



2005 세계 쇼트트랙 스피드 여자 500m 스피드 스케이팅 출발구간에 대한 운동학적 분석

The Kinematical Analysis of female 500m Sprint Start in 2005 World Short Track speed Skating Championship

이종훈* (서울산업대학교) · 백진호(체육과학연구원)
Lee, Chong-Hoon*(Seoul National University of Technology).
Back, Jin-Ho(Korea Institute of Sports Science)

ABSTRACT

C. H. LEE, J. H. BACK, The Kinematical Analysis of female 500m Sprint Start in 2005 World Short Track speed Skating Championship, Vol. 15, No. 4, pp.169-179, 2005. In the 500m short track speed skating, the matter of who reaches the first corner first can important factor since each competitor races with all speed from the start to the first line. A filed study was attempted to kinematical estimation six female foreign skaters, who participated in the 500m female final round competition, and two Korea skates during the World Short track Skating Championship. The three dimensional motion analysis with DLT method was executed using four video cameras for analyzing the actual competition situation. In point of analyzing the actual competition situation, it is expected that skaters and coaches the effective informations, and the following conclusions are drawn; The elapsed time by phase in start motion of the foreign skaters appeared shorter those of Korea skaters, so the start training of Korea skaters should be strengthened. Also the displacement of C.G in the foreign skaters appeared shorter displacement than those of Korea skaters. Especially in the starting position, the foreign skaters are superior to Korea skaters in displacement of first(left) and next following stroke(right). The velocity of C.G and maximum velocity of skate blade of foreign skaters art faster than those of Korea skaters. And the foreign skaters show the superior early velocity change. Both of leaning body angle, and left and knee angle of the foreign skaters lead to positive point of having the propulsive force in the early starting position.

Observing in the most prominent feature of foreign and Korea skaters in start phase, foreign skaters skate quickly the third stroke. These features of Korea skaters would appear disadvantage of location selection in entering the coner course.

KEYWORDS : REACTION AND EXECUTION TIME, SPRINT START, 3D MOTION ANALYSIS

I. 서론

쇼트트랙 스피드 스케이팅 500m경기는 스타트부터 전력으로 질주하여 결승점에 도달하는 것으로, 100m 달리기와 출발 동작과 비슷하며, 누가 먼저 첫 코너에 진입하느냐에 따라 순위가 결정되어진다 해도 과언은 아니다. 단거리 출발의 의미는 단순히 출발라인에서 전방으로 이탈 하는데 있는 것이 아니라, 최소시간 내에 가장 적은 에너지로 최대파워와 인체균형을 이용하여 최대속도에 도달하는데 있기 때문에 이러한 출발동작들의 과학적인 분석은 경기에 매우 중요한 요소이기 때문에 경기력 향상에 필수적인 것으로 그동안 많은 연구자들의 관심의 대상이 되어왔다.

그동안 빙상경기에 관한 연구는 주로 스피드 스케이팅의 직선주와 곡선주에서의 스케이팅 자세에 대해서 이루어졌으며, 출발구간에 관한 연구는 Koning, Groot와 Ingen Schenau(1989)가 88년 켈거리 동계올림픽경기에서 출발구간의 운동학적 요인들을 분석하였고, Koning, Thomas, Berger, Groot와 Ingen Schenau(1995)는 런닝자세(runninglike)에서 글라이딩(gliding)으로 바꾸는 메카니즘(mechanism)을 연구하였으며, Ingen Schenau, Koning과 Groot(1994)는 스프린트 스타트(sprint start)동작을 달리기 및 사이클(cycle)과 비교하여 보고하였다. 그러나 링크의 크기와 길이가 다르고, 회전반경이 다른 스피드 스케이팅과 쇼트트랙은 스케이팅기술이 다를 수밖에 없어 이를 그대로 적용시키기에 어려움이 있다. 쇼트트랙 스피드 경기에 대한 국내의 선행연구들을 보면, 이창호(1989)가 세계선수권 및 동계올림픽을 중심으로 각 라운드별 기록변화에 대하여 보고하였는데 최종라운드에 근접할수록 기록의 변화가 현저하게 짧아지는 것으로 보고하였다. 이영하 등(1995)은 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발구간의 코스별 비교분석을 통해 경기의 순위는 코스배정이 주요요인이 될 수 있으며 이를 극복하기 위해서는 스타트 방법의 변화가 필요함을 주장하였다. 윤희중 등(1996)은 쇼트트랙 출발동작의 각도변인에 대하여 분석하였는데 우수한 선수일수록 팔꿈치 관절각의 최대값이 크고, 최소값은 작은 경향을 보이며, 신전 시 각속도는 작고, 굴

곡 시 각속도는 큰 경향을 나타낸다고 하였다. 백진호 등(2002)은 우리나라 선수들이 외국선수에 비해 국면별 소요시간이 길며, 인체중심의 수평속도가 늦게 나타나고 있어 한국선수들의 스타트 훈련이 보강되어야 한다고 주장하였으며, 출발구간의 인체 중심의 변위와 발분절 변위 역시 외국선수들이 한국선수들에 비해 이동변위가 다소 큰 것으로 나타났으며, 전체적으로 우리나라 선수들은 초기 3보가 외국선수들에 비해 느리게 나타나고 있어 시정이 요구된다고 하였다.

위에서 살펴본 바와 같이 500m 종목에서 출발동작의 중요성은 여러 국내의 연구에서 반복되어 제시되고 있으나, 많은 진전을 이루지 못하고 있는 실정으로 이는 출발의 의미가 단순히 출발점에서 전방으로 이탈하는데 있는 것이 아니라, 직선 주로에서 누가 먼저 곡선 주로에 진입하느냐가 경기의 승패를 좌우하는 가장 큰 척도가 되기 때문에 아주 중요한 기술이라 하겠다. 즉 출발동작에서 가장 중요한 요인은 빠른 시간에 많은 거리를 이동하여 높은 수평속도를 얻는 것이다. 수평속도는 스트로크 길이(구간별 이동거리)와 스트로크롤로 결정되며 이들은 전경각도와 무릎각도가 중요한 요인으로 보고되고 있다.(백진호 등 2002).

세계적인 경기력을 보유하고 있는 중국, 캐나다, 미국 등은 2006년 토리노 동계올림픽을 대비하여 종목별 경기력의 극대화를 위해 매진하고 있다. 우리나라 여자 선수들은 현재 각종국제대회에서 좋은 성적을 거두고 있지만 출발기술의 열세로 인하여 500m 종목은 뚜렷한 성과를 거두지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 우리여자선수들의 500m 종목의 경기력 향상을 위해서 동계 올림픽에서 경쟁하게 될 외국의 우수선수들의 출발기술 비교분석을 통하여 우리선수들의 출발기술을 보완하고 보다 나은 출발 기술을 모색하고자 하는데 그 목적을 두었다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 2005년 강원도 춘천에서 거행된

세계 쇼트트랙 스피드 스케이팅 선수권대회 여자 500m 종목 결승에 진출한 외국선수 4명과 한국선수 2명 등 총 6명의 선수들의 출발구간의 동작을 분석 하였으며, 연구대상자의 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 대상자의 특성

선수	최종 순위	첫코너 진입순위	나이 (yrs)	신장 (cm)	비고
S ₁	1	1	22	166	중국
S ₂	3	2	25	167	캐나다
S ₃	2	3	20	153	한국
S ₄	1	1	23	165	중국
S ₅	2	2	24	167	캐나다
S ₆	3	3	24	163	한국

2. 실험절차

실제시합상황에서 출발동작을 촬영하기위해 4대의 디지털 카메라(VX - 2000, Sony)를 삼각대로 고정시켜 실내 빙상장에 설치하였다. 카메라의 위치는 출발선을 기준으로 전후방 각각 45도의 각을 이루는 곳에 3대를 설치하였으며, 나머지 1대는 출발번호 및 경기진행 상황을 촬영하였다. 공간좌표 설정을 위한 통제점 막대는 전 촬영구간을 포함 할 수 있도록 길이 6m, 높이 2m, 폭 5m로 설치하였고, 연구대상자들을 촬영하기 전 5분 동안 촬영한 다음 제거 하였다. 구체적인 경기촬영장면은 <그림 1>과 같다

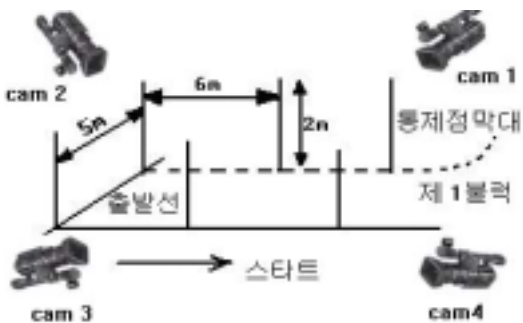


그림 1. 경기촬영장면

3. 자료처리방법

디지털라이징 하여 얻은 2차원 좌표를 이용하여 3차원 좌표를 계산하기 위해 공간의 좌표를 이미 알고 있는 통제점을 활용하여 DLT(Direct Linear Transformation) 계수들을 계산하고, 이들 계수와 동조된 2차원 좌표로부터 인체관절점의 3차원 좌표를 계산하는 방식은 DLT 방법을 활용하였으며, 42개의 통제점을 이용하여 캘리브레이션(calibration)을 실시하였다. 좌표계는 전후 진행방향을 Y방향, 좌우방향을 X방향, 지면과 수직방향을 Z방향으로 설정하였다. 비디오카메라의 속도는 30f/s로 하였으며, 이로부터 얻은 정보는 3차 스플라인 함수(cubic spline function)를 이용하여 0.02초 간격으로 보간(interpolation)하였다. 또한 디지털라이징 오차와 기자재 자체에서 기인하는 노이즈(noise)를 제거하기 위해 스무딩(smoothing)을 실시하였는데 본 연구에서는 버티워스 2차 저역통과 필터를 활용하여 6.0HZ로 스무딩을 실시하였다. 이와 같은 자료처리에는 KWON3D motion analysis package 3.0을 사용하였다.

4. 이벤트(Event) 및 구간설정

분석국면의 이벤트구분은 출발자세에서 신호총이 울린 후 선행 발(왼발)이 이지하는 순간을 E₁, 착지하는 순간을 E₂, 오른발이 이지하는 순간을 E₃, 착지하는 순간을 E₄, 두 번째 왼발이 이지하는 순간을 E₅, 착지하는 순간을 E₆, 두 번째 오른발이 이지하는 순간을 E₇, 착지하는 순간을 E₈로 설정하였다. 이에 따른 국면구분은 E₁에서 E₂까지를 제 1국면(L₁)으로, E₃에서 E₄까지를 제 2국면(R₁)으로, E₅에서 E₆까지를 제 3국면(L₂)으로, E₇에서 E₈까지를 제 4국면(R₂)으로 설정하였다. 분석변인으로는 국면별 소요시간, 인체중심의 수평변위, 인체 중심속도와 스케이트 날의 속도, 몸통의 전경각도(θ_1), 무릎관절의 각도(θ_2)를 분석하였다.

5. 분석변인

본 연구의 분석변인은 출발 반응시간, 출발 후 4보까지 걸린 소요시간, 인체중심의 수평·수직이동 변위,

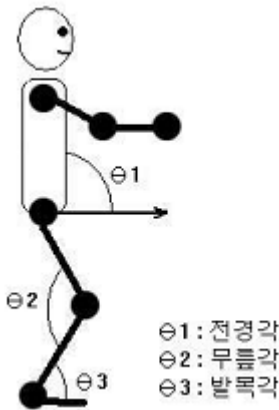


그림 2. 관절각도의 정의

인체중심의 속도, 몸통전경각도, 무릎관절 각도를 구하였으며, 각도변인에 대한 정의는 <그림 2>와 같다.

III. 결과 및 논의

본 연구는 2005년 강원도 춘천에서 거행된 세계 쇼트트랙 스피드 스케이팅 선수권대회에 출전하여 결승에 진출한 500m 여자선수 6명을 대상으로 하였으며, 실제 경기장면을 촬영하여 분석한 관례로 연구변인을 모두 기록 분석 하지는 못하였다. 또한 연구의 범위가 출발동작의 초기단계이기 때문에 코스배정에 의한 차이는 고려하지 않았으며 본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 출발 반응시간과 구간별 소요시간

스타트 동작에 대한 반응시간 및 구간별 인체중심의 소요시간에 대한 결과를 <표 2>와 <그림 1>에 제시하였다.

<표 2>에 의하면 출발 신호총이 울린 후 첫 발이 이지할 때까지의 반응시간은 평균 0.23 ± 0.08s로 나타났으며, 선수 중 S₄이 0.16s로 가장 빠르게 나타났으며, S₅은 0.36s로 가장 반응시간이 늦은 것으로 나타났다. 신성휴 등(1996)의 연구에 의하면 출발구간의 경기기록이 좋을수록 반응시간이 빠른 경향을 보인다고 주장하였는데 본 연구결과 역시 유사한 경향을 보이고 있다.

표 2. 구간별 소요시간(단위:sec)

구면 선수	반응 시간	L ₁	R ₁	L ₂	R ₂	Total
S ₁	0.22	0.34	0.42	0.44	0.44	1.86
S ₂	0.18	0.34	0.42	0.48	0.48	1.90
S ₃	0.28	0.26	0.44	0.50	0.42	1.86
S ₄	0.16	0.40	0.46	0.46	0.44	1.92
S ₅	0.36	0.18	0.50	0.54	0.52	2.06
S ₆	0.20	0.36	0.52	0.48	0.40	1.98
M±SD	0.23±0.08	0.31±0.08	0.46±0.03	0.48±0.03	0.45±0.04	1.93±0.08

출발구간에서의 소요시간이 짧다는 것은 정적인 스타트 자세로부터의 정지해 있는 관성을 무너뜨리기 위한 소요시간이 작다는 것을 의미하며, 이는 가속능력이 우수함을 나타낸다 하겠다. 출발 반응시간은 적절한 훈련을 통하여 10 -20% 단축시킬 수 있는데 출발 반응시간은 음향, 시각, 촉각 신호에 의한 신경자극 구조로서 set potion에서 빙면에 힘을 가하고 있는 발의 근육조직을 미리 warm - up시키고, 중앙 신경조직의 기능적 역할이 정확해야 되며, 동원되는 근육의 수와 신경계를 증가시킴으로서 반응시간을 단축시킬 수 있다(이종훈, 1996). 2005년 6월 그리스에서 거행된 육상 슈퍼그랑프리대회 남자 100m 경기에서 아사파 파월(자메이카)선수가 9.77s로 몽고메리의 9.78s의 종전기록을 깨고 세계 신기록을 수립 하였는데, 이때 출발 반응시간이 0.150s로 타 우수선수의 0.180s에 비해 0.003s가 빠르게 나타났으며, 이는 신기록 수립에 많은 영향을 미친 것으로 사료된다. 쇼트트랙 스피드 스케이팅에서도 출발시 반응시간이 기록에 미치는 영향은 매우 크며, 이에 대한 체계적이고 합리적인 훈련이 필요하다고 생각된다.

첫발(왼발)의 이지 및 착지인 구간 L₁에서 우승국인 중국선수 S₁, S₄ 평균소요시간은 0.37s로 나타났으며, 한국선수 S₃와 S₆의 평균소요시간은 0.31s로 중국선수에 비해 짧게 나타났다. 특히 한국선수인 S₆은 0.36s로 좀 더 빠른 동작이 요구된다. 두 번째발(오른발)의 이지 및 착지인 구간 R₁에서의 평균소요시간은 0.46±0.03s이며, S₁, S₂는 0.42s로 가장 짧은 시간에 동작을 수행하였으며, 특히 한국선수인 S₆은 0.52s로 보다 긴 소요시간을 나타내었다. 출발부터 R₂까지의 총소요시간은 평균

1.93±2.8s로 백진호 등(2003)이 보고한 1.98±2.3s보다 짧게 나타났으며, 중국선수들의 평균 소요시간은 1.89s로 3위를 차지한 우리나라의 소요시간인 1.92s에 비해 소요시간이 짧게 나타났으며, 이는 출발구간에서의 기록이 우수 할수록 유리한 주행 코스의 선점으로 경기 기록이 양호한 것으로 나타났다. 위의 결과를 종합하여 보면 결승에 진출한 외국선수들이 우리나라선수들에 비해 짧은 소요시간을 보이고 있어 우리나라 선수들의 스타트 훈련이 보강되어야 할 것으로 생각된다.

2. 인체중심의 수평속도

출발동작의 각 이벤트별 인체중심 수평속도와 스케이트 앞날의 수평속도에 대한 결과는 <표 3>과 <그림 2>에 각각 제시하였다.

주어진 거리를 도달하는 시간을 측정하는 경기에 있어서 여러 운동학적 변인 중 가장 중요한 변인은 수평

속도이며, 최대한 수평속도를 증가 시켜 짧은 시간에 목적지에 도달하는 것이 경기력 향상의 관건이다. 이벤트별 인체중심의 최대수평속도는 중국선수들의 경우 E₁에서 116.3cm/s, E₃에서 239.3cm/s, E₈에서 535.5cm/s의 속도를 보였다. 그리고 우리나라선수들의 경우 E₁에서 129.7cm/s, E₃에서 159.8cm/s, E₈에서 430.9cm/s의 속도를 보였는데, 중국선수들이 출발 시 첫 이지 동작인 E₁에서 속도가 느렸지만 동작이 진행될수록 빠르게 속도가 증가 하였다. 특히, 첫 곡선주로에 가장 먼저 진입한 S₁의 경우 E₁에서 E₂까지 인체중심속도가 가장 빠르게 나타나 출발구간에서 속도변화가 우수한 것으로 나타났다. 위의 결과를 종합하여 보면 외국선수의 이벤트별 인체중심 수평속도가 우리나라선수들에 비해 다소 크게 나타나고 있다. 특히 초기 출발자세에서 첫발이 이동하는 L₁곡면에서 인체중심속도의 기울기가 외국선수들이 크게 나타나고 있는데 이는 초기 추진력이 다음 곡면의 속도에 계속해서 영향을 주고 있기 때문으

표 3. 이벤트별 인체중심의 속도(단위:cm/s)

선수	Event	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈
S ₁		108	502.1	197.3	523.7	246.3	647.0	335.6	516.1
S ₂		98.3	186.6	282.6	287.1	423.9	499.8	372.9	463.3
S ₃		117.6	269.9	192.2	317.5	415.7	505.5	351.9	460.9
S ₄		124.7	219.6	282.5	387.3	316.1	329.0	428.7	555.0
S ₅		98.4	410.3	240.4	328.4	402.4	439.7	327.7	538.9
S ₆		141.8	324.4	127.5	246.4	232.6	420.7	533.1	401.0
M±SD		117±16.9	338±119.7	220±60.2	348±97.7	339±86.7	473±106.4	391±78.1	489±57.9

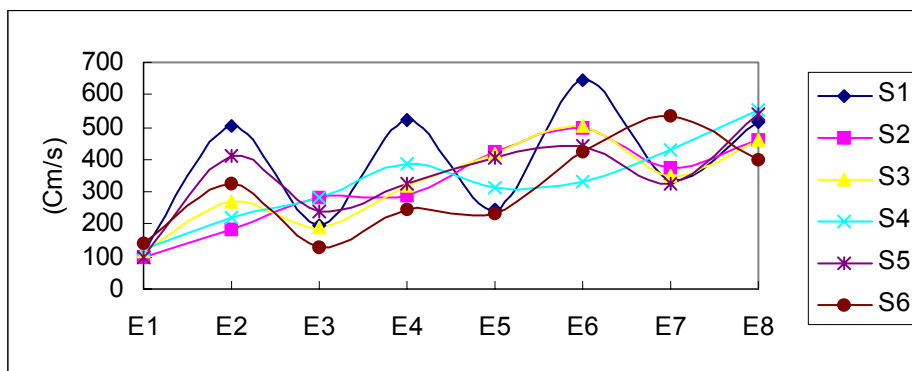


그림 2. 이벤트별 인체중심의 속도변화

로 판단된다.

3. 구간별 인체중심의 수평·수직 이동변위

출발동작의 구간별 인체중심의 수평, 수직 이동변위에 대한 결과는 <표 4,5>에 나타내었고, 수평변위를 <그림 3>에 나타내었다.

표 4. 구간별 인체중심의 수평변위(단위:cm)

선수 \ 국면	L ₁	R ₁	L ₂	R ₂
S ₁	70.6	151.4	175.7	214.4
S ₂	66.5	146.7	187.0	240.8
S ₃	54.0	141.1	188.3	200.4
S ₄	88.3	140.9	200.8	218.2
S ₅	38.7	176.5	208.1	245.8
S ₆	75.2	168.6	175.6	183.4
M±SD	65.6 ±17.3	154.2 ±33.3	189.3 ±13.2	217.2 ±23.7

<표 4>에 나타났듯이 각 구간별 인체중심의 수평변위를 보면 중국선수들의 경우 평균 이동변위는 L₁에서 79.5cm, R₁에서 146.1cm, L₂에서 188.2cm, R₂에서 216.3cm 수평변위를 보였다. 그리고 우리나라선수들인 S₃와 S₆의 경우 평균 이동 변위는 L₁에서 64.6cm, R₁에서 154.8cm, L₂에서 181.9cm, R₂에서 191.9cm의 수평변위를 보였

다. 중국선수와 우리나라선수 모두 시간이 진행되면서 중국선수의 이동변위가 다소 크게 나타남을 알 수 있다. 출발자세에서 왼발이 이동하는 L₁국면의 인체중심이동은 중국선수들이 더 크게 하는 것으로 나타났으며, 이후 L₂에서 인체중심의 이동변위가 비슷하여 지다가 R₂에서는 중국선수들의 인체중심변위가 다소 크게 나타나, 외국선수들은 출발의 정지동작에서 첫발을 내딛어 인체중심을 앞으로 전진시키는 L₁과 두 번째 발이 접촉하는 R₁에서 인체중심이동이 우리나라선수들에 비해 우수한 것으로 나타났다. 결국, 출발구간의 초반부에서 인체중심이동은 중국선수들이 우리나라선수에 비해 더 큰 값을 보이고 있어 진행방향으로 중심이동이 큰 것으로 나타났다. 특히 선수 S₄은 L₁에서 88.3cm로 크게 나타났으며, L₂와 R₂에서 각각 200.8cm와 218.2cm로 나타났다. 백진호(1996)의 연구에 의하면 여자대표선수들의 경우 첫발이 전진방향으로 이동하는 스트로크 길이가 약 35cm정도 된다고 하였으며 신성휴 등(1996)은 2,3 번째 스트로크 길이가 약 124~141cm정도라고 보고 하였다. 따라서, 본 연구의 외국선수들과 우리나라선수들의 스트로크 길이는 선행연구에 비해 L₁에서는 다소 큰 것으로 나타났으나 R₁과 L₂에서는 작은 것으로 나타나 우리나라 선수들의 2,3번째 스트로크 이동변위는 크게 향상되지 못한 것으로 나타나 이에 대한 훈련방법이 모색되어야 할 것을 판단된다.

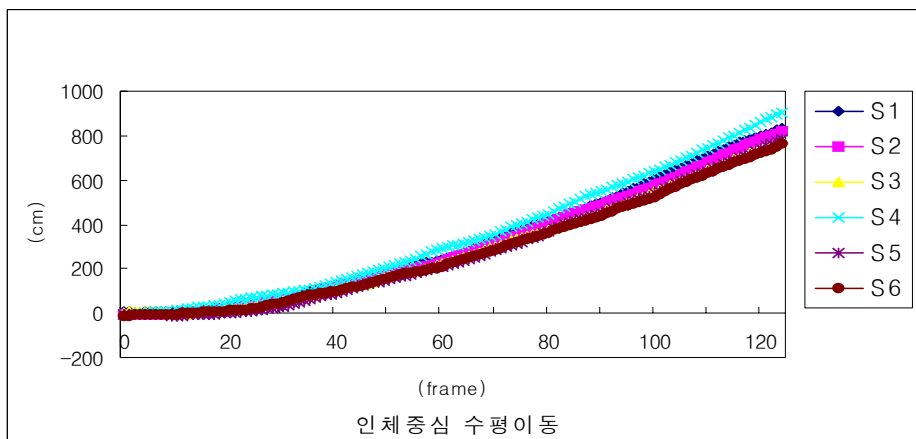


그림 3. 인체중심 수평변위

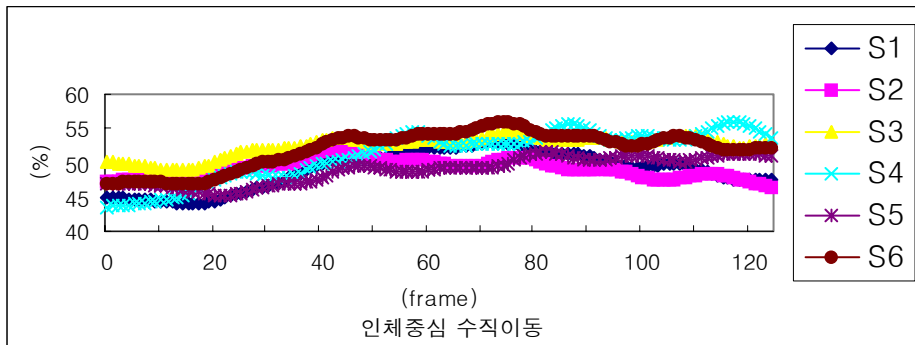


그림 4. 인체중심 수직변위

표 5. 구간별 인체중심의 수직변위 (단위:%)

구간 선수	스타트 자세	L ₁	R ₁	L ₂	R ₂
S ₁	45	46	48	51	52
S ₂	47	49	50	51	50
S ₃	50	51	52	53	53
S ₄	46	46	50	50	53
S ₅	47	46	47	49	50
S ₆	48	50	52	55	55
M±SD	47±1.7	48±2.6	49.8±2.3	51.5±3	52.1±3.3

<표 5>의 인체중심의 수직변위를 보면 수직변위는 선수들의 신장과 밀접한 관계가 있으므로 신장과의 백분율로 나타낸 값으로 출발 시 평균 47±1.7%로 나타났으며, 우리나라 선수인 S3와 S6의 평균값은 49%로 중국선수들의 평균 45.5%에 비해 높게 나타났으며, 백진호 등(2002)이 보고한 국내 우수선수들의 평균 49.5%와 비슷하게 나타났으며, 기록이 좋은 선수일수록 수직변위가 낮은 비율을 보이고 있다. 이는 출발 시 강한 추진력을 얻기 위해 중심을 낮추었다가 최고 높이에 도달하는 형태를 취하는 것으로 사료된다. 단거리 달리기와 달리 이상적인 스타트 자세는 중심의 높이를 가능한 높게 하여 불안정한 자세를 유지하는 것이 유리한데 비하여 스케이팅의 경우 출발자세는 강한 다리의 힘을 충분히 이용하기 위하여 낮은 자세를 취하는 것이 유리하다. 그러나 하지의 신근이 강하지 못할 경우에는 다리를 신전하기 위한 많은 시간이 소요되므로 자세를 지나

치게 낮추는 것이 불리할 경우도 있다(백진호, 2002). 따라서 인체중심의 수직이동변위 요인을 종합하여 보면 가능한 낮은 출발자세를 취하고 다리를 신전시키기 위하여 필요한 만큼 중심을 낮추었다가 최대한 높이 일어나는 자세가 바람직하며, 우리나라 선수들은 출발 시 자세를 좀 더 낮추어야 하며, 강한 추진력을 얻기 위한 하지근의 근력강화를 위한 훈련이 필요하다고 사료된다.

4. 스트로크롤 및 각도요인

쇼트트랙 스피드 스케이팅 경기는 주어진 거리를 가능한 빨리 주행하는 경기로 가장 중요한 요인은 수평속도이며, 이는 스트로크 길이(구간별 이동거리) 및 스트로크롤로 결정된다. 또한 이들은 전경각도와 무릎각도가 중요한 요인으로 보고 되고 있다(백진호 등, 2002). 이 같은 관점에서 스트로크롤, 전경각도 및 무릎각도의 결과를 수평속도와 관련하여 살펴보았다.

1) 스트로크롤

스트로크롤은 초당 스트로크 횟수를 의미하고, 4스트로크동안에 대한 결과는 <표 6>에 나타나 있다. <표 6>에서 평균 스트로크롤은 2.68±6.2로 나타났으며, 이는 백진호 등(1999)이 보고한 2.91±0.14에 비해 적게 나타났다. 또한 백진호(1997)는 남녀 대표선수들을 대상으로 한 연구에서 스타트구간의 기록이 좋을수록 높은 스트로크롤과 스트로크 길이가 크다고 주장했다.

표 6. 스트로크롤 (단위:회/s)

선수	스트로크
S ₁	2.82
S ₂	2.59
S ₃	2.72
S ₄	2.78
S ₅	2.51
S ₆	2.69
M±SD	2.68±6.2

본 연구에서 중국선수들은 평균 2.80으로, 우리나라 선수들의 평균 2.70에 비해 스트로크롤이 빠르게 나타났다. Hoffmann(1972)는 단거리 달리기에서 보폭과 보속은 역상관 관계를 갖는다고 했으며, 지나치게 보폭을 크게 할 경우 보속은 줄어들며, 반대로 보속을 빨리 하면 보폭이 좁아지므로, 선수의 체격과 체형 등을 고려한 적절한 균형이 이루어 질 때 질주의 효과는 최대가 된다고 주장하였다. 권영후 등(1996)은 발목관절의 집중적인 훈련을 통해 스타트구간의 시간단축을 보고한 바 있는데, 그 이유는 스트로크 길이 보다는 스트로크롤의 향상에 있다고 하였다. 이는 인체해부학적으로 고관절의 가동범위와 하지장의 길이 등 해부학적인 구조적 제한으로 인하여 한계가 있는 스트로크 길이의와 달리 후천적으로 훈련을 통하여 스트로크롤은 향상을 가져올 수가 있다고 주장하였다. 이는 선천적 요소인 체형 등의 요인과는 관계없이 주동근의 빠른 수축을 가능하게 하는 하지의 근신경계와 근육계의 상호작용에

의한 것이므로, 출발 시 자세를 최대한 불안정하게 하고 정지상태의 관성을 최대한 빠르게 무너뜨리며 다음 동작의 연결을 쉽게 할 수 있는 하지근력의 강화가 필요하다.

2) 전경각도

몸통의 전경각도는 전진방향 수평축과 몸통분절이 이루는 사이각도를 나타내는 것으로 출발구간의 이벤트별 전경각도에 대한 결과는 <표 7>과 <그림 4>에 나타내었다.

이벤트별 몸통의 전경각도에서 중국선수들의 경우 E₁에서는 40.4°를, E₃에서는 43.7°, E₄에 E₈에서는 49°를 보였다. 또한 우리나라 선수들은 E₁에서 45.4°를, E₃에서는 48.2°, E₈에서는 49.4°를 보였다. 백진호 등(2002)의 보고에 의하면 세계적인 외국선수의 경우 준비 자세에

표 7. 이벤트별 전경각도 (단위:°)

Event 선수	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈
S ₁	35.5	37.4	30.6	49.5	40.2	45.1	46.3	38.1
S ₂	47.1	57.9	60.9	57.9	50.4	56.4	56.1	58.9
S ₃	46.4	47.3	49.9	48.6	46.1	51.1	55.4	52.4
S ₄	45.2	49.4	54.3	56.8	54.2	56.4	57.9	59.4
S ₅	48.5	49.2	50.7	52.4	51.7	55.4	56.7	57.3
S ₆	44.6	45.4	46.5	46.9	43.2	44.6	47.5	46.4
M±SD	44± 4.62	47± 6.64	48± 10.16	52± 4.50	47± 5.29	51± 5.47	53± 4.63	52± 8.24

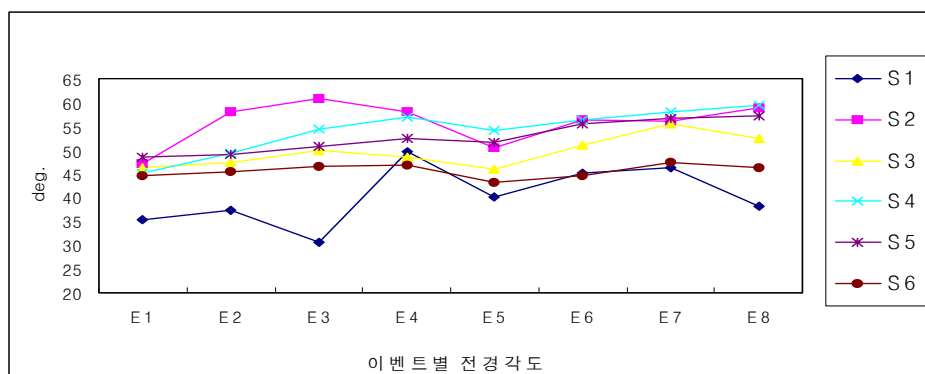


그림 5. 이벤트별 전경각도

서 약 20°의 전경각을 유지하다가 이후 40° 정도의 각도 값을 유지한다고 주장하였다. <표 7>에 나타났듯이 출발자세에서는 상체를 구부린 자세를 취하다가 첫 발(왼발)이 진행되면서 몸통을 세웠다가 이후 약간 수그러진 형태의 각도변화를 보이고 있다. 또한 첫 곡선 주로의 진입이 가장 빨랐던 S₁은 출발자세에서 첫발이 이지하는순간(E₁)에 35.5°를 보여 전경각도가 가장 작게 나타나고 있으며, 이는 전신을 전상방으로 구부린 상태가 됨을 의미하므로 최대한 빠르게 상체를 일으키는 자세를 용이하게 취할 수 있어 가속을 하기에 효율적인 것으로 판단되며, E₃와 E₆에서는 전경각도가 점차 감소하는 추세를 보이고 있다. 우리나라선수들의 경우 출발자세에서 첫발이 이지 후 굴곡과 신전이 반복되는 형태를 보여주고 있다. 거의 모든 선수들이 스트로크가 증가할수록 각도가 작아지는 형태를 보이고 있는 것은 곡선주로 진입시 자세를 낮추려는 시도로 판단된다.

3) 무릎관절각도

무릎관절각도는 대퇴와 하퇴분절이 이루는 사이각도를 나타내며 이에 대한 결과는 아래<표 8>과 <그림 5>에 제시하였다.

위의 결과에서 보면 이벤트 E₁에서 왼쪽 무릎관절각도가 중국선수들의 49.8°에 비해 우리나라선수들은 89.9°로 비교적 크게 나타나 중국선수들이 이지발의 무릎각도를 최대한 줄여 출발하는 것으로 나타났으며, 오른쪽 이지시인 이벤트 E₆에서도 오른쪽 무릎관절 각도는 중국선수들의 평균 오른쪽 무릎각이 104.9°, 우리나라

표 8. 무릎관절각도 (단위:°)

Event 선수	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈
S ₁	53.9	100.2	132.2	107.2	113.6	94.4	161.9	113.5
S ₂	83.8	121.5	137.1	127.3	152.1	140.8	153.2	106.6
S ₃	93.5	139.2	134.8	121.8	119.7	148.4	162.6	119.1
S ₄	45.8	125.4	127.9	107.4	140.6	115.5	123.5	121.3
S ₅	76.6	95.4	115.7	98.9	116.7	110.8	128.6	92.6
S ₆	86.3	137.2	103.8	136.9	148.9	128.6	139.1	123.5
M±SD	73±1 9.1	119± 18.4	125± 12.9	116± 14.1	131± 17.2	123± 20.1	144± 16.9	112± 11.6

선수들은 138.5°를 보여 오른쪽 무릎관절 각도에서는 큰 차이를 보이고 있었다. 이는 중국선수들이 양발의 무릎각을 작게 함으로써 이지와 착지 시 하퇴와 대퇴의 굴곡과 신전을 용이하게 하여 빙면에 최대한의 충격량을 가하여 효과적으로 지면 반력을 이용하는 것으로 생각된다. 또한, 오른쪽 발과 왼발의 두 번째 스트로크에서 무릎관절의 최소각도를 유지하는 것은 글라이딩 자세에서 빙면을 미끌어져 가는 것보다는 최대속도를 얻기 위해 빙면을 달리는 듯한 형태의 자세를 의미한다(신성휴, 1996). 따라서 외국선수들의 경우 무릎 관절 각도를 크게 하지 않으면서 빙면을 달리는 듯한 형태로 이동하는데 이는 빙면 접촉시간을 줄여 가속에 유리한 것으로 판단된다.

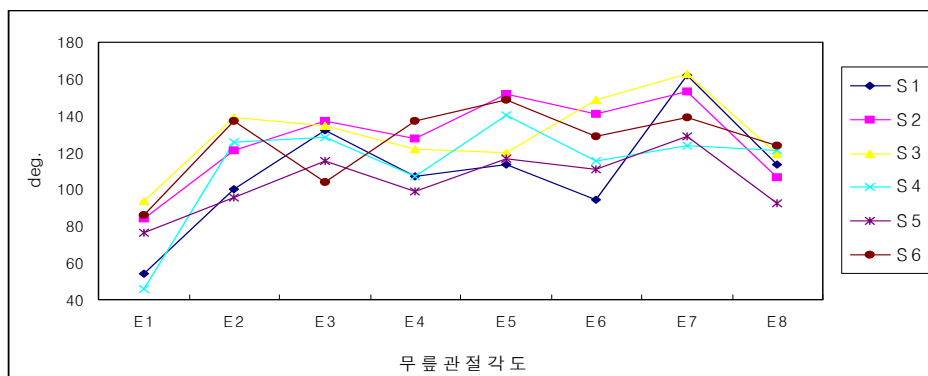


그림 6. 이벤트별 무릎관절각도

IV. 결론 및 제언

본 연구는 2005년 세계 쇼트트랙 스피드 스케이팅 선수권 대회 여자 500m 종목에 참가한 국제적 선수들 가운데 결승에 진출한 선수(4명)와 우리나라선수(2명) 등 총 6명을 대상으로 실시되었다. 4대의 비디오카메라를 이용하여 실제 경기장면을 촬영하였으며 3차원 DLT (direct linear transformation) 방법을 활용하여 출발동작을 운동학적으로 분석하였다. 실제 시합상황을 분석하였다는 점에서 경기력 향상에 많은 도움이 될 것으로 생각되며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. R₂까지의 구간에서 평균소요시간은 1.93±0.08s이며, S₁은 1.85s, S₆은 1.98s를 나타내어 중국선수들이 우리나라선수들에 비해 짧은 소요시간을 나타내고 있으며, 정지 상태에서 운동 상태로 빠르게 전환시키는 훈련이 보장되어야 할 것으로 사료된다.
2. 인체중심의 이동변위는 외국선수들이 우리나라선수들에 비해 큰 것으로 나타났다. 특히, 출발의 정지동작에서 첫발을 내딛어 인체중심을 앞으로 전진시키는 L1과 두 번째 발이 접촉하는 R1에서 인체중심이동이 우리나라선수들에 비해 우수한 것으로 나타났다.
3. 스트로크롤은 평균 2.68±7.1로 나타났으며, S₁은 2.82로 가장 크고, S₆은 2.69로 비교적 적게 나타났다. S₆은 하지강화 훈련을 통하여 보다 강한 킥력을 유지하여 스트로크롤을 향상 시켜야 할 것으로 생각된다.
4. 인체중심속도의 속도에서 중국선수들이 T₁에서 속도가 느렸지만 동작이 진행될수록 빠르게 속도가 증가 하였으며, 출발 구간에서 가속도가 큰 것으로 나타났다.
5. 몸통의 전경각도는 초기자세에서 추진력을 얻기 위해 상체를 구부린 자세를 취하다가 첫발(원발)이 진행되면서 약간 세웠다가, 이후 전경각이 작아지는 경향을 나타내고 있다.

위의 결론에서 우리나라선수의 스타트 기술에 관련된 운동학적 변인들이 외국선수들에 비해 우수하지 못

한 것으로 나타났다. 1회의 동작을 분석한 본 연구의 결과를 일반화시키기에는 무리가 있을 것으로 판단된다. 그러나 이러한 변인들이 경기력과 매우 밀접하게 관련됨으로 이와 관련된 후속연구가 지속적으로 진행되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 권영후, 조성계, 이동규, 전명규(1996). 스타트능력강화 훈련을 통한 여자 국가대표 쇼트트랙선수들의 단거리 종목경기력 향상. 한국체육과학연구원
- 백진호, 윤희중, 권영후(1996). 출발자세에 따른 쇼트트랙 스케이팅 스타트 기술의 분석. 한국운동역학회지, 6(2), 45~56.
- 백진호, 전명규, 정남주, 정훈교, 민경훈, 이연중, 이용식(2002). 2001세계 쇼트트랙 스피드 스케이팅 선수권대회 여자 500m 종목의 출발구간 동작 분석. 한국체육학회지, 제 41권 2호, 752~762
- 백진호, 정남주, 한기훈, 이용구, 운동섭, 이용식(2003). 인체무게중심분할에 따른 500m쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발 기술분석. 한국운동역학회지, 제 13권 3호, 199~215
- 백진호, 한윤수(2002). 2001세계 쇼트트랙 스케이팅 선수권대회 남자 500m 종목에 참가한 국내선수와 외국선수의 스타트 동작분석. 한국체육학회지, 제 41권 3호, 499~507
- 신성휴, 백진호(1996). 500m 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발동작의 운동학적 분석. 한국운동역학회지, 6(1). 53~68.
- 스포츠과학(2002). 스포츠과학정보 : 스케이팅기술의 생체역학적 분석. 제 79호, 59~67.
- 이종훈(1996). 100m달리기의 기록에 영향을 미치는 운동역학적요인에 관한 연구. 성균관대학교 대학원 박사학위논문
- 이영하, 백진호(1995). 500m 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발구간의 운동학적 비교분석. 한국체육대학교 부속 체육과학연구고논문집, 14(1), 231~236.
- 윤희중, 김용선, 백진호(1996). 쇼트트랙 출발동작의 관절

- 각 및 관절각속도 분석. 한국체육대학교 부속 체육과학연구소논문집, 15(1),79~88.
- 전명규, 박광동, 백진호(2001). 쇼트트랙 스피드 스케이팅의 반력변화에 따른 특성분석. 한국체육학회지, 40(2). 861~874
- Abdel-Aziz, Y.I., & Kararah, M.(1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. Proceedings of the symposium on Close-Range Photogrammetry (pp. 1-18). Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry.
- De Koning, Rixte Thomas, Monque Berger, Gert de Goot, and Gerrit jan Van Ingen Schenau. (1995). The start in speed skating : from running to gliding. Me Sci. Sports and Exerc. 27(12). 1703~1708.
- Ingen Schenau, G. J. Van. J.J. de Koning and G. de Groot. (1994). Optimization of sprinting performance in running, cycling and speed skating. Sports Med. 17. 259~275.
- Hoffmann, K.(1972). Stride length and frequency of female sprinters. Track Technique, 10
- Koning, J.J, de Goot, G & Ingen Schenau, G.J.Van. (1989). Mechanical aspects of the sprint start in olympic speedskating. International Journal of sport Biomechanics, 5. 151~168.
- Kwon, Y.h.(1994). Kwon3d Motion AnalysisPackage 2.1 User's Reference Manual. Aanyang, korea: V.TEK Coporation.

투 고 일 : 10월 30일

심 사 일 : 11월 20일

심사완료일 : 12월 07일