



기술처치에 의한 철봉 Tkatchev stretched 동작의 사례연구

A Case Study of Tkatchev stretched Motion by Technical Feedback in Horizontal Bars

백진호* · 손원일(강원대학교)
Back, Jin-Ho* · Son, Won-Il(Kangwon University)

국문요약

본 연구는 세계적인 경쟁력을 보유하고 있는 철봉종목의 국가대표 K선수를 대상으로 기술분석을 통해 고난도 기술인 Tkatchev stretched 동작의 완성도를 높임으로서 경기력 향상에 도움을 주고자 수행하였다. 이를 위하여 Tkatchev stretched 동작의 1차 분석을 통해 기술훈련방법의 피드백을 8주간 제공 한 후 반복적인 분석을 통해 기술의 완성도를 평가하였다. K선수의 1차 Tkatchev stretched 동작은 비행높이가 낮고, 비행 중 신체가 굴곡되어 있으며, 봉집기 시 신체중심의 위치가 바로 부터 너무 멀고 낮아 낙하의 염려가 있을 뿐만 아니라 후속기술을 위한 역동성을 기대하기가 어려운 단점이 노출되었다. 이 같은 단점을 극복하기 위하여 준비국면인 크게 휘돌기의 하강 시 견관절 각을 빠르게 신전시키고, 고관절의 각운동을 이용한 Tap 동작을 짧고 간결하게 하게 하였다. 또한 몸을 접어주는 Tap 타이밍을 조금 늦추며 다리를 차내며 신체를 역회전시킬 때 견관절의 각운동을 크게 사용하면서 신체를 충분히 끌어 올리는 연습을 주 5회(오전/오후) 총 7시간의 연습 시간 중 20분씩 8주간(총 800분)을 반복적으로 실시하였다. 그 결과 비록 봉 이탈 순간 수직상승속도의 증가를 이루지는 못하였지만 비행높이가 증가되어 고관절을 신전시키고도 철봉에 다리가 걸리지 않으며 뛰어넘을 수 있게 되어 동작의 응대함을 제공함으로서 감점요소를 0.2점 제거할 수 있었다.

ABSTRACT

J. H. BACK, and W. I. SON, A Case Study of Tkatchev stretched Motion by Technical Feedback in Horizontal Bars, Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 4, pp. 77-87, 2008. This study is to formulate strategy for subject who are selected as national team in horizontal bars event in apparatus gymnastics. For this, skill training program was applied to players for 8 weeks. Then it was analyzed by using 3D motion Analysis system to seek the difference between before and after using the program.

There were decisive demerit element K's first try for Tkatchev stretched movement from low elevation and crooked body while elevating. Not only, the location of his center of mass is far and low and there was some concern in his landing due to bended his hip-joint, but also, it exposed weak point in retro-action followed technique. Thus, to overcome that weak point, the subject repeated practices on following; when preparing for Tkatchev stretched movement at downward for big spin, make sure extend shoulder angle faster, make sure Tap movement is short and concise using hip-joint angular while delaying Tap timing for folding the body, and moreover, while backslashing the body, used shoulder joint angle wide to pull up the body. As a result, the speed of vertical upward did not increase when separation from the bar. However, height of elevation increased that the leg would not hit the horizontal bar even straight up the hip-joint. Therefore, the movement itself provided magnificent motion and even helped decrease the demerits.

KEYWORDS : HORIZONTAL BAR, LONGITUDINAL, TKATCHEV STRETCHED, CENTER OF MASS

* jhback@kangwon.ac.kr

I. 서 론

국제체조연맹(F.I.G.)에서 2006년부터 적용하는 채점 규칙에서는 기술 요소 그룹을 각 종목 당 다섯 가지로 분류하고 기술의 어려운 정도에 따라 난이도를 A~F 까지로 세분화 하여 그 가치점을 0.1~0.6점까지로 책정하여 놓고, 연기된 기술 중에서 내리기 기술을 포함한 가장 높은 10개 기술(1개의 기술 요소 그룹 당 4개의 기술만 인정되고, 동일 기술의 반복은 불인정 함)의 가치점과 기술과 기술의 연결 정도에 따른 가산점(마루운동, 링, 철봉종목에 한함), 그리고 기술 요소 그룹 점수(1개의 기술요소 당 0.5점) 등을 합산한 A심판 영역의 연기 구성 점수(A 스코어)와 연기실시에 대하여 10점에서부터 감점하는 B심판 영역의 점수(B 스코어)를 모두 합산하여 최종점수로 채점하도록 개정하였다. 이와 같은 규칙의 변화는 다양한 기술요소에서 고난도의 기술을 감점이 없이 다양하게 수행할 경우 제한 없이 고득점을 획득할 수 있다는 것이다.

이는 체조선진국들, 특히 안정적인 기술을 구사하는 일본이나 선수층이 두껍고 체력이 매우 강한 중국 유리할 것으로 예상된다. 반면 다양한 기술을 소화해야 하고 연기실시에 대한 감점 폭이 종전보다 크게 증가(소결점 0.1점, 중결점 0.3점, 대결점 0.5점, 넘어지거나 낙하 0.8점)하였다는 점은 우리나라로서는 큰 부담이 아닐 수 없다. 실제로 2007 세계선수권 대회 철봉종목 입상선수와 우리나라 선수들의 연기내용을 분석해 보면 A 스코어에서 0.4점 내의 차이를 보이지만 B 스코어에서는 0.6점 이상의 차이를 보여 기술의 정확성에 대한 개선이 요구된다(백진호, 송주호, 박종훈, 2006).

철봉경기에서의 기술은 틀기와 함께(또는 틀기 없이) 길게 매달려 휘돌기, 비행 기술, 봉에 균접하여 작게 휘돌기(In-bar동작), 틀어잡기 및 배면 잡기 동작 또는 봉 뒷면으로 이뤄지는 기술, 그리고 내리기와 같이 5가지의 기술요소그룹으로 나뉘어져 있다. 연기구성을 위해서는 5가지의 요소그룹 기술을 각 요소그룹 당 한 가지 이상의 기술을 수행하여야만 한다. 그 중 비행요소그룹의 기술은 웅대함이 요구되며 그만큼 실패(낙하)율이 높기 때문에 훈련에 많은 비중을 차지하고 있다.

이러한 철봉운동의 비행기술 중에서 Tkatchev stretched동작은 크게 휘돌기(giant swing) 도중 전방에서 손을 놓으면서 몸을 평고 역회전하면서 등 뒤로 뛰어넘어 잡는 기술이다. Tkatchev stretched 동작은 비행기술 요소그룹이고, 현행 채점규칙 상 D난도의 기술로써 연기구성점수 영역에서 0.4점을 획득할 수 있다. 또한 Tkatchev stretched 동작 이전에 D난도 이상의 비행기술 또는 on bar에서의 D난도 이상의 기술, 그리고 Tkatchev stretched 동작 이후에 C난도 이상의 비행기술과 연속적으로 연결되어질 경우 추가로 0.1에서 0.2점의 가산점을 획득할 수 있는 특징을 지니고 있다.

철봉운동의 비행기술에 관련된 선행연구를 살펴보면 Yeadon & Kerwin(1990)은 88 서울올림픽대회 철봉내리기 동작에서 사용된 비틀어 내리기 기술을 분석한 자료를 제공 하였으며, Pierre & Francis(1993)는 무게중심의 변위에 대하여 보고 하였다. 또한 강순용, 박종진, 김창욱, 최성진(2001)은 철봉 Tkatchev 동작에서 각 국면에 따른 관절의 각도와 각속도, 신체분절의 수평각과 수직각, 신체중심의 속도와 시간 등을 연구하여 보고 하였다.

위와 같은 Tkatchev 동작을 비롯한 비행동작에 대한 연구들이 현재까지 진행되어 왔으나, 난이도 가치가 높으며 역동적이고 다음동작의 응용기술이 가능한 Tkatchev stretched동작에 대한 국내외의 연구는 미약한 실정이다. 또한 기술훈련 프로그램을 적용하여 반복적인 분석을 통한 기술의 완성도에 대한 검증연구는 거의 없는 실정이다.

이러한 측면에서 본 연구에서는 우리나라 K 선수의 철봉 연기 중 고난도 기술인 Tkatchev stretched 동작을 대상으로 1차 기술분석을 실시하여 장단점을 파악하고 감점요인을 줄일 수 있는 정확한 동작을 연출할 수 있도록 기술처치를 실시한 후 2차 기술분석을 통해 향상도를 평가함으로서 경기력 향상에 기여할 수 있게 하는데 목적을 두었다. 현 국가대표 선수 중 Tkatchev stretched 동작을 완벽하게 수행할 수 있는 선수가 K선수 한 명 뿐인 관계로 본 연구의 결과를 일반화하기에는 어려움이 많지만 종적인 사례연구로서의 그 가치가 있을 것으로 기대된다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에 선정된 대상자는 철봉종목에서 세계적 경쟁력을 갖추고 있는 K 선수이며, 이 선수가 4월에 실시한 국가대표 자체 평가전(이하; 1차)과 7월에 실시한 국가대표 자체 평가전(이하; 2차)에서 연기한 총 2회의 Tkatchev stretched 동작을 대상으로 분석하였다. 경기에서 수행된 전체연기 중 Tkatchev stretched 동작은 4명의 국제심판에 의해 별도로 평가하였고, 2차 기술분석에서 0.2점의 감점요인을 제거하는 효과를 가져왔다. K 선수의 신체적 특성은 신장이 169cm, 체중이 63kg이다.

2. 기술훈련 프로그램

본 연구에서의 기술훈련 프로그램 개발을 위해 선행연구, 지도자의 경험과 전문가 회의 등을 통하여 Tkatchev stretched의 기술 포인트 및 훈련형태, 방법에 대한 협의를 도출하였고, 이를 바탕으로 본 프로그램을 구성하였다. 훈련 프로그램은 8주간 적용하였으며, 세부 내용은 <표 1>과 같다.

1) 기본 스윙

이 동작을 실시할 때는 봉을 꽉 쥐고 잡되 팔을 곧게 펴고 몸 전체의 힘을 빼 주면서 신체를 밑으로 들어뜨려야 한다. 또한 하강 시 고관절과 견관절을 조금 굽곡시키고, 신체가 철봉과 수직을 이루는 철봉 지지대(수직하방)를 지나기 이전에 신체를 뒤로 밀어주듯이 하여 견관절과 고관절을 최대한 과신전 시킨다. 철봉 지지대를 통과하는 시점에서는 다시 가슴을 오므리면서 견관절과 고관절을 빠르게 굽곡시키는 추기기(tap swing) 연습을 한다.

표 1. 훈련 프로그램

| 프로그램 내용 | 적용기간 | 빈도 | 적용 시간 |
|--------------|------|-----|-------------------------|
| • 기본 스윙 | | | |
| • 가슴과 어깨 젓히기 | | | |
| • 다리 차내기 | 8주 | 주5회 | 훈련시간 (7시간 중) 20분씩 |
| • 손 놓기 | | | |
| • 봉 잡기 | | | |



그림 1. 기본 스윙

이러한 기본 스윙은 고관절과 견관절의 굴신 폭을 점차 크게 하면서 큰 스윙으로 발전시키는 연습이 필요하다.

주의할 점은 견관절과 고관절이 굽곡 되는 시점이 철봉 지지대를 넘어서서는 안 된다. 이는 추기기 타이밍이 늦어지게 된다는 것으로써 구심력과 회전속도의 증가로 손 놓기 직전의 역회전 동작을 취하게 되어 동작을 그만큼 어렵게 한다. 또한 스윙 중 고개가 과도하게 젖혀지거나 숙여지지 않도록 주의하여야 한다. 이는 견관절의 굽곡운동에 지장을 줄뿐만 아니라 추기기의 타이밍조절을 어렵게 하기 때문이다.

2) 가슴과 어깨 젓히기

가슴과 어깨 젓히기는 <그림 2>와 같은 기본 스윙 시 추기기(tap swing) 동작 이후 상승국면에서 가슴을 젓히고 고관절과 견관절을 빠르게 신전시키는 연습이다. 이때 고관절을 신전시키는 시점과 추기기 타이밍을 기본 스윙에서보다 조금 일찍 실시하고 고관절과 견관절을 신전시키는 시점에서 고개를 숙이는 것이 바람직하다. 이는 철봉 반동과 추기기 동작에 의해 상하운동 중심으로 이루어지는 스윙을 수평운동 중심으로 유도하게 되어 역회전을 위한 가슴과 어깨 젓히기 운동에 긍정적 영향을 주기 때문이다.

3) 다리 차내기

스윙 중 가슴과 어깨 젓히기 동작을 원활히 수행하기 위해서는 어깨를 젓히면서 다리를 차내는 동작을 매트위에서 특별히 연습해야 할 필요가 있다. <그림 3>과 같은 다리 차내기는 스윙의 상승국면에서 역회전을 위한 가슴과 어깨 젓히기 동작의 보강운동으로서 팔을 들고 몸을



그림 2. 가슴과 어깨 젓히기



그림 3. 다리 차내기



그림 5. 드가체프 동작의 봉 잡기

굽혀 뒤구르는 과정 중 팔이 매트에 닿는 시점에서 견관절을 신전시켜 팔을 뻗어 내면서 가슴을 젖히고 다리를 바깥으로 차 내어 동체를 역회전시키는 연습이다. 이때 팔 뻗어 뒤구르기 시 팔에 저항이 오더라도 어깨가 과신전 될 때까지 신체를 앞으로 밀어내면서 다리를 차냄으로서 신체중심이 후방으로 이동되지 않도록 주의해야 한다.

4) 손 놓기

스윙 중 신체의 역회전을 위한 가슴과 어깨 젖히기 그리고 다리차기가 숙달되면 봉에서 손을 놓은 후 역회전하여 매트 바닥에 엎드리는 동작을 연습한다. 이때 봉에서 손을 놓는 시점은 스윙 시 신체가 물구나무서기에 이르는 수직 상태까지 올라가지 않고 신체중심이 봉을 넘어서지 않은 상태에서 견관절과 고관절 그리고 가슴을 완전하게 과신전 시킨 직후에 이루어져야 한다.

만약 신체가 상승되는 과정이거나 견관절과 고관절이 신전되는 과정에서 손을 놓게 되면 역회전운동이 원활히 이루어지지 않게 되어 신체가 철봉에 부딪치거나 거꾸로 된 자세로 낙하하게 되어 부상당할 위험이 매우 높아지게 된다. 또한 가슴과 어깨 젖히기 그리고 다리 차내기의 연습에서와 마찬가지로 추기기(tap swing) 타이밍을 조금 일찍 실시하여 수평운동 중심의 스윙을 통해 신체의 후방 진행을 억제하는 것이 중요하다. 훌륭한 추기기와 젖히기 그리고 차내기 동작은 손 놓은 후 엎드리는 낙하지점이 철봉 전방으로 1m 이상 멀어지고 신체가 완전히 역회전하여 엎드려지게 될 것이다.

5) 봉 잡기



그림 4. 손 놓기

이와 같은 트램폴린에서의 봉 잡기에 대한 예비 연습은 실제 동작에서 봉을 뛰어 넘는 자세의 정확성과 봉 잡기 시 신체중심의 높은 위치 유지와 동체 회전을 많이 확보하는데 도움을 주어 봉 잡기의 안정성 확보에 크게 기여할 것이다. 봉 잡기 동작은 트램폴린에서의 실시하는 예비 연습으로서 점프 후 등으로 떨어뜨리고 트램폴린의 탄성에 의해 상승될 때 다리를 벌리고 턱을 가슴으로 당기면서 앞 회전을 실시한다. 신체가 수직 자세를 경과할 때부터는 가슴을 안으로 오므리고 엎드리면서 가상으로 봉을 잡는 연습을 하는 것이다. 점프 후 등으로 떨어질 때 엉덩이 부분에 중심이 치우치게 되어 뒤 회전이 적은 상태로 떨어지게 되면 역회전을 어렵게 하여 봉 잡기 연습이 불가능해진다. 반면 고관절을 많이 굴곡시키고 엉덩이가 접촉되지 않으면서 너무 많은 뒤 회전을 하게 되면 트램폴린의 탄성에 의존된 앞 회전이 유발되어 봉 잡기의 연습효과를 거두지 못할 것이다.

3. 분석내용 및 실험절차

분석내용은 신체중심의 소요시간, 위치변화, 속도변화, 그리고 견관절, 고관절, 동체 회전각도변화이다. 본 연구의 대상인 K 선수의 철봉운동 Tkatchev stretched 동작은 태릉선수촌 체조장에서 4월과 7월에 실시한 국가대표 자체 평가전에서 모두 촬영되었다.

철봉운동 Tkatchev stretched 동작의 영상촬영은 3대의 Camcorder를 사용하였으며, 3대의 캠코더는 <그림 6>과 같이 철봉 측면의 좌·우측 그리고 정면에 설치하였다. 이때 촬영속도는 60fields/sec이고 셔터 스피드는 1/250초로 하였으며, 평가전이 종료된 후 통제점들을 1×1×4m로 2set를 조립하여 2m 간격을 두고 설치한 다음 약 1분간 촬영하였다.

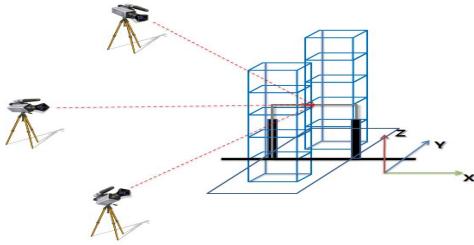


그림 6. 실험장비의 배치

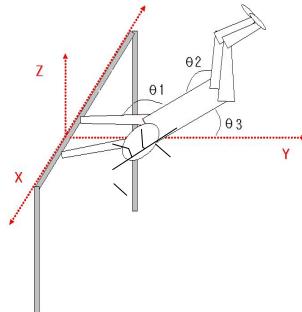


그림 8. 각도 정의

4. 이벤트와 국면 및 각정의

본 연구에서 설정된 이벤트와 국면 및 각정의는 <그림 7>과 <그림 8>에 나타내었다.

1) 이벤트

- (1) Event 1 : 앞 휘돌기를 하면서 전방에서 봉을 이탈하는 순간(release).
- (2) Event 2 : 비행 중 신체중심이 최고 높이가 되는 순간(peak)
- (3) Event 3 : 비행 후 하강하면서 봉을 다시 잡는 순간(regrasp)

2) 국면

- (1) 상승국면 : 이벤트 1에서 이벤트 2까지의 상승 비행구간
- (2) 하강국면 : 이벤트 2에서 이벤트 3까지의 하강 비행구간

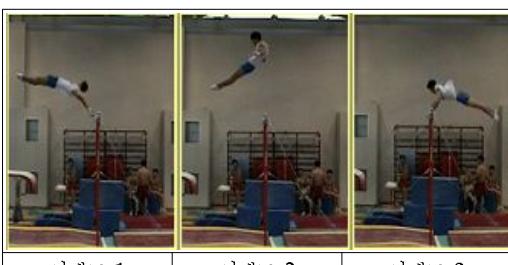


그림 7. Tkatchev stretched 동작의 이벤트와 국면구분

3) 각정의

- (1) 견관절각(θ_1) : 상완과 어깨라인과 고관절 라인의 중심선 사이의 상대각도
- (2) 고관절각(θ_2) : 대퇴와 어깨라인과 고관절 라인의 중심선 사이의 상대각도
- (3) 동체 회전각(θ_3) : 어깨라인과 고관절 라인의 중심선이 Y축과 이루는 절대각도

5. 자료처리

본 연구는 3대의 캠코더에서 촬영된 영상을 디지타이징하여 2차원 좌표를 얻은 후 통제점 틀의 공간좌표를 활용하는 DLT(direct linear transformation) 방법을 사용하여 3차원 좌표를 산출하였다(Abdel-Aziz & Karara, 1971). 이때 축 정의는 좌·우 방향을 X축, 전·후 방향을 Y축, 상·하 방향을 Z축으로 정의하였다. 통제점 틀에 표시되어 있는 총 48개의 통제점은 5번씩 좌표화하여 평균값을 파일로 저장하여 공간좌표산출에 활용하였다.

인체의 모델링은 총 21개의 관절점과 16개의 분절이 서로 연결되어 있는 강체계(linked rigid body system)로 정의하였으며, 각 분절의 무게중심과 전신 무게 중심의 위치를 구하기 위한 인체분절지수(body segment parameter)는 Chandler, Clauzer, Mc Conville, Reynolds와 Young(1975)의 자료를 이용하였다. 3차원 좌표값을 산출하는 과정에서 여러 가지 원인에 의한 노이즈(noise)가 발생하는데, 이러한 노이즈를 제거하기 위해 Butterworth의 저역 통과 필터(low-pass filter)를 이용하여 스모싱하였으며, 이때 차단 주파수는 10.0Hz로 설정하였다. 각각의 변인은 Kwon3D(version 3.1) Motion Analysis Program을 사용하여 산출하였다.

표 2. 신체중심의 공중동작 소요시간 (sec)

| 시기 | 국면 | 상승 | 하강 | Total |
|----|----|------|-------|-------|
| 1차 | | 0.40 | 0.317 | 0.717 |
| 2차 | | 0.41 | 0.29 | 0.700 |

III. 결과 및 논의

1. 소요시간

K 선수가 Tkatchev stretched 동작을 수행하는 동안 국면별 신체중심의 소요시간을 나타낸 것은 <표 2>와 같다.

표에 나타난 바에 의하면, 봉을 이탈하여 공중운동을 한 후 다시 봉을 잡을 때까지의 총 소요시간은 1차시기가 0.717초 2차시기가 0.700초로 2차시기가 다소 짧은 것으로 나타났다. 상승국면은 2차시기가 0.41초로서 1차시기의 0.40초보다 길게 나타났고, 하강국면에서의 소요시간도 2차시기가 0.317초로서 1차시기의 0.29초보다 길게 나타났다.

또한 2차시기가 1차시기보다 짧은 비행시간을 보인 것은 높은 위치에서 봉을 이탈하고 또한 높은 위치에서 봉 잡기가 일찍 이루어졌기 때문이며, 아무리 2차시기가 높은 비행운동을 수행했다고 하더라도 낮은 위치에서 이탈하여 오른 후 낮은 위치에서 봉을 잡는 1차시기의 동작보다 긴 비행시간을 나타낼 수 없기 때문에 비행시간의 차이는 큰 의미를 갖지 못하는 것으로 판단된다.

2. 위치요인

K 선수가 Tkatchev stretched 동작을 수행하는 동안 신체중심의 위치변화를 나타낸 것은 <표 3>과 같고 변화패턴은 <그림 9, 10>에 나타내었다.

본 연구에서 좌표계의 기준점은 철봉의 원점으로써 Tkatchev stretched 동작 중 봉 이탈 시 철봉을 잡고 있는 양손의 정 중앙 위치에 두었으며, 전후위치의 경우 <그림 9>의 화면 오른쪽(전방) 방향으로의 이동이 양(+)의 값을 나타낸다.

표 3. 각 단계별 신체중심 위치 (단위 : cm)

| 대상자 | 단계 | Release | Peak | Regrasp |
|----------------|----|---------|------|---------|
| | Y | 93 | 5 | -94 |
| 1차 | Z | 48 | 99 | 32 |
| | Y | 91 | 10 | -92 |
| 2차 | Z | 52 | 101 | 36 |
| | 전후 | -2 | 5 | 2 |
| $\Delta(Y, Z)$ | 수직 | 4 | 2 | 4 |

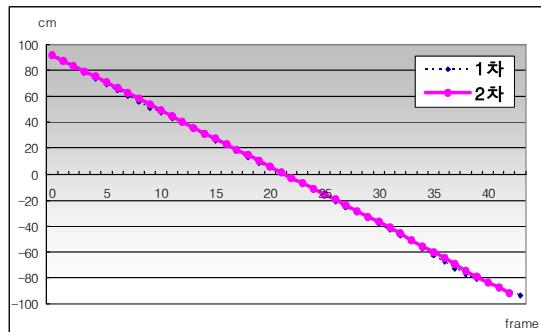


그림 9. 신체중심의 전후 위치변화

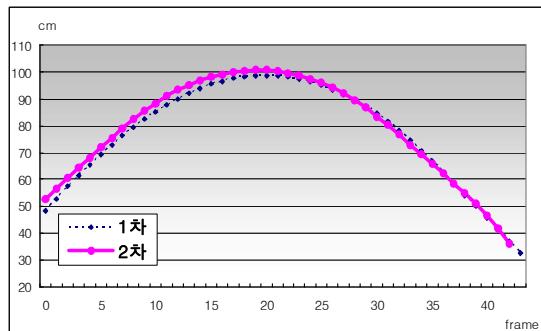


그림 10. 신체중심의 상하 위치변화

<표 3>에 나타난 신체 중심의 위치변화를 살펴보면, 봉 이탈 시 전후위치는 2차시기가 91cm로 1차시기보다 철봉에 가깝게 위치하였으며, 상하위치는 2차시기가 52cm로 1차시기보다 높게 나타났다. 최고점에서 신체 중심의 전후위치는 2차시기가 10cm로 1차시기보다 전방에 위치하였으며, 상하위치는 2차시기가 101cm로 1차시기보다 높게 나타났다. 봉 잡기 시 전후위치는 2차시기가 -92cm로 1차시기보다 봉 가까이에 접근되었으며, 상하위치는 36cm로 1차시기보다 높게 나타났다.

위의 결과에서 나타난 바와 같이 2차시기에서는 1차시기보다 봉 이탈 순간부터 신체중심의 위치를 높여 비행높이를 증가시키며 높은 위치에서 봉을 빨리 잡음으로서 전반적으로 상하중심의 비행운동이 비교적 잘 수행되어 안전하게 봉을 잡고 있는 것으로 나타났다. 반면 1차시기는 2차시기보다 봉 이탈 순간 신체중심이 봉에서 멀리 떨어져 있어 봉 잡기 시에도 신체중심을 철봉 원점으로부터 멀리 보내는 것과 같이 전반적으로 수평중심의 비행운동을 수행한 것으로 나타났다.

<그림 9, 10>에 나타난 신체중심의 위치변화 패턴을 살펴보면, 전후위치는 1, 2차시기 모두 봉 이탈 순간부터 봉 잡기 순간까지 일정하게 후방으로 진행하고 있으며, 상하위치는 1, 2차시기가 서로 유사한 형태로 상승과 하강운동이 이루어지는 모습을 보이고 있다. 즉 2차시기는 1차시기보다 처음 봉을 이탈하는 순간부터 최고점에 이를 때까지 높은 위치를 계속 유지하는 특징을 보였다.

3. 속도요인

K 선수가 Tkatchev stretched 동작을 수행하는 동안 신체중심의 속도변화를 나타낸 것은 <표 4>와 같고 변화패턴은 <그림 11, 12>에 나타내었다.

표 4. 각 단계별 신체중심 속도 (단위 cm/sec)

| 대상자 | 단계 | (단위 cm/sec) | | |
|----------------|----|-------------|------|---------|
| | | Release | Peak | Regrasp |
| 1차 | Y | -262 | -248 | -168 |
| | Z | 282 | 0 | -292 |
| 2차 | Y | -229 | -265 | -254 |
| | Z | 253 | 0 | -338 |
| $\Delta(Y, Z)$ | Y | 33 | -17 | -86 |
| | Z | -29 | 0 | 46 |

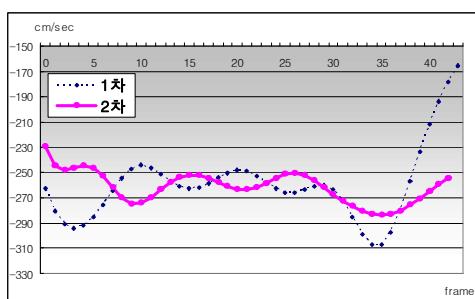


그림 11. 신체중심의 전후 속도변화

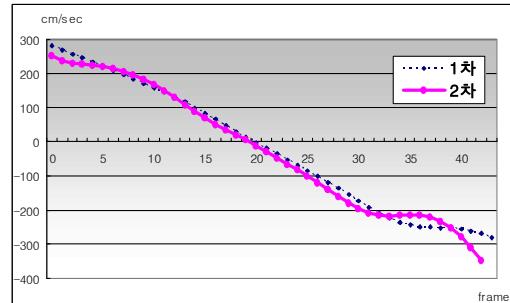


그림 12. 신체중심의 상하 속도변화

표를 토대로 단계별 신체중심의 속도변화를 살펴보면 봉 이탈 시 전후속도는 2차시기가 -229cm/s로서 1차시기보다 느리게 나타났으며, 상하속도 또한 2차시기가 253cm/s로 1차시기보다 느리게 나타났다. 또한 하강국면 시 신체중심의 평균 전후속도는 2차시기가 -266cm/s로 빠르게 나타난 반면 신체중심의 평균 상하속도는 2차시기가 -168cm/s로 1차시기보다 느리게 나타났다.

이상의 결과를 종합 해 보면 봉 이탈 시 1차시기는 2차시기보다 수직방향으로 빠르게 상승하고 후방으로 빠르게 진행하는 것을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 1차시기의 경우 2차시기보다 조금 이른 시기에 봉을 이탈하는 상황에서 신체가 전방으로 진행했던 만큼 봉 뒤로 뛰어 넘기 위해 다리를 차내면서 고관절 각을 과신전 시킨 것으로 판단된다. 이는 역회전할 때 일시적으로 튕어 오르며 빠르게 후방으로 진행하는 현상인 것으로 판단할 수 있다.

반면 2차시기가 1차시기보다 봉 이탈 순간에 전후속도와 상하속도가 느려진 것은 봉 이탈 순간 신체가 이미 높은 위치로 올라 와 있고, 굽곡 된 가슴을 강하게 신전시키면서 견관절 각을 과신전 시켜 동체의 역회전력을 강화하는 운동 때문으로 볼 수 있다. 또한 2차시기는 봉을 넘어선 이후의 하강국면에서 1차시기보다 느리게 하강함과 동시에 빠르게 후방으로 진행됨을 알 수 있는데, 이같은 현상은 봉 이탈 방향에 따른 관성의 영향으로써 안전한 봉 잡기와 봉을 잡은 후 후속기술을 가능케 하는 힘을 제공할 것으로 판단된다.

<그림 11, 12>에 나타난 신체중심의 속도변화 패턴을 살펴보면, 전후방향의 속도는 봉 잡기 직전까지 1, 2차시기 모두 전반적으로 약간의 가감현상을 보이며 일정하게 진행되다가 1차시기는 봉 잡기 직전 급격하게 감속하는

특징을 보이고 있다. 상하속도는 1, 2차시기가 서로 유사하게 빠르게 상승하다가 빠르게 하강하고 있는데, 2차시기는 봉 잡기 직전 빠른 하강속도가 잠시 주춤하다 이내 빠른 속도를 유지하는 특징을 나타내고 있다.

4. 각도요인

K 선수의 Tkatchev stretched 동작을 수행하는 동안에 이벤트 별 주요관절과 분절의 각도변화를 나타낸 것은 <표 5>와 같고 변화패턴은 <그림 13, 14, 15>에 나타내었다.

동체회전각의 기준점은 봉 이탈 이전에 전방에서 동체가 누워져서 수평면과 평행을 이룰 때에 두었으며, 각도 값은 동체가 시계도는 반대방향으로 뒤공중돌기를 하고 봉을 다시 잡는 순간까지 점차 증가하게 된다. 또한 동체비틀기각의 기준점은 봉을 잡고 있는 자세에서 어깨선이 철봉과 평행을 이룰 때에 두었으며, 봉을 다시 잡는 순간까지의 비행 동안 왼쪽방향으로 회전하게 된다.

표 5. 각 단계별 주요 관절 및 분절의 각도변화(단위 deg.)

| 대상자 | 단계 | Release | Peak | Regrasp |
|----------|--------|---------|----------|----------|
| | | | | |
| 1차 | 견관절각 | 213 | 329(-31) | 479(119) |
| | 고관절각 | 201 | 144 | 135 |
| | 동체 회전각 | -15 | 82 | 168 |
| 2차 | 견관절각 | 219 | 335(-25) | 476(116) |
| | 고관절각 | 198 | 152 | 143 |
| | 동체 회전각 | -14 | 76 | 177 |
| Δ | 견관절각 | 6 | 6(6) | -3(-3) |
| | 고관절각 | -3 | 8 | -8 |
| | 동체 회전각 | 1 | -6 | 9 |

* ()는 동체회전의 기준점과 동일한 수평면에서부터의 각도임.

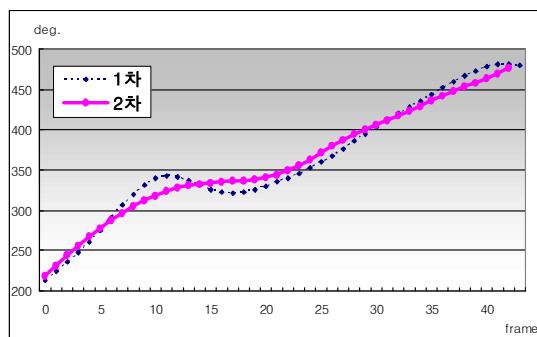


그림 13. 견관절의 각도변화

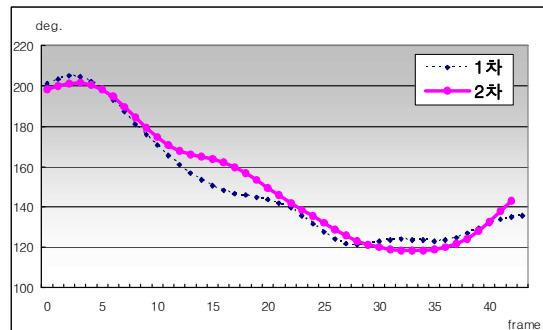


그림 14. 고관절의 각도변화

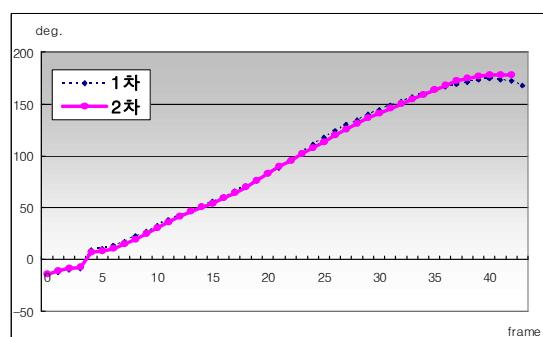


그림 15. 동체의 회전각도 변화

표를 토대로 각 단계별 주요 관절과 분절의 각도변화를 살펴보면, 봉 이탈 시 동체의 회전각은 1, 2차시기가 각각 -15° 와 -14° 로 어깨부위가 수평면 아래에 위치하면서 서로 큰 차이를 보이지 않고 있었으나 견관절 각은 2차시기가 219° 로서 1차시기보다 크게 나타난 반면에 고관절각은 1차시기가 201° 로서 2차시기보다 크게 나타났다.

최고점 시 고관절각은 2차시기가 153° 로서 1차시기보다 크게 나타났으며, 동체의 회전각은 2차시기가 76° 로서 1차시기보다 작게 나타났다. 봉 잡기 시 견관절각은 2차시기가 $476(116)^\circ$ 로서 1차시기보다 작게 나타났고, 고관절각은 2차시기가 143° 로서 1차시기보다 크게 나타났으며, 동체의 회전각은 177° 로서 1차시기보다 크게 나타났다.

또한 신체를 역회전시키면서 봉을 이탈할 때 2차시기는 견관절 각이 과도하게 과신전 되고, 1차시기는 고관절 각이 과도하게 과신전 되는 것으로 나타났다. 이는 2차시기의 경우 견관절 운동에 의존하여 역회전하는 반면 1차시기는 고관절의 쪽에 의존하여 역회전을 수행한 것으로 해석할 수 있다.

한편 최고점 시 2차시기 에서는 1차시기보다 동체의 회전이 적은 것으로 나타났는데, 이와 같은 현상은 상하중심의 비행으로 인해 신체중심이 아직 철봉 뒤로 넘어오지 않은 위치에 있기 때문으로 여겨진다. 최고점 시 1차시기 에서는 고관절 각이 135° 로 매우 작은 값을 보여 공중동작 시 신체를 곧게 펴야 하는 기술 특성 상 신체자세에 따른 감점을 있었던 것으로 판단된다. 한편 봉 잡기 시에서 2차시기는 1차시기보다 고관절각과 동체의 회전각이 커져서 신체가 신전됨으로 인하여 상대적으로 안전한 봉 잡기의 수행과 봉 잡은 후 후속기술로의 연결을 위한 휘돌기가 가능하기 때문에 채점 시 높은 평가를 받게 된 것으로 판단된다.

<그림 13, 14, 15>에 나타난 주요관절과 동체의 회전각변화 패턴을 살펴보면, 견관절 각은 봉을 이탈하면서부터 봉을 잡을 때까지 일정하게 증가하고 있으며, 1차시기는 증가양상이 최고점 직전에서 잠시 주춤하는 현상을 보이고 있다. 고관절각은 1차시기와 2차시기가 큰 차이를 보이지 않으며 봉을 이탈하면서부터 일정하게 굽곡이 되다가 봉 잡기 직전 미세하게 신전되는 현상을 보이고 있고, 동체의 회전각 또한 1차시기와 2차시기가 큰 차이 없이 봉을 이탈하면서부터 봉을 잡을 때까지 일정하게 증가하는 현상을 나타내고 있다.

5. 기술처치 및 종합평가

철봉운동 Tkatchev stretched 동작은 크게 휘돌기(giant swing) 도중 전방에서 손을 놓아 몸을 펴고 역회전하면서 등 뒤로 뛰어넘어 잡는 기술이다. Tkatchev stretched 동작은 공중회전운동 시 신체를 곧게 펴주는 자세의 정확성과 동작의 웅대함을 표현해야 하며 안정적인 봉 잡기가 이루어져야만 감점을 막을 수 있다.

K 선수가 1차시기에서 실시하고 있는 Tkatchev stretched 동작은 비행높이가 낮았으며, 비행 중에 신체가 굽곡되어 있기 때문에 결정적인 감점요인을 나타냈다. 또한 봉 잡기 시에 신체중심의 위치가 봉으로부터 멀고 높이가 낮으며 고관절이 굽곡되어 있어서 낙하의 염려가 있을 뿐만 아니라 후속기술을 위한 역동성을 기대하기가 어려운 단점이 노출되었다. 이와 같은 현상은 봉 이탈 직전 휘돌기의 상승국면 시 신체의 역회전

타이밍이 빠르고 고관절의 각운동에 의존한 역회전동작으로 수평중심의 공중비행이 이루어진 결과로 해석할 수 있으며, 약 0.2점의 감점요인이 된다.

이와 같은 단점을 극복하기 위하여 연구방법에 제시한 기술훈련프로그램을 바탕으로 Tkatchev stretched 동작의 준비국면인 크게 휘돌기의 하강 시 견관절 각을 빠르게 신전시키고, 고관절의 각운동을 이용한 Tap 동작을 짧고 간결하게 하게 하였다. 또한 몸을 접어주는 Tap 타이밍을 조금 늦추며, 다리를 차내며 신체를 역회전시킬 때 견관절의 각운동을 크게 사용하면서 신체를 충분히 끌어올리는 연습을 주 5회(오전/오후) 총 7시간의 연습 시간 중 20분씩 8주간(총 800분)을 반복적으로 실시하였다.

그 결과 비록 봉 이탈 순간 수직상승속도의 증가를 이루지는 못하였지만 비행높이가 증가되어 고관절을 신전시키고도 철봉에 다리가 걸리지 않으며 뛰어넘을 수 있게 되어 동작의 웅대함을 제공함으로서 감점요소를 0.2점 제거할 수 있었다. 또한 봉 잡기 시 철봉과 가깝고 높은 위치에서 신체를 뻗어주면서 안전하게 봉을 잡을 수 있었을 뿐만 아니라 후속으로 이어진 크게 휘돌기 동작의 역동성에 의해 Tkatchev stretched 동작 수행의 이미지 제고에 큰 역할을 한 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합하여 보면 성공적인 Tkatchev stretched 동작을 위해서는 역동적인 휘돌기 동작을 통하여 상승국면의 비행높이를 증가시켜서 안전하게 봉 뒤로 뛰어넘기를 수행하되, 초기기(tap swing) 타이밍 조절을 통해 신체의 역회전을 용이하게 하여 봉 잡기 시 신체가 봉과 수직 선상위에 가깝게 유지되도록 해야 할 것으로 판단된다. 이는 Tkatchev stretched 이후에 다음 기술로의 연결동작을 용이하게 시도할 수 있게 하여 채점에 좋은 영향을 줄 수 있을 것이다. 즉 역동적이고 이상적인 Tkatchev stretched 동작을 취하기 위해서는 우선 수직운동만이 아닌 수평운동이 포함된 큰 원운동의 휘돌기가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

또한 휘돌기의 하강 시에는 동체가 수평을 이루기 이전에 견관절을 신전시켜서 신체를 봉에서부터 밀어내고 고관절을 빠르게 과신전 시켜서 이를 시기에 초기기 동작을 수행한다는 느낌을 가지고 다운스윙을 이루어야 할 것이며, 휘돌기의 상승 시에는 발이 상 방향으로 너무 많이 올라가지 않게 전방으로 차내며 가슴

과 어깨를 빠르게 젖힘으로써 비행 후 역회전 운동에 도움을 주어야 할 것으로 판단된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 세계적으로 경쟁력 있는 경기력을 보유하고 있는 철봉종목의 선별된 국가대표선수 K를 대상으로 정량적 기술분석을 통해 고난도 기술의 완성도를 높임으로서 경기력 향상에 도움을 주고자 수행하였다. 이를 위하여 Tkatchev stretched 동작을 정량적으로 분석하여 기술 훈련방법의 피드백을 제공 한 후 반복적인 분석을 통해 기술의 완성도를 평가하였으며 그 결과는 다음과 같다.

K선수의 1차 Tkatchev stretched 동작은 비행높이가 낮으며, 비행 중 신체가 굴곡되어 있기 때문에 결정적인 감점요인을 나타냈다. 또한 봉 잡기 시 신체중심의 위치가 바로 부터 너무 멀고 낮으며 고관절이 굴곡되어 있어서 낙하의 염려가 있을 뿐만 아니라 후속기술을 위한 역동성을 기대하기가 어려운 단점을 노출되었다. 이와 같은 단점을 극복하기 위하여 기술훈련 프로그램 적용을 통하여 Tkatchev stretched 동작의 준비국면인 크게 휘돌기의 하강 시 견관절 각을 빠르게 신전시키고, 고관절의 각운동을 이용한 Tap 동작을 짧고 간결하게 하게 하였다. 또한 몸을 접어주는 Tap 타이밍을 조금 늦추며, 다리를 차내며 신체를 역회전시킬 때 견관절의 각운동을 크게 사용하면서 신체를 충분히 끌어올리는 연습을 반복적으로 실시하였다. 그 결과 비록 봉 이탈 순간 수직상승속도의 증가를 이루지는 못하였지만 비행 높이가 증가되어 고관절을 신전시키고도 철봉에 다리가 걸리지 않으며 뛰어넘을 수 있게 되어 동작의 응대함을 제공함으로서 감점요소를 0.2점 제거할 수 있었다.

과학적인 정보와 자료를 바탕으로 한 기술분석은 현재의 문제점을 파악할 수 있으며, 이러한 피드백제공을 통한 반복적인 기술분석은 기술의 완성도를 높이는데 매우 효과적이라고 할 수 있다. 이러한 측면에서 본 연구의 결과를 일반화시키기에는 무리가 있지만 엘리트

선수들의 강화훈련에 활용함으로서 기술훈련지도효과를 극대화시킬 수 있을 것이다. 또한 꿈나무 선수들의 기술 교정뿐만 아니라 우리나라 선수들의 신체적 특성에 맞는 고난도의 기술 습득에 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 장순용, 박종진, 김창욱, 최성진(2001). 철봉 드가체프동작의 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 제11권 1호. 139-154.
- 대한체조협회(2006). 채점규칙. 대한체조협회.
- 박광동, 장민영(2001). 철봉에서 앞 휘돌아 몸펴 봉 넘어 내리기 동작의 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 제11권 제2호.
- 박종훈, 백진호, 곽창수(2006) 평행봉 swing 계통의 단계적 기술훈련모형 개발. *코칭능력개발지* 제8권 3호. pp.65-74.
- 백진호, 송주호, 박종훈(2006). 2006 도하 아시아경기대회 대비 체조경기의 고난도 향상방안. 국민체육진흥공단 체육과학연구원 연구보고서.
- 신갑호, 박종훈(1994). 철봉 Gaylord 동작의 운동학적 분석. *한국체육학회지*, 제33권, 제1호, 391-401.
- 윤창선(1994). 철봉 Jaeger동작의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문. 한국체육대학교 대학원.
- 윤희중, 한충식, 박종훈(1999). 철봉 KOVACS동작의 운동학적 분석. *한국체육대학교 논문집*, 제22집, 27-39.
- 최지영, 김용이, 진영완(2002). 철봉 내리기 공중 동작의 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 제12권 2호.
- 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., Clouser, 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.
- Kwon, Y. H.(2004). *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 applied of 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, M.R, Lee, S., & Kerwin, D. G.(1990). Twisting techniques used in high bar dismount. *International journal of sport biomechanics*. 6, 139-146.

투 고 일 : 10월 30일

심사 일 : 11월 6일

심사완료일 : 12월 9일