



인라인 롤러 남자 국가대표 선수의 300m 스타트 동작에 관한 운동학적 분석

The Kinematic Analysis on the 300m Starting Motion of Korean National Male Inline Roller Skaters

김갑선(목포대학교) · 김동현*(성화대학) · 설한수(목포대학교)

Kim, Kab-Sun(Mokpo University) · Kim, Dong-Hyun* (Sunghwa College) · Seol, Han-Soo(Mokpo University)

국문요약

본 연구는 인라인 롤러스케이팅의 가장 단거리인 300m 경기의 스타트 동작 분석을 함으로써, 지도자 및 선수들에게 스타트 기술에 대한 기초적이고 과학적인 자료를 제공하는데 목적이 있다. 연구의 대상은 국가 대표급 남자 선수 5명을 대상으로 3차원 영상분석을 통하여 인라인 롤러스케이팅 T300m 종목의 스타트 동작을 분석하여 다음과 같은 결론을 도출하였다. 1) 스타트 국면에서의 소요시간에서 P1에서의 시간이 절대적으로 영향을 미치고 있으므로 트레이닝을 통해 하지근력을 강화해야 한다. 2) 스타트 속도를 증가시키기 위해서는 상체를 일으켜 세워 달리는 듯한 자세가 되어야 빠른 가속도를 얻을 수 있다. 3) 상체의 전경각도는 출발시 뒤통리에 체중을 두고 반작용을 주는 자세에서 조금 세웠다가 첫발(오른발)이 진행되면서 착지할 때는 구부린 자세로 달리는 자세로 클라이딩 해야 한다.

ABSTRACT

K. S. Kim, D. H. Kim, and H. S. Seol, *The Kinematic Analysis on the 300m Starting Motion of Korean National Male Inline Roller Skaters*, Vol. 18, No. 4, pp. 191-199, 2008. The purpose of this study was to analyze movement of inline skate players at inline roller skate T300m start so that we can find effective starting movement, and provide basic and scientific materials in improving performance of inline roller skaters for T300m inline roller skating. In doing so, five Korean national representative inline skaters who elected in 2008 Korean National Inline Roller Skating Cup were taped during the cup and analyzed through 3D viewing in terms of their starting movement. Conclusions of the analysis were as follows:

First, the better the record of starting phase is the shorter average of contact time on track. Second, to improve starting speed, players raised their body just like running instead of lowering them when gliding. players could shorten their strike and moved faster in order to accelerate, and it was more effective to speed up when they quickly switched from running to gliding. Third, the five country-representative players speeded up by bending their knees to a greater degree in order to improve stability. And then the most effective way was believed to minimize track connection of skating at starting in each phase.

KEYWORDS : INLINE ROLLER SKATE, START, PUSH OFF, PHASE

I. 서론

인라인 롤러 스피드 경기는 롤러종목의 가장 기초적인 기본 종목으로, 코스에 따라 트랙경기와 로드경기로 구분되며, 트랙은 규정된 대칭이라는 틀이 있고 뱅크의 경우가 많으며, 로드는 인 혹은 아웃 형태를 겸비하는 등 보다 자유로운 형태로 코스가 디자인된다.

현재 인라인 롤러 트랙경기는 300m, 500m, 1,000m, 10,000m, 15,000m와 5,000m 계주종목으로 진행되며, 로드경기의 경우 200m, 500m, 10,000m, 20,000m와 10,000m 계주종목 그리고 42km의 마라톤이 진행된다. 대부분의 인라인 롤러 스피드 경기는 스타트 라인에서 출발심의 신호 총소리를 듣고 출발하여 상대편 선수들의 움직임에 따라 서로 견제하며 활주 속도를 조절하면서 경기를 진행하지만, 트랙의 300m 타임트라이얼과 로드 200m 타임트라이얼은 다른 종목의 출발법과 달리 스타트 라인에서 1인 출발을 요구하며 선수가 스타트를 하는 동시에 전자센서를 통해 신호가 주어지는 경기이다(대한인라인롤러연맹, 2008). 특히, 200m 뱅크 트랙에서 주로 진행되는 300m 타임트라이얼 경기의 경우는 오로지 순발력으로 승패가 결정되기 때문에 단숨에 자기가 갖고 있는 최고의 체력과 기술을 발휘하는 경기이므로, 첫 번째 직선주로의 초기동작인 출발동작에서 글라이딩 동작으로 들어가기까지의 시간이 짧을수록 기록에 상당한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(서용환, 1997). 즉, 출발동작은 푸시오프(push off)를 하면서 이루어지는 글라이딩이 극히 짧아야 순발력 있는 동작이 되는데, 이런 스케이팅의 푸시오프 동작이 육상의 출발동작과 유사하게 보일 수는 있으나, 크게 다른 메커니즘은 스케이팅의 푸시오프 동작에서 글라이딩이 된다는 것이다(전명규, 김민섭, 2004).

우리나라는 현재 인라인 롤러 장거리 종목의 경우 세계정상 수준의 경기력을 가지고 있으나, 단거리 종목의 경우에는 스타트 기술의 열세로 가장 취약한 종목으로 지적되고 있는데, 일반적으로 단거리 종목의 출발동작의 목적은 최소시간 내에 가장 적은 에너지로 최대 파워와 인체균형을 이용하여 최대속도에 도달하는데 있다. 그러므로 출발구간에서의 기록을 향상시키기 위해서는 동

작들에 대한 과학적인 분석이 필수적이라고 판단된다.

Adrian과 Copper(1989)는 출발 구간의 시간을 단축시키기 위한 연구를 하였는데 이 연구에 의하면 일반적으로 보폭의 길이를 늘이는 것 보다는 빠른 발동작을 이용하는 것이 출발 시간을 단축시킬 수 있다고 하였다. 이와 같이 단거리 출발 동작은 경기에 매우 중요한 요소가 되기 때문에 그 동안 여러 연구자의 관심의 대상이 되어왔다.

국내 인라인 롤러스케이팅과 관련된 선행연구로는 전성찬(1989)의 롤러스케이팅 경기 시 효과적인 코너기술에 관한 연구와 김갑선(1992)의 롤러스케이팅 활주시 운동역학적 분석이란 연구가 있는데, 주로 직선주로와 곡선주로의 운동학적 특성을 연구하였다. 한편, 박기범(2003)은 인라인 스케이팅 T300m 출발동작 분석에서 무릎과 발목을 높이 들어올리는 동작을 취하는 것이 스케이팅의 출발구간 속도를 증가시키는 요인이라고 보고 하였으며, 최태리, 김정대(2003)는 롤러스케이팅 출발동작의 운동학적 특성 분석에서 500m 종목의 출발자세 동작에 대한 운동학적 특성을 규명하였다. 또한 박기범, 양정옥, 이중숙(2003)은 인라인 스케이팅 T300m 출발동작 분석에서 신체중심의 높이와 하지관절에 대해 연구하였다. 그리고 박기범, 이중숙(2007)은 인라인 스케이팅 500m 출발동작 분석에서 출발자세의 인체중심 변위와 보폭 등에 대하여 분석하였는데, 국가대표급 선수일수록 인체중심변위가 전방에 위치하며, 평균보폭이 크고, 첫 번째 스트로크를 빨리 시작한다고 하였다.

지금까지 인라인 롤러 경기 중 300m 종목은 우리나라 선수들이 외국선수들에 비해 상대적으로 매우 취약한 면을 드러내고 있었지만, 최근에 와서는 세계기록(24"720)과 우리나라기록(24"826)의 격차가 현격하게 좁혀지고 있고 또한 이번 스페인에서 열린 2008 세계롤러 스피드 선수권 대회에서 최초로 T300m 종목 2위를 차지 하므로써 메달권에 진입하였다. 따라서 대표선수들의 출발동작에 대해 운동학적 분석을 시도하여 출발법에 대한 기술적인 문제를 명확하게 제시하게 된다면 2010년 정식 종목으로 채택된 중국 광저우 아시안 게임 뿐만 아니라 각종 국제대회에 참여하고 있는 우리나라 국가대표 선수들의 경기력 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

따라서 본 연구는 3차원 영상분석을 통하여 인라인 롤러 트랙경기 중 가장 단거리인 300m 경기에서의 스

타트 동작에 대한 운동학적 요인들의 특성을 파악하는데 목적이 있으며, 이러한 목적을 달성하기 위하여 소요시간, 인체중심변위, 인체중심속도, 인라인스케이트의 최대속도, 인체의 각도 요인등을 중심으로 분석하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 2008년 인라인 롤러스케이팅 국가대표에 선출된 남자 선수 5명을 대상으로 하였으며, 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 실험도구

본 연구에 사용된 실험장비는 운동학적 분석을 위한 촬영장비, 영상분석 장비 및 자료처리 장비 등이며, 이들의 구체적인 내용은 다음 <표 2>와 같다.

3. 실험절차

실제 경기 장면에서 출발동작을 촬영하기 위해 4대의 비디오 카메라를 여수 인라인 200m 배크트랙에 설치하

표 1. 연구대상자의 특성

연구대상자	연령(세)	신장(cm)	체중(kg)	경력(년)
S1	27	173	65	16
S2	25	175	69	15
S3	22	178	73	11
S4	25	177	71	14
S5	23	180	74	12
M	24.4	176.6	70.4	13.6
SD	1.9	2.7	3.6	2.1

표 2. 실험장비

실험장비	모델명	유형	회사명
Computer	Rack-360w		ICP Inc
Software	KWON 3D VER 3.1		VISOL
Video Camcorder	DCR-VX2100		SONY
Calibration Tools	Control object		VISOL

였다. 촬영 도구의 배치는 연구 대상자의 스타트 동작을 완전히 포함하는 범위 내에 통제점 막대 46개를 사용하여 통제점 틀(1m×4m×2m)을 지면에 수직으로 세웠다. 4대의 비디오 카메라는 좌표 기준점으로부터 각 10m, 12m, 15m, 17m 떨어진 곳에 렌즈 중심의 높이가 1.2m 이 되도록 삼각대 위에 수평 상태로 설치하였으며, 통제점 틀이 캠코더 필드 안으로 들어오도록 줌렌즈를 맞추었다. 동조용 타이머는 4대의 비디오 캠코더로 촬영할 수 있는 장소에 각각 1대씩 설치하였다. 또한 캠코더의 촬영속도를 30 frames/s, 노출시간은 1/500초로 설정하였으며, 4대의 비디오 카메라를 동시에 작동시켜 통제점 틀을 약 3분 동안 촬영한 후 통제점 틀을 제거하였다. 연구대상자의 스타트 동작 촬영시 비디오 카메라가 일정한 속도에 이른 후 촬영할 수 있도록 연구대상자가 동작을 하기 1분전에 비디오 카메라를 작동시켰다.

연구대상의 신체적 특성을 측정된 후 실제 경기상황에 스타트동작을 촬영 분석하였다. 구체적인 경기녹화 장면은 <그림 1>과 같다.

4. 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 46개의 통제점을 이용하여 캘리브레이션(Calibration)을 실시하였다. 또한 자료분석을 위한 기준좌표계는 출발진행 방향을 y축, 좌우방향을 x축, 수직방향을 z축으로 설정하였다. 비디오 카메라 속도는 60fields/s이고 그로부터 얻은 정보를 3차 스플라인 함수(cubic spline function)를 이용, 0.02초 간격으로 보간(interpolation)하

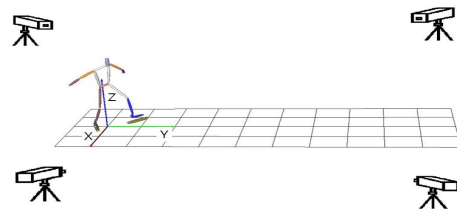


그림 1. 카메라 배치도

여 동기(synchronization)하였다. 3차원 좌표를 얻기 위해서는 디지털이징하여 얻은 2차원 좌표를 이용하여 DLT방법 (Abdel-Aziz & Kararah, 1971)을 사용하였다. 이때 생기는 노이즈(noise)는 Butterworth 2nd-Order 저역 통과 필터(low pass filter)를 사용하여 스무딩하였으며, 차단주파수 차단 주파수(cut-off frequency)는 60Hz로 설정하였다. 이와 같은 자료처리에는 KWON3D Motion Analysis Package 3.1을 사용하였다.

5. 분석국면구분과 각도 변인 정의

분석국면의 이벤트구분은 스타트 준비자세에서 반동 후 상체가 최고 정점에 올라온 순간을 1이벤트(E1), 오른발이 지면에 착지하는 순간을 2이벤트(E2), 왼발이 지면에 착지하는 순간을 3이벤트(E3), 오른발이 두 번째 지면에 착지하는 순간을 4이벤트(E4)로 설정하였다. 이에 따른 국면구분은 1이벤트(E1)에서 2이벤트(E2)까지를 1국면(P1), 2이벤트(E2)에서 3이벤트(E3)까지를 1국면(P2), 3이벤트(E3)에서 4이벤트(E4)까지를 3국면(P3)으로 설정하였다<그림 2>.

각도의 변인에 대한 정의는 <그림 3>과 같다. 상체 전경각도(θ_1)는 전진방향(Y)축과 몸통분절이 이루는 사이 각도를 의미하며, 무릎관절각도(θ_2)는 하퇴분절과 대퇴분절이 이루는 사이 각도, 발목관절각도(θ_3)는 발분절 벡터와 하퇴분절 벡터가 이루는 사이 각도를 의미하는 것으로 이지와 착지시에 발목의 완급을 조절하는데 중요한 역할을 한다.

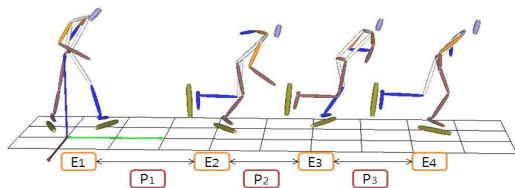


그림 2. 스타트 동작의 이벤트와 국면

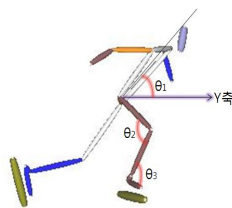


그림 3. 관절각도의 정의

표 3. 국면별 소요시간 (단위 sec)

연구 대상자	P1	P2	P3	TOTAL
S1	0.77	0.27	0.23	1.27
S2	0.78	0.25	0.22	1.25
S3	0.88	0.25	0.20	1.33
S4	0.92	0.25	0.30	1.47
S5	0.85	0.27	0.20	1.32
M	0.84	0.26	0.23	1.33
SD	0.06	0.01	0.04	0.09

III. 연구결과 및 논의

1. 소요시간

소요시간은 스타트 준비 자세에서 출발 후 3보에 대한 각 국면별 소요시간 및 전체시간에 대한 결과는 <표 3>과 같다.

위의 결과를 살펴보면 P1에서는 평균 0.84 ± 0.06 초, P2에서는 평균 0.26 ± 0.01 초, P3에서는 평균 0.23 ± 0.09 초로 나타났으며, 전체 소요시간은 평균 1.33 ± 0.09 초로 나타났다. 모든 피험자들은 P1에서 P2, P3으로 갈수록 짧은 소요시간을 보이는 것으로 나타났다.

첫발 이지시간은 출발구간에서 반응시간과 관련되어 정지되어 있는 관성을 움직이는 상태로 전환시키는 중요한 요인이다(신성휴 등, 1996). 또한 스케이팅의 특성이 출발구간에서는 속도가 빠르지 못하여 글라이딩 형태보다는 달리는 듯한 자세가 적합하므로(De Koning 등, 1995) 지면과 접촉시간을 최대한 줄이는 것이 유리하다는 결과와 비슷한 연구결과를 보이고 있다.

또한, 개인별로 보면 S4의 경우 P1에서 소요시간이 0.92초로 가장 많은 시간을 소비한 관계로 전체 소요시간이 좋은 기록으로 연결되지 못하고 있다. 따라서 국면별 소요시간의 차이는 P1에서의 시간이 절대적으로 영향을 미치고 있으므로 트레이닝을 통해 P1의 소요시간을 줄이는 것이 출발구간의 기록을 단축시키는 요인이라고 사료된다.

2. 인체중심 전후이동 변위와 수직이동 변위

인라인 스케이트 300m 스타트 동작의 국면별 인체 중심 전후 이동, 수직 이동 변위 대한 결과는 <표 4,

표 4. Y축 인체중심 전후 이동 변위 (cm)

연구대상자	Y축		
	P1	P2	P3
S1	175.2	113.9	117.8
S2	159.9	101.1	109.5
S3	176.1	100.5	95.8
S4	180.7	103.8	156.1
S5	177.7	123.6	114.5
M	173.9	108.6	118.8
SD	8.1	10.0	22.5

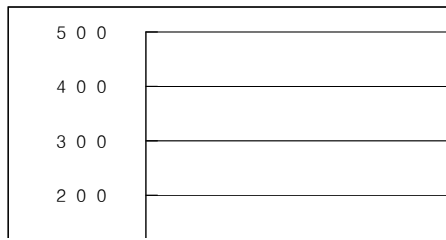


그림 4. Y축 인체중심 전후 이동 변위

표 5. Z축 인체 중심 수직 이동 변위 (cm)

연구대상자	Z축		
	P1	P2	P3
S1	20.2	4.6	8.2
S2	18.2	5.6	6.6
S3	21.9	8.5	7.4
S4	29.4	5.4	8.0
S5	25.3	5.7	5.0
M	23.0	5.9	7.0
SD	4.4	1.5	1.3

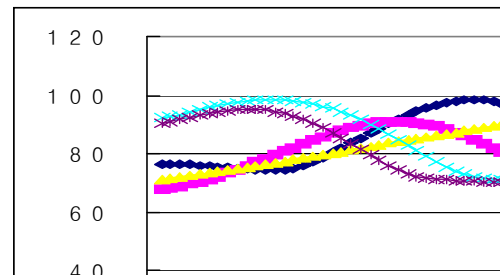


그림 5. Z축 인체중심 수직 이동 변위

5>, <그림 4, 5>와 같다.

인체중심 전후 이동변위를 보면 1에서 173.9±8.1cm, P2에서 108.6±10.0cm, P3에서 118.8±22.5cm로 모든 피험자들이 P1에서 가장 큰 수치를 보였는데, 이러한 이유는 인라인 롤러스케이팅 T300m의 스타트 특성상 앞쪽 발을 축으로 상체를 약간 들어올리면서 골반과 체중을 뒤쪽다리로 옮겼다가 굴곡된 뒤쪽다리의 강한 신전의 반작용력을 이용하여 첫 스텝으로 뒤쪽발을 앞으로 내딛기 때문에 P1에서 수치가 큰 것으로 판단된다.

따라서 P1에서 가장 작은 수치를 보인 S2의 경우에는 출발 시 강한 추진력을 얻는데 도움이 되는 하지근력의 강화가 요구된다고 사료된다.

인체중심의 수직 이동 변위를 살펴보면 P1에서 평균 23.0±4.4cm, P2에서 평균 5.9±1.5cm, P3에서 평균 7.0±1.3cm로 나타났다.

본 연구는 선수들이 전방으로 움직이기 위해 초기동작인 P1에서 수직이동 변위를 크게 하여 전진하고 있으며 P2부터 P3에서는 수직이동 변위가 점점 적게 이동되는 형태를 보여주고 있다고 보고한 최태리, 김정태(2003)의 보고와 비슷한 결과를 나타냈다.

육상의 경우 이상적인 스타트 자세는 중심의 높이를 가능한 높게 하여 불안정한 자세를 취하는 것을 유지하

는데 비하여 인라인 스케이팅의 경우 출발선에서의 스타트 자세는 강한 다리의 힘을 충분히 이용하기 위하여 낮은 자세를 취하는 것이 유리하다. 그러나 다리의 신근(extensor muscle)이 강하지 못할 경우에는 다리를 신전하기 위한 많은 시간이 소요되므로 자세를 지나치게 낮추는 것은 불리할 수도 있다(김상홍, 배영상, 1983).

따라서, Z축 인체중심 수직 이동변위 요인을 종합하여 보면 인라인 스케이팅의 경우 가능한 중심을 낮은 자세를 취하고 있다가 앞다리를 신전시키고 뒤다리로 체중을 이동하여 굴곡시킨 다음 스타트를 하기 위해 필요한 만큼만 중심을 낮추었다가 반작용력을 이용하여 일어나는 자세에서 스타트를 하고 점차 중심을 낮추어 가는 자세가 좋을 것으로 사료된다.

3. 인체중심 속도

인라인 스케이팅 300m 스타트 동작의 이벤트별 인체중심속도에 대한 결과는 <표 6>과 같다.

이벤트별 인체중심 속도는 E1에서 0.6±0.1m/s, E2에서 4.2±0.2m/s, E3에서 4.3±0.2m/s, E4에서 5.6±0.3m/s로 나타났으며, 그래프<그림 6>에서 보는 바와 같이

표 6. 인체중심속도 (m/s)

연구대상자	E1	E2	E3	E4
S1	0.5	4.1	4.2	5.4
S2	0.7	4.0	4.2	5.3
S3	0.7	4.0	4.3	5.5
S4	0.6	4.2	4.1	5.8
S5	0.6	4.6	4.7	6.0
M	0.6	4.2	4.3	5.6
SD	0.1	0.2	0.2	0.3

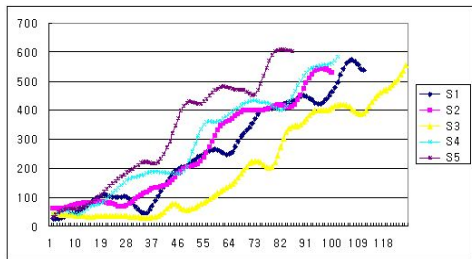


그림 6. 인체중심속도

표 7. 좌우측 최대 속도 (m/s)

연구대상자	P1	P2	P3
S1	7.2	7.8	9.5
S2	7.3	7.8	9.8
S3	7.0	7.9	9.7
S4	6.7	8.1	9.4
S5	7.8	10.5	8.5
M	7.2	8.4	9.4
SD	0.4	1.2	0.5

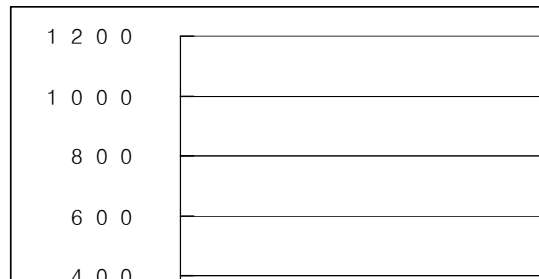


그림 7. 좌우측 인라인 스케이트의 최대 속도

모든 피험자들이 가속되는 기울기를 나타내고 있다.

실험자중에서 E2에서 4.6m/s, E3에서 4.7m/s, E4에서 6.0m/s를 나타낸 S5가 E1에서는 다른 피험자들과 비슷한 중심속도를 보였지만, E2, E3, E4에서는 다른 피험자들보다 인체중심속도가 빠른 것으로 나타났다.

스케이팅은 달리기와는 달리 출발구간에서는 전방으로의 계속된 가속을 하지 못하고, 가속과 감속을 간헐적으로 반복하는 이동형태를 가진다. 추진동작과 제자리 동작에는 가속을 하지만, 스케이트가 지면에 접촉되어 있는 동안에는 감속이 일어난다. 따라서 출발구간의 낮은 속도는 지면과 접촉시간을 최대한 단축시켜 감속되는 시간 및 크기를 줄이는 것이 절대적으로 요구된다.

4. 좌우측 인라인 스케이트의 최대속도

인라인 스케이트 T300m 스타트 동작의 국면별 좌우측 인라인 스케이트의 최대 속도에 대한 결과는 <표 7>과 같다.

국면별 좌우측 인라인 스케이트 최대속도는 P1에서 7.2±0.4m/s, P2에서 8.4±1.2m/s, P3에서 9.4±0.5m/s로 모든 피험자들의 오른발과 왼발의 스트로크가 증가할수록 인라인스케이트 속도가 커지는 것으로 나타났다.

<표 7>에서 보는 바와 같이 S5는 P1과 P2에서 스케이트 속도가 크게 나타나고 있어 속도를 증가시키는데 긍정적인 효과를 주는 것으로 보여진다.

<그림 7>을 보면 스케이트의 수평속도가 스텝이 증가할수록 커지고 있으며, 지면에 스케이트가 접촉하고 있는 동안에는 속도가 줄어드는 것을 알 수 있다. 따라서 출발동작에서 기록을 단축시키기 위한 요인은 출발시 지면과의 접촉시간을 짧게 하는 것이며, 이를 위해서는 달리는 자세에서 스트로크 길이를 짧게 하고 스트로크 율을 많게 하여 가속도를 높이는 동작의 훈련이 필요하다고 사료된다.

5. 각도 요인

1) 상체 전경각

<표 8>과 <그림 9>에서 볼 수 있는 바와 같이 이벤트별 상체 전경각도는 E1에서 49.4±20.0°, E2에서 55.0±9.4°, E3에서 63.1±10.5°, E4에서 55.3±9.2도 나타났다.

모든 피험자들은 출발자세에서 첫발이 이지하여 착지하면서 이벤트가 진전됨에 따라 이후 굴곡과 신전이 반복되는 형태를 보여주고 있다. S3의 경우 E1에서 가장 큰 전경각도를 나타내고 있는데, 이 각이 크다는 것은 전신을 서 있는 자세와 가까운 상태가 됨을 의미하므로 달리

표 8. 상체 전경각도 (deg)

연구대상자	E1	E2	E3	E4
S1	18.1	55.2	75.7	61.7
S2	46.6	58.3	72.3	61.7
S3	72.4	68.5	60.9	45.7
S4	50.9	49.6	52.1	62.6
S5	59.0	43.4	54.6	44.7
M	49.4	55.0	63.1	55.3
SD	20.0	9.4	10.5	9.2

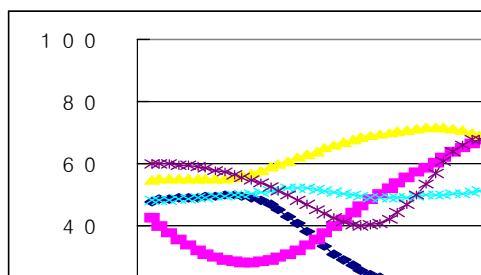


그림 16. 상체 전경각도

는 듯한 자세를 용이하게 취할 수 있어 가속을 하기에 효율적인 것으로 판단된다. 또한 이후 피험자 모두 스트로크가 증가할수록 각도가 작아지는 형태를 보이고 있는 것은 곡선주로 진입시 자세를 낮추려는 시도로 판단된다.

2) 무릎 관절각도

인라인 스케이트 스타트 동작의 이벤트별 무릎 관절 각도에 대한 결과는 <표 9>와 같다.

이벤트별 좌측 무릎 관절각도는 E1에서 122.2±29.7°, E2에서 90.7±14.1°, E3에서 111.2±4.3°, E4에서 91.9±12.8°로 나타났으며, 우측 무릎 관절각도는 E1에서 141.0±7.8°, E2에서 113.6±5.0°, E3에서 96.0±5.5°, E4에서 119.9±7.3°로 나타났다.

이와 같이 출발 자세에서 좌우측 무릎각도가 크게 나타나는 현상은 초기의 빠른 움직임을 가능하게 하여 출발구간의 기록을 단축시키는데 도움이 되는 것으로 판단된다.

최대리(2001)는 출발자세에서 좌우 무릎각도의 변화 양상은 최초 굴곡의 운동을 보이다가 그 이후에는 신전과 굴곡 운동이 반복된다고 하였는데, 본 연구 결과에서 보면 E1에서 무릎관절 각도가 크고, E3, E4로 갈 수록 무릎관절의 최소각도를 유지하는 것은 지면을 달리는 듯한 형태의 자세로 지면과 접촉시간을 줄여

표 9. 무릎 관절각도 (deg)

연구대상자	E1	E2	E3	E4	
S1	162.7	96.5	117.1	88.6	
S2	112.7	107.6	107.6	104.3	
S3	83.1	75.4	111.8	84.6	
좌	S4	137.2	76.7	113.0	76.3
S5	115.3	97.1	106.5	105.8	
M	122.2	90.7	111.2	91.9	
SD	29.7	14.1	4.3	12.8	
S1	141.8	113.5	97.1	124.0	
S2	137.5	108.4	98.9	116.6	
S3	153.8	121.8	99.5	128.2	
우	S4	139.3	113.0	96.0	121.3
S5	132.9	111.3	86.0	109.4	
M	141.0	113.6	96.0	119.9	
SD	7.8	5.0	5.5	7.3	

가속에 유리한 것으로 생각한다.

3) 발목관절각도

인라인 스케이트 스타트 동작의 이벤트별 발목 관절 각도에 대한 결과는 <표 10>과 같다.

이벤트별 좌측 발목 관절각도는 E1에서 95.7±14.3°, E2에서 34.5±17.9°, E3에서 81.7±7.2°, E4에서 18.3±15.8°로 나타났으며, 개인별로 보면 E1에서 S2는 79.9°, E2에서 S4는 16.5°, E3에서 S5는 73.1°, E4에서 S3은 1.7°로 가장 작은 값을 보였고, E1에서 S5는 109.8°, E2에서 S2는 61.2°, E3에서 S3은 89.5°, E4에서 S2은 41.7°로 가장 큰

표 10. 발목 관절각도 (deg)

연구대상자	E1	E2	E3	E4	
S1	109.5	41.3	88.3	5.8	
S2	79.9	61.2	81.2	41.7	
S3	96.7	20.5	89.5	1.7	
좌	S4	82.4	16.5	76.4	20.7
S5	109.8	32.9	73.1	21.3	
M	95.7	34.5	81.7	18.3	
SD	14.3	17.9	7.2	15.8	
S1	66.7	61.2	107.6	65.3	
S2	75.3	66.0	110.0	71.3	
S3	71.4	64.5	96.6	72.4	
우	S4	68.5	63.2	112.8	62.9
S5	67.0	62.3	96.7	63.2	
M	69.8	63.4	104.7	67.0	
SD	3.6	1.9	7.8	4.5	

값을 보였다.

한편, 이벤트별 우측 발목 관절각도는 E1에서 $69.8 \pm 3.6^\circ$, E2에서 $63.4 \pm 1.9^\circ$, E3에서 $104.7 \pm 7.8^\circ$, E4에서 $67.0 \pm 4.5^\circ$ 로 나타났으며, 개인별로 보면 E1에서 S1은 66.7° , E2에서 S1은 61.2° , E3에서 S3는 96.6° , E4에서 S4는 62.9° 로 가장 작은 값을 보였고, E1에서 S2은 75.3° , E2에서 S2은 66.0° , E3에서 S4는 112.8° , E4에서 S3는 72.4° 로 가장 큰 값을 보였다.

본 연구의 인라인스케이팅 출발동작의 국면별 발목 관절의 각도변화를 보면 좌측 발목관절이 출발국면에서 보다 굴곡상태로 나타나는데, 이것은 준비자세에서 신체중심이 우측 발에 위치함으로써 우측 발목관절이 보다 배측굴곡(dorsal flexion) 되고 있는 것을 보여주는 것으로 이와 같은 현상은 달리는 자세에서 글라이딩 기술로의 전환이 빠르면 빠를수록 효율적임을 시사해 준다. 또한, 출발구간에서 지면을 이탈하기 위해서는 하지관절을 완전하게 신전하는 것은 다소 무리가 따르게 때문에 지면을 접촉하는 시간을 짧게 하기 위해서는 무릎을 들어올림과 동시에 발목의 신전을 작게해야 한다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 2008년 국가대표 선발전 대회 300m 타임 트라이얼에 참여한 국가 대표 남자 선수 5명을 대상으로 4대의 비디오 카메라를 이용하여 실제 경기장면을 촬영하였으며, 3차원 DLT방법을 활용하여 스타트 동작을 분석하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 결론

1. 스타트 국면에서의 소요시간을 보면 P1에서 0.84초, P2에서 0.26초, P3에서 0.23초로 나타났는데, 국면별 소요시간의 차이는 P1에서의 시간이 절대적으로 영향을 미치고 있으므로 트레이닝을 통해 P1의 소요시간을 줄이도록 해야 한다.

2. 상체의 전경각도는 출발시 뒤다리에 체중을 두고 반작용을 주는 자세에서 조금 세웠다가 첫발(오른발)이

진행되면서 착지할 때는 구부린 자세로 달리는 자세로 글라이딩 해야 한다.

3. 출발시에는 E1에서는 무릎관절의 각도가 크게 하고 E3, E4로 갈수록 무릎관절의 최소각도를 유지하도록 해야한다.

2. 제언

위의 결론에서 변인들은 경기력 향상과 매우 밀접한 관련이 있지만, 1회의 동작을 분석한 본 연구의 결과를 일반화시키기에는 무리가 있을 것으로 판단된다. 따라서 향후 연구에서는 좀 더 많은 피험자를 선정하고, 우리나라 선수와 외국선수들의 운동학적 요인을 비교, 또한 운동역학(kinetic)적인 측면에서의 접근을 병행하는 후속 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 김갑선(1992). **Roller Skating 활주시 운동역학적 분석**. 미간행 석사학위논문. 전남대학교 대학원.
- 김상홍, 배영상(1983). **육상경기의 운동역학**. 서울: 학문사.
- 대한 인라인롤러 연맹(2008). **CIC 국제 경기규정 및 KRSF 국내 경기규정**. 서울: 대한인라인롤러 연맹.
- 박기범(2003). **인라인 스케이트 T300m 출발동작 분석**. 미간행 석사학위 논문. 신라대학교 교육대학원.
- 박기범, 양정옥, 이중숙(2003). 인라인 스케이트 T300m 출발동작 분석. **한국운동역학회지**, 13(2), 123-137.
- 박기범, 이중숙(2007). 인라인 스케이트 500m 출발동작 분석. **한국운동역학회지**, 17(2), 23-29.
- 서용환(1997). **스피드 스케이팅의 구간별 기록 분석**. 미간행 석사학위논문. 단국대학교 대학원.
- 신성휴, 백진호(1996). 500m 슛트랙 스피드 스케이팅 출발동작의 운동학적 분석. **한국운동역학회**

- 지, 6(1), 53-68
- 전명규, 김민섭(2004). 쇼트트랙스피드스케이팅의 새 출발기법에 대한 기술동작 분석. *체육과학연구*, 15(4) 72-83.
- 전성찬(1989). **Roller speed skating** 경기시 효과적인 커브기술에 관한 연구. 미간행 석사학위논문. 조선대학교 교육대학원.
- 최태리(2002). 롤러스케이팅 경기 출발동작의 운동학적 특성 분석. 미간행 석사학위논문. 창원대학교 교육대학원.
- 최태리, 김정태(2003). 롤러스케이팅 경기 출발동작의 운동학적 특성 분석. *한국체육학회지*, 42(1).
- 현무성(1995). 여자 국가대표선수의 쇼트트랙 코너링 동작분석. 미간행 박사학위논문. 서울대학교 대학원.
- Abdel-Aziz, Y.I., & Karara, H. M. (1971). *Direct liner transformation from comparator into object space coordinates in close-range photogrammetry*. Proceedings of the Symposium on Close-range Photogrammetry(1-18). Falls church, VA : American society of photogrammetry.
- Adrian, M. J., & Cooper, J. M.(1989). *Biomechanics of human movement*. Benchmark Press Inc. 543-547.
- De Koning, Rixte Thomsa, Monique Berger, Gert de Goot, & 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 Schenan, G. J. van, R. W., & de Groot, G.(1987). *Biomechanics of speed skating*. In C. L. Vaughan(Ed), *Biomechanics of sport*, Boca Raton, FL ; CRC Press.
- Koning, J. J. De Groot, G . Ingen Schenau, G . J . Van.(1989). Mechanical Aspexpts of the Sprint Start in Olypic Speed Skating, *International Journal of Sport Biomechanice*, 5. 151-168.
- Selner, A.(1980). *The physiological, biomechanical and psychological analysis of roller skating*. Tech. Rep. to the United States Olympic Committee.
- Wilson, B. D. Michael McDonald, Robert, J. Neal.(1987). Roller skating sprint technique. *International Series on Biomechanics*, 6B.

투 고 일 : 10월 31일
 심 사 일 : 11월 6일
 심사완료일 : 12월 9일