



체조 철봉 콜만 기술동작의 훈련프로그램 적용 및 향상도 평가

A Study about the Training Program for the Kolman Technique on the Horizontal Bars

백진호(강원대학교) · 박종철*(상명대학교) · 윤창선(태릉선수촌)

Back, Jin-Ho(Kangwon National University) · Park, Jong-Chul*(Sangmyung University)

· Yoon, Chang-Sun(National Training Center)

국문요약

본 연구는 체조 철봉종목의 국가대표선수 2명을 대상으로 고난도 공중 비행 기술인 콜만 동작의 완성도를 높이기 위한 기술훈련 프로그램을 개발하여 8주간 적용하고 향상도를 3차원 영상분석을 통해 제시함으로써 경기력 향상에 도움을 주고자 하였다. 훈련 프로그램은 휘돌기, 손 놓기, twist, 봉잡기로 구성하여 실시하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 동작이 처음 시작되는 크게 휘돌기의 물구나무 경과 시 신체를 지면과 수직에 가깝도록 치켜세운 다음 수직하강에 가깝게 신체를 다운시켜서 깊은 추기기 운동을 수행케 하고, 고관절과 견관절의 굴신 폭을 크게 하는 추기기보다는 우선적으로 동체 회전을 중시하면서 신체중심을 충분히 끌어 올리는 봉 이탈 그리고 비행 시 신체 각 관절의 상대각을 작게 하도록 주문하여 연습케 하였다. 그 결과 철봉의 탄성을 크게 유발하고, 신체의 후방 진행속도를 증가시켜서 휘돌기의 구심력을 증가시키면서 높은 위치에서 봉을 이탈하였으며, 비행 시 신체를 빠르게 지면과 수직이 되도록 세울 수 있게 되어 여유로운 공중회전과 비틀기 운동을 수행할 수 있었다. 또한 상승할 때 손 놓는 타이밍을 맞추는데 특별히 신경 쓰지 않더라도 비행방향의 조절을 용이하게 할 수 있어서 봉잡기 시 철봉과 적절한 거리를 유지함과 동시에 충분한 동체의 회전과 비틀기 거리를 확보할 수 있었다.

ABSTRACT

J. H. BACK, J. C. PARK and C. S. YOON. A Study about the Training Program for the Kolman Technique on the Horizontal Bars. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 19, No. 1, pp. 37-47, 2009. This study develops a technique training program to enhance the completion of Kolman, the high air flight technique, and applies it to two national athletes of the horizontal bar, one of the gymnastic events, for eight weeks. After that, their improvement was measured through 3D motion analysis to help them elevate their performance. The training program includes swing, hand release, twist, and bar hold, and its implementation produced the results stated below. They were made to practice the motion in the following way. After the hand-standing of giant swing which initiates the motion, they lift their body upward a little bit more. Next, they take their body down almost like a vertical descent and make a deep tap swing. Instead of doing the tap swing which widens the flexion of hip and shoulder joints, while body revolution is more emphasized in particular, they release the bar as raising the centroid of their body sufficiently. During the flight, they try to narrow every joint in their body. As a result, the bar's elasticity becomes greatly increased, and since the backing rate of their body gets higher, the centripetal force of the swing is improved that they can release the bar in the higher position. In addition, because they can erect their body faster during the flight, they can perform comfortable twist and revolution in the air. They can also adjust the direction of the flight easily without too much concern for the proper timing of hand release as they rise. Thereby, they can not only maintain adequate distance from the bar for the bar hold but also ensure enough distance for body revolution and twist.

KEYWORDS : AIR FLIGHT TECHNIC, KOLMAN, TAP SWING

I. 서론

체조경기의 꽃이라고 불리는 철봉운동의 연기는 80% 이상이 원운동 기술로 구성된 경기로 정지함이 없는 앞·뒤 휘돌기를 중심으로 방향전환 또는 양손을 놓았다가 다시 봉을 잡는 등 변화가 크고 다이내믹한 움직임으로 구성된다(대한체조협회, 2001). 철봉운동의 기술요소는 크게 휘돌면서 비틀기, 비행 기술, 봉에 근접하여 휘돌기, 팔 비틀어 잡아 휘돌기, 그리고 내리기 등과 같이 5가지 요소로 구분된다(F.I.G, 2006).

특히 스윙동작을 이용한 공중 비행기술은 철봉에서 이탈하여 공중 회전운동을 한 후 철봉을 다시 잡는 기술로서 역동성이 가미되어 다양한 기술 형태로 표현된다. 최근의 철봉경기는 비행기술의 질적 수준과 웅대한 면을 강조하고 있으며, 비행기술의 성·패 여부가 선수 간 우열을 가리는데 결정적 영향을 미치고 있다. 비행기술의 난이도는 철봉 이탈 시의 회전방향과 공중 동작 시 회전과 비틀기의 양 그리고 신체의 형태(몸 굽힘, 몸 접힘, 몸 퍼짐)에 따라 결정된다.

철봉운동 중 콜만(kolman) 동작은 크게 뒤 휘돌기(giant swing) 도중 전방에서 오를 때 손을 놓고 수직 상승하여 등 뒤로 봉을 뛰어 넘으면서 몸 굽혀 뒤 공중 두 바퀴 돌며 1회전 비틀어 잡는 기술로 비행 중 철봉을 배면으로 뛰어 넘으면서 공중돌기와 비틀기 운동을 수행하기 때문에 매우 복잡하고 위험함과 동시에 역동적이고 웅대함이 표출되기 때문에 최고의 가치로 인정받고 있다. 또한 F난도의 기술로써 0.6점을 획득할 수 있을 뿐만 아니라 콜만 동작 전·후에 고난도의 기술이 연결될 경우 0.1~0.2점의 추가점수를 획득할 수 있기 때문에 A스코어 증가에 크게 기여하는 기술이다(백진호, 송주호, 박종훈, 2006).

선행연구를 살펴보면 김종수, 백진호 및 박종철(2007)은 철봉 Kovacs 동작에 대하여 각 단계별 신체중심의 위치, 속도, 각도 및 소요시간 등과 같은 운동학적 요인들을 비교 분석하였고, 이종훈과 백진호(2006)는 드가체프 동작에 대하여 각 단계별 관절의 각도와 각속도, 신체분절의 수평각과 수직각, 신체중심의 합성 속도 등을 산출하였으며, 백진호(2006)는 철봉 Deff 동작의 운동학

적 분석에서는 각 국면별 신체중심의 수평·수직 변위와 각 관절의 각도·각속도 등을 연구 보고하는 등 운동학적 연구는 지속되고 있다. 백진호, 박종철 및 윤창선(2008)은 평행봉 티펠트 기술훈련모형 개발 및 적용을 통해 감점요인을 제거하는 연구 결과를 보고하였으나, 철봉 공중 비행기술의 구체적이고 체계적인 훈련을 위한 기술훈련모형에 관한 연구는 미비한 실정이다. 국제 규모의 대회에서 평소 훈련을 통하여 연마한 기량을 충분히 발휘하고 좋은 성적을 거두기 위해서는 경기 현장에서 얻을 수 있는 스포츠과학의 종합적 지원이 이루어지는 것은 세계적인 추세이다. 따라서 기술적 이해를 정립하고, 현장에서 직접 활용할 수 있는 단계적 기술 훈련 모형을 체계화 시키고 기술의 향상도를 검증하는 것은 매우 중요하다.

이러한 측면에서 본 연구에서는 국가대표 선수 2명의 철봉 연기 중 고난도 기술인 콜만 동작을 대상으로 1차 기술분석을 실시하여 장단점을 파악하고 감점요인을 줄일 수 있는 정확한 동작을 연출할 수 있도록 기술훈련프로그램 적용 및 개인 특성에 따른 기술처치를 실시한 후 2차 기술분석을 통해 향상도를 평가함으로써 안정적인 동작을 수행할 수 있도록 유도하는 자료, 즉 교정과 보완 그리고 개선점을 제공하고 확인하는데 목적을 두었다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 국가대표 선수 중 콜만 기술이 가능한 선수 2명을 대상으로 하였으며, 대상자들의 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 특성

대상자	신장(cm)	체중(kg)	경력(yr)
S1	171	66	15
S2	172	68	14
M ± SD	171.5 ± .7	67.0 ± 1.4	14.5 ± .7

표 2. 훈련 프로그램

프로그램 내용	적용기간	빈도	적용시간
• 기본 스윙(휘둘기)	8주	주5회	훈련시간 (7시간 중) 20분씩
• 손놓기			
• twist			
• 봉 잡기			

2. 기술훈련 프로그램

본 연구에서의 기술훈련 프로그램의 체계화를 위해 선행연구, 지도자의 경험과 전문가 회의 등을 통하여 콜만 기술 포인트 및 훈련형태, 방법에 대한 협의를 도출하였고, 이를 바탕으로 본 프로그램을 구성하였다. 훈련 프로그램은 8주간 적용하였으며, 세부 내용은 <표 2>와 같다.

1) 콜만 동작을 위한 휘둘기

콜만 동작은 휘둘기 시 추기기 타이밍을 맞추는 것이 성공의 열쇠가 된다. 따라서 <그림 1>과 같은 콜만 동작의 휘둘기를 반드시 익혀야만 한다.

콜만 동작의 휘둘기는 휘둘리기의 물구나머서기 경과 시 가슴을 펴면서 손이 놓쳐지지 않을 정도로 상방향으로 신체를 조금 치켜세운 후 상하운동중심으로 다운스윙을 해야 한다. 견관절과 고관절의 각운동에 의한 추기기 동작보다는 어깨관절에 힘을 빼고 신체를 수직하방으로 늘어뜨려서 추기기(tap swing) 타이밍을

늦춰야 하며, 상승스윙 시 견관절을 빠르게 신전시키면서 가슴을 봉 위로 치켜 올려야 한다.

특히 휘둘기 시 신체를 수직하방으로 늘어뜨리면서 신체중심이 철봉과 수직을 이루는 철봉 지지대(수직하방)를 지난 직후에 고관절과 견관절의 굴곡운동을 통한 추기기 운동을 실시하는 것이 매우 중요하다. 이는 적절한 추기기 타이밍을 몸에 배이게 하는데 이로울 뿐만 아니라 봉을 뒤로 뛰어 넘을 수 있도록 적절한 봉 이탈 방향을 결정하는데 도움을 줄 것이다. 특히 너무 늦춰진 추기기 타이밍은 봉 이탈 후 뒤 방향으로 너무 멀어지게 되어 봉 잡기 어렵게 되며 너무 빠른 추기기 타이밍은 신체가 수직으로 상승되어 철봉을 넘기가 어렵게 되어 철봉에 부딪칠 위험이 높게 될 것이다.

2) 콜만 동작의 손 놓기

<그림 2>와 같은 콜만 동작의 손 놓기 동작은 휘둘기 과정에서 가슴을 봉 위로 치켜 올릴 때 봉을 이탈시키는 연습이다. 이때의 손 놓는 타이밍은 뒤 공중회전운동 시 신체의 이동방향을 결정하기 때문에 손을 놓은 후 봉을 겨우 잡을 수 있을 정도로 익히는 것이 바람직하다. 특히 손 놓는 타이밍이 늦게 되면 수직 상승력을 제어하는 역할을 할 뿐만 아니라 신체를 철봉의 뒤 방향으로 크게 이동시키게 되며, 조금 이른 시기에 봉을 이탈하게 되면 수직 상승력을 최대로 발휘할 수 있으나 뒤 방향으로의 이동이 어려워져서 봉 잡기 시 철봉에 부딪힐 위험이 있게 된다.



그림 1. 콜만 동작의 휘둘기



그림 2. 콜만 동작의 손 놓기



그림 3. 콜만 동작의 twist

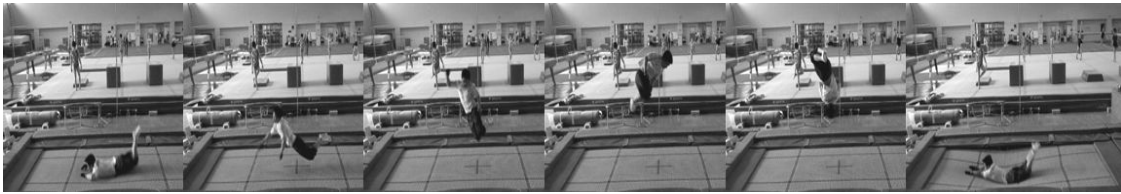


그림 4. 콜만 동작의 봉 잡기

3) 콜만 동작의 twist

<그림 3>과 같은 콜만 동작의 twist는 추기기(tap swing)운동을 통한 휘돌기를 수행하는 도중 상승스윙 국면에서 봉을 이탈한 후 봉 뒤로 뛰어 넘으면서 뒤 공중 두 비퀴를 돌아 1회전 비틀어 내리는 동작이다. twist를 처음 시도하는 선수일지라도 콜만 동작을 위한 휘돌기와 콜만 동작의 손 놓는 타이밍을 맞추는 동작을 충분히 익혔다면 심적 부담을 가지지 않고 대범하게 동작에 임하는 것이 중요하다. 특히 추기기 이후 상승국면과 손을 놓는 시점에서는 고관절과 슬관절을 빠르게 굽혀주는 연습이 필요하다. 콜만 동작을 위한 휘돌기의 연습일 때나 콜만 동작의 손 놓기의 연습일 때처럼 손 놓기 직전에 가슴이 지면과 수직이 되지 않도록 주의해야 한다. 이는 수직상승력을 높일 수는 있으나 자칫 후방 진행을 어렵게 하여 철봉에 부딪칠 위험을 초래할 뿐만 아니라 뒤 공중 회전력을 떨어뜨릴 수 있기 때문이다.

또한 처음으로 시도할 때는 추기기 타이밍을 조금 더 늦추고 손을 조금 더 늦게 놓아서 뒤 방향 진행을 도와야 안전하게 봉을 뛰어 넘어 떨어질 수 있을 것이다. 그 후 점차 봉 가까이에 다가올 수 있도록 추기기 타이밍을 조절하여야 한다.

4) 콜만 동작의 봉 잡기

안전한 콜만 동작의 봉 잡기가 이루어지려면 <그림

4>와 같이 트램폴린에서 뒤 공중 회전하여 가상으로 봉을 잡는 특별한 예비 연습이 필요하다. 봉 잡기 연습은 트램폴린에서 점프 후 바로 떨어뜨려 탄성을 일으키고 신체를 상승시키고 뒤 공중 돌아 팔을 뻗으면서 다시 옆드리게 한다. 이때 몸을 완전히 굽혀서 회전하는 연습과 고관절, 슬관절, 견관절을 신전시키고 가슴과 목을 뒤로 젖히는 타이밍을 맞추는 연습이 중요하다. 특히 신체의 주요관절을 신전시키는 시점은 뒤 공중회전 중 동체가 직립 위치를 경과할 때이며 이때부터는 몸을 피면서 상체의 뒤 회전만으로 뒤 공중 돌기를 실시하고 팔을 빨리 돌려서 양 팔과 가슴이 먼저 트램폴린 바닥에 접촉되도록 하여야 한다.

3. 실험 절차

본 연구에서는 철봉 아파와기 동작을 촬영하기 위한 영상장비를 <그림 5>와 같이 태릉선수촌 체조경기장에 설치하여 다음과 같은 순서로 실험을 실시하였다. 3대의 캠코더(sony DSR PD-170)는 철봉 후면으로부터 좌우측으로 대략 10m 떨어진 곳과 정측면에 고정시켜 설치하였으며, 캠코더의 필드 안에 전체동작과 통제점 틀이 들어올 수 있도록 캠코더의 렌즈를 조절하여 촬영하였다. 이때 촬영 속도는 30frame/sec이고 셔터스피드는 1/350초로 하였다. 실험 전후 공간좌표 산출을 위한 통제점틀을 1m×1m×5m로 2set를 조립하

여 2m 간격을 두고 설치한 다음 약 1분간 촬영하였다. 실험은 1차 국가대표 자체 평가전(이하; 1차)과 2개월 후에 실시한 국가대표 자체 평가전(이하; 2차)에서 연기한 총 2회의 콜만 동작을 대상으로 분석하였다. 경기에서 수행된 전체연기 중 콜만 동작은 4명의 국제심판에 의해 별도로 평가하였다.

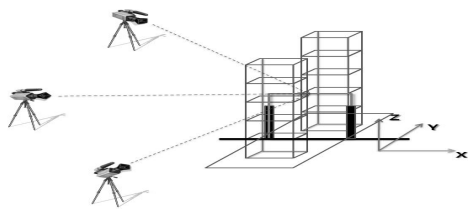


그림 5. 실험장비 배치도

4. 이벤트와 국면, 각도 정의

콜만 동작의 이벤트와 국면은 <그림 6>과 같이 5개의 이벤트(4개의 국면)로 나누어 분석하였고, 각도의 정의는 아래와 같다.

1) 이벤트(Event)

- E1 다운스윙 전 팔분절이 지면과 수직을 이루는 시점
- E2 상승스윙 중 고관절이 최대 신전을 이루는 시점
- E3 상승스윙 이후 철봉에서 손이 이탈되는 순간
- E4 공중비행 시 신체중심이 최고 높이가 되는 시점
- E5 공중 비행 후 철봉을 다시 잡는 시점

2) 국면(Phase)

- P1 추기기 국면(E1 시점에서 E2 시점까지)
- P2 상승스윙 국면(E2 시점에서 E3 시점까지)
- P3 비행의 상승국면(E3 시점에서 E4 시점까지)
- P4 비행의 하강국면(E4 시점에서 E5 시점까지)



그림 6. 콜만 동작의 이벤트와 국면

3) 각도 정의

- 견관절각 동체와 상완이 이루는 상대각도
- 고관절각 양쪽 대퇴와 동체가 이루는 상대각도
- 동체전경각 동체가 Y축과 이루는 절대각도

5. 자료 처리

본 연구의 자료처리는 Kwon3D Motion Analysis Package Version 3.1 Program(Kwon, 1994)을 사용하였다. 자료처리 과정은 통제점 틀에 의한 96개의 통제점을 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, Conville, Reynolds와 Young (1975)의 자료를 이용하였다. 각각의 캠코더로부터 얻은 2차원 좌표는 3차 스피러스인 함수에 의한 보간법을 이용하여 동조하였으며, 각 프레임간 동조시간 간격은 .0167 초로하여 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 6 Hz로 설정하였다. 본 연구에서의 위치좌표계 기준점은 철봉의 원점으로써 콜만 동작을 위한 스윙 시 철봉을 잡고 있는 왼손과 오른손의 중앙에 두었다.

III. 결과 및 논의

1. 신체중심의 소요시간

쿨만 동작을 수행하는 동안 국면별 소요시간의 결과를 나타낸 것은 <표 3>과 <그림 7>과 같다.

표 3. 국면별 소요시간 (단위 : sec)

		P1	P2	P3	P4	Total
S1	1차	.75	.40	.45	.42	2.02
	2차	.75	.43	.42	.45	2.05
S2	1차	.77	.40	.47	.50	2.13
	2차	.72	.45	.45	.50	2.12

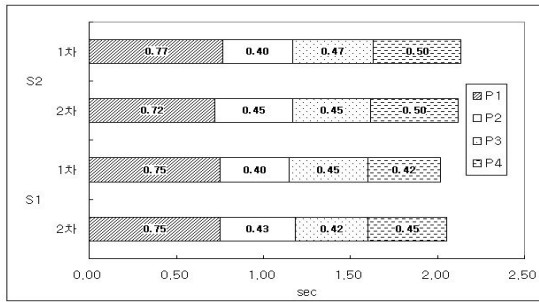


그림 7. 국면별 소요시간

이상의 결과에 의하면, 추기기 타이밍을 맞추기 위한 휘돌기와 손 놓기의 훈련 결과 2차시기는 상승스윙국면에서 신체를 충분히 끌어올린 후 붐을 이탈하기 때문에 많은 시간이 소모되었다. 김종수 등(2007)의 연구에서 공중동작에서 안정된 연기를 위한 긴 소요시간을 확보한 결과와 일치하는 것으로 나타났다. 또한 이미 높이진 이탈 위치로 인하여 최고점까지의 상승시간은 그만큼 짧아지게 되었으며, 동체의 충분한 회전을 통한 붐 잡기로 말미암아 하강시간이 상대적으로 길게 나타난 것으로 생각된다.

2. 신체중심의 위치변화

쿨만 동작을 수행하는 동안 신체중심의 위치변화를 나타낸 것은 <표 4>와 같고 변화패턴을 나타낸 것은 <그림 8 - 11>에 나타내었다.

표 4. 신체중심의 위치 변화 (단위 : cm)

		E1	E2	E3	E4	E5	
S1	1차	Y	0	11	67	-4	-76
		Z	99	-104	46	137	46
	2차	Y	2	0	65	-2	-83
		Z	100	-107	54	138	42
S2	1차	Y	-2	13	71	-4	-90
		Z	100	-113	45	145	15
	2차	Y	-8	-12	70	-5	-96
		Z	103	-112	49	146	22

그림에 나타난 신체중심의 위치변화 패턴을 살펴보면, 전후위치는 1차시기와 2차시기가 서로 유사하게 철봉으로부터 후방으로 진행하다 전방으로 다시 진행하면서 휘돌기가 이루어지고 붐 이탈 이후 후방으로 계속 진행되는 패턴을 보였다. 상하위치 또한 1차시기와 2차시기가 거의 유사한 패턴으로 상하운동의 휘돌기와 상하운동의 공중회전운동을 이루는 패턴을 보였다. 이상에서 살펴본 바에 의하면, 2차시기는 1차시기보다 동작이 처음 시작되는 크게 휘돌기의 물구나무 경과 시 신체를 상 방향으로 조금 더 치켜세우고, 빠르고 깊은 추기기 운동을 수행하는 것으로 나타났다. 김충태 등(1999)과 백진호 등(2006)은 신체 중심의 높이가 바에서부터 최소 150cm는 되어야 한다고 주장하고 있으며, 충분한 거리를 유지하여야 안전하게 공중 동작을 수행할 수 있다고 보고하고 있다. 본 연구의 결과에서도 큰 원운동의 휘돌기를 이용한 보다 강한 추기기 운동을 통해 철봉의 탄성을 크게 유발시킴으로써 체공높이 상승에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다. 또한 2차시기는 1차시기보다 손놓기 훈련을 통해 붐에서부터 멀리 달아나지 않으면서 높은 위치에서 붐을 이탈하였고, 최고점 시 신체중심이 철봉과의 수직선상에서 높은 위치를 유지하였으며, 공중회전운동 후 붐에서부터 멀리 떨어진 상태로 다시 붐을 잡는 것으로 나타났다. 이와 같은 형태의 동작은 신체가 뒤로 회전하면서 상승할 때 손 놓는 타이밍을 맞추는데 신경 쓰지 않더라도 비행방향의 조절을 용이하게 할 수 있어서 안정적인고 여유로운 공중회전운동과 붐 잡기 동작

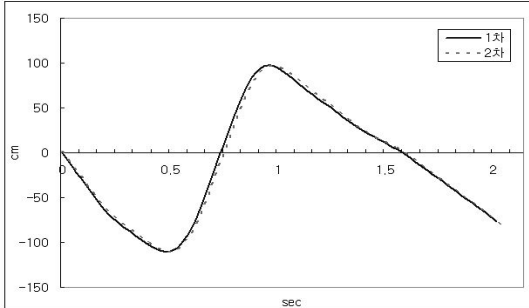


그림 8. S1 신체중심 전후위치 변화

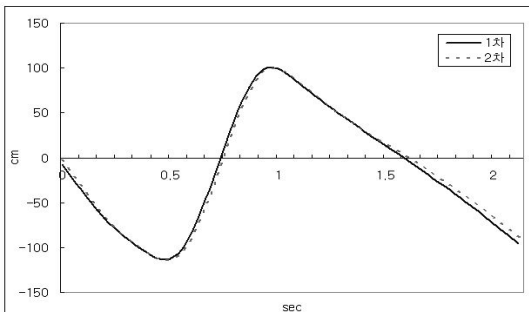


그림 9. S2 신체중심 전후위치 변화

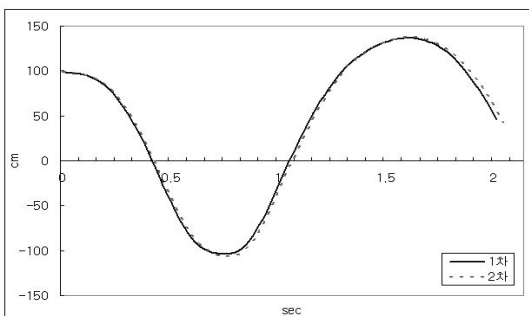


그림 10. S1 신체중심 상하위치 변화

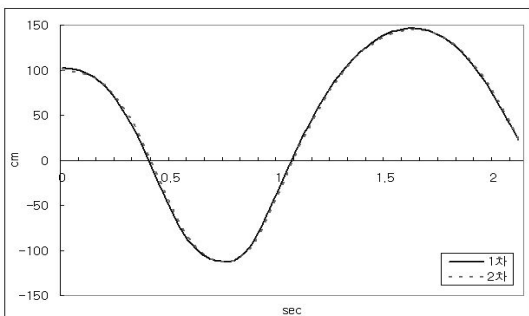


그림 11. S2 신체중심 상하위치 변화

을 이룰 수 있고 이에 따른 동작의 응대함이 표현되어 체점에 좋은 결과를 제공한 것으로 생각된다.

3. 신체중심의 속도변화

철봉 콜만 동작을 수행하는 동안 신체중심의 속도 변화를 나타낸 것은 <표 4>와 같고 변화패턴은 <그림 12 - 15>에 나타내었다.

표 5. 신체중심의 속도 변화 (단위 : cm/s)

		E1	E2	E3	E4	E5	
S1	1차	Y	-322	660	-177	-167	-175
		Z	-32	4	437	2	-428
	2차	Y	-322	655	-181	-165	-198
		Z	-39	-29	428	14	-442
S2	1차	Y	-313	668	-185	-167	-201
		Z	-25	-57	440	2	-485
	2차	Y	-325	667	-192	-160	-151
		Z	-36	11	438	4	-508

그림에 나타난 신체중심의 속도변화 패턴을 살펴보면, 전후속도는 1차시기와 2차시기가 서로 매우 유사하게 추기기 과정에서 전방으로 빠르게 진행하다가 상승스윙 동안 후방으로 빠르게 되돌아오는 특징을 보였으며, 봉 이탈 순간부터는 완급의 변화가 없이 후방으로 이동하는 것으로 나타났다. 상하속도 또한 서로 큰 차이가 없이 휘돌기의 수직하방에 이를 때까지 빠르게 하강하다가 추기기 이후 비행의 정점에 이를 때까지 매우 빠르게 상승한 후 다시 빠르게 하강하면서 봉 잡기가 이루어지는 것으로 나타났다. 이상에서 살펴본 바에 의하면, 2차시기는 1차시기보다 동작이 처음 시작되는 크게 휘돌기의 물구나무 경과 시부터 빠르게 하강시키고 수직하방 이후까지 다운스윙하여 깊게 추기는 것으로 나타났다. 또한 수직속도보다는 후방 진행속도를 증가시키는데 치중하면서 봉을 이탈하였고, 신체가 최고점에 이르는 시점부터 점차 빠르게 후방으로 진행하는 것으로 나타났다.

2차시기의 이와 같은 결과는 다운스윙 시 빠른 하강속도와 깊은 추기기 타이밍으로 인해 봉 이탈 시 신

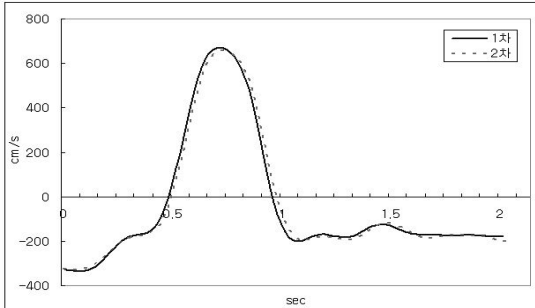


그림 12. S1 신체중심 전후속도 변화

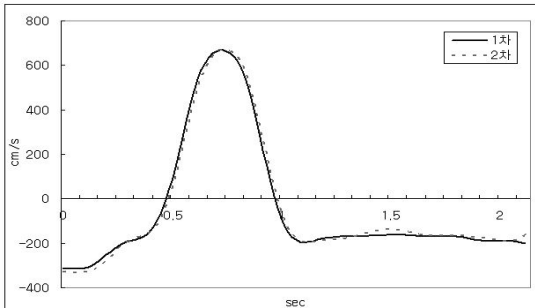


그림 13. S2 신체중심 전후속도 변화

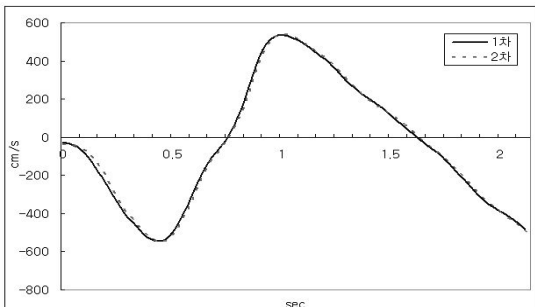


그림 14. S2 신체중심 상하속도 변화

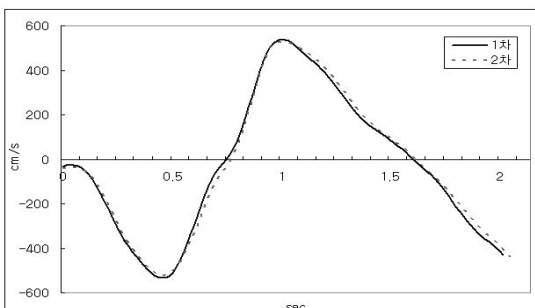


그림 15. S1 신체중심 상하속도 변화

체중심을 쉽게 상당히 높은 위치까지 올려놓게 되기 때문에 그다지 빠른 수직 이탈속도를 필요로 하지 않았던 것으로 판단된다. 즉, 신체중심을 높이고 동체의 회전을 크게 하면서 붐을 이탈하고 최고점 부근에서 끈게 세워진 상체를 앞으로 숙이면서 신체를 빠르게 뒤집는 동작으로 인하여 최고점 이후부터 빠르게 후방으로 이동한 것으로 생각된다. 이종훈 등(2006)은 원활한 공중동작을 위하여 견관절과 고관절의 신전운동을 통해 하강 속도를 빠르게 하여 탄성을 이용하여야 한다고 보고하고 있어 본 연구의 추기기 동작을 통한 결과와 유사하게 나타났다.

4. 각도 변화

철봉 콜만 동작을 수행하는 동안 견관절(SA), 고관절(HA) 및 동체 전경각(TSA)의 각도변화를 나타낸 것은 <표 6>과 같고 변화패턴은 <그림 16 - 21>와 같다.

표 6. 주요관절 및 분절의 각도 변화 (단위: degree)

		E1	E2	E3	E4	E5	
S1	1차	SA	168	188	119	-8	-208
		HA	165	225	120	189	186
		TSA	93	271	426	684	884
	2차	SA	161	193	122	-13	-218
		HA	188	220	123	216	187
		TSA	90	268	428	676	888
S2	1차	SA	162	179	136	41	-185
		HA	187	218	105	159	219
		TSA	97	281	426	696	895
	2차	SA	161	184	113	28	-189
		HA	191	217	135	173	196
		TSA	95	263	430	693	895

그림에 나타난 견관절, 고관절 및 동체 전경각의 각도변화 패턴을 살펴보면, 견관절각은 하강스윙 동안 미세한 굴신운동을 보이다 추기기를 위해 고관절을 최대 신전시키는 시점에서 최대 신전을 이루고 있다. 또한 상승스윙 동안 빠르게 굴곡시켜서 붐을 이탈하고 공중 비행동안 팔을 몸통에 붙이면서 최대 굴곡을 유지한 후 하강비행 시 붐을 잡기 위해 팔을 뻗으면서 신전시키는 경향을 보였다. 고관절각은 하강스윙동안 미세하게 굴신운동을 수행하고, 수직하방을 지난 직후에 최대 과신전을 이루다 상승스윙동안 빠르게

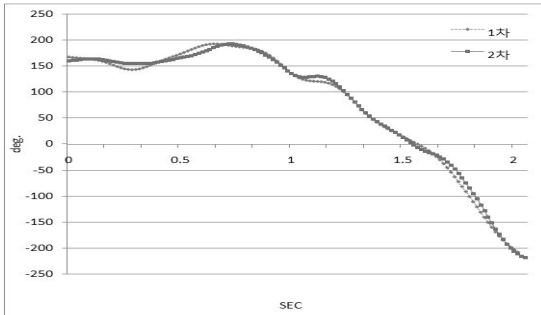


그림 16. S1 견관절각도 변화

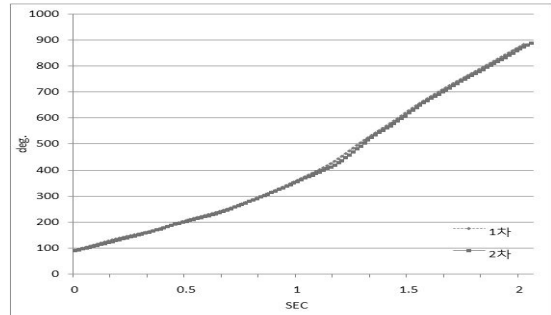


그림 20. S1 전경각도 변화

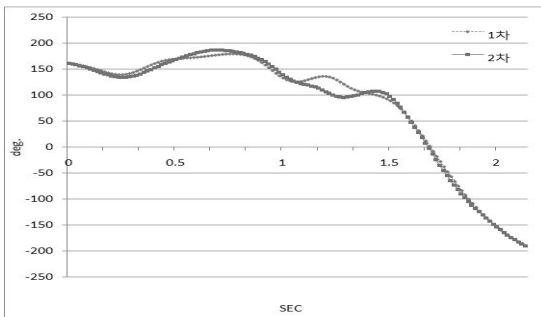


그림 17. S2 견관절각도 변화

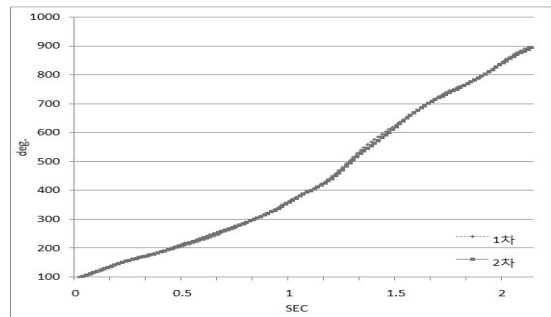


그림 21. S2 전경각도 변화

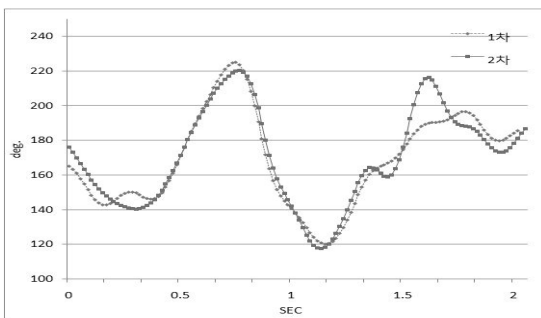


그림 18. S1 고관절각도 변화

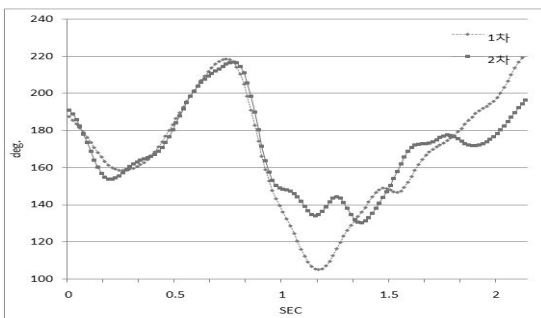


그림 19. S2 고관절각도 변화

굴곡시키며, 봉을 이탈하면서부터 다시 빠르게 신전시키다가 하강비행동안 큰 변화를 보이지 않는 경향을 나타냈다. 비행에 유리한 높이와 속도를 확보하기 위해서는 추기기 동작에서 고관절의 각운동이 중요한 요인으로 작용하는 것으로 나타났다. 동체 전경각은 휘둘기와 공중회전운동의 전체 국면에서 일정한 방향으로 증가하는 패턴을 보였으며, 봉 이탈 후 비행국면동안 그 증가 폭이 미세하게 크게 나타난 특징을 보였다. 이 상에서 살펴본 바에 의하면, 2차시기는 봉 잡기 시 동체의 전경각을 크게 유지하면서 크고 웅장한 동작으로 완성도를 높이는 것으로 나타났다. 이는 큰 원운동의 휘둘기를 이용하여 낮고 깊은 추기기 운동을 통해 동체의 회전을 빠르고 크게 유도하면서 봉을 이탈함으로써 공중회전운동 시 신체를 빠르게 지면과 수직이 되도록 세위 전운동의 효율을 높여 주어 이후의 동작을 여유롭게 수행한 결과라고 생각된다. 반면 1차시기는 동체의 회전의 각변위가 작은 것으로 나타났는데, 이는 휘둘기의 추기기 운동 시 고관절과 견관절의 굴신 폭을 크게 하여 강력한 추기기 반동을 일으키려고 피

하였으나 신체가 수평으로 달아나게 되는 바람에 상승 스윙 시 동체의 회전운동이 어렵게 된 결과로 해석된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 세계적인 기술을 보유하고 있는 철봉종목의 국가대표선수 2명을 대상으로 고난도 공중 비행 기술인 콜만 동작의 완성도를 높이기 위한 기술훈련 프로그램을 적용하여 8주간 적용하고 향상도를 3차원 영상분석을 통해 제시함으로써 경기력 향상에 도움을 주고자 하였다. 훈련 프로그램은 휘돌기, 손놓기, twist, 봉잡기로 구성되어 실시하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

동작이 처음 시작되는 크게 휘돌기의 물구나무 경과 시 신체를 상 방향으로 조금 더 치켜세운 다음 수직하강에 가깝게 신체를 다운시켜서 깊은 추기기 운동을 수행케 하고, 고관절과 건관절의 굴신 폭을 크게 하는 추기기보다는 우선적으로 동체 전경 각도를 크게 유지하면서 신체중심을 충분히 끌어 올리는 봉 이탈, 그리고 비행 시 신체 각 관절의 상대각을 작게 하도록 주문하여 연습케 하였다. 그 결과 철봉의 탄성을 크게 유발하고, 신체의 후방 진행속도를 증가시켜서 휘돌기의 구심력을 증가시키면서 높은 위치에서 봉을 이탈하였으며, 비행 시 신체를 빠르게 지면과 수직이 되도록 세울 수 있게 되어 여유로운 공중회전과 비틀기 운동을 수행할 수 있었다. 또한 상승할 때 손 놓는 타이밍을 맞추는데 특별히 신경 쓰지 않더라도 비행방향의 조절을 용이하게 할 수 있어서 봉 잡기 시 철봉과 적정한 거리를 유지함과 동시에 충분한 동체의 회전과 비틀기 거리를 확보할 수 있었다. 그 결과 2차시기의 향상된 기술은 약 0.2점의 감점요소를 제거한 것으로 판단된다. 이상에서와 같이 체계적인 훈련프로그램은 적용 전과 후의 차이가 발생하는 것으로 나타났지만, 개인별로 차이가 발생하는 것을 알 수 있었다. 따라서 향후 이를 보완할 수 있는 개인별 처치 프로그램 개발과 보조 훈련 프로그램 개발이 중요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 김종수, 백진호, 박종철(2007). 체조 철봉 Kovacs 기술 동작의 운동학적 분석. *체육과학연구*, 18(2), 117-127.
- 김충태, 김동민, 한윤수(1999). 철봉 Kovacs동작의 tucked, piked, stretched의 운동학적 비교. *한국체육대학교 논문집*, 22, 94-102.
- 대한체조협회(2001). 체점규칙. 대한체조협회.
- 백진호(2006). 철봉운동 Deff 동작의 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 16(1), 55-63.
- 백진호, 박종철, 윤창선(2008). 평행봉 Tippelt 기술 훈련 프로그램 개발 및 향상도 평가 분석. *한국운동역학회지*, 18(2), 29-39.
- 백진호, 송주호, 박종훈(2006). 2006 도하 아시아경기 대회 대비 체조경기 고난도 향상방안. 국민체육진흥공단 체육과학연구원 연구보고서.
- 윤창선(1994). 철봉 Jaeger동작의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문. 한국체육대학교 대학원.
- 이종훈, 백진호(2006). 철봉 드가체프 동작의 운동학적 분석. *한국체육학회지*, 45(2), 569-578.
- 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.
- Bruggemann Cert-Peter., Cheetham, Phillip J., Alp, Yilmaz., & Arampatzis, Diamantis.(1994). Approach to a biomechanical profile of dismounts and release-regrasp skills of the high bar. *Journal of Applied Biomechanics*, 291-312.
- 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 3.1 User's Reference Manual. Anyang, Korea: V.TEK corporation.
- Pierre Gervais and Francis Tally.(1993). The beat swing and mechanical descriptors of three horizontal bar release-regrasp skills. *Journal of Applied Biomechanics*, 6-83.
- Takei, y., Nohara, H., Kamimura, M.(1992). Techniques used by elite gymnasts in the 1992 olympic compulsory dismount from the horizontal bar. *International Journal of Sport Biomechanics*, 8.
- Yeadon, MR, Lee, S., & Kerwin, D. G.(1990). Twisting techniques used in high bar dismount. *International Journal of Sport Biomechanics*. 6, 139-146.

투 고 일 : 01월 31일

심 사 일 : 02월 16일

심사완료일 : 03월 24일