



평행봉 Tichonkich 동작의 운동학적 분석 Kinematical Analysis of Tichonkich Motion in Parallel Bars

박종훈* (관동대학교) · 백진호(체육과학연구원)

Park, Jong-Hoon* (Kwandong University) · Back, Jin-Ho(Korea Sports Science Institute)

ABSTRACT

J. H. PARK, J. H. BACK, Kinematical Analysis of Tichonkich Motion in Parallel Bars. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 15, No. 3, pp.21-30, 2005. The purpose of this study is helps to make full use for perfect performance by grasping the defects of Tichonkich motion performed by athlete CSM. For this, the study analyzed kinematical variables through Tichonkich motions performed at the first selection competition(1st trial) and final selection competition(2nd trial) for the dispatch to the 28th Athens Olympic Games using the three-dimensional cinematographical method with a high-speed video camera, and obtained the following results.

1. During Tichonkich motion, the execution time of up swing and the right hand moving to the left bar was shorter in the 2nd trial than the 1st one, while the execution time of down swing, the support of the left bar and the right hand moving to the right bar was longer in the 2nd trial than the 1st trial.

2. The horizontal position of COG in the 2nd trial was -35cm in the 1st stage, 42cm in the 3rd stage and 29cm in the 4th stage, that is, it showed a great swing focused on the circular movement compared to the 1st trial, while the vertical position of COG was -59cm in the 2nd stage, that is, it showed a small swing focused on a up and down movement.

Also the 5th stage vertical position was 98cm, and the 6th stage vertical position was 95cm in the 2nd trial which were higher than those of the 1st trial, so it has provided magnificence required in the modern gymnastics.

3. And it was indicated that the horizontal velocity at the down swing phase proceeded forward more rapidly in the 2nd trial than that in the 1st trial, and the reverse ascent made a rapid vertical rise lessening left and right velocity change. And in the 5th stage, the 2nd trial was kept very slower in horizontal, vertical and left and right velocity that in the 1st trial, so it reached a handstand with leisurely movement.

4. In the 2nd trial, shoulder joint of the 1st, 2nd, 3rd stages kept a larger angle than that in the 1st trial, that is, it made a great swing while in the 1st trial, it showed a swing movement dependent on kick movement by the flexion and extension of hip joint. Also in the 2nd trial, the body formed a vertical posture with both hands supporting the left bar and hip joint was kept larger as 198° and 190° in the 5th and 6th stage than that in the 1st trial, so it made a handstand with the body uprightly stretched out, and magnificent and stable movement.

KEYWORDS: KINEMATIC, PARALLEL BARS, TICHONKICH MOTION, HANDSTAND

I. 서론

1811년 독일의 얀(Jahn, F. L.)에 의해 고안되어 안마 운동의 예비연습기계로 사용되었던 평행봉운동은 1896년 제 1회 아테네올림픽대회에서부터 정식 경기종목으로 채택되었으며(권운택, 김충태 및 김동민, 1988), 1976년 제21회 몬트리올올림픽대회에서부터는 철봉에서 실시하는 기술들이 평행봉운동에 접목되어 급속한 기술 발전이 이루어졌다(이계산, 조승구, 김휘철, 성낙준, 최규정 및 황경숙, 1987).

오늘날의 평행봉운동은 지지기 계, 팔 걸치기 계, 매달리기 계, 힘기와 다리 스윙기 및 한쪽 봉에서의 기술 계, 그리고 내리기 계와 같이 다섯 가지 기술요소로 세분화되어 있으며, 이러한 기술요소를 활용하여 봉 상·하를 자유롭게 오가면서 다이내믹하게 연기를 구성하고 있다(김동화, 2002).

2001년 국제체조연맹(F.I.G)에서는 선수간 우열을 가리기 위하여 고급 기술(D, E, Super E난도)에 대해 부여되는 가산점 제도를 좀더 세분화한 새로운 채점규칙을 공포하였다. Tichonkitch(basket with 1turn to handstand) 동작은 매달리기 계통의 기술로써 현행 채점규칙(FIG, 2001) 상 최고급 난도(Super E)로 책정되어 0.3점의 가산점을 받을 수 있을 뿐만 아니라 Tichonkitch 동작 전·후의 고급기술 수행정도에 따라 최고 0.4점까지의 연결 가산점을 추가할 수 있으며, 역동적이고 웅대함을 연출할 수 있기 때문에 새로운 채점규칙에 적용하기가 매우 용이한 기술이다. 또한 Tichonkitch 동작은 세계적으로 러시아의 네모프 선수와 우리나라의 조성민 선수만이 수행할 수 있기 때문에 그 독창성을 인정받고 있는 실정이다.

평행봉 Tichonkitch 동작은 물구나무서기 자세에서 팔 버티어 내려오면서 몸 접어 뒤 휘돌아 거꾸로 차오르며 360°비틀어 물구나무를 서는 동작이다.

Tichonkitch 동작은 몸 접어 뒤 휘돌기 시 신체가 전방으로 이탈하지 않고 원운동을 하면서 수직으로 상승하는 힘을 얻어야 함과 동시에 거꾸로 오를 때 몸을 비틀면서 봉 바퀴 잡기가 이루어져야 하기 때문에 매우 복잡하고 예민한 기술이라 할 수 있다.

평행봉 매달리기 계통의 기술에 대한 선행연구를 살

펴보면, 김동화(2002)는 Basket to Handstand 동작의 운동학적 분석에서 우수한 동작일수록 스윙 시 신체중심의 변위가 크고 휘돌기의 회전속도가 빠르게 나타났다고 보고하였고, 김충태, 윤창선 및 이연중(1995)은 Moy Piked to Support 동작의 운동학적 분석에서 어깨와 엉덩이관절의 굴신운동의 중요성에 대하여 보고하였으며, Takei, Dunn, Nohara와 Kamimura(1995)는 Felge to Handstand Mount 동작에서 outer grip의 수행은 inner grip보다 높은 신체중심과 큰 신체각으로 성공적인 동작을 이룰 수 있다고 밝혔다. 이밖에도 지지기계 운동에 의한 공중 비행기술뿐만 아니라 다양한 요소에서의 기술분석이 활발히 진행되고 있지만 몸 접어 뒤 휘돌기 동작에 의한 응용기술에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이며, 이러한 연구를 현장에서 직접적으로 적용하였다는 사례를 찾아보기가 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 조성민 선수의 평행봉 Tichonkitch 동작을 3차원적 영상분석에 의한 운동학적 분석을 통하여 문제점을 파악하고 이를 보완할 수 있는 방법을 제시함으로써 완벽한 가까운 연기를 구사할 수 있게 하는데 목적을 두고 본 연구에 착수하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 선정된 대상자는 우리나라에서 유일하게 평행봉 Tichonkitch 동작을 수행할 수 있는 국가대표 조성민 선수이며, 이 선수가 제28회 아테네올림픽대회 파견 1차 선발전(이하, 1차)과 최종 선발전(이하, 2차)에서 연기한 총 2회의 Tichonkitch 동작을 대상으로 분석하였다. 조성민 선수의 신체적 특성은 신장이 164cm, 체중이 58kg이다.

2. 분석내용 및 실험절차

분석내용은 신체중심의 소요시간, 위치변화, 속도변화 및 오른쪽 견관절과 왼쪽 견관절, 그리고 고관절과 동체 회전각의 각도변화이다. 구체적인 각정의는 <그림

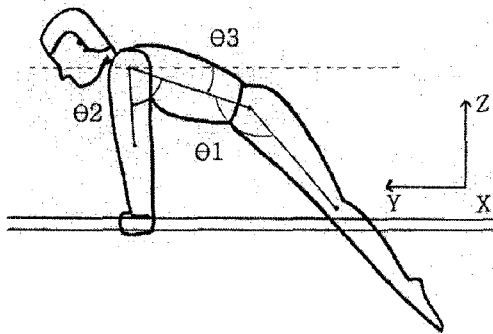


그림 1. 각도정의

1>과 같이 고관절각(θ_1)은 대퇴와 동체가 이루는 상대 각도, 견관절각(θ_2)는 상완과 동체가 이루는 상대각도, 그리고 동체 회전각(θ_3)은 몸통이 Y축과 이루는 절대 각도이다.

본 연구의 대상인 조성민 선수의 평행봉 Tichonkitch 동작은 태능선수촌 체조장에서 개최된 제 28회 아테네 올림픽대회 파견 1차선발전과 최종선발전에서 모두 촬영되었다. 평행봉경기의 영상촬영은 2대의 Camcorder (S-VHS, Panasonic)를 사용하였으며, 2대의 캠코더는 평행봉 측면의 좌우측으로 30m 떨어진 지점에 설치하였다<그림 2>. 이때 촬영속도는 60fields/sec이고 셔터 스피드는 1/250초로 하였다. 영상촬영은 대회가 시작되는 시점부터 종료되는 시점까지 연속적으로 기록하였으며, 통제점들은 대회가 완전히 종료된 다음 평행봉을 제거한 후 약 3분 동안 촬영하였다. 통제점들은 1×1×4m의 직육면체 2개를 사용하였다.

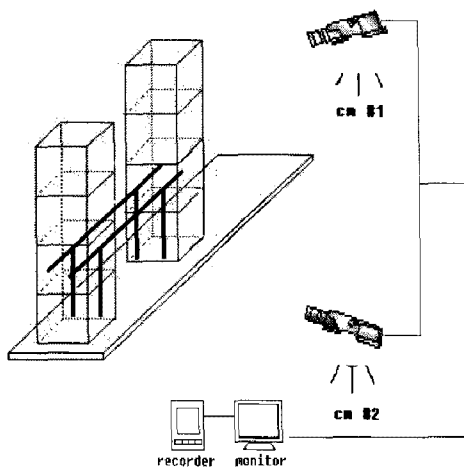


그림 2. 실험장비의 배치

3. 분석단계 및 국면

평행봉 Tichonkitch 동작에서 몸 접어 뒤 휘돌기를 위한 하강스윙 도중 동체가 평행봉과 수평을 이루는 순간부터 거꾸로 오르며 360°비튼 후 물구나무서는 순간 까지를 <그림 3>과 같이 6개의 단계와 5개의 국면으로 구분하였다.

1) 단계

- (1) 1단계 : 물구나무서기에서 하강스윙 도중 동체가 평행봉과 수평을 이루는 순간
- (2) 2단계 : 하강스윙 도중 신체중심이 연직하방에 위치하는 순간
- (3) 3단계 : 거꾸로 오르며 오른손이 이탈하는 순간
- (4) 4단계 : 거꾸로 오르며 이탈된 오른손이 왼쪽 봉을 잡는 순간
- (5) 5단계 : 왼쪽 봉에서 다시 오른손이 이탈하는 순간
- (6) 6단계 : 왼쪽 봉에서 이탈된 오른손이 오른쪽 봉을 잡으면서 물구나무서는 Regrasp 순간

2) 국면

- (1) 1국면(하강스윙) : 물구나무서기에서 하강스윙 도중 동체가 평행봉과 수평을 이루는 순간부터 몸 접어 뒤 휘돌기 도중 신체중심이 연직하방에 위치하는 순간까지
- (2) 2국면(상승스윙) : 몸 접어 뒤 휘돌기 도중 신체중심이 연직하방에 위치하는 순간부터 거꾸로 오르면서 오른손이 이탈하는 순간까지
- (3) 3국면(오른손 왼쪽 봉 이동) : 거꾸로 오르면서 오른손이 이탈하는 순간부터 오른손이 왼쪽 봉을 잡는 순간까지
- (4) 4국면(왼쪽 봉 지지) : 거꾸로 오르며 이탈되었던 오른손이 왼쪽 봉을 잡으면서부터 오른손이 다시 이탈되는 순간까지
- (5) 5국면(오른손 오른쪽 봉 이동) : 거꾸로 오르며 양손이 지지하던 왼쪽 봉에서 오른손이 이탈되는 순간부터 오른손이 오른쪽 봉을 잡으면서 물구나무서는 Regrasp 순간까지

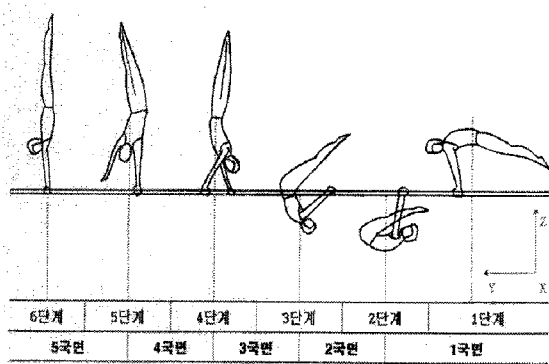


그림 3. Tichonkitch 동작의 단계와 국면구분

4. 자료처리

본 연구의 자료처리는 KWON3D 3.1(Kwon, 2002) 프로그램을 사용하였다. 자료처리과정은 통제점들에 의한 40개의 통제점을 이용하여 실 공간 좌표가 계산된 후 인체의 3차원 좌표가 얻어졌다. 이 때 축 정의는 좌·우 방향을 X축, 운동 진행 방향인 전·후 방향을 Y축, 그리고 상·하 방향을 Z축으로 정의하였다. 인체의 모델은 총 21개의 관절점에 의한 16개의 신체 분절로 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 스플라인 함수에 의한 보간법을 이용하여 동조하였다. 또한 3차원 좌표 계산은 Abdel-Aziz와 Karara(1971)가 개발한 DLT(direct linear transformation)방식을 사용하였다. 또한 디지털타이징 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.

III. 결과 및 논의

1. 결과

1) 소요시간

조성민 선수가 평행봉에서 Tichonkitch 동작을 수행

표 1. 각 국면별 소요시간 (단위 : sec)

국면 시기	1	2	3	4	5	전체
1차	0.668	0.300	0.250	0.450	0.200	1.868
2차	0.683	0.233	0.217	0.467	0.283	1.883

하는 동안 각 국면별 소요시간을 나타낸 것은 <표 1>과 같다.

표와 그림에 나타난 바에 의하면, 전체동작의 소요시간은 2차시기가 1.883초로 1차시기보다 조금 길게 나타났다. 하강스윙국면의 소요시간은 2차 시기에서 0.683초로 1차시기보다 조금 길었던 반면 상승스윙국면의 소요시간은 2차시기가 0.233초로 1차시기보다 조금 짧았던 것으로 나타났다. 또한 봉 이탈 이후 오른손 왼쪽 봉 이동국면의 소요시간은 2차시기가 0.217초로 1차시기보다 짧았던 반면 왼쪽 봉 지지시간은 2차시기가 0.467초로 1차시기보다 긴 것으로 나타났다. 한편 오른손 오른쪽 봉 이동국면의 소요시간은 2차시기가 0.283초로 1차시기보다 매우 긴 것으로 나타났다.

이와 같은 결과에 의하면, 봉 바꿔 잡기를 하며 거꾸로 오르는 동안 2차시기는 1차시기보다 오른손이 일찍 이탈하여 왼쪽 봉으로 매우 짧은 시간 안에 이동하고, 왼쪽 봉에서 양손이 오랫동안 지지하면서 신체의 균형을 조절하고 있으며, 이후 물구나무서기를 위해 오른손이 오른쪽 봉으로 되돌아오는 국면에서 시간적 여유를 나타내고 있다. 즉 2차시기의 동작은 오른손이 일찍 이탈되어 손으로 봉을 잡아채면서 몸을 봉 위로 올리는 역할을 하지 못하는 단점이 있지만 상승속도의 증가가 이를 극복하고 있으며 왼쪽 봉 지지시간을 오래 가짐으로써 신체의 비틀림 운동으로 인해 나타날 수 있는 신체의 호트리짐을 바로잡는 것으로 나타났다.

2) 위치변화

본 연구에서 위치 좌표계의 기준점은 동작 시작 시 양쪽 평행봉을 잡고 있는 양손의 정 중앙 위치로 설정하였다. 조성민 선수가 평행봉에서 Tichonkitch 동작을 수행하는 동안 신체중심의 위치변화를 나타낸 것은 <표 2>와 <그림 4>와 같다.

표 2. 각 단계별 신체중심의 위치변화 (단위 : cm)

단계 피험자	1	2	3	4	5	6
X	0	12	-3	-10	-10	4
1차 Y	-18	-2	31	11	4	1
Z	40	-59	22	62	76	80
X	0	5	-1	-12	-20	-12
2차 Y	-35	8	42	29	13	1
Z	38	-49	11	63	98	95

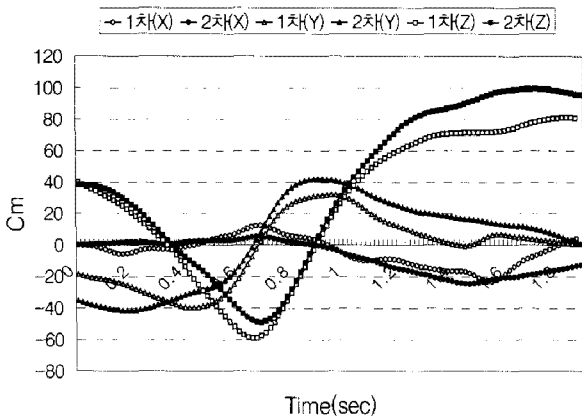


그림 4. 신체중심의 위치변화

표와 그림을 토대로 좌우, 전후, 그리고 상하방향의 위치변화 패턴을 살펴보면, 좌우위치의 경우 하강스윙 하면서 비틀기의 추진을 얻기 위해 신체를 미세하게 우측으로 이동했다가 오른손이 이탈하면서 신체중심이 왼쪽 봉 쪽으로 이동되고 물구나무서기에 이르러 다시 양 봉의 중앙으로 되돌아오는 현상을 나타냈다. 전후위치의 경우 하강스윙 국면에서 신체중심이 약간 뒤로 이동했다가 신체가 평행봉을 지나 내려오면서 다시 전방 이동으로 전환되었고 오른손이 이탈하면서부터 다시 후방으로 되돌아오는 것으로 나타났다. 이때 왼쪽 봉을 지지하면서부터 마지막 물구나무서기까지의 구간에서는 신체중심의 원심력과 동체의 회전관성의 영향은 거의 없으며 단지 오른손을 밀어서 오른쪽 봉으로 이동하면서 후방으로 되돌아오는 것으로 나타났다. 또한 상하위치를 보면, 2단계인 연직하방까지 점진적으로 하강하였고, 이후 왼쪽 봉을 지지하다가 왼쪽 봉에서 오른손이 이탈하는 5단계까지 점진적으로 상승하였으며, 5단계부터는 물구나무서기와 같이 신체가 완전히 올라서 있는 상태로 마지막 Regrasp 순간까지 큰 변화를 보이

지 않고 있다.

한편 2차시기에서 변화된 주 요인을 살펴보면, 스윙 운동이 이루어지는 동안 2차시기는 신체중심이 연직하방에 있는 2단계에서 상하위치가 -49cm로 1차시기보다 처지지 않았다. 또한 전후위치에서 2차시기는 동체가 평행봉과 수평을 이루는 1단계에서 -35cm, 거꾸로 오르며 오른손이 이탈하는 3단계에서 42cm, 그리고 이탈된 손이 왼쪽 봉을 잡는 4단계에서 29cm로 1차시기보다 모두 크게 나타났다. 이와 같은 결과는 1차시기의 경우 상하중심의 스윙운동을 수행한 반면 2차시기는 큰 원 운동 중심의 스윙운동이 이루어졌다는 것을 알 수 있다. 한편 좌우위치를 보면, 왼쪽 봉에서 오른손이 이탈되는 5단계에서 2차시기가 -20cm로 1차시기보다 왼쪽 봉으로 많이 치우쳐 있으며, 상하위치의 경우 2차시기는 5단계에서 98cm, 마지막 물구나무서기 자체인 6단계에서 95cm로 5, 6단계 모두 1차시기보다 높은 위치가 나타났다. 이와 같은 결과는 2차시기의 경우 신체중심이 왼쪽 봉의 수직위치에 가까운 곳까지 이동되어 왼쪽 봉에서 양손 지지시간을 길게 갖게 하였으며 이로 인해 왼쪽 봉을 이탈할 때 신체의 균형조절이 용이해짐으로 말미암아 마지막 물구나무서기에 이르러서는 안정된 상태에서 신체를 곧추세울 수 있었던 것으로 볼 수 있다.

3) 속도변화

조성민 선수가 평행봉에서 Tichonkich 동작을 수행하는 동안 신체중심의 속도변화를 나타낸 것은 <표 3> 과 <그림 5>와 같다.

표와 그림을 토대로 좌우, 전후, 그리고 상하방향의 속도변화 패턴을 살펴보면, 좌우속도는 전반적으로 큰 변화를 보이지 않고 있으며, 전후속도는 연직하방에 도달할 때까지 전방으로 급격히 증가하다가 이후 점차 감소하여 오른손이 왼쪽 봉을 잡는 4단계부터는 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다. 상하속도는 동체가 수평인 시작단계에서는 힘으로 어느 정도 신체를 제어하고 있다가 평행봉을 지나면서 빠르게 하강하였으며, 연직하방을 지나면서 하강속도보다 오히려 빠른 속도로 급격히 상승하는 것으로 나타났다. 또한 상하속도는 오른손이 이탈하는 3단계부터 마지막 Regrasp 순간까

지 상승속도가 급격히 감소하고 있으나 오른손이 왼쪽 봉을 잡은 직후와 이탈하기 직전에 일시적으로 증가하는 특징이 나타나고 있다. 이러한 현상은 왼쪽 봉을 잡을 때 오른팔을 버티거나 이탈할 때 밀어주는 동작이 발생하기 때문으로 볼 수 있다.

표와 그림을 토대로 2차시기에서 변화된 주 요인을 살펴보면, 2차시기는 스윙운동 중 좌우속도가 1단계에서 18cm/sec, 2단계에서 -3cm/sec, 그리고 3단계에서 -41cm/sec로 1차시기보다 좌우속도의 변화가 작은 것으로 나타났다. 또한 하강스윙도중 동체가 평행봉과 수평을 이루는 1단계에서 상하속도는 2차시기가 -2cm/sec로 1차시기보다 매우 느리게 나타났으나 상승스윙도중 봉 이탈순간과 왼쪽 봉을 잡는 순간인 3단계와 4단계의 상하속도는 2차시기가 각각 316cm/sec와 174cm/sec로 1차시기보다 빠르게 나타났다. 한편 왼쪽 봉에서 오른손이 이탈되는 5단계에서 2차시기는 좌우속도가 14cm/sec로서 1차시기보다 매우 느리게 나타나는 특징을 보였다.

이와 같은 결과에 의하면, 2차시기는 하강스윙시 동체가 수평을 이루기 직전까지 힘으로 신체의 하강속도를 제어하고, 견관절각을 크게 하면서 신체를 후방으로 밀어주어 몸 접어 뒤 휘돌기의 크고 빠른 스윙을 유도하고 있음을 알 수 있다. 또한 거꾸로 오를 때 좌우 흔들림이 적으면서 빠르게 상승하는 것으로 나타났는데 이는 거꾸로 오르는 과정에서 신체의 비틀림 동작으로 인해 발생하는 신체의 흐트러짐을 방지하는데 큰 역할이 되었던 것으로 생각된다.

표 3. 각 단계별 신체중심의 속도변화 (단위 : cm/sec)

단계 피험자	1	2	3	4	5	6
X	-16	23	-95	-48	91	58
1차 Y	-40	294	-19	-59	-23	-14
Z	-80	45	272	80	50	-9
X	18	-3	-41	-59	14	42
2차 Y	-55	300	-11	-71	-19	-44
Z	-2	9	316	174	27	-23

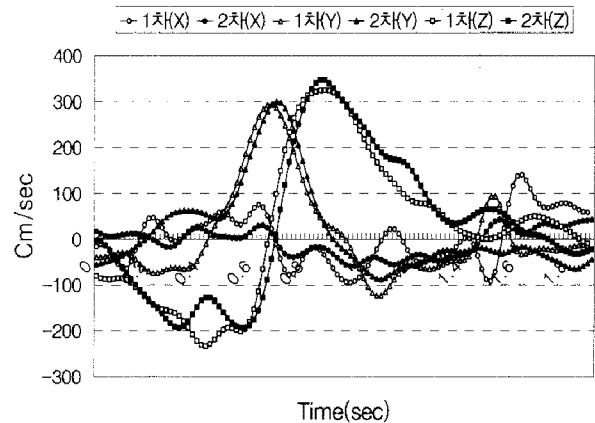


그림 5. 신체중심의 속도변화

4) 각도변화

본 연구에서 동체 회전각의 기준점은 물구나무서기에서 하강스윙 도중 동체가 평행봉과 수평을 이루는 시점이다. 조성민 선수가 평행봉에서 Tichonkitch 동작을 수행하는 동안 주요관절 및 동체 회전각의 각도변화를 나타낸 것은 <표 4>와 <그림 6, 7>과 같다.

표와 그림을 토대로 고관절, 오른쪽과 왼쪽 견관절 그리고 동체의 회전각의 각도변화 패턴을 살펴보면, 고관절각은 하강 시 신체중심이 평행봉을 지나쳐 내려옴과 동시에 급격하게 굴곡하여 연직하방인 2단계에서 가장 작은 굴곡각을 유지하고 있으며, 연직하방을 지나면서부터 5단계인 왼쪽 봉에서 오른손이 이탈할 때까지 다시 급격하게 신전되는 현상이 나타났다. 그러나 1차시기는 4단계와 5단계 사이인 양손이 왼쪽 봉에 지지하는 국면에서부터 물구나무서기에 이를 때까지 그 신전현상이 잠시 둔해지는 특징을 보이고 있다.

견관절각은 시작단계에서는 양쪽 견관절각이 서로 똑같은 상태에서 하강스윙을 하고 있다. 하강스윙 후 몸 접어 뒤 휘돌아 거꾸로 오르기 시 왼쪽 견관절각은 오른손 이탈 직후 급격히 신전되다가 오른손이 왼쪽 봉을 잡는 순간부터는 큰 변화를 보이지 않고 있는 반면 오른쪽 견관절각은 왼쪽 봉에서 오른손이 이탈하기 직전까지 한동안 왼쪽 견관절각보다 굴곡된 각변위를 보이고 있다. 이는 오른쪽 견관절각의 경우 이미 연직하방을 지나면서부터 오른쪽 팔을 몸쪽으로 끌어당겨 왼쪽 방향으로 쓰러지면서 비틀기 운동을 수행하기 때문으로 보여진다. 특히 오른쪽 견관절각은 오른손이 이탈

되어 왼쪽 봉을 잡기 직전까지의 국면에서 갑자기 크게 굴곡되는 특징이 나타났는데, 이는 몸 비틀기의 추진력을 강화하기 위해 봉을 잡아채면서 손을 놓기 때문으로 해석될 수 있다.

동체의 회전은 시작단계에서부터 5단계인 왼쪽 봉에서 오른손 이탈 직후(약 280°)까지 즉 몸통이 거꾸로 서는 것으로써 수평면에서 약 100°가 될 때까지 큰 요동없이 점진적으로 증가하는 것을 볼 수 있으며, 이후 오른손을 놓으면서 다리를 차내어 몸을 비트는 동안 조금 역(반대방향)으로 회전하다가 오른손이 왼쪽 봉을 잡으면서 다시 신체를 곧추 세우는 것으로 나타났다.

표와 그림을 토대로 2차시기에서 변화된 주 요인을 살펴보면, 1단계에서 고관절각은 2차시기가 143°로 1차시기보다 굴곡된 반면 오른쪽과 왼쪽 견관절각은 2차시기가 각각 76°와 75°로 1차시기보다 신전된 것으로 나타났으며, 3단계에서 고관절각은 1단계와 유사한 형태로 2차시기가 107°로 1차시기보다 굴곡된 반면 오른쪽과 왼쪽 견관절각은 2차시기가 각각 74°와 81°로 1차시기보다 신전된 것으로 나타났다. 이는 2차시기의 경우 견관절의 굴신 폭을 크게 하는 운동에 의존하여 원운동 중심의 스윙운동을 실시하고 있는 반면에 1차시기는 고관절의 굴신에 의한 킥에 의존하여 상하운동 중심의 큰 스윙운동을 실시하고 있음을 알 수 있다.

표 4. 각 단계별 주요관절 및 동체의 회전각도 변화 (단위 : deg.)

단계	1	2	3	4	5	6
고관절각	169	31	146	160	167	165
오른쪽 견관절각	59	77	63	89	130	156
왼쪽 견관절각	59	89	64	114	127	161
동체 회전각	3	173	273	255	281	281
고관절각	143	29	107	158	198	190
오른쪽 견관절각	76	82	74	71	168	159
왼쪽 견관절각	75	90	81	110	151	158
동체 회전각	6	167	257	280	272	282

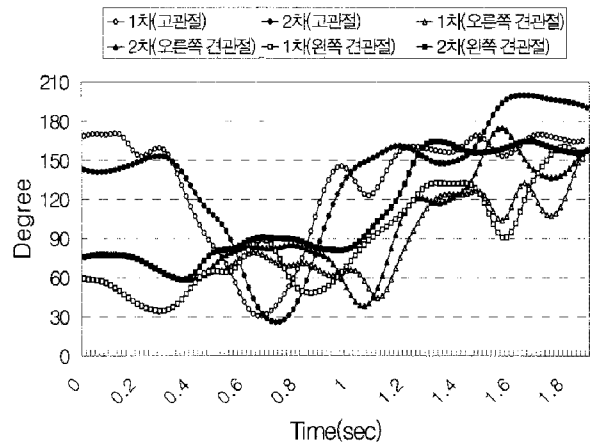


그림 6. 주요관절의 각도변화

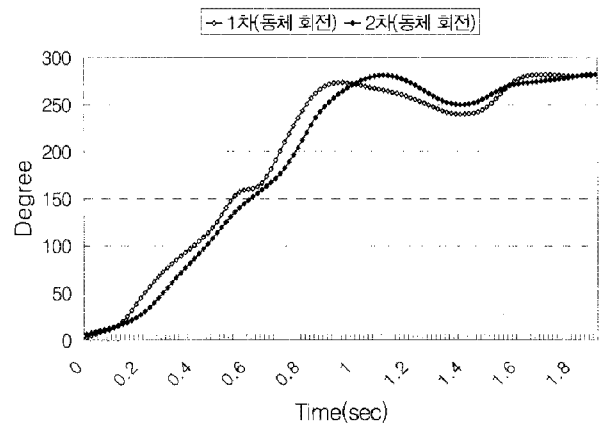


그림 7. 동체의 회전각도 변화

또한 동체의 회전각을 보면, 2차시기는 2단계와 3단계에서 각각 167°와 257°로 1차시기보다 작았으나 4단계에서는 280°로 1차시기보다 크게 나타났다. 이와 같은 결과는 상승스윙도중 오른손의 왼쪽 봉 이동국면에서 짧은 시간이 소비됨에도 불구하고 큰 회전각을 나타낸 것은 이 시기에 그만큼 동체의 빠른 회전이 이루어지고 있음을 의미하는 것이며, 이는 거꾸로 선 상태에서 견관절각을 크게 하는 움직임으로 신체중심의 상승속도를 빠르게 하는 것과 무관하지 않은 것으로써 신체 중심의 높이 증가의 원동력이 된 것이라고 할 수 있다.

한편 5단계와 6단계에서 2차시기는 고관절각이 각각 198°와 190°로 1차시기보다 매우 크게 나타났고 5단계에서 2차시기는 오른쪽 견관절각이 168°, 왼쪽 견관절각이 151°로 1차시기보다 매우 크게 나타났는데 이는 왼쪽 봉에 지지했던 손이 이탈하여 물구나무서기를 하는 과정에서 2차시기가 1차시기보다 신체를 더 뻗어냄

으로써 그만큼 안정성을 유지하면서 웅대하게 동작을 마무리하고 있음을 알 수 있다.

2 논의

Tichonkich 동작은 물구나무서기 자세에서 팔 버티어 내려오면서 몸 접어 뒤 휘돌아 거꾸로 차오르며 360°몸 비틀어 다시 물구나무서기에 이르는 동작이다. Tichonkich 동작 수행 시 마지막 물구나무자세의 안정성 즉 Regrasp 시 신체를 곧게 세우고 양손이 빠뜨리지 않게 일직선으로 잡는 것은 다음기술로의 연결을 가능케 할뿐만 아니라 체조경기의 고득점 획득에 유리하게 작용될 수 있다. 따라서 동작의 준비국면이라고 할 수 있는 몸 접어 뒤 휘돌기(swing)의 운동학적 요인의 변화는 밑으로 처지는 순간 손이 놓쳐지는 것과 차올라 물구나무서기 동작을 수행하는데 결정적으로 영향을 미치기 때문에 그 중요성이 매우 크다고 할 수 있다. Tichonkich 동작은 몸 접어 뒤 휘돌기 운동에 있어서 신체의 좌우 흔들림을 작게 하면서 큰 원운동 중심으로 이루어져야한다. 이는 상승스윙 시 거꾸로 차오르기의 역동성에 힘입어 봉 바꿔 잡기를 하면서 몸을 비트는 운동에 보다 치중할 수 있을 것이며, 마지막 물구나무서기의 안정성에 이로움을 제공 할 것이다. 그렇기 때문에 거꾸로 차오르며 1회전 비트는 동안 왼쪽 봉 양손 지지국면에서 신체중심이 왼쪽 봉의 수직위치까지 어느 정도 치우쳐 올라와야 하며, 가능하면 신체를 높게 올리는 것이 중요하다. 이는 시각으로 왼쪽 봉을 확인하면서 바른 위치에 오른손을 Regrasp 하게 할 수 있는 것이다.

조성민 선수가 구사하고 있는 Tichonkich 동작은 세계 최고의 기량이라고 할 수 있을 정도로 매우 안정적이다. 그러나 1차시기 측정 결과 왼쪽 봉 지지 이후부터 마지막 Regrasp 시까지 신체가 조금 움츠러드는 단점을 찾을 수 있었다. 이는 몸을 비틀며 봉을 올라와 왼쪽 봉에 양손을 지지한 상태에서 마지막 물구나무서기에 이를 때 그만큼 오른손과 신체중심이 급하게 이동되어 양손이 나란히 잡히지 못할 가능성이 많다는 의미이기도 하다. 이와 같은 현상은 고관절각의 굴신운동에 따른 Kick 동작에 의존한 수직상승운동에만 치중한 거

꾸로 차오르기운동으로 인해 전반적으로 스윙 스케일이 작아졌기 때문으로 볼 수 있다.

이와 같이 1차시기 시 Tichonkich 동작의 연기 과정에서 나타난 문제점을 해결하기 위한 방법으로는 우선 몸 접어 뒤 휘돌기 동작의 역동성을 강화시키는데 있을 것으로 판단하였다. 몸 접어 뒤 휘돌기의 역동성을 강화하려면 하강 시 큰 원운동과 함께 강한 처짐에 의한 봉의 탄성이 유도되어야 하는데, 이럴 경우 봉에서 손이 놓쳐질 우려가 많기 때문에 악력의 강화훈련이 필수적으로 실시되었다. 또한 몸 접어 뒤 휘돌기의 큰 스윙에 필요한 견관절의 자유로운 움직임을 위해 삼각근, 대흉근, 상완 삼두근, 그리고 복직근의 강화훈련이 실시되었다. 그런 후 큰 원운동에 의한 상승속도 증가를 위해 매달리기 계통의 기본기술인 Basket to handstand (360°비틀기가 포함되지 않음) 동작이 반복적으로 연습되었다.

이와 같은 예비연습을 토대로 실제 경기의 Tichonkich 동작에서는 좀더 여유와 자신감을 가지고 역동적이고 큰 회전에 의한 몸 접어 뒤 휘돌기 운동으로 즉 연직하방으로 깊게 처지기보다는 견관절각을 조금 더 넓혀주면서 전후방향의 이동거리를 크게 하여 큰 원운동의 스윙운동을 실시케 하였다. 그 결과 상승스윙도중 오른손이 조금 일찍 이탈되기는 했지만 빠른 상승속도를 동반하면서 오른손의 왼쪽 봉 이동이 짧은 시간 안에 매우 빠르게 이루어졌으며, 뒤늦게 빨라진 동체의 회전속도에 힘입어 수직 상승속도가 증가되고 있음을 알 수 있었다. 이는 양손의 왼쪽 봉 지지 시 신체중심의 높은 위치와 지지시간을 증가시킴으로써 신체를 뺏뺏하게 곧추세울 수 있게 하고 마지막 물구나무자세를 위한 오른손 이동 시 오른쪽 봉을 시각적으로 확인하면서 잡을 수 있는 동시에 신체의 조절(뺏침에 의한 스케일 강화와 오른손 잡는 위치)을 가능케 하여 안정적인 Tichonkich 동작을 연출케 할 수 있었다.

IV. 결 론

본 연구의 목적은 조성민 선수의 평행봉 Tichonkich 동작의 문제점을 파악하고 이를 보완할 수 있는 방법을

제시하여 완벽에 가까운 연기를 구사할 수 있게 하는데 있다. 이를 위해 제28회 아테네올림픽대회 파견 1차선발전(1차시기)과 최종선발전(2차시기)에서 수행된 Tichonkich 동작을 대상으로 고속 비디오카메라를 이용한 3차원적 영상분석을 통하여 운동학적 변인을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Tichonkich 동작을 수행하는 동안 상승스윙과 거꾸로 차올리면서 오른손이 왼쪽 봉으로 이동하는 국면의 소요시간은 2차시기가 1차시기보다 짧게 나타난 반면 하강스윙과 왼쪽 봉지지 그리고 오른손 오른쪽 봉 이동국면의 소요시간은 2차시기가 1차시기보다 길게 나타났다.
2. 2차시기는 신체중심의 수평위치가 1단계에서 -35cm, 3단계에서 42cm, 그리고 4단계에서 29cm로 1차시기보다 원운동 중심의 큰 스윙을 나타낸 반면 1차시기는 신체중심의 수직위치가 2단계에서 -59cm를 나타내 2차시기보다 상하중심의 작은 스윙을 나타냈다. 또한 2차시기는 5단계의 수직위치가 98cm, 6단계의 수직위치가 95cm로 1차시기보다 높은 위치를 나타내 현대체조가 요구하는 웅대함을 제공한 것으로 나타났다.
3. 2차시기는 1차시기보다 하강스윙 국면 시 수평속도가 전방으로 빠르게 진행되고, 거꾸로 오를 때 좌우 속도변화를 적게 하면서 빠르게 수직 상승하는 것으로 나타났다. 또한 5단계에서 2차시기는 수평, 수직, 그리고 좌우속도 모두 1차시기보다 매우 느리게 유지되어 여유 있는 움직임으로 물구나무서기에 이르는 것으로 나타났다.
4. 2차시기는 견관절각이 1, 2, 3단계에서 모두 1차시기보다 큰 각을 유지하여 큰 스윙운동을 수행한 반면 1차시기는 고관절각의 굴신에 의한 킥 동작에 의존하는 스윙운동을 나타냈다. 또한 2차시기는 양손이 왼쪽 봉을 지지할 때 동체가 이미 수직 자세를 이루고 있으며, 고관절각이 5단계와 6단계에서 각각 198°와 190°로 1차시기보다 매우 크게 유지함으로써 신체를 곧추세우고 뻗어내면서 웅대하고 안정된 동작으로 물구나무서기를 하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 권운택, 김충태, 김동민(1988). 체조 도서출판 명진당.
- 김동화(2002). 평행봉 Basket to Handstand 동작의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문. 한양대학교 교육대학원.
- 김충태, 윤창선, 이연종(1995). 평행봉 Moy Piked to Support 동작의 운동학적 분석. 한국체육대학교 체육연구소논문집, 제14권, 1호, 215-220.
- 윤희중, 박종훈, 이연종, 백진호(1995). 평행봉 Morisue 동작의 운동학적 분석. 한국체육대학교 체육과 학연구소 논문집, 제14권, 제1호, 207-214.
- 이각희, 이계산, 조성동, 홍옥기(1990). 평행봉의 물구나무선 자세에서 쳐져 오른 후 Tkatchev 동작의 Kinematic 분석. 한국체육학회지, 제29권, 2호, 367-379.
- 이계산, 조승구, 김휘철, 성낙준, 최규정, 황경숙(1987). 평행봉 운동에서 몸 굽혀 차오르며 180도 방향 바꾸어 물구나무서기 동작의 Kinematic 분석. 스포츠과학 연구과제 종합보고서, 79-123.
- 조관식, 박광동(1996). 평행봉 Morisue 동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 제35권, 2호, 341-352.
- 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 photogrammetry, 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 Gymnastics(1997). *The code of points: Artistic gymnastic for men*. Switzerland.

Federation of International Gymnastics(2001). *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,

Takei, Y., Dunn, J. H, Nohara, H, & Kamimura, M.(1995). New outer grip technique used by elite gymnasts in performing the felge to

handstand mount. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 188-204.

투 고 일 : 07월 30일

심 사 일 : 08월 15일

심사완료일 : 09월 01일