(1987). 스포츠과학 종합정보. 서울 : 보경문화사.
- 안완식(1996). Tippelt 오르기 동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 35(2), 325-332.
- 오지환(1986). 평행봉 Giant backward to handstand 동작분석. 미간행 석사학위논문. 세종대학교 대학원.
- 조관식, 박광동(1996). 평행봉 Morisue동작의 운동학적 분석, 한국체육학회지, 35(2), 341-352.
- 淺見後雄外 4人(1971). 身體運動の科學. 東京 : 學藝出版社.
- Plagenhoef, S.(1983). Patterns of human motion. Englewood Cliffs. NJ : Prentice Hall.
- Takei, Y., Hubert Dunn, J., Hiroshi, N., & Mamoru Kamimura(1995). New outer grip technique used by elite gymnasts performing the felge to handstand mount. Journal of applied biomechanics.
- Walton, J. S.(1981). Close-Range-Photogrammetry : A generalized technique for qualifying gross human motion. Pennsylvania university.