



한국운동역학회지, 2003, 제13권 3호, pp. 199-215
Korean Journal of Sport Biomechanics
2003, Vol. 13, No. 3, pp. 199-215

인체 무게 중심 분할에 따른 500m 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발 기술 분석

백진호*(체육과학연구원) · 정남주**(호남대학교) · 한기훈(인하대학교)
이용구(전북대학교) · 윤동섭 · 이용식(성균관대학교)

ABSTRACT

Analysis of the 500M Short track speed skating starting motion according to the center of gravity position ratio

Back, Jin-Ho*(Korea sports science institute) · Chung, Nam-Ju**(Honam Univ.)
Han, Ki-Hoon(Inha University) · Lee, Yong-Goo(Chonbuk University)
Yoon, Dong-Seob · Lee, Yong-Sik(Sungkyunkwan University)

J. H. BACK, N. J. CHUNG, K. H. HAN, Y. K. LEE, D. S. YOON, Y. S. LEE. Analysis of the 500M Short track speed skating starting motion according to the center of gravity position ratio. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 3. pp. 199-215, 2003. The purpose of this study was to attempt new starting motion and supply present starting motion in the 500M short track speed skating according to the center of gravity position. The center of gravity position ratio was divided starting motion into five(type A : front 80%-back 20%, type B : front 70%-back 30%, type C : front 50%-back 50%, type D : front 30%-back 70%, type E : front 20%-back 80%). The

2003년 10월 28일(화) 접수

* Corresponding author, 139-242, 서울시 노원구 공릉2동 223-19 체육과학연구원
연락처 : jhback@sports.re.kr Tel : 016-762-2004

** 502-791, 광주광역시 서구 쌍촌동 148 호남대학교 체육학과

three dimension motion analysis with DLT(direct linear transformation) method was executed using two video cameras. The following conclusion was that : It was appear that reaction and execution time in starting motion was the most short in type B. It was characteristic that step of skaters was shorten and center of gravity position ratio was not effect to change of the step in each event. It was appear that the displacement of type D and type E were longer than that type A and type B during the starting motion. It was appear that skill types of center of gravity position ratio to the front were lower than that to the back and contract a posture. Observing the above, it was conclusion that skill type B of center of gravity position ratio to the front was more effect than that to the back. But it is important that these skill type was most used to the competition and estimate the result.

KEY WORDS : CENTER OF GRAVITY POSITION RATIO, REACTION AND EXECUTION TIME,
STEP OF SKATERS

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

쇼트트랙 스피드 스케이팅은 111.12m의 실내 아이스링크에서 오픈코스(open course)로 진행되며 기록보다는 순위로 등위를 결정하는 경기이다. 경기방법은 대부분의 종목이 상대편 선수들의 움직임에 따라 서로 견제를 하며 레이스 속도를 조절하여 경기를 진행하지만 500m 종목은 출발부터 전력 질주를 하게된다. 따라서, 트랙을 4.5바퀴만 도는 500m 경기는 출발후 첫코너 진입 전까지의 출발구간이 승부의 큰 관건이 될 수 있다(이영하 등, 1995). 출발의 의미가 단순히 출발라인에서 전방으로 이탈하는데 있는 것이 아니라, 최소한의 시간으로 최고의 속도에 도달하는데 있기 때문에 이러한 동작들의 과학적인 분석은 경기력 향상에 필수적이라고 할 수 있다.

여자 쇼트트랙 경기중 500m 종목은 단거리 경기로써 출발후 첫 번째 곡선주로를 접어드는 순간 선수들의 위치가 승패를 가름하는 중요한 요소가 된다. 이는 첫 번째 곡선주로를 접어드는 순간 유리한 위치를 차지하지 못하면 만회하기가 쉽지않기 때문이다. 따라서, 단거리 종목은 출발자세에서 누가 먼저 첫 코너에 진입하느냐에 따라 순위가 결정되어진다고 해도 과언은 아니다(백진호, 1996). 단거리 출발의 목적은 최소시간 내에 가장 적은 에너지로 최대 파워와 인체균형을 이용하여 최대 속도

에 도달하는데 있다. 즉, 단지 출발선을 이탈하는 것이 아니라, 최대 속도로의 재빠른 가속이 요구되며 이는 출발기술에 큰 영향을 받게 된다(윤희중, 1996). 이와 같이 단거리 출발 동작은 경기에 매우 중요한 요소가 되기 때문에 그동안 여러 연구자의 관심의 대상이 되어왔다.

그 동안 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발구간에서 시간을 단축하고 보다 효과적인 출발기술을 취하기 위한 여러 연구가 진행되어 왔다. 이영하 등(1995)은 쇼트트랙 스피드 스케이팅 출발구간의 코스별 비교 분석을 통해 경기의 순위는 코스 배정이 주요 요인이 될 수있으며 이를 극복하기 위해서는 스타트 방법의 변경을 검토할 것을 제안하였다. 신성휴 등(1996)은 쇼트트랙 500m 종목 출발구간의 운동학적 특성을 보고하여 기록을 단축할 수 있는 운동학적 요인으로 첫발 이지시간과 가속시간, 짧은 빙면 접촉시간, 낮은 출발자세, 빠른 스텝률, 그리고 큰 추진각 등이 선행되어야 한다고 주장하였다. 또한, 백진호 등(1996)은 출발자세에 따른 쇼트트랙 스타트 기술을 분석하여 스타트 초반에는 수평이동이 용이한 농기형이 유리한 반면 중후반부에는 무게중심의 가속이 극대화되는 짝기형이 효과적이라고 하였다. 그리고, 윤희중 등(1996)은 쇼트트랙 출발동작의 관절각도와 각속도에 대하여 분석하였는데 기록이 좋은 선수일수록 팔꿈치 관절각의 최대값이 크고, 최소값은 작은 경향을 보이며 또한 신전 각속도는 작고, 굴곡각속도는 큰 경향을 나타내고 있었다고 하였다. 백진호 등(2002)은 2001 세계 쇼트트랙 스피드 스케이팅 선수권대회 여자 500m 종목의 출발구간 동작 분석에서 외국선수들이 우리나라 선수에 비해 소요시간이 짧게 나타났으며 인체중심속도 역시 빠르게 나타났다고 보고하였다.

500m 종목에서 출발동작의 중요성은 여러 연구에서 반복되어 제시되고 있다. 이는 출발의 의미가 단순히 출발라인에서 전방으로 이탈하는데 있는 것이 아니라, 직선주로에서 누가 먼저 곡선주로에 진입하느냐가 경기의 승패를 가름하는 가장 큰 척도가 되기 때문이다. 500m 종목은 우리나라 선수들이 외국선수에 비해 상대적으로 취약한 면을 드러내고 있다. 이러한 출발구간의 단점을 보완하기 위해 여러 출발방법이 제시되었지만 실질적인 도움이 되지 못했다. 따라서 본 연구는 그 동안 제시되었던 출발자세를 보완하고 새로운 출발자세에 대한 시도를 위해 인체무게중심 분포 비율에 따라 출발동작이 어떻게 변화되는지를 분석하고자 본 연구를 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 실험설계

본 연구의 대상자는 2002년 현재 쇼트트랙 스피드 스케이팅 남자 국가대표 선수 2명(신장: 180±2.8cm, 몸무게: 77±0.8kg, 경력: 10±1.4yer.)을 대상으로 실시하였다. 출발동작에서 인체무게중심이

어디에 위치하는가는 출발신호 이후 관성을 극복하고 앞으로 나아가는데 매우 중요하다. 본 연구에서는 인체무게중심의 분포 비율에 따라 출발동작을 총 5가지로 구분하였다. 이러한 구분은 출발선상에서 정지된 출발자세를 취할 때 인체무게중심을 왼발(전)에 중심을 두는 출발자세에서 오른발(후)에 중심을 두는 출발자세로 나누어 자세를 취하게 하였다. 각각의 출발자세를 영상분석하여 인체무게중심이 차이가 있음을 확인하였으며 인체무게중심의 비율에 따라 80:20(A형), 70:30(B형), 50:50(C형), 30:70(D형), 20:80(E형)으로 구분하였다. 자세한 실험설계 내용은 <표 1>과 같다.

표 1. 실험설계 (단위 : %)

	A형		B형		C형		D형		E형	
	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후
인체무게중심 분포비율	80	20	70	30	50	50	30	70	20	80

2. 실험절차

본 연구에서 사용된 2대의 비디오카메라(S-VHS, Panasonic)는 삼각대로 고정시켜 출발선 좌측상단에 1번 카메라를, 우측상단에는 2번 카메라를 설치하여 출발구간을 촬영하였다. 공간좌표 설정을 위한 통제점 막대는 전 구간을 포함할수 있도록 길이 5m, 높이 2m, 폭 1m로 설치하였고, 연구대상자의 동작을 촬영하기 전 5분동안 촬영한 다음 제거하였다. 연구대상자 별로 5가지 출발동작을 각각 2회씩 실시하였으며 이중 출발구간의 기록이 좋은 동작을 선택하여 분석하였다.

3. 자료처리 방법

디지털화하여 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 42개의 통제점을 이용하여 캘리브레이션(Calibration)을 실시하였다. 좌표계는 좌우방향을 X방향, 전후방향을 Y방향, 수직방향을 Z방향으로 설정하였다. 비디오 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 디지털화 오차와 기차재 자체에서 기인하는 노이즈(noise)를 제거하기 위해 스무딩(smoothing)을 실시하였는데 본 연구에서는 버터워스 2차 저역통과 필터를 활용하여 6.0Hz로 스무딩을 실시하였다. 이와 같은 자료처

리에는 KWON3D Motion Analysis Package 2.1을 사용하였다.

4. 분석구간설정

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

1) 국면(Event) 구분

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

2) 구간(Phase) 구분

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

5. 분석변인

본 연구의 분석변인은 구간별 소요시간, 구간별 인체중심변위, 보폭, 인체중심속도, 몸통전경각도, 어깨관절의 내외측각도, 무릎관절각도를 구하였으며 각도변인에 대한 정의는 <그림 1>과 같다.

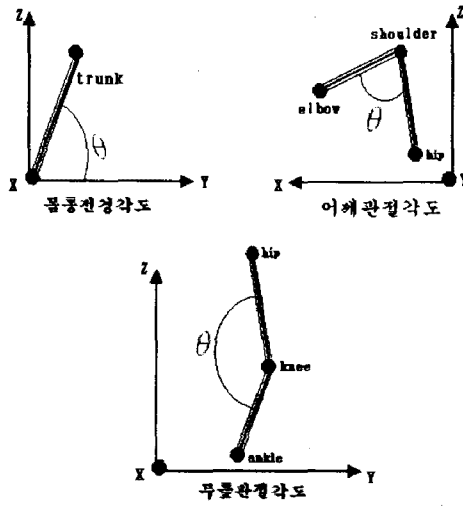


그림 1. 각도정의

III. 연구결과 및 논의

1. 소요시간

500m 슛트트랙 스피드 스케이팅 출발구간에서 출발기술에 따른 구간별 소요시간은 <표 2>와 같다.

표 2. 구간별 소요시간(단위 : sec.)

대상자	출발기술	신호~첫발 이지	P1	P2	P3	TOTAL
S1	A	0.44	0.18	0.28	0.28	1.18
	B	0.38	0.22	0.28	0.24	1.12
	C	0.44	0.22	0.26	0.26	1.22
	D	0.48	0.16	0.28	0.24	1.16
	E	0.46	0.20	0.24	0.28	1.18
	M	0.44	0.20	0.27	0.26	1.17
	SD	0.038	0.03	0.018	0.020	0.036
S2	A	0.44	0.18	0.28	0.26	1.16
	B	0.40	0.22	0.24	0.26	1.12
	C	0.50	0.22	0.26	0.24	1.22
	D	0.46	0.24	0.30	0.26	1.26
	E	0.46	0.36	0.26	0.26	1.28
	M	0.45	0.24	0.27	0.26	1.21
	SD	0.036	0.068	0.023	0.009	0.067

<표 2>의 결과에 의하면 S1의 경우 인체무게중심을 앞쪽에 70% 뒤쪽에 30% 위치시켜 출발동작을 취한 B형에서 반응시간과 소요시간이 다소 짧은 것으로 나타났다. S2의 경우 역시 B형의 출발기술을 사용하였을 때가 반응시간과 전체 소요시간이 짧게 나타나고 있다. 신성휴 등(1996)의 연구에 의하면 출발구간의 기록이 좋을수록 첫발이지 시간이 빠른 경향을 보인다고 하였는데 본 연구 결과 역시 비슷한 경향을 보이고 있다. 전반적으로 S1과 S2에서 인체 무게중심이 전반부 쪽에 많은 부하가 걸리는 A형과 B형이 대체적으로 빠른 반응시간과 전체구간에서 짧은 소요시간을 보이고 있어 시간적인 측면에서는 인체무게중심을 앞쪽에 두는 형태를 취하는 것이 보다 유리 할 것으로 추측된다. 또한, 외국선수들의 경우 첫발이지시간이 약 0.32초(백진호 등, 2002)정도 인 것에 비하면 우리나라선수의 첫발이지시간이 다소 길게 나타나고 있다. 따라서, 출발신호이후 첫발이 이지하는 즉, 빙면에서 빠르게 반응할 수 있는 훈련이 우선적으로 선행되어야 할 것으로 판단된다.

2. 구간별 보폭변화

출발 기술에 따른 구간별 보폭변화에 대한 결과는 <표 3>과 같다.

표 3. 구간별 보폭변화(단위 : cm)

대상자	출발기술	P1	P2	P3
S1	A	38.7	144.2	171.1
	B	41.4	138.6	150.9
	C	35.0	133.8	158.8
	D	30.6	140.5	152.5
	E	38.7	127.3	169.6
	M	36.88	136.88	160.58
	SD	4.18	6.54	9.41
S2	A	28.2	151.9	151.4
	B	37.5	128.2	150.6
	C	34.9	129.8	137.7
	D	29.5	149.7	136.0
	E	36.3	137.1	159.2
	M	33.28	139.34	146.98
	SD	4.17	11.01	9.86

<표 3>의 결과에서 각 구간별 출발기술의 보폭변화를 보게되면 S1의 경우 P1에서는 B형이 P2와 P3에서는 A형이 가장 큰 보폭변화를 보이고 있다. 그리고 S2의 경우 P1에서는 B형이 P2에서는 A형 이 그리고 P3에서는 E형이 가장 큰 값이 보이고 있다. 구간이 진행되면서 보폭이 커지고 있는 것으로 나타났다. 출발기술이 우수한 외국선수들의 경우 P1의 평균보폭은 45.5cm, P2에서 181.5cm인 것

으로 나타나(백진호, 2002) 위의 결과와 비교하였을 경우 우리나라 선수들의 보폭이 작은 것을 알 수 있다. 출발구간에서 빠른 속도를 얻기 위해서는 스텝률과 넓은 보폭거리가 확보되어야 한다. 그러나 두 요인간에는 부적상관관계가 존재하므로 어느 하나를 증가시켜야 할것으로 판단되는데 우리나라 선수의 경우 보폭에서 큰 차이를 보이고 있어 짧은 보폭으로 스텝률을 증가시키는 것이 경기력 향상에 유리할 것으로 보여진다.

3. 인체중심변위 및 속도 변화

500m 스피드 스케이팅 출발 기술별 인체중심의 수평이동 변위에 대한 결과는 <표 4>와 같다.

표 4. 인체중심 수평이동 변위(단위 : cm)

대상자	출발기술	P1	P2	P3	TOTAL
S1	A	33.1	70.1	99.9	199.4
	B	33.4	70.4	85.4	213.0
	C	37.1	70.0	91.2	208.7
	D	32.1	75.6	85.3	203.5
	E	40.0	63.7	100.0	214.4
	M	35.14	69.96	92.36	213.20
	SD	3.31	4.22	7.32	16.58
S2	A	26.7	75.7	88.6	200.9
	B	32.0	59.0	86.0	201.4
	C	34.2	67.2	78.8	189.9
	D	31.8	80.0	87.4	209.0
	E	45.8	70.2	88.4	214.9
	M	34.10	70.42	85.84	203.22
	SD	7.09	8.07	4.07	9.43

<표 4>의 결과에서 S1의 수평이동변위는 인체무게중심이 앞쪽에 20%, 뒤쪽에 80%인 E형이 214.4cm로 가장 크게 나타났으며 다음으로는 인체무게중심이 앞쪽에 70%, 뒤쪽에 30%인 B형이 213.0cm의 기록을 보였다. S2의 수평이동변위는 인체무게중심이 앞쪽에 20% 뒤쪽에 80%인 E형이 214.9cm로 가장 많은 수평이동변위를 보이고 있다. 그리고, 전반적으로 구간이 진행될수록 수평이동 변위가 커지고 있다. 무게중심이 뒤쪽에 많이 위치하는 출발 기술일수록 이동거리가 커지는 것으로 나타나는데 이는 소요시간에서 그만큼 느리게 반응하면서 구간에서 빙면을 접촉하여 글라이딩하는 소요시간을 길게 하였기 때문으로 보여진다(윤희중 등, 1996). 백진호 등(2002)의 연구에 의하면 외국선수들의 경우 선행발의 첫발 보폭이 약 45cm 정되되는 것으로 보고하였으나 본 연구에서 우리나라

라 선수들의 경우 이 첫 번째 보폭이 S2의 출발기술 E형을 제외하고 전체적으로 작은 값을 보이고 있다. 이는 빠르게 반응하면서 첫발보폭을 크게하는 외국선수들에 비해 중심이동변위가 작게 나타나 앞으로 개선되어야 요인으로 추측된다.

출발기술에 따른 인체중심 수평속도변화에 대한 결과는 <표 5>와 <그림 2, 3>과 같다. 수평속도의 유형을 살펴보면 스타트 초기에는 출발기술별로 약간의 차이가 보이고 있으나 첫발이지 이후 속도변화가 가속과 감속 패턴을 유지하며 비슷하게 전개되고 있음을 알 수 있다. S1의 경우 D형태의 출발기술이 이지시 큰 속도를 보였으나 이후 다른 출발기술과 비슷한 형태를 보였고 최종에서는 출발기술 B형이 근소하게 속도가 크게 나타났다. S2의 경우 초반에는 인체무게중심이 50%씩 동일한 C형의 출발기술이 다소 큰 속도를 보였지만 이후 비슷하게 전개되었고 최종에서는 A형의 출발기술이 가장 큰 속도를 보였다. S1과 S2 모두 초반의 속도 우세를 전체 스타트 구간 동안 유지하지 못하고 있는 것으로 나타났다. S1의 경우 출발기술의 차이별로 최종 속도에서 큰 특징을 보이지 않으나 S2의 경우 인체중심이 앞쪽에 80% 뒤쪽에 20% 위치하는 A형이 가장 큰 속도를 보였다. 그동안의 선행연구에 의하면 출발구간에서 첫발이 이지할때의 속도가 2m/s이상인 것으로 제시하였고 이후 첫코너 진입전까지 속도가 계속증가하는 것으로 보고하고 있다(이창호, 1989). 본연구결과 역시 출발기술별로 국면이 진행되면서 속도가 증가하고 있지만 속도의 크기가 상대적으로 작게 나타나고 있어 이에 대한 개선이 요구된다.

표 5. 인체중심속도변화(단위 : cm/s)

대상자	출발기술	E1	E2	E3	E4	E5	E6
S1	A	138.5	202.0	188.8	311.9	322.2	384.2
	B	94.0	199.8	205.3	303.9	308.7	399.7
	C	130.9	223.8	226.5	310.2	297.4	378.0
	D	189.1	207.2	205.3	327.7	325.6	384.1
	E	147.3	226.1	224.1	313.3	315.0	383.4
	M	139.96	211.78	210.00	313.40	313.98	385.88
	SD	34.15	12.34	15.53	8.76	11.25	8.14
S2	A	87.2	221.5	227.4	307.4	315.9	392.7
	B	94.0	211.6	214.8	286.8	290.0	355.5
	C	109.2	212.0	222.3	280.1	282.6	324.1
	D	60.7	216.3	224.4	289.8	295.0	367.7
	E	66.2	213.0	217.7	325.8	327.2	361.7
	M	83.46	214.88	221.32	297.98	302.14	360.34
	SD	20.22	4.14	5.07	18.54	18.69	24.69

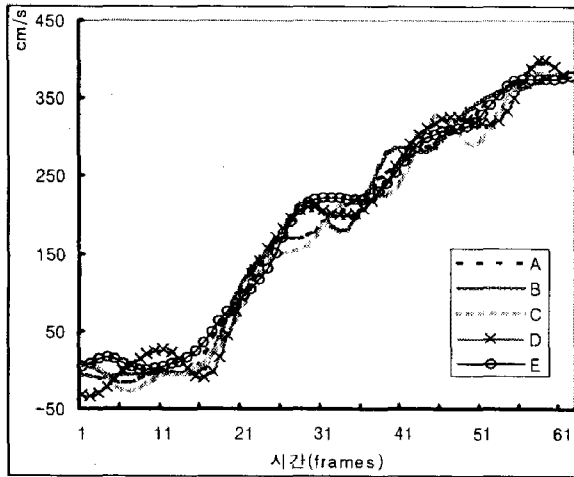


그림 2. S1의 인체중심속도변화

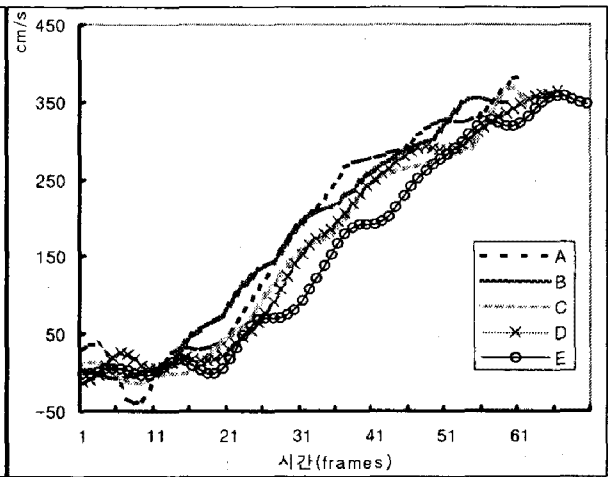


그림 3. S2의 인체중심속도변화

4. 각도요인

본 연구에서 각도요인은 몸통전경각도와 어깨관절각도 그리고 무릎관절각도를 살펴보았다. 몸통전경각도는 진행방향의 Y축과 몸통분절이 이루는 사이각도를 X축에 투영시켜 살펴보았으며 인체무게 중심의 분포에 따라 기울기 값이 변화를 보일 것으로 평가된다. 이에 대한 결과는 <표 6>, <그림 4, 5>와 같다.

표 6. 몸통전경각(단위 : deg)

대상자	출발기술	Set	E1	E2	E3	E4	E5	E6
S1	A	26.1	35.5	52.1	52.2	47.8	47.1	50.5
	B	25.5	30.2	48.4	48.9	52.0	50.9	50.6
	C	32.0	35.4	52.0	52.3	55.4	55.0	55.6
	D	31.6	41.5	53.0	53.5	55.0	54.2	50.8
	E	34.3	43.2	54.2	53.7	55.6	54.5	55.1
	M	29.9	37.2	51.9	52.1	53.2	52.3	52.5
	SD	3.89	5.23	2.17	1.92	3.33	3.34	2.59
S2	A	36.6	32.3	51.7	52.6	51.5	50.6	62.9
	B	25.6	29.5	44.1	44.4	48.2	48.0	57.5
	C	38.1	38.9	53.2	52.9	54.5	53.5	56.7
	D	33.3	35.8	54.4	54.2	53.2	53.0	53.9
	E	34.4	37.6	53.9	54.1	54.6	53.7	53.1
	M	33.6	34.8	51.5	51.6	52.4	51.7	56.8
	SD	4.84	3.87	4.24	4.10	2.66	2.44	3.87

<표 6>의 결과에 의하면 S1의 경우 준비자세(Set)에서 전경각도는 A형이 가장 작게 나타났으며 E형이 가장 크게 나타났다. S2의 경우 준비자세(Set)에서 전경각도는 B형이 가장 작게 나타났으며 C형이 가장 크게 나타났다. S1의 경우 출발자세 A형태는 준비자세에서 오른발이 이지(E3)하는 순간까지 전경각이 증가하는 추세이며 B형은 오른발이 착지(E4)하는 구간까지 전경각이 증가하는 추세를 보여주다가 이후 왼발이 이지하고 착지할때까지 약간의 감소를 보였다. C형의 경우 전구간에서 완만한 상승곡선을 그리며 출발동작을 취하고 있으며 D형의 경우는 왼발이 두 번째 이지하는 구간까지 증가형태를 보였다가 이후 감소하였고 E형에서는 오른발이 착지하는 구간까지 증가하였다가 이후 약간의 감소와 증가를 보여주었다.

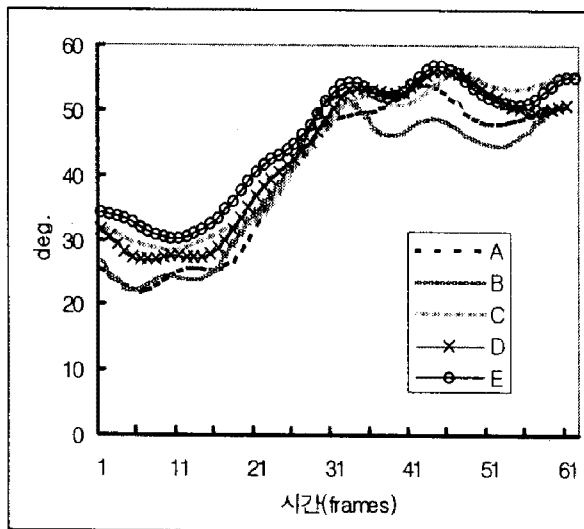


그림 4. S1의 전경각도 변화

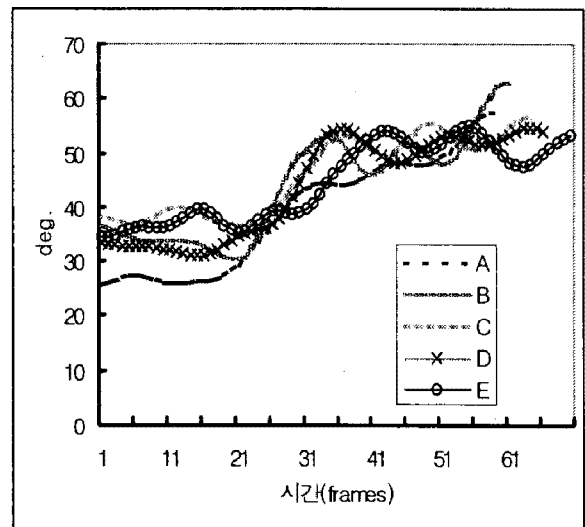


그림 5. S2의 전경각도 변화

S2의 A형의 경우 준비자세에서 보다 왼발이 이지하는 E1에서 더 작아지는 값을 보이고 있는데 이는 인체중심을 낮추었다가 앞으로 나아가는 형태를 보여주고 있다. B형의 경우 전체구간에서 완만한 상승곡선을 그리며 몸통전경각이 증가하는 것으로 나타났다. C와 D형은 왼발이 착지하는 E2까지 증가하는 형태를 보이다가 이후 감소와 증가를 거듭하고 있다. E형은 오른발이 착지하는 E4까지 전경각도가 증가하였다가 이후 작아지는 형태를 보이고 있다.

백진호 등(2002)의 연구에 의하면 외국선수들의 경우 준비자세에서 약 20도 정도의 전경각도를 보이다가 이후 국면이 전개되면서 40도 정도의 각도를 유지하는 것으로 보고하였다. 결국, 준비자세에서 잔즉 수그린 자세를 취하다가 첫발이지이후 몸통을 세워 자리를 확보하는 것으로 결론을 내렸다. 본 연구 결과와 비교해보면 준비자세에서의 각도가 상대적으로 크게 나타나 큰 힘을 발휘하지 못하여 이후 속도면에서 다소 부정적인 영향을 미치는 것으로 파악되고 있다.

500m 스피드 스케이팅 출발기술별 어깨관절각도변화에 대한 결과는 <표 7>, <그림 6, 7,

8, 9>와 같다. 어깨관절각도는 몸통과 상완이 이루는 사이각도를 Y축에 투영시켜 살펴보았다.

표 7. 어깨관절각(단위 : deg)

대상자	방법	Set		E1		E2		E3		E4		E5		E6	
		R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
S1	A	180.0	-4.8	26.0	31.6	9.6	90.8	12.5	76.0	108.1	21.8	96.3	23.4	3.5	76.1
	B	184.1	-6.7	63.9	21.5	1.8	129.0	2.8	109.7	89.0	29.1	77.1	31.2	6.5	78.4
	C	175.5	-12.2	36.3	24.9	10.8	98.0	15.1	79.6	92.4	29.4	81.1	32.9	11.6	70.4
	D	181.0	-7.6	24.2	61.6	10.1	84.8	14.3	71.0	69.7	45.6	61.2	47.9	1.9	102.9
	E	189.5	-11.9	20.9	50.5	17.7	78.6	20.1	66.2	90.4	35.2	83.0	38.6	7.3	73.8
	M	180.0	-8.6	34.3	38.0	10.0	96.2	12.9	80.5	87.9	32.2	79.7	34.8	6.2	80.3
	SD	5.19	3.27	17.5	17.3	5.64	19.6	6.34	17.1	13.6	8.86	12.6	9.12	3.75	12.9
S2	A	99.8	10.4	47.6	47.4	26.4	92.5	30.0	79.9	80.1	22.4	75.4	24.0	20.5	91.7
	B	141.2	8.8	60.2	44.8	21.7	91.4	25.0	75.6	64.3	27.4	69.0	28.1	23.6	73.8
	C	103.3	-2.0	32.9	36.8	22.3	78.0	24.0	63.0	61.8	38.4	58.6	39.8	11.9	71.1
	D	110.1	-1.4	52.1	32.0	11.6	109.4	15.0	97.3	74.1	40.8	69.6	43.5	9.6	88.9
	E	110.8	-1.9	71.2	23.0	22.5	73.5	25.9	60.2	87.3	21.7	84.9	21.5	6.0	97.2
	M	113.0	2.78	52.8	36.8	20.9	88.9	23.9	75.2	73.5	30.1	71.5	31.4	14.3	84.5
	SD	16.40	6.26	14.3	9.87	5.52	14.1	5.51	14.8	10.6	8.93	9.63	9.75	7.44	11.5

<표 7>의 결과에 의하면 S1의 경우 처음 출발자세에서 오른쪽 상완은 출발기술 전체에서 외전시켜 높게 위치시키고 왼쪽 상완은 몸통앞에 위치시키고 있다. S2의 경우 오른쪽 상완은 외전시키고 있으나 S1에 비해 다소 작은 각도를 보이고 있으며 왼쪽 상완은 A형과 B형에서 외측에 위치시켰다가 C, D, E형에서는 내측에 위치시켜 출발자세를 취하는 것으로 나타났다.

왼발이 이지하였다가 착지하는 국면인 E2에서는 왼쪽에서, 오른발이 착지하는 E4에서는 오른쪽에서 각각 큰 각도변화를 보이고 있는데 있다. 이는 다음 발의 접촉을 위해 앞으로 나아가기 위해 추진력을 얻는 것으로 이 각도가 크게 되면 대퇴를 크게 끌어올려 하퇴의 이동을 크게할수있다는 점에서 중요한 요인이 된다. S1의 경우 E2에서는 B형이 가장 큰 각도를 보였으며 E4에서는 A형이 큰 각도를 보이고 있다. S2의 경우 E2에서는 D형이 E4에서는 E형이 가장 큰 각도를 보이고 있다. 결국, 어깨관절의 경우 S1은 인체무게중심이 앞쪽에 위치하는 형태의 출발기술이 유리할 것으로 판단되며 S2의 경우는 인체무게중심이 뒤쪽에 위치하는 형태의 출발기술이 보다 더 효과적인 것으로 보여진다.

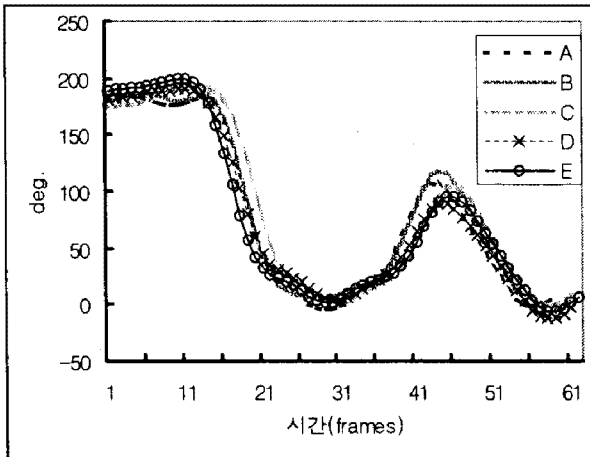


그림 6. S1의 오른쪽 어깨관절 각도 변화

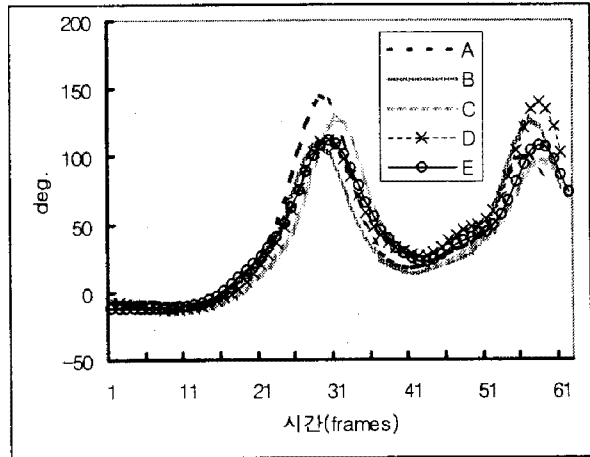


그림 7. S1의 왼쪽 어깨관절 각도 변화

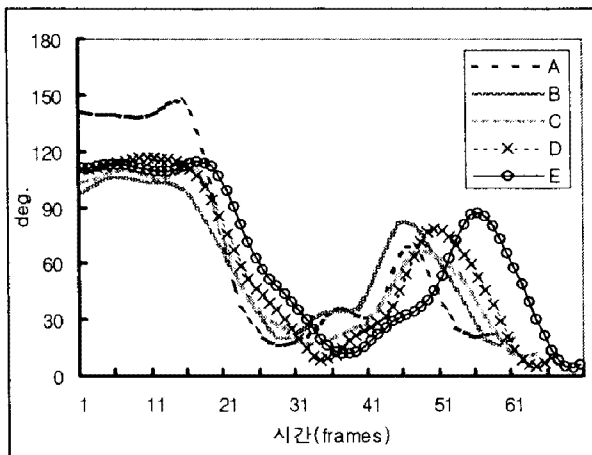


그림 8. S2의 오른쪽 어깨관절 각도 변화

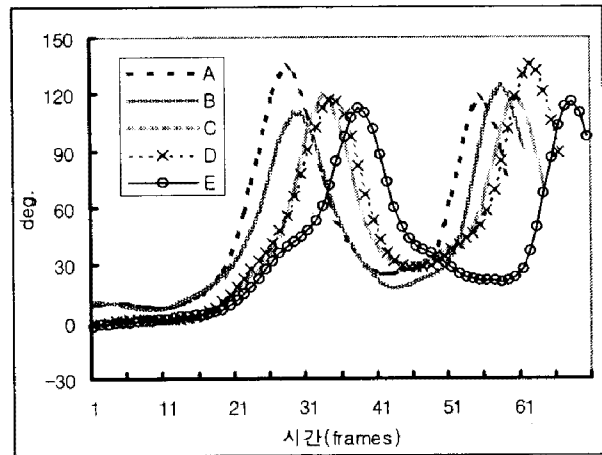


그림 9. S2의 왼쪽 어깨관절 각도 변화

무릎관절각도는 대퇴와 하퇴가 이루는 사이각도를 X축에 투영시켜 살펴보았으며 그 결과는 <표 8>, <그림 10, 11, 12, 13>과 같다. 출발구간에서 무릎관절각도는 앞으로 이동하기 위해 굴곡과 신전을 반복하며 진행한다.

<표 8>에 의하면 S1의 경우 준비자세에서 A형은 오른쪽이 151.9도, 왼쪽이 95.4도를 보였으며 B형에서는 오른쪽이 145.0도, 왼쪽이 110.0도 C형에서는 오른쪽이 136.5도, 왼쪽이 136.5도, 105.5도, D형에서는 오른쪽이 141.2도, 왼쪽이 103.5도, E형에서는 144.4도, 왼쪽이 111.2도를 보였다.

표 8. 무릎관절각(단위 : deg)

대상자	방법	Set		E1		E2		E3		E4		E5		E6	
		R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
S1	A	151.9	95.4	134.5	78.3	156.0	103.2	147.2	109.4	119.6	139.3	125.7	125.4	128.3	117.9
	B	145.0	100.0	141.1	83.0	153.3	111.9	145.7	115.2	115.7	135.2	123.1	124.8	149.1	112.2
	C	136.5	105.5	128.9	90.2	146.8	116.7	137.9	120.2	118.2	142.7	125.6	129.9	145.5	124.5
	D	141.2	103.5	135.1	86.4	146.5	120.7	135.1	123.7	114.0	135.6	119.6	123.0	138.1	116.4
	E	144.4	111.2	129.1	83.0	140.0	118.4	129.1	120.3	104.0	137.0	111.2	123.6	136.5	115.4
	M	143.8	102.1	133.7	84.2	148.5	114.2	139.0	117.7	114.3	137.9	121.0	125.3	139.5	117.3
	SD	5.64	6.28	47.4	4.43	6.29	6.94	7.53	5.57	6.15	3.09	6.03	2.72	8.03	4.54
S2	A	155.8	111.8	129.8	93.8	145.1	114.1	136.8	115.8	117.2	128.4	121.4	111.7	132.3	115.4
	B	155.8	112.4	129.4	91.6	132.6	116.2	122.5	118.0	110.2	131.2	116.5	117.0	134.0	118.7
	C	138.1	119.6	129.9	100.2	135.8	120.6	124.3	123.5	117.3	123.0	121.4	106.0	109.6	127.1
	D	135.1	103.7	122.0	104.3	149.5	112.6	144.2	115.3	109.7	133.7	113.1	116.8	110.8	115.3
	E	123.9	107.8	117.4	111.6	138.3	114.2	131.3	119.2	109.8	135.2	113.5	119.3	125.0	111.5
	M	133.7	111.1	125.7	100.3	140.3	115.5	131.8	118.4	112.8	130.3	117.2	114.2	122.3	117.6
	SD	15.2	5.92	47.4	8.08	6.91	3.10	8.97	3.28	4.03	4.83	4.07	5.34	11.59	5.89

인체무게중심 비율이 앞쪽에 위치할수록 오른쪽 무릎관절의 각도가 신전되어있는 형태를 보이고 있으며 왼쪽 무릎관절의 경우 굴곡되는 형태를 보이고 있다. S2의 경우 준비자세에서 A형은 오른쪽이 155.8도, 왼쪽이 111.8도를 보였으며 B형은 오른쪽이 155.8도, 왼쪽이 112.4도를 보였으며, C형은 오른쪽이 138.1도, 왼쪽이 119.6도, D형은 오른쪽이 135.1도, 왼쪽이 103.7도, 그리고 E형은 오른쪽이 123.9도, 왼쪽이 107.8도를 보였다. 인체무게중심 비율이 앞쪽에 위치할수록 오른쪽과 왼쪽무릎관절의 각도가 다소 신전되는 것으로 나타났는데 이는 인체중심을 오히려 낮추는 경우로 판단된다(이영하, 1995).

S1의 경우 왼발이 착지하는 E2에서는 오른쪽 무릎관절이 가장 신전하는데 A형에서 가장 큰 각도를 보였다. 또한, 오른발이 착지하는 E4에서 왼쪽 무릎관절각도가 신전하는데 역시 C형에서 다소 큰 각도를 보이고 있다. 그리고 왼발이 다시 착지하는 E6에서는 오른발이 신전하는데 B형에서 가장 큰 각도를 보이고 있었다. S2의 경우 왼발이 착지하는 E2에서는 오른쪽 무릎관절이 신전하는데 D형이 가장 크게 나타났으며 E4에서는 왼쪽 무릎관절각도가 신전하는데 E형이 가장 크게 나타났으며 E6에서는 B형이 보다 큰 각도를 보이고 있었다. 전구간에서 굴곡과 신전을 반복하는 무릎관절각도의 경우 인체중심무게의 비율이 달라지면서 출발자세의 변화가 나타나지만 전반적으로 굴곡과 신전에는 큰 차이를 보이지 않고 있다.

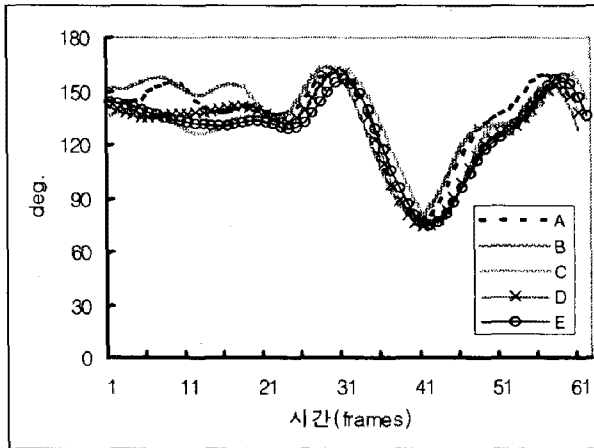


그림 10. S1의 오른쪽 무릎관절 각도 변화

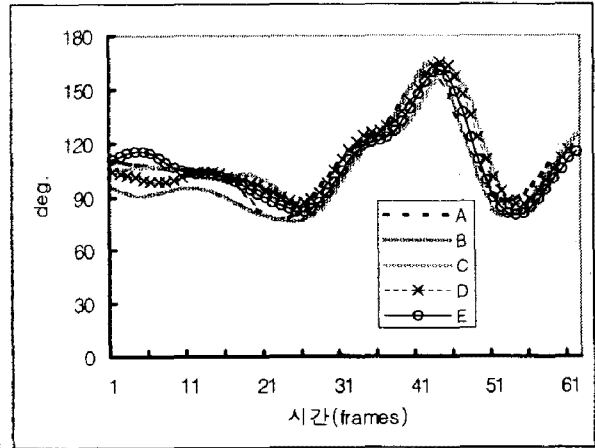


그림 11. S1의 왼쪽 무릎관절 각도 변화

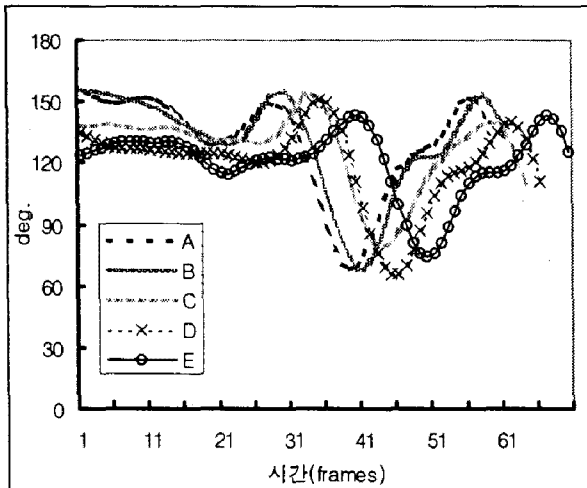


그림 12. S2의 오른쪽 무릎관절 각도 변화

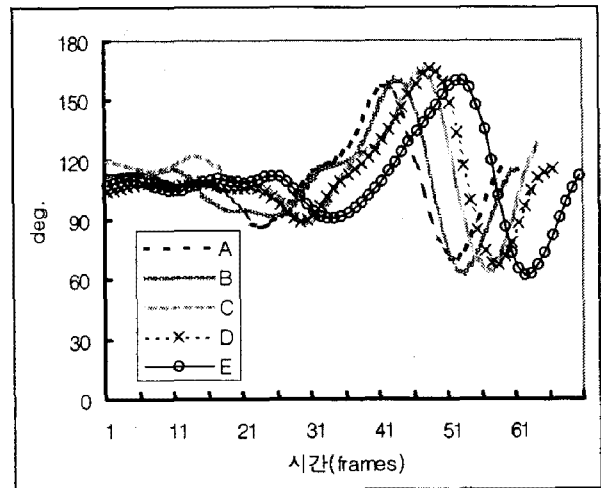


그림 13. S2의 왼쪽 무릎관절 각도 변화

IV. 결론 및 제언

본 연구는 그 동안 제시되었던 출발자세를 보완하고 새로운 출발자세에 대한 시도를 위해 인체무게중심 분포 비율에 따라 출발동작이 어떻게 변화되는지를 분석하고자 본 연구를 실시하였다. 인체무게중심 비율의 전후 분포에 따라 총 5가지 출발기술을 실시하여 이를 비디오카메라로 촬영하였다. DLT 방법을 이용하여 3차원좌표를 구성하였으며 분석결과 다음과 같은 결론과 제언에 도달하였다.

1. 결 론

- 1) 전반적으로 반응시간에 대한 개선이 요구되며 S1의 경우 인체무게중심을 앞쪽에 70% 뒤쪽에 30% 위치시켜 출발동작을 취한 B형에서 반응시간과 소요시간이 다소 짧은 것으로 나타났다. S2의 경우 역시 B형의 출발기술을 사용하였을 때가 반응시간과 전체 소요시간이 짧게 나타나고 있다.
- 2) 한국선수들의 경우 보폭이 작게 나타나는 것이 특징적이며 S1의 경우 P1에서는 B형이 P2와 P3에서는 A형이 가장 큰 보폭변화를 보이고 있다. 그리고 S2의 경우 P1에서는 B형이 P2에서는 A형이 그리고 P3에서는 E형이 가장 큰 값을 보이고 있다.
- 3) 보폭의 변화는 S2의 출발기술 E형을 제외하고 전반적으로 작은 값을 보이고 있어 무게중심이 뒤쪽에 많이 위치하는 출발 기술일수록 이동거리가 커지는 것으로 나타났다.
- 4) 전경각도, 어깨관절각도, 무릎관절각도에서 출발기술별로 장단점을 보여주고 있으며 인체무게중심이 앞쪽에 위치하는 출발기술 A형과 B형에서 인체중심을 낮아지게 하는 수그린 자세를 취하는 것으로 나타났다.

위의 결과를 종합하여보면 S1과 S2에서 동일한 결과를 보이지 않고 있어 결론을 내리기에는 다소 어려움이 있지만 인체무게중심 비율이 앞쪽에 70%, 뒤쪽에 30%의 출발기술 B형이 다소 유리한 것으로 나타났다. 그러나 오픈 코오스로 진행되는 쇼트트랙 경기의 경우 실제상황과는 그 결과가 다르게 나타날 것으로 추측됨으로 적응훈련을 통해 실제경기에서 이러한 출발법을 시도해보는 것이 좋을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 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, 한윤수(2002). 2001세계 쇼트트랙 스케이팅 선수권대회 남자 500m 종목에 참가한 국내선수와

- 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.
- 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.
- Boer, R. W. de, Groot, G. de, & Ingen Schenau, G.J. Van.(1986). Specificity of training in speed skating. In *Biomechanics X-B*(Ed. Johnson, B.). Human Kinematics Publishers, Champaign.
- Boer, R.W., P. Schermerhorn, J. Gademan.(1986). Characteristic stroke mechanics of elite and trained male speed skaters. *International Journal of Sport Biomechanics*, 2. 175~186.
- 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.