



한국운동역학회지, 2004, 제14권 3호, pp. 285-299
Korean Journal of Sport Biomechanics
2004, Vol. 14, No. 3, pp. 285-299

여자 500m 쇼트트랙 스피드 스케이팅의 스타트 기술분석

백진호*(체육과학연구원) · kwchang수(한림대학교) · 정남주(호남대학교)

ABSTRACT

Analysis of the Female 500m Sprint Starting Motion in Short Track Speed Skating

Back, Jin-Ho*(Korea Institute Sports Science) · Kwak, Chang-Soo(Hallym Univ.)
Chung, Nam-Ju(Honam Univ.)

J. H. BACK, C. S. KWAK, N. J. CHUNG. Analysis of the Female 500m Sprint Starting Motion in Short Track Speed Skating. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 14, No. 3, pp. 285-299, 2004. The purpose of this study is to identify female 500m sprint start motion by the center of gravity position in short track speed skating. The center of gravity position ratio was divided into three type(type A front : 80%-back : 20%, type B front : 70%-back : 30%, type C front: 50%-back : 50%). Three video cameras were used for 3D motion analysis with DLT method and the results were as follows:

The elapsed time in starting motion was appeared that type B was the shortest and type A was the longest. It was appear that the stroke length of type A was longer than that type B and C during starting phase. This result was similar to displacement of center of gravity. It was appeared that skill type of center of gravity position ratio type B' ankle and knee joint angle were lower than that of type A and C. Observing these results it was conclusion that skill type B of center of gravity position ratio was more faster than that of type A and C. But it is

* jhback@sports.re.kr

important that these skill type needed to verifying more subjects.

KEY WORDS : FEMALE 500M SPRINT START, CENTER OF GRAVITY POSITION, 3D MOTION ANALYSIS

I. 서 론

쇼트트랙에서 출발의 목적은 최소시간 내에 가장 적은 에너지로 최대 파워와 인체균형을 이용하여 최대 속도에 도달하는데 있다. 즉, 단지 출발선을 이탈하는 것이 아니라, 최대 속도로의 재빠른 가속이 요구되며 이는 출발기술에 큰 영향을 미치게 된다. 쇼트트랙 경기 중 500m 종목은 단거리 경기로써 출발위치가 승패를 가름하는 중요한 요소가 된다. 이는 첫 번째 곡선주로를 접어드는 순간 유리한 위치를 차지하지 못하면 만회하기가 쉽지 않기 때문이다. 따라서 단거리 종목은 출발자세에서 누가 먼저 첫 코너에 진입하느냐에 따라 순위가 결정되어진다 해도 과언은 아니다(백진호, 1996). 이와 같이 단거리 출발은 경기에 매우 중요한 요소가 되기 때문에 그동안 연구자의 관심대상이 되어왔다.

쇼트트랙 출발기술에 대한 그 동안의 연구들을 살펴보면, 이영하와 백진호(1995)는 500m 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발구간의 운동학적 비교분석 연구에서 경기의 순위는 코스 배정이 주요 요인이 될 수 있으며 이를 극복하기 위해서는 스타트 방법의 변경이 중요한 관건이 될 수 있음을 주장하였다. 백진호(1996)는 쇼트트랙 스피드 스케이팅 500m 경기 출발동작의 운동학적 특성분석을 통해 출발구간에서 나타나는 시간요인과 거리요인, 속도요인, 각도요인에 대한 역학적 현상을 설명하였다. 또한, 신성휴와 백진호(1996)는 500m 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발동작의 운동학적 분석을 통해 기록을 단축할 수 있는 운동학적 요인으로 첫발 이지시간과 가속시간, 짧은 빙면접촉시간, 낮은 출발자세, 빠른 스텝률, 그리고 큰 추진각 등이 선행되어야 한다고 주장하였다. 백진호와 한윤수(2002)는 세계 쇼트트랙 스피드 스케이팅 선수권대회 여자 500m 종목의 출발구간 동작분석에서 우리나라 선수들이 외국선수에게 비해 국면별 소요시간이 길게 나타나고 있어 한국선수들의 스타트 훈련이 보강되어야 한다고 주장하였다. 또한, 출발국면의 인체중심변위와 발 분절 변위 역시 외국선수들이 한국선수들에 비해 이동변위가 다소 큰 것으로 나타났으며 전체적으로 우리나라 선수들은 초기 3보가 외국선수들에 비해 느리고 나타나고 있어 출발구간에서의 단점이 드러났음을 보고하였다.

위에서 살펴본 바와 같이 쇼트트랙 스피드 스케이팅 종목 중 단거리 경기에서 출발의 중요성은 그동안 많은 연구의 초점이 되어왔음에도 불구하고 많은 진전을 이루지 못하고 있으며 국제대회에

서도 뚜렷한 성과를 거두지 못하고 있는 실정이다. 결국, 한국여자선수들의 전체적인 경기력 향상을 위해서는 출발기술의 개발과 적용이 어느 때 보다도 요구되어지고 있다. 따라서 본 연구는 출발기술 동작을 인체무게중심의 비율에 따라 3가지 A형(전-80%, 후 20%), B형(전-70%, 후-30%), C형(전-50%, 후-50%)로 나누어 4주간 적응훈련을 실시한 후 이들 동작 중 실지로 어느 기술이 경기에 적합한지를 판별하고자 실시하였으며 나아가 스타트 훈련 지도에 도움을 주고자 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 실험설계

본 연구의 대상자는 2004년 현재 국제대회를 앞둔 쇼트트랙 스피드 스케이팅 여자 국가대표 선수 중 단거리 종목이 주 종목인 2명을 대상으로 실시하였다.

표 1. 연구대상자의 특성

선수명	성 별	신장(cm)	체중(kg)	연령(yr)	주종목(m)
W1	f	168	60	22	500, 1,000
W2	f	164	59	21	500, 1,000

출발기술동작은 인체무게중심이 전과 후에 위치하는 비율로 구분하였다. 인체무게중심 비율은 출발선상에 설치한 통제점 틀에서 산출되는 전역좌표계와 인체관절점 좌표화를 통해 얻어진 인체무게 중심점의 위치를 산출하여 정지자세인 준비자세 시 인체중심이 전후면에서 위치하는 비율에 따라 <표 2>와 같이 출발기술을 구분하였다.

표 2. 실험설계

(단위 : %)

	A형		B형		C형	
	전	후	전	후	전	후
무게중심 분포비율	80	20	70	30	50	50

2. 실험절차

본 연구에서 사용된 3대의 디지털카메라(VX-2000, Sony)는 삼각대로 고정시켜 출발선 좌측상단에 1번 카메라를, 우측상단에는 2번 카메라를 뒤쪽 측면에 3번 카메라를 설치하여 출발구간을 촬영하였다. 공간좌표 설정을 위한 통제점 막대는 전 구간을 포함할 수 있도록 길이 5m, 높이 2m, 폭 1m로 설치하였고, 연구대상자의 동작을 촬영하기 전 3분 동안 촬영한 다음 제거하였다. 연구대상자 별로 3가지 출발동작을 각각 3회씩 실시하였으며 이중 출발구간의 기록이 좋은 동작을 선택하여 분석하였다.

3. 자료처리 방법

디지털이징 하여 얻은 2차원 좌표를 이용하여 3차원 좌표를 계산하기 위하여 공간의 좌표를 이미 알고 있는 통제점을 활용하여 DLT(Direct Linear Transformation)계수들을 계산하고, 이들 계수와 동조된 2차원 좌표로부터 인체 관절점의 3차원 좌표를 계산하는 방식은 DLT 방법을 활용하였다. 실제로 48개의 통제점을 이용하여 캘리브레이션(Calibration)을 실시하였다. 좌표계는 좌우방향을 X방향, 전후방향을 Y방향, 수직방향을 Z방향으로 설정하였다. 디지털 카메라의 속도는 30frames/sec.이고 그로부터 얻은 정보를 3차 스플라인 함수(cubic spline function)를 이용, 0.01초 간격으로 보간(interpolation)하였다. 3차원 좌표를 계산하는 포함되어지는 디지털이징 오차와 기자재 자체에서 기인하는 노이즈(noise)를 제거하기 위해 스무딩(smoothing)을 실시하였는데 본 연구에서는 버터워스 2차 저역통과 필터를 활용하여 6.0Hz로 스무딩을 실시하였다. 이와 같은 자료처리에는 KWON 3D 3.0을 사용하였다.

4. 분석구간설정

본 연구에서 분석구간은 출발신호 이후 3보의 이지와 착지를 살펴보았으며 국면 및 구간설정은 다음과 같다.

1) Event 구분

- ① E1 : 출발신호 이후 선행발(왼발)이 이지하는 순간
- ② E2 : 선행발이 이지하여 착지하는 순간
- ③ E3 : 뒤쪽에 위치하는 발(오른발)이 이지하는 순간
- ④ E4 : 뒤쪽에 위치하던 발이 이지하여 착지하는 순간
- ⑤ E5 : 왼발이 다시 이지하는 순간
- ⑥ E6 : 왼발이 이지하였다가 다시 착지하는 순간

2) 국면(Phase) 구분

- ① 1 국면(P1) : 왼발이 이지하였다가 착지하는 구간(E1~E2)
- ② 2 국면(P2) : 오른발이 이지하였다가 착지하는 구간(E3~E4)
- ③ 3 국면(P3) : 다시 왼발이 이지하였다가 착지하는 구간(E5~E6)

5. 분석변인

본 연구의 분석변인은 3보에 대한 소요시간, 인체중심변위와 보폭, 인체중심속도, 몸통전경각도, 고관절각도, 무릎관절각도, 발목관절각도를 구하였으며 각도변인에 대한 정의는 <그림 1>과 같다.

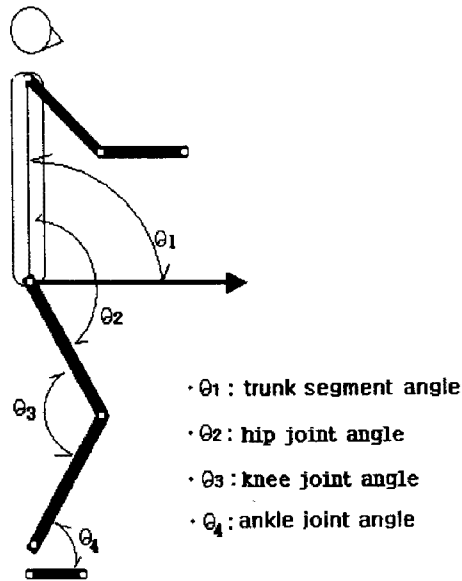


그림 1. 각도정의

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 소요시간

소요시간은 출발유형별 준비자세에서 출발신호가 울린 후 3보에 대한 결과를 산출하였다. P1은 선행발인 왼발이 이지하였다가 착지한 구간이며 P2는 오른발이 이지하였다가 착지한 구간이고 P3는 P1구간의 왼발이 다시 이지하였다가 착지한 구간을 의미한다. 각 구간별 소요시간 및 전체시간에 대한 결과는 <표 3>과 같다.

표 3. 출발유형별 소요시간 (단위 : sec)

	TYPE	P1	P2	P3	TOTAL
W1	A	0.34	0.24	0.28	0.86
	B	0.20	0.26	0.22	0.68
	C	0.24	0.26	0.24	0.74
W2	A	0.22	0.26	0.24	0.72
	B	0.18	0.26	0.22	0.66
	C	0.20	0.24	0.22	0.66

위의 결과를 살펴보면 W1의 출발유형 A는 P1에서 0.34초, P2에서 0.24초, P3에서 0.28초를 보였으며, 출발유형 B는 P1에서 0.20초, P2에서 0.26초, P3에서 0.22초를 보였고, 출발유형 C는 P1에서 0.24초, P2에서 0.26초, P3에서 0.24초를 보였다. W1의 출발유형별 전체소요시간을 살펴보면 A는 0.86초, B는 0.68초, C는 0.74초를 기록하여 출발유형 B에서 가장 짧은 소요시간을 보였다. W2의 출발유형별 소요시간을 살펴보면 A는 P1에서 0.22초, P2에서 0.26초, P3에서 0.24초를 보였으며, 출발유형 B는 P1에서 0.18초, P2에서 0.26초, P3에서 0.22초를 보였고, 출발유형 C는 P1에서 0.20초, P2에서 0.24초, P3에서 0.22초를 보였다. W2의 출발유형별 전체소요시간을 살펴보면 A는 0.72초, B는 0.66초, C는 0.66초를 기록하여 출발유형 B와 C가 A보다 짧은 소요시간을 보였다. W1은 P1구간과 P3구간에서 상대적으로 짧은 소요시간을 보이는 것으로 나타났다. 백진호 등(2003)이 보고한 남자선수들의 경우 첫발이 이지하였다가 다시 착지하는 시간이 평균 0.20초 소요되는 것으로 제시하였는데 위의 결과와 비추어 보았을 때 출발유형 A는 시간소요 면에서 다소 취약점을 보이는 것으로 보인다.

위의 결과를 종합하여보면 출발유형 B에서 비교적 짧은 소요시간을 보이고 있는데 이는 P1구간의 소요시간이 짧게 나타났기 때문으로 판단된다. 그러나 출발유형 A의 P1구간은 소요시간이 가장 길게 나타나고 있어 시간측면에서 다소 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 A

유형의 경우 무게중심이 출발자세에서 가장 앞쪽에 위치하게 되어 빠르게 제어할 수 없는 형태임을 보여주고 있고 C유형은 무게중심이 출발자세에서 양쪽발의 중앙에 위치하여 다시 앞쪽으로 가져가야 하는 시간적 차이가 있는 것으로 판단된다. 그러나 B유형은 A형보다는 극단적이지 않으며 C형보다는 정적이지 않은 상태이기 때문에 출발자세에서 빠르게 반응할 수 있는 유형으로 평가된다.

2. 인체중심이동변위와 보폭변화

출발유형에 따른 3보의 구간별 인체중심변위에 대한 결과는 <표 4>와 같으며 구간별 보폭의 변화에 대한 결과는 <표 5>와 같다. 여기서 P1구간은 왼발의 보폭이며, P2는 오른발의 보폭, 그리고 P3는 다시 왼발의 보폭을 의미한다.

표 4. 출발유형에 따른 구간별 신체중심 이동변위 (단위 : cm)

	TYPE	P1	P2	P3	TOTAL
W1	A	34.5	70.9	97.0	202.4
	B	28.5	81.4	89.7	199.6
	C	39.1	76.1	94.7	209.9
W2	A	36.7	78.8	97.5	213.0
	B	23.7	82.6	86.2	192.5
	C	32.1	77.9	90.0	200.0

표 5. 출발유형에 따른 구간별 보폭변화 (단위 : cm)

	TYPE	P1	P2	P3	TOTAL
W1	A	38.6	156.8	161.7	357.1
	B	37.3	161.2	164.8	363.3
	C	40.6	152.5	169.3	362.4
W2	A	43.8	159.9	169.0	372.7
	B	33.3	161.1	159.5	353.9
	C	38.7	142.3	158.2	339.2

<표 4>의 결과를 살펴보면 W1의 출발유형 A는 P1에서 34.5cm, P2에서 70.9cm, P3에서 97.0cm를 보였으며, 출발유형 B는 P1에서 28cm, P2에서 81.4cm, P3에서 89.7cm를 보였고, 출발유형 C는 P1에서 39.1cm, P2에서 76.1cm, P3에서 94.7cm를 보였다. 그리고 W2의 출발유형 A는 P1에서 36.7cm, P2에서 78.8cm, P3에서 97.5cm를 보였으며, 출발유형 B는 P1에서 23.7cm, P2에서 82.6cm, P3에서 86.2cm를 보였고, 출발유형 C는 P1에서 32.1cm, P2에서 77.9cm, P3에서 90.0cm를 보였다. W1과 W2

모두 구간이 진행되면서 이동변위의 증가비율이 커지는 것으로 나타났다. W1의 출발유형별 인체중심 전체 이동변위를 살펴보면 A는 202.4cm, B는 199.6cm, C는 209.9cm를 이동하였으며 W2의 A는 213.0cm, B는 192.5cm, C는 200.0cm를 이동하여 W1과 W2 모두 출발유형 A에서 가장 많은 이동변위를 보였으며 출발유형 B에서 가장 작은 이동변위를 보였다.

<표 5>의 결과를 살펴보면 W1의 출발유형 A는 P1에서 38.6cm, P2에서 156.8cm, P3에서 161.7cm를 보였으며, 출발유형 B는 P1에서 37.3cm, P2에서 161.2cm, P3에서 164.8cm를 보였고, 출발유형 C는 P1에서 40.6cm, P2에서 152.5cm, P3에서 169.3cm를 보였다. 그리고 W2의 출발유형 A는 P1에서 43.8cm, P2에서 159.9cm, P3에서 169.0cm를 보였으며, 출발유형 B는 P1에서 33.3cm, P2에서 157.1cm, P3에서 159.5cm를 보였고, 출발유형 C는 P1에서 38.7cm, P2에서 142.3cm, P3에서 158.2cm를 보였다. W1과 W2 모두 P1구간에서는 글라이딩이 나타나지 않으며 P2와 P3는 글라이딩을 포함한 보폭임으로 크게 나타나는데 구간이 진행되면서 보폭의 변화가 증가하고 있다.

W1의 출발유형별 보폭의 변화를 살펴보면 A는 357.1cm, B는 363.3cm, C는 362.4cm를 이동하였으며 W2의 A는 362.7cm, B는 353.9cm, C는 339.2cm를 이동하여 W1과 W2 모두 출발유형 A에서 가장 많은 이동변위를 보였는데 이러한 결과가 인체중심의 이동변위에 영향을 미치고 있었다. P1구간에서 보폭의 변화가 크게 나타나는 출발유형 A의 경우 B 유형보다 인체중심이 앞으로 많이 분포되기 때문에 이를 제어하기 위해 보폭이 커지고 이후 P2에서는 B 유형보다 작은 보폭을 형성하면서 출발자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

3. 인체중심속도

인체중심의 속도요인은 E1(왼발이 이지하는 순간), E3(오른발이 이지하는 순간), E5(두번째 왼발이 이지하는 순간)를 살펴보았다. 그 결과는 <표 6>과 같으며 3보 동안에 나타나는 인체중심속도변화는 <그림 2, 3>에 제시하였다.

표 6. 출발유형에 따른 이벤트별 인체중심속도변화

(단위 : cm/s)

	TYPE	E1	E3	E5
W1	A	12.8	293.1	380.6
	B	65.8	234.1	358.4
	C	91.8	251.8	338.2
W2	A	78.7	228.9	315.2
	B	54.7	229.1	329.1
	C	98.9	290.4	352.2

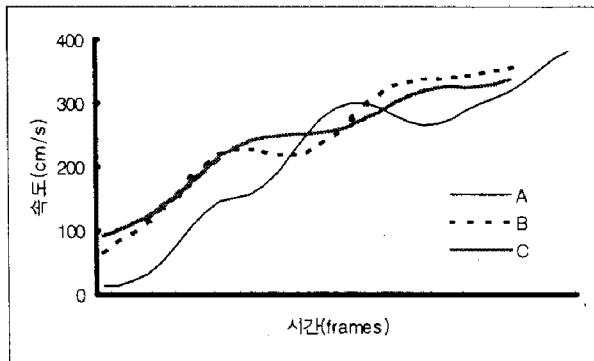


그림 2. W1의 인체중심 속도변화

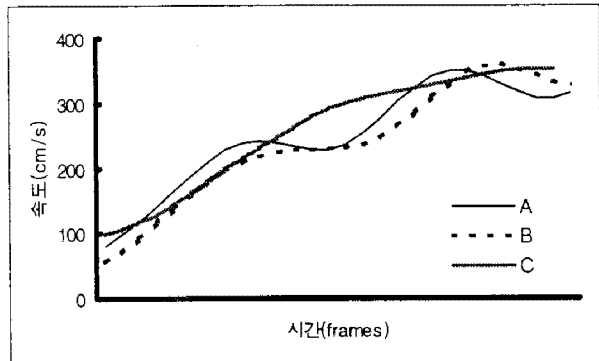


그림 3. W2의 인체중심 속도변화

위의 결과에서 W1의 출발유형 A는 E1에서 12.8cm/s, E3에서 293.1cm/s, E5에서 380.6cm/s를 보였으며, 출발유형 B는 E1에서 65.8cm/s, E3에서 234.1cm/s, E5에서 358.4cm/s를 보였고, 출발유형 C는 E1에서 91.8cm/s, E3에서 251.8cm/s, E5에서 338.2cm/s를 보였다. 그리고 W2의 출발유형 A는 E1에서 78.7cm/s, E3에서 228.9cm/s, E5에서 315.2cm/s를 보였으며, 출발유형 B는 E1에서 54.7cm/s, E3에서 229.1cm/s, E5에서 329.1cm/s를 보였고, 출발유형 C는 E1에서 98.9cm/s, E3에서 290.4cm/s, E5에서 352.2cm/s를 보였다. W1과 W2 모두 구간이 증가하면서 속도변화가 커지는 것으로 나타났다.

E1은 정지동작에서 선행발인 원발이 이지하는 시점의 인체중심속도를 의미하는 것으로 백진호 등(2003)의 연구에 의하면 남자의 경우 1m/s에 근접하는 것으로 보고 되고 있고, 이창호(1989)의 연구에 의하면 첫발 이지시에는 최대 2m/s의 값을 보인다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 모두 1m/s 이하의 값을 보이고 있어 여자선수들의 출발 시 인체중심속도변화가 크지 않음을 확인할 수 있다. 이후 E3와 E5에서는 3m/s의 속도를 보이고 있어 남자선수들의 속도와 비슷한 결과를 보여주었다.

<그림 2, 3>에서 W1의 경우 출발유형 A는 처음 속도가 가장 작았고 또한 3보를 진행하는 시간도 가장 길게 나타나 최종 속도에서 가장 큰 값을 형성하였지만 시간관점에서는 출발유형 B가 가장 크게 나타났다. W2에서는 출발유형 C가 비교적 높은 속도를 보이고 있으나 A형과 B형에 비해 속도의 완급이 크지 않고 정체국면으로 전환되고 있어 B유형이 속도의 형성에 유리함을 알 수 있다.

4. 각도요인

1) 몸통전경각도

몸통전경각도는 수평축과 고관절에서 어깨관절로 향하는 분절벡터 사이의 각도를 산출하였

는데 몸통분절이 지면에 대해 어떠한 자세를 취하고 있는지를 판별하여주기 때문에 출발자세에서 몸통의 전경각도는 중요하게 취급된다. 몸통전경각도에 대한 각 이벤트별 결과는 <표 7>과 <그림 4, 5>와 같다.

표 7. 출발유형에 따른 이벤트별 몸통전경각도 (단위 : 도)

	TYPE	E1	E2	E3	E4	E5	E6
W1	A	30.1	45.3	48.8	45.0	46.1	58.8
	B	26.6	35.8	47.5	54.3	55.1	60.6
	C	32.0	41.9	45.4	49.2	49.9	57.8
W2	A	41.4	52.5	54.0	56.7	57.2	61.1
	B	35.0	45.3	49.7	58.0	57.6	57.5
	C	37.3	50.8	53.2	56.7	55.7	58.6

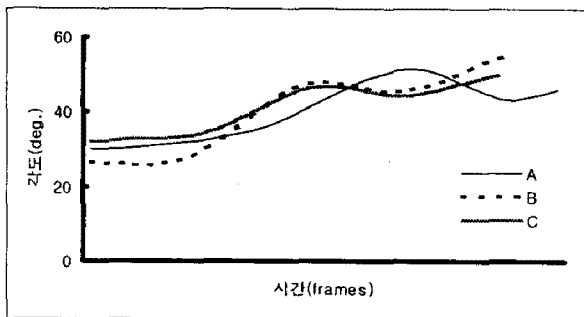


그림 4. W1의 몸통전경각도 변화

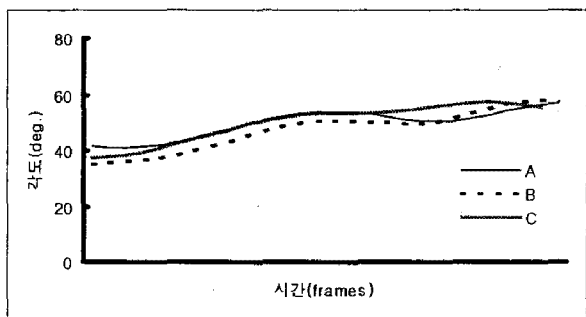


그림 5. W2의 몸통전경각도 변화

몸통전경각도에 대한 결과를 살펴보면 W1의 출발유형 A는 E1에서 30.1도, E2에서 45.3도, E3에서 48.8도, E4에서 45.0도, E5에서 46.1도, E6에서 58.8도를 보였으며 출발유형 B는 E1에서 26.6도, E2에서 35.8도, E3에서 47.5도, E4에서 54.3도, E5에서 55.1도, E6에서 60.6도를 보였고, 출발유형 C는 E1에서 32.0도, E2에서 41.9도, E3에서 45.4도, E4에서 49.2도, E5에서 49.9도, E6에서 57.8도를 보였다. W2의 출발유형 A는 E1에서 41.4도, E2에서 52.5도, E3에서 54.0도, E4에서 56.7도, E5에서 57.2도, E6에서 61.1도를 보였으며 출발유형 B는 E1에서 35.0도, E2에서 45.3도, E3에서 49.7도, E4에서 58.0도, E5에서 57.6도, E6에서 57.5도를 보였고, 출발유형 C는 E1에서 37.3도, E2에서 50.8도, E3에서 53.2도, E4에서 56.7도, E5에서 55.7도, E6에서 58.6도를 보였다.

W1과 W2 모두 E1에서 출발유형 A의 전경각도 값이 가장 크게 나타났으며 출발유형 B가 가장 작은 각도 값을 보이고 있었다. 이후 이벤트가 진행되면서 전경각도 값이 증가하는 것으로 나타났다. 백진호 등(2002)의 연구에 의하면 세계선수권대회에 참가한 외국 선수의 경우 준비자세에서 약 20도 정도의 전경각도를 유지하다가 이후 40도 정도의 각도 값을 유지한다고 하였다.

위의 결과와 비교해 보았을 때 W1에서는 출발유형 B가 초기 값이 작아 비교적 큰 힘을 내면서 출발하였지만 E4에서 50도 이상의 각도 값을 보이고 있어 다소 문제점으로 나타났다. 그러나 출발 유형 A와 C의 경우 초기값은 다소 크지만 E5까지 40도 범위 내에서 각도를 유지하며 질주하는 것으로 나타나 단점을 보완할 수 있을 것으로 보여 진다. W2에서는 E1에서의 각도 값을 제외한 나머지 이벤트에서 전경각도가 다소 크게 형성되고 있어 첫 코너 진입 시 몸싸움에서 다소 불리할 것으로 판단된다.

2) 좌우무릎관절각도

무릎관절각도는 대퇴분절벡터와 무릎에서 발목으로 향하는 하퇴분절벡터 사이의 각도 값을 산출하였으며 그 결과는 <표 8>과 <그림 6, 7, 8, 9>와 같다. 표에서 E1과 E2 그리고 E5와 E6는 왼쪽 무릎 관절 각도를 살펴보았으며 E3와 E4는 오른쪽 무릎관절 각도를 살펴보았다.

표 8. 출발유형에 따른 이벤트별 좌우무릎관절각도 (단위 : 도)

	TYPE	E1	E2	E3	E4	E5	E6
W1	A	81.1	95.4	145.2	94.3	147.3	114.4
	B	63.3	92.2	131.3	110.2	117.4	105.8
	C	89.5	107.2	136.4	101.5	118.9	109.0
W2	A	75.8	96.2	138.0	106.4	127.9	116.9
	B	81.2	92.5	136.0	104.2	127.7	104.1
	C	87.7	97.9	140.3	100.3	114.6	99.4

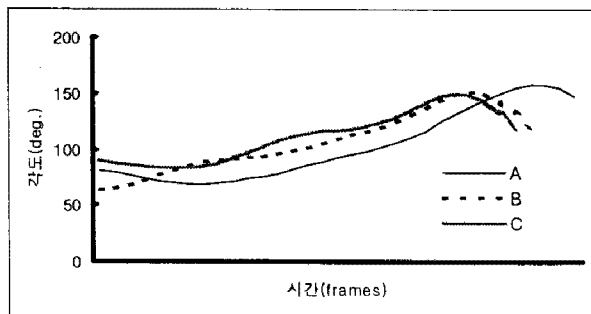


그림 6. W1의 좌측무릎 관절각도 변화

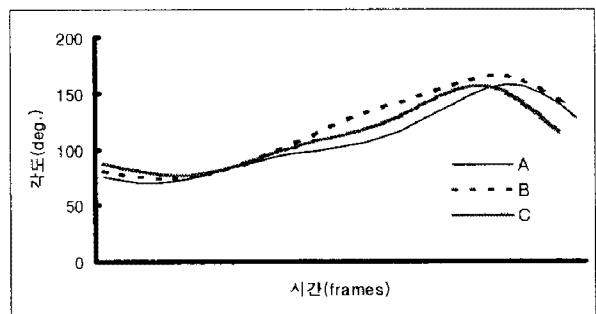


그림 7. W2의 좌측무릎 관절각도 변화

좌우무릎관절각도에 대한 결과를 살펴보면 W1의 출발유형 A는 E1에서 81.1도, E2에서 95.4도, E3에서 145.2도, E4에서 94.3도, E5에서 147.3도, E6에서 114.4도를 보였으며, 출발유형 B는 E1에서 63.3도, E2에서 92.2도, E3에서 131.2도, E4에서 110.2도, E5에서 117.4도, E6에서 105.8도를 보였고, 출발 유형 C는 E1에서 89.5도, E2에서 107.2도, E3에서 136.4도, E4에서 101.5도, E5에서 118.9도, E6에서

109.0도를 보였다. 또한, W2의 출발유형 A는 E1에서 75.8도, E2에서 96.2도, E3에서 138.0도, E4에서 106.4도, E5에서 127.9도, E6에서 116.9도를 보였으며 출발유형 B는 E1에서 81.2도, E2에서 92.5도, E3에서 136.0도, E4에서 104.2도, E5에서 127.7도, E6에서 104.1도를 보였고, 출발유형 C는 E1에서 87.7도, E2에서 97.9도, E3에서 140.3도, E4에서 100.3도, E5에서 114.6도, E6에서 99.4도를 보였다.

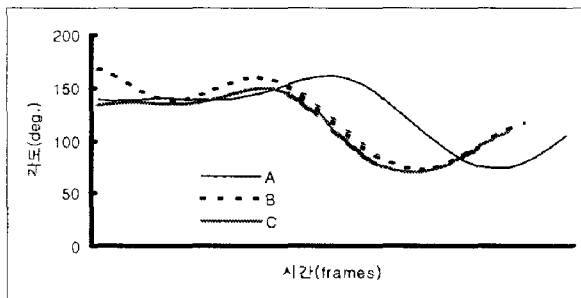


그림 8. W1의 우측무릎 관절각도 변화

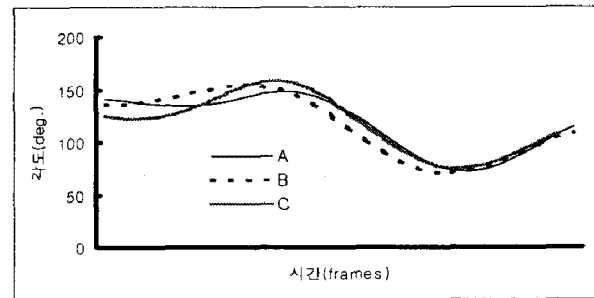


그림 9. W2의 우측무릎 관절각도 변화

W1의 출발유형 A는 81.1도에서 이지하여 95.4도로 착지하였지만 출발유형 B는 63.3도에서 이지하여 92.2도로 착지하였다. 그리고 출발유형 C는 89.5도로 이지하였다가 107.2도로 착지하였다. 처음 정지자세에서 자세를 낮추고 출발하려는 경향이 출발유형 B에서 강하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이후 E5와 E6에서도 출발유형 B는 다른 출발유형에 비해 계속 자세를 낮추고 있으며 완전한 신전보다는 다른 쪽 발이 빙면에 착지하기 전에 무릎을 당겨 굴곡시키는 형태를 보이는데 이는 뛰듯이 앞으로 전진하는 동작임을 보여주고 있다. 신성휴 등(1996)은 무릎관절의 최소각도를 유지하는 것이 글라이딩 자세를 취하지 않으면서 빙면 위를 달리는 듯한 자세가 나오게 되어 최대속도를 내기에는 적합한 것으로 지적하였으며, 백진호 등(2002)은 빙면을 달리는 듯한 형태로 이동하는 것이 빙면접촉시간을 줄이면서 가속에 유리할 것으로 판단하였다. W2에서는 출발유형 A가 E1에서 상대적으로 작은 값을 보이고 있어 출발자세에 긍정적인 면을 보이고 있지만 E5와 E6에서 비교적 큰 각도 값을 보여 단점으로 지적되고 있다. 그러나 출발유형 B와 C는 초기값은 A에 비해 상대적으로 크게 나타나고 있으나 이후 이벤트에서 각도값을 작게 형성하고 있어 출발에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 보여 지고 있다.

3) 발목관절각도

발목관절각도는 발 분절벡터와 하퇴 분절벡터가 이루는 사이각도를 의미하는 것으로 이지와 착지 시에 발목관절의 완급을 조절하는 중요한 역할을 한다. 출발유형에 따른 이벤트별 발목관절 각도변화는 <표 9>와 같다.

표 9. 출발유형에 따른 이벤트별 발목관절각도 (단위 : 도.)

	TYPE	E1	E2	E3	E4	E5	E6
W1	A	64.9	73.1	97.8	71.1	116.5	79.7
	B	59.0	62.8	95.4	66.7	87.3	73.9
	C	66.0	69.3	109.5	71.2	100.9	72.1
W2	A	74.8	66.1	99.3	77.3	120.7	90.0
	B	77.8	67.2	113.1	74.0	89.5	75.4
	C	77.8	68.4	111.9	73.8	98.9	78.6

좌우발목관절각도에 대한 결과를 살펴보면 W1의 출발유형 A는 E1에서 64.9도, E2에서 73.1도, E3에서 97.8도, E4에서 71.1도, E5에서 116.5도, E6에서 79.7도를 보였으며 출발유형 B는 E1에서 59.0도, E2에서 62.8도, E3에서 95.4도, E4에서 66.7도, E5에서 87.3도, E6에서 73.9도를 보였고, 출발유형 C는 E1에서 66.0도, E2에서 69.3도, E3에서 109.5도, E4에서 71.2도, E5에서 100.9도, E6에서 72.1도를 보였다. W2의 출발유형 A는 E1에서 74.8도, E2에서 66.1도, E3에서 99.3도, E4에서 77.3도, E5에서 120.7도, E6에서 90.0도를 보였으며 출발유형 B는 E1에서 77.8도, E2에서 67.2도, E3에서 113.1도, E4에서 74.0도, E5에서 89.5도, E6에서 75.4도를 보였고, 출발유형 C는 E1에서 77.8도, E2에서 68.4도, E3에서 111.9도, E4에서 73.8도, E5에서 98.9도, E6에서 78.6도를 보였다.

위의 결과에서 W1의 E1과 E2의 발목관절각도 값이 80도 이하의 값을 취하고 있는데 이는 발목관절의 신전이 이루어지지 않고 무릎만 들어 올려지는 형태임을 알 수 있다. 이러한 원인은 출발구간에서 빙면을 이탈하기 위해서는 하지관절의 완전한 신전이 이루어지기에는 다소 무리가 따르게 된다. 정지자세에서 앞으로 전진하기 위해서는 중심가속을 앞으로 전개하면서 빙면을 뛰듯이 질주하여야 하기 때문에 글라이딩은 무의미하게 되며 비교적 짧게 빙면에 접촉해야 한다(스포츠과학, 2002). 따라서 빙면을 접촉하는 시간을 짧게 하기 위해서는 무릎을 들어올림과 동시에 발목의 신전이 작아야 할 것으로 판단되기 때문에 출발유형 B가 이러한 면을 충족하는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

본 연구는 500m 쇼트트랙 스피드 스케이팅 한국여자대표선수 2명을 대상으로 출발기술의 경기활용을 위해 실시하였다. 출발유형을 인체무게중심의 비율에 따라 3가지[A형 : 전-80%, 후 20%, B형 : 전-70%, 후-30%, C형 : 전-50%, 후-50%]로 나누어 4주간 적응훈련을 실시하였다. 3대의 디지털 카메라를 활용하여 녹화하였으며 DLT(direct linear transformation) 방법을 이용하여 분석하였다. 분석결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. W1과 W2 모두 출발유형 B에서 비교적 짧은 소요시간을 보이고 있는데 이는 P1구간의 소요시간이 짧았기 때문으로 보여지며 출발유형 A의 P1구간은 소요시간이 가장 길게 나타나고 있어 시간측면에서 다소 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.
2. W1과 W2 모두 출발유형 A에서 가장 큰 보폭의 변화를 보이고 있었고 출발유형 B에서 가장 작은 이동변위를 보였는데 이러한 결과는 인체중심이동변위에도 영향을 미치고 있었다.
3. W1의 출발유형 A는 처음 속도가 가장 작았고 또한 3보를 진행하는 시간도 가장 길게 나타나 최종 속도에서 가장 큰 값을 형성하였지만 시간관점에서는 출발유형 B가 가장 크게 나타났다. W2에서는 출발유형 C가 비교적 높은 속도를 보이고 있으나 A형과 B형에 비해 속도의 완급이 크지 않고 정체구면으로 전환되고 있어 B유형이 속도의 형성에 유리한 것으로 나타났다.
4. 몸통전경각도에서는 출발유형별로 두드러진 특징을 보여주지는 않았지만 전경각도가 비교적 빨리세워 지고 있어 첫코너 진입 시 몸싸움에서 다소 불리할 것으로 나타났다. 무릎관절각도와 발목관절 각도에서 출발유형 B는 다른 출발유형에 비해 계속 자세를 낮추고 완전한 신전보다는 다른 쪽 발이 빙면에 착지하기 전에 무릎을 당겨 굴곡시키는 형태를 보였고 빙면을 접촉하는 시간을 짧게하려는 의도가 강한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 보면 거리면에서는 출발유형 A가 다소 유리할 것으로 보여 지나 소요시간측면과 속도측면에서는 출발유형 B가 다소 유리한 면을 보여주고 있어 경기에 활용 시에는 인체중심비율이 앞쪽에 70%, 뒤쪽에 30%를 위치시킨 출발자세를 선택하는 것이 경기력에 도움이 될 것으로 판단된다. 그러나 기록경기가 아닌 순위경쟁으로 벌어지는 쇼트트랙 스피드 스케이팅에서 적용하기 위해서는 시합상황의 분석을 통한 후속연구가 계속되어야 할 것이다.

참고문헌

- 백진호(1996). 쇼트트랙 스피드 스케이팅 500m 경기 출발동작의 운동학적 특성분석. 성균관대학교 대학원 박사학위논문.
- 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, 윤동섭, 이용식(2003). 인체무게중심분할에 따른 500m 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발기술분석. 한국운동역학회지, 제 13권 3호, 199~215.
- 백진호, 한윤수(2002). 2001세계 쇼트트랙 스케이팅 선수권대회 남자 500m 종목에 참가한 국내선수 와 외국선수의 스타트 동작 분석. 한국체육학회지, 제 41권 3호, 499~507.
- 신성휴, 백진호(1996). 500m 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발동작의 운동학적 분석. 한국운동역학회지, 6(1). 53~68.
- 스포츠과학(2002). 스포츠과학정보 : 스케이팅 기술의 생체역학적 분석. 제 79호, 59~67.
- 이창호(1989). 인도어 쇼트트랙 스피드 스케이팅 경기의 각 라운드별 기록변화에 관한 분석적 연구. 동국대학교 석사학위 논문.
- 이영하, 백진호(1995). 500m 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발구간의 운동학적 비교분석. 한국체육대학교 부속 체육과학연구소논문집, 14(1), 231~236.
- 윤희중, 김용선, 백진호(1996). 쇼트트랙 출발동작의 관절각 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, Monique Berger, Gert de Goot, and Gerrit Jan Van Ingen Schenau.(1995). The start in speed skating : from running to gliding. *Med. 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.
- Koning, J.J., de Groot, G., & Ingen Schenau, G.J. Van.(1989). Mechanical aspects of the sprint start in olympic speed skating. *International Journal of sport Biomechanics*, 5. 151~168.
- Plagenhoef, S.C., Evans, F. G., & Abdelnour, T.(1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 54(2). 169~178.

투 고 일 : 10월 30일
 심 사 일 : 11월 4일
 심사완료일 : 12월 7일