



Crouching Start 시 스타팅 블록 유형에 따른 운동학적 분석

A Kinematical Comparative Study on Crouching Starts According to the Position Blocks in Race

최수남*·오정환(충남대학교)

Choi, Su-Nam* · Oh, Cheong-Hwan(Chungnam National University)

국문요약

본 연구는 스타팅 블록 유형에 따른 운동학적 변인을 분석하기 위하여 남자 단거리 선수 8명을 대상으로 스타팅 블록간의 거리를 세 가지(25cm, 40cm, 35cm)유형으로 구분하여 분석하였다. 본 연구에 참여한 평균 신장 180cm의 선수들에게는 출발선과 앞 블록의 거리 45cm, 블록간의 거리 40cm의 출발 유형이 100m 기록 단축을 위해서 유리한 스타팅 블록의 유형이라 할 수 있다. 이상의 결론을 종합해보면 100m 출발은 정지 상태에서 짧은 시간에 가능한 큰 추진력을 얻는 데 있으며, 중요한 기술적 요점은 출발 신호에 재빠르게 반응하고, 강한 킥에 의해 큰 추진력을 얻어 전경각과 중력을 잘 이용하여 빠른 시간 내에 최고의 속도에 도달하는데 있다. 본 연구에서는 B유형의 출발법이 기록 향상을 위해 효과적인 분석 결과를 보여주고 있다.

ABSTRACT

S. N. CHOI, C. H. OH, A Kinematical Comparative Study on Crouching Starts According to the Position Blocks in Race. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 3, pp. 93-105, 2008. This study was for the analysis of Kinematic variables, using 3 types of starting block position setting(25cm, 40cm, 35cm). The subjects of the study were 8 short-distance male runners. In the study, the most desirable block setting type for the runner who were average 180cm tall to get the good record was 45cm (distance between the starting line and the front block) and 40cm (distance between the blocks).

In conclusion, the most favorable start in 100m race was to get the strongest propelling power at the start line. The most important technical point was quick responding ability to the start signal and reaching the maximum speed at the shortest time through the strong kick using the front leaning body angle and gravity.

Type B start method has shown the most effective results for the improvement of the records in the 100m race.

KEYWORDS : Crouching Start, Velocity, Angle, Maximum, Starting Block

I. 서론

육상 종목 중 단거리 경주는 100m, 200m, 400m로 이루어진다. 그 중 100m 경주는 짧은 시간 내에 경기가 종료되어 근소한 기록 차에 의해 승패가 결정되는 경우가 많기 때문에 100m 경주 기록에 영향을 미치는 요인에 대한 다양한 연구가 이루어져 왔다. 또한 단거리 경주는 빠른 운동신경, 파워 있는 근력, 경쾌한 리듬감과 탄력 있는 근육의 소유자에게 유리한 종목이다. 100m 경주는 일반적으로 약 2m의 보폭(stride length)으로 약 50보를 피치(pitch)해서 달린다. 빨리 달리는 데에는 보빈도와 보폭의 너비가 매우 중요하다(교육인적자원부, 2005; 장재근, 이재구, 2008; 성봉주, 2008; 원종세, 2004; Aron, Robert, & Aaron, 2003).

육상의 꽃이라 할 수 있는 100m 종목의 우리나라 최고기록은 세계적인 수준과 현저한 차이를 보인다. 100m 경주 세계 신기록 수립의 역사를 살펴보면 1912년 도널드 리핀코트(미국)가 10초 6을 기록한 이후 1968년 멕시코 올림픽에서 짐 하인스(미국)가 최초로 10초 벽을 허물며 9초 95를 기록했다. 2008년 6월 1일 미국 국제육상그랑프리대회에서 자메이카의 우사인 볼트가 9초 72의 기록으로 남자 100m 종목에서 세계 신기록을 달성했다. 볼트의 기록을 시속으로 환산하면 36.96km로 1초에 10.27m를 달린 셈이다. 10초 안에 승부가 결정되는 남자 100m 경주는 수많은 육상 종목 중에서도 특별하다. '세계에서 가장 빠른 사람을 가리는 경주이기 때문이다. 100분의 1초를 겨루는 100m 경주에서 출발 반응시간은 기록 달성에 중요한 변인이다. 따라서 100분의 1초를 단축하기 위한 반응시간을 향상시키는 연구가 중요하다(성봉주, 2008; Schroter, 2006). 아시아에서는 2007년도 제 17회 아시아 육상선수권대회에서 카타르의 사무엘 프란시스가 세운 9초 99의 기록이 있다. 그러나 우리나라의 경우 1926년 김장률이 11초 8의 한국기록을 세운 이후 1979년 멕시코시티에서 열린 유니버시아드대회에서 서말구 선수에 의해 세워진 10초 34가 한국기록으로 남아 30년 가까이 갱신되지 못하고 있다.

100m 경주의 기능은 스타트, 스타트 대쉬, 중간 질주, 전력 질주, 피니쉬의 다섯단계로 구분된다. 이러한

요인 중 출발 구간은 100m 경주의 전체 레이스의 10~15%를 차지한다(Hoskisson, 1992). 100m 종목은 짧은 시간 동안에 승패가 결정되므로 출발이 빨라야만 기록을 단축할 수 있다. 따라서 단거리 경주의 효율적인 출발을 위해서는 스타팅 블록(Starting block)을 이용한 빠른 반응시간과 강한 반작용력이 필요하며, 전력 질주로의 연결기술이 중요하다(고석곤, 2004; 성봉주, 2008; 신보삼, 오봉석, 2002; 장재근 등, 2008; 조필환, 2006; Aron et al, 2003; Peharec & Bacic, 2007). 출발 시 기록 변화에 작용하는 운동학적 변인들을 살펴보면 중력과 관성에 의하여 신체에 가해지는 수직항력을 추진력으로 전환하여 빠른 시간 내에 최고속도에 도달하도록 하는 데 있다(고석곤, 2004). 특히 100m 경주는 스타트에서 피니쉬까지 동작 하나 하나가 기록 향상과 연관이 있기 때문에 경기력 향상을 위해서는 각각의 동작이 효과적으로 연결되어야 한다. 이 중 스타트는 과학적인 동작 분석을 통하여 대쉬, 전력질주, 피니쉬 동작과 달리 보폭증가를 통한 전방의 이동거리를 향상시킬 수 있다. 또한 스타팅 블록의 조건(각도, 거리)변화를 통해 신체 관절의 각도와 보폭을 보완하여 즉각적인 기술의 향상을 가져 올 수 있다(고석곤, 2004; 성봉주, 2008; 조필환, 2006).

지금까지 국내·외에 발표된 단거리 경주 스타트와 관련된 선행 연구들을 살펴보면 운동학적 연구로는 윤희중, 장영섭(2000)은 '차려' 자세에서 하지장의 길이와 이와 관련된 고관절의 높이에 따른 동작을 저자세, 중자세, 고자세의 특징을 분석하여 대상자의 좌측 무릎 관절각(90-100°), 우측 무릎 관절각(110-120°)의 이상적인 각도를 제시하였다. 조필환(2006)은 단거리 출발 동작에 대한 숙련자와 비숙련자의 신체 분절의 운동학적 변인을 분석하여 숙련자가 신체 중심의 수평속도, 각 관절의 각속도가 큰 것으로 보고하였다. 장재근, 성봉주(2006)는 엘리트 육상 선수들의 100m 구간 속도를 분석하여 기록 단축을 위한 방안으로 스피드 지구력 강화 훈련과 함께 최고 속도를 향상시켜야 한다고 보고하였다. 최수남, 오정환(2007)과 신보삼 등(2002)은 달리기에 있어서 우수한 단거리 주자는 공중에 떠 있는 다리를 전방으로 빠르게 내딛거나 또는 피치를 증가시키는 것보다 보폭을 넓게 하는 것이 기록 단축에

유리하다고 하였다. 이 외에도 선수 개개인의 신체적 특성에 맞는 스타트 유형의 선택이 중요하다고 하였다 (고석곤, 2004; 김철수, 2001; 마영희, 2004; 정동준, 2003). Aron et al.(2003)은 킥이 끝난 다리를 강하게 앞으로 당기고 무릎을 높이 올리며 보폭을 넓게 하고 다리를 신체 중심 밑에 착지시키는 것이 단거리 경주에서 중요한 것으로 제시하였다. Hunter, Marshall와 McNair(2004)은 기록 단축은 스타팅 블록 이지 시 수평, 수직속도가 중요한 요인이라 하였다. Bret, Rahmani, Dufour, Messonnier와 Lacour(2002)에 의하면 빠른 출발 반응시간에 의한 전력질주가 중요하며, 이때 얻은 속도를 유지하는 것이 기록 향상에 중요한 변인으로 제시하여 스타트의 중요성을 강조하였다.

운동역학적 연구로는 권문석, 신성휴(2005), 신성휴, 고석곤, 박기자, 김태완, 권문석, 최성희, 임영태(2004)은 블록각도와 출발동작의 관계를 형성하는 지면반력을 분석하여 스타팅 블록의 이상적인 각도(50-55°)를 제시하였다. 또한 개인의 신체조건에 맞는 스타트 블록 거리가 제시되어야 하며, 이 과정에서 근전도 분석이 이루어져야 한다고 제안하였다.

백형훈, 권오성, 성봉주(2002)와 신성휴 등(2004)은 육상 단거리 출발 시 근전도를 이용하여 하지근 활동에 대하여 분석하여 출발과 동시에 불안정한 상태의 동작을 수평 추진력으로 전이할 수 있는 훈련법과, 출발 시 하지의 균형적인 근력향상이 이루어져야 한다고 하였다.

Peharec et al.(2007)은 단거리 스프린터는 근력 트레이닝을 통한 각력을 강하게 함으로써 출발 시 스피드를 빠르게 할 수 있고, 블록에 작용하는 힘이 강하면 강할수록 그만큼 블록으로부터 반작용힘이 커져 빠른 스타트를 할 수 있는 추진력으로 전환된다고 하였다.

Harrison, Keane와 Cogan(2004)의 연구에서는 출발 구간에서 지면반력의 크기와 근육의 활성화도와 관련한 근 파워의 크기에 따라 가속도에 영향을 주는 것으로 보고하였다. 위의 연구결과에 나타난 출발 자세와 관련된 여러 변인들은 대상자의 동작, 근육의 활동, 지면반력 등의 변화를 주고 있다. 단거리 경주 기록 단축을 위해서는 신체조건에 맞는 가장 이상적인 스타트 방법의 연구가 필요하다.

지금까지 스타트 연구의 대부분은 개인의 신체적 조건에 따른 스타트 유형을 제시하지 못하였다. 100m에서 100분의 1초를 단축하기 위해서는 고속카메라에 의한 정밀한 출발 동작의 분석이 필요하며, 신체적 특성에 따른 스타트 방법을 제시해야 한다. 본 연구의 목적은 Crouching Start 시 스타팅 블록 유형에 따른 100m 경주 운동학적 관계를 규명하여 단거리 선수들의 신체적 조건에 맞는 최적의 스타트 기술에 필요한 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 전국대회 단거리 1위 입상 경력이 있는 국가대표 및 상비군 소속 선수 중 평균신장(180cm) 정도의 선수8명을 선정하였다. 대상자의 신체적 특징은 <표 1> 과 같다.

2. 실험장비

본 연구에서 사용된 운동학적 분석을 위한 실험장비는 <표 2> 와 같다.

표 1. 피험자의 신체적 특성

구분 \ 대상	신장 (cm)	나이 (yrs)	체중 (kg)	경력 (yrs)	최고기록 (sec)
M	179.3	22.3	69.3	8.3	10.87
SD	1.9	1	3.5	2.3	0.3

표 2. 실험장비

구분	기기명	제품명	제작사
촬영 장비	High Speed Camera	Photron Fastcam	USA
	Control point	V-TEK	V-TEK
분석 장비	Analysis program	Kwon3D Ver 3.1	VISOL
	Computer	RACK-360	LG
	Monitor	SAM TRON77E	Samsung
	Zone Speed VTR	Time Record Super VHS ET	Visol JVC

3. 실험통제

본 연구에 따른 실험통제는 다음과 같이 시행하였다.

1) 스타팅 블록의 거리 및 각도

스타팅 블록(Starting block)의 각도는 고석곤(2004)의 연구결과를 근거로 50-55°를 적용하였고, 출발선과 앞 블록의 거리(최수남 등, 2007)는 동일한 대상자를 통해 가장 이상적으로 분석된 거리(45cm)를 적용하였다. '차려' 동작 시 대상자의 무릎 관절각은(교육인적자원부, 2005; 신보삼, 등 2002; 윤희중, 장영섭, 2000; 장재근 등, 2008; Aron et al, 2003)의 근거를 토대로 양발의 뒤꿈치가 스타팅 블록에 모두 지지되도록 각도를 설계하여, 전·후 각각 90-100°, 110-120°로 설정하였다.

본 연구에서는 스타팅 블록간의 거리를 세 가지 유형으로 분류하였는데 이는 번치, 미디엄, 일롱게이트 스타트에서 사용하는 블록간의 거리를 기초로 하였으며, 대상자의 체격조건(신장, 하지장의 길이)을 고려하여 블록간의 간격을 최저치와 최고치 사이에서 각각 A(25cm), B(40cm), C(35cm)유형으로 나누어 분석하였다.

4. 실험 절차

본 연구에서 분석한 출발 동작에 대한 3차원 영상 실험은 C대학의 공인된 육상트랙에서 실시하였다. 3차원 공간좌표 설정을 위해 통제점 틀(높이 3m, 길이 5m, 폭 1m)의 통제점이 모두 카메라 필드(Field)안에 포함되도록 하여 고속카메라 2대를 대상자 정면의 60° 각도로 지면과 수직이 되도록 10m 되는 거리와 높이 1.5m에 설치하였고, 촬영속도는 125frames/sec로 하였다. 이때 샘플링은 125Hz로 셔터 스피드는 1/1000sec로 하였다. 대상자들은 인체 분절의 해부학적 경계점을 표시하기 위하여 각 관절에 반사 테이프를 부착시키고 상의는 탈의, 하의는 반타이즈만 착용하였다. 준비운동으로는 180m/min 속도로 15분간 조깅을 한 후 체조 및 유연운동을 실시하고, 2회의 연습을 겸한 크라우칭 스타트를 하여 생리적 적응력을 높여 스타팅 블록 조건에 따라서 3회씩 실시하였다. 측정 간에는 10분간 서서히 움직이는 불완전한 휴식시간을 갖고 동일한 조건

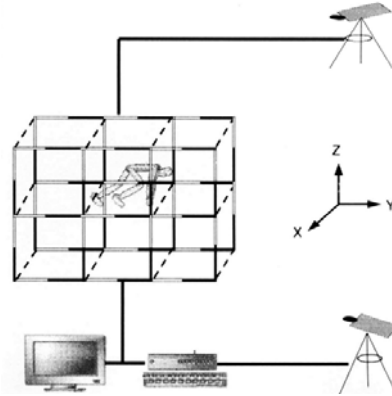


그림 1. 실험도구의 배치도

에서 실험을 하기 위해서 신호충에 의해 제자리에, 차례, 출발 순서로 실험에 임하도록 하였다. 동작의 선별은 출발선으로부터 20m 출발 구간에 대하여 구간속도 측정기를 이용하여 3회 측정하고 가장 빠른 기록을 나타낸 스타트 한 동작을 분석하였다. 시합 시와 유사한 분위기를 연출하기 위해 주위의 잡음을 통제하고, 단거리 전문 스파이크를 착용하였으며, 대상자가 시합처럼 최대의 수행력을 발휘하도록 주지시켰다. 실험도구의 배치는 <그림 1> 과 같다.

5. 자료분석 방법

본 연구의 자료분석은 Kwon3D Ver. 3.1(2008)을 사용하여 51개의 통제점을 이용하여 실 공간 좌표가 계산된 후 인체의 3차원 좌표가 얻어졌다. 이때 측정의 운동 진행 방향을 Y축, 수직 방향을 Z축으로, 좌우 방향을 X축으로 정의하였다.

인체의 모델은 21개의 관절점에 13개의 신체 분절로 연결된 강체 시스템으로 정의하고, 각 분절의 무게중심과 전체 무게중심의 위치를 계산하기 위해 인체 분절 모수치는 Plagenhoef(1983)의 자료를 이용하였다. 각각의 카메라로부터 얻은 2차원 좌표는 3차 스플라인 함수를 이용, 0.01초 간격으로 보간하여 동조시켰다. 또한 3차원 좌표는 DLT방법에 의해 계산되었으며, 이때 디지털링 등과 같은 원인에 의해 노이즈가 발생하는데 이러한 노이즈에 의한 오차 제거를 위해 Butterworth 2차 저역 통과 필터(low-pass filter)를 이용하여 스무딩

(smoothing)하였고, 차단 주파수는 6Hz로 하였다. 또한 스타팅 블록 유형에 따른 운동학적 변인은 일원변량분석(ANOVA)를 실시하였다. 이때 통계적으로 유의한 차이가 나타난 경우 사후분석(Post hoc test)은 Scheffe의 방법으로 실시하였고, 각 변인에 대한 유의수준은 $\alpha = .05$ 수준으로 하였다.

6. 이벤트 및 구간 설정

1) 이벤트(event) 설정

- (1) RFTO (Right foot take off) : '차려' 자세에서 오른발이 스타팅 블록에서 이지되는 순간
- (2) LFTO (Left foot take off) : '차려' 자세에서 왼발이 스타팅 블록에서 이지되는 순간
- (3) RFTD (Right foot touch down) : 오른발이 지면에 착지되는 순간
- (4) LFTD (Left foot touch down) : 왼발이 지면에 착지되는 순간
- (5) LFTO (Left foot take off) : 왼발이 지면에서 이지되는 순간

2) 구간(phase)설정

- (1) 1구간(RFTO-LFTO) : 오른발이 스타팅 블록에서 이지되는 순간부터 왼발이 블록에서 이지되기 직전의 순간까지
- (2) 2구간(LFTO-RFTD) : 왼발이 블록에서 이지되는 순간부터 오른발이 지면에 착지되기 직전의 순간까지
- (3) 3구간(RFTD-LFTD) : 오른발이 지면에 착지되는 순간부터 왼발이 지면에 착지되기 직전의 순간까지
- (4) 4구간(LFTD-LFTO) : 왼발이 지면에 착지되는 순간부터 왼발이 블록에서 이지되기 직전의 순간까지

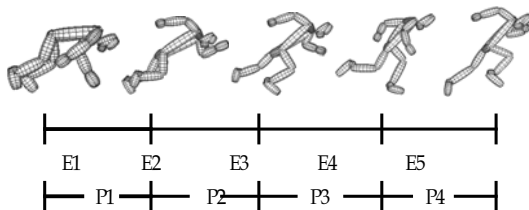


그림 2. 이벤트 및 구간 설정

- ⊖1 : 발목 관절각
- ⊖2 : 무릎 관절각
- ⊖3 : 힙 관절각
- ⊖4 : 전경각

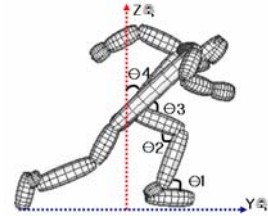


그림 3. 인체관절의 각도

7. 인체 관절의 각도

본 연구의 자료 산출을 위한 인체 관절의 각도는 몸통벡터와 수직축이 이루는 전경각을 나타낸 것으로 <그림 3> 과 같이 정의하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 시간 변인

1) 동작 소요시간

<표 3> 은 스타팅 블록 유형에 따른 출발 동작에 대한 소요시간을 나타낸 것이다. 본 연구에 나타난 구간별 소요시간의 변화를 살펴보면 P1구간은 '차려' 자세에서 오른발이 블록에서 이지하는 순간부터 왼발이 블록에서 이지하는 순간까지 구간의 소요시간을 나타낸 것이다. 출발 유형별 평균값을 살펴보면 A(0.32sec), B(0.36sec), C(0.31sec)의 결과를 나타내 블록간의 거리가 35cm인 C유형의 출발법이 본 연구에서 나타난

표 3. 동작 소요시간

Item		P1	P2	P3	P4	Total Time
A	M	0.32	0.1	0.46	0.29	1.25
	SD	0.05	0.04	0.05	0.02	0.06
B	M	0.36	0.15	0.49	0.28	1.28
	SD	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04
C	M	0.31	0.22	0.48	0.27	1.26
	SD	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03
<i>F-value</i>		3.200	4.066*	1.010	2.109	.773
<i>post-hoc</i>		C>A>B				

* A(25cm), B(40cm), C(35cm)

100m 출발 동작의 소요시간이 가장 빠른 것으로 나타났다. P2구간은 왼발이 블록에서 이지하는 순간부터 오른발이 지면에 착지하는 순간까지 구간의 소요시간을 나타낸 것으로 B(0.15sec), A(0.19sec), C(0.22sec)의 순서로 소요시간은 유의한 차이($F=4.066$; $p<.05$)를 나타냈다. Scheffe의 사후분석 결과 C유형의 출발법이 소요시간이 가장 빠른 것으로 나타났다. 장재근 등(2008)은 세계적인 선수들의 출발에서 제 1보까지 소요된 출발 동작을 분석하여 0.283sec의 결과를 나타냈고, 본 연구에서는 출발 유형별 평균 0.51sec를 나타내 세계적인 선수들과 제 1보에 소요된 시간의 차이가 크게 나타난 것으로 볼 수 있다. 윤희중 등(2000)은 P2구간까지의 팔 넓이에 따른 평균 소요시간은 0.5sec를 나타내 본 연구에 나타난 0.51sec와 유사한 결과를 보였다. 조필환 등(2000)에서는 숙련자 0.5sec, 비숙련자 0.56sec의 결과를 나타냈다. P3구간은 오른발이 지면에 착지하는 순간부터 왼발이 지면에 착지되기 직전의 구간까지 소요시간을 나타낸 것으로 A(0.46sec), C(0.48sec), B(0.49sec)순서로 소요 시간이 빠르게 나타났다. P4구간은 왼발이 지면에 착지하는 순간부터 이지되기 직전의 순간까지 구간의 소요시간을 나타낸 것으로 C(0.27sec), B(0.28sec), A(0.29sec)순서로 소요시간이 빠르게 나타났다. 본 연구에서 분석한 출발 동작의 총 소요시간은 A(1.25sec), C(1.26sec), B(1.28sec)순서로 빠르게 나타났다. A유형은 이론적 기초(교육인적자원부, 2005)에 의하면 출발선과 앞발의 간격(45cm)이 길고, 앞발과 뒤발의 간격(25cm)이 출발선과 앞발의 간격보다 짧은 형태로, 신체 중심의 위치가 출발선에서 가장 크게 전방에 위치하고 있어 앞발이 가장 빠르게 출발 라인을 박차고 나가는데 유리한 동작을 수행하고 있는 것으로 볼 수 있다. 본 연구에서 출발 동작의 소요시간이 가장 빠른 결과를 나타냈다. 최수남 등(2007)에서도 블록간의 거리가 가장 짧은 출발 유형이 제 3보 구간까지 가장 빠른 시간이 소요된 결과와 유사한 것으로 나타났다. 100m 경주의 기록은 보폭과 보수의 곱으로 이루어(교육인적자원부, 2005; 교육부, 2001; 정완식, 1997; Aron et al, 2003; Williams, 2000)지기 때문에 평균속도를 높이기 위해서는 보폭을 증가시키거나 보수를 빨리 하는 것이 중요하다.

표 4. 20m 구간 소요시간

Item	M	SD	F- value
A	2.64	0.07	1.442
B	2.58	0.07	
C	2.62	0.07	

2) 20m 구간 소요시간

〈표 4〉는 스타팅 블록 유형에 따른 20m 출발 구간에 대한 소요시간을 구간 속도 측정기를 통해 분석한 것으로 A(2.64sec), B(2.58sec), C(2.62sec)의 결과를 나타내 B유형이 20m 출발구간의 소요시간이 가장 빠른 것으로 나타났다. A유형은 이론적 기초(교육부, 2005; 원종세, 2004)에 의하면 출발선과 앞발의 간격이 길고, 앞발과 뒤발의 간격이 출발선과 앞발의 간격보다 짧은 형태로, 앞발이 가장 빠르게 출발 라인을 박차고 나가는데 유리한 유형으로 볼 수 있다. 본 연구에서 분석한 제 2보 동작의 소요시간은 가장 빠른 결과를 보였다. 그러나 스타팅 블록에서 출발하기 직전 '차려' 동작 시 신체 중심이 다른 (B, C)유형의 출발보다 E1에서 가장 전방에 위치하고 있기 때문에 제 3보 이후에 안정적인 동작으로 전력질주에 어려움이 있다. 이는 20m 구간 소요시간에서 가장 늦은 결과를 보여주고 있어 20m 구간 소요시간에는 정적인 영향을 주지 않는 것으로 볼 수 있다. 크라우칭 스타트 시 출발 구간의 빠른 속도는 단거리 경주 기록단축을 위한 중요한 조건이라고 하였다(신보삼 등, 2002; 조필환, 2006; Arot et al, 2003; Peharec et al, 2007). 스타트는 전력질주를 하는 최초의 동작이며 민첩하고 강력하여야 한다. 이는 최단시간 내에 효율적인 질주동작을 취할 수 있도록 해주기 때문에 경기의 승패를 좌우할 만큼 매우 중요한 국면이다(교육인적자원부, 2005; Aron et al, 2003; Harrison et al, 2004; Hunter et al, 2004; Peharec et al, 2007).

2. 위치 변인

1) 신체 중심의 수평 이동변위

〈표 5〉는 스타팅 블록 유형에 따른 출발 동작의 진행방향에 대한 신체 중심의 수평 이동변위를 나타낸

표 5. 신체 중심의 수평 이동변위

Item		E1	E2	E3	E4	E5
A	M	0.89	1.33	1.62	2.57	3.26
	SD	0.03	0.03	0.11	0.08	0.08
B	M	0.82	1.32	1.57	2.62	3.3
	SD	0.02	0.04	0.03	0.08	0.09
C	M	0.82	1.32	1.61	2.65	3.28
	SD	0.13	0.03	0.12	0.11	0.09
<i>F - value</i>		.244	2.104	.449	.376	1.423

것이다. 국면별 변화를 살펴보면 오른발이 블록에서 이 지되는 E1에서는 A(0.89m), B(0.82m), C(0.82m)의 결과를 나타냈다. A유형의 신체 중심이 가장 크게 전방에 위치한 상태에서 블록에서 오른발이 이지된 것으로 앞서 제시한 출발 구간의 전체 소요시간에 영향을 준 것으로 볼 수 있다. 최수남 등(2007)의 보고 내용과 유사한 결과를 보였다.

왼발이 블록에서 이지되는 순간의 E2는 A(1.33m), B(1.32m), C(1.32m)의 결과를 나타냈다. 오른발이 블록에서 이지하는 순간부터 왼발이 블록에서 이지되기 직전의 P1의 결과는 A(44cm), B(50cm), C(48cm)의 수치를 나타내 B유형의 신체 중심의 수평 이동변위가 가장 큰 것으로 나타났다.

이러한 결과는 고석곤(2004)에서 제시한 대상자 평균 34cm보다 더 큰 전방의 이동변위를 나타냈고, 엘리트 선수를 대상으로 연구한 Aron et al.(2003)에 나타난 수치(0.58m)보다는 신체 중심의 수평 이동변위가 작게 나타났다. 오른발이 지면에 착지되는 순간의 E3은 A(1.62m), C(1.61m), B(1.57m)순으로 신체 중심의 수평 이동변위가 크게 나타났다. P2에서는 A(0.29m), C(0.29m), B(0.25m)순으로 나타나 B유형의 변화가 가장 작은 것으로 나타났다.

왼발이 지면에 착지되는 순간의 E4에서는 C(2.65m), B(2.62m), A(2.57m)순으로 신체중심의 수평 이동변위가 크게 나타났다. P3에서는 A(0.95m), B(1.05m), C(1.04m)의 결과를 나타내 B유형의 수평 이동변위가 가장 큰 것으로 나타났다. 출발동작이 끝나는 지점인 왼발이 지면에서 이지되기 직전의 E5에서는 B(3.3m), C(3.28m), A(3.26m)의 순으로 신체 중심의 수평 이동변위가 크게 이동한 것으로 나타났다. P4에서는 A(0.69m), B(0.68m), C(0.63m)의 결과를 나타내 A유형의 변화가 가장 큰 것

으로 나타났다. Aron et al.(2003) 와 Harrison et al.(2004)에서는 출발 구간의 신체 중심의 수평 이동변위는 가속기량이 우수한 선수일수록 이동변위는 더 크게 증가한다고 보고하였다. 조필환, 김갑선(2000)에서도 숙련자의 신체 중심의 수평변위가 2보 착지까지 18.5cm가 전방으로 크게 위치해 있는 것으로 볼 때, 보폭과 수평 속도에 정적인 영향을 주고 있는 것으로 볼 수 있다.

본 연구에서 나타난 마지막 동작까지의 신체 중심의 수평 이동변위는 B(2.48m), C(2.46m), A(2.37m)순으로 실험결과 나타났다. 이는 B유형이 수평속도를 향상시키는데 효과적인 신체 중심의 수평 이동변위임을 나타내고 있다. '차렷' 자세에서 양발이 블록을 이지할 때 수평 이동변위를 크게 하는 것이 수평속도를 증가시키며, 이는 기록단축을 위해 효과적인 동작을 갖는다고 많은 연구에서 제시되었다(조필환, 2006; 최수남 등, 2007; Aron et al, 2003; Bret et al, 2002; Chelly & Denis, 2001; Harrison, 2004; Peharec et al, 2007; Williams, 2000).

신체 중심의 수평 이동변위를 증가시키기 위해서는 보폭의 증가가 이루어져야 한다. 출발 시 블록에 강한 작용력과 함께 추진력을 증가시켜야 하며, 뒤에 위치한 발목의 배측굴곡이 신속하게 이루어진 상태에서 대퇴를 몸통 쪽으로 끌어 올려야 한다.

2) 신체 중심의 수직 이동변위

〈표 6〉은 스타팅 블록 조건에 따른 출발 동작에 대한 신체 중심의 수직 이동변위를 나타낸 것이다.

블록간의 거리가 25cm인 A유형의 신체 중심의 수직 이동변위를 E1에서 E5까지 살펴보면 각각 0.59(E1)m, 0.73(E2)m, 0.73(E3)m, 0.74(E4)m, 0.78(E5)m의 신체 중심의 수직 이동변위를 나타내 수직으로 19cm 상승된 변화를 보였다. 블록간의 거리가 40cm인 B유형의 신체

표 6. 신체 중심의 수직 이동변위

Item		E1	E2	E3	E4	E5
A	M	0.59	0.73	0.73	0.74	0.78
	SD	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
B	M	0.57	0.71	0.71	0.74	0.78
	SD	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03
C	M	0.59	0.72	0.72	0.73	0.75
	SD	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04
<i>F - value</i>		.244	2.104	.449	.376	1.423

중심의 수직 이동변위를 E1에서 E5까지 살펴보면 각각 0.57(E1)m, 0.71(E2)m, 0.71(E3)m, 0.74(E4)m, 0.78(E5)m의 신체 중심의 수직 이동변위를 나타내 수직으로 21cm 상승된 변화를 보였다. 블록 간의 거리가 45cm인 C유형의 신체 중심의 수직 이동변위를 E1에서 E5까지 살펴보면 각각 0.59(E1)m, 0.72(E2)m, 0.72(E3)m, 0.73(E4)m, 0.75(E5)m의 신체 중심의 수직 이동변위를 나타내 수직으로 16cm 상승된 변화를 보였다. 고석곤(2004)의 연구에서는 E1(0.74m-0.85m), E2(0.92m-1.05m)보다 차려동작 시 블록에서 양발이 이지될 때, 신체 중심의 수직 높이가 더 낮은 상태에서 출발 동작을 수행한 것으로 볼 수 있다. Aron et al.(2003)에서는 출발 구간에 대한 신체 중심의 수직 이동변위를 12~20cm로 제시하였다. 조필환 등(2000)에서는 숙련자 15cm, 비숙련자 18cm의 신체 중심의 수직 이동변위를 나타냈다. 본 연구에서 분석한 블록에서 양발이 이지되는 출발 순간에서 동작이 끝나는 제 3보 이지 순간에 대한 신체 중심의 수직 이동변위는 B(21cm), A(19cm), C(16cm)순서로 수직 상승된 변화를 나타내 C유형의 변화가 가장 적게 나타났다. 출발 동작을 수행할 때 수직으로 상승된 이동변위가 적어야 효율적이며 몸의 중심 수직 이동은 달리기 속도가 증가할수록 감소하는 것으로 보고하였다(최수남 등, 2007; Harrison et al, 2004; Hunter et al, 2004). Aron et al.(2003)에서는 출발 구간의 가속기량이 우수한 선수일수록 신체 중심의 수직 이동변위가 적게 나타났으며, 지면 접촉 시 하지 관절의 각도와 연관이 있다고 보고하였다.

3. 속도 변인

1) 신체 중심의 수평속도

〈표 7〉은 스타팅 블록 유형에 따른 출발 동작에 대한 신체 중심의 수평 속도를 나타낸 것이다.

국면별 변화를 살펴보면 오른발이 블록에서 이지되는 순간(E1) 대상자 평균 신체 중심의 수평속도는 A(0.46m/sec), B(0.48m/sec), C(0.53m/sec)의 유의한 차이($F=4.125$; $p<.05$)를 나타냈다. Scheffe의 사후분석 결과 C>B>A유형 순으로 신체 중심의 수평속도가 큰 것으로 나타났다. 왼발이 블록에서 이지되는 순간(E2)

표 7. 신체 중심의 수평속도

Item		E1	E2	E3	E4	E5
A	M	0.46	0.76	0.83	1.1	1.14
	SD	0.06	0.02	0.02	0.03	0.05
B	M	0.48	0.79	0.94	1.12	1.18
	SD	0.03	0.03	0.12	0.04	0.03
C	M	0.53	0.77	0.86	1.14	1.14
	SD	0.04	0.03	0.04	0.05	0.04
F-value		4.125*	1.722	4.796*	1.451	1.899
post-hoc		C>B>A		B>C>A		

에서 A(0.76m/sec), B(0.79m/sec), C(0.77m/sec)를 나타내 B유형의 신체 중심의 수평속도가 가장 크게 나타났다. 오른발이 지면에 착지되는 순간(E3)에서 A(0.83m/sec), B(0.94m/sec), C(0.86m/sec)의 유의한 차이($F=4.796$; $p<.05$)를 나타냈다. Scheffe의 사후분석 결과 B>C>A유형 순으로 신체 중심의 수평속도가 큰 것으로 나타났다. 왼발이 지면에 착지되는 E4는 A(1.1m/sec), B(1.12m/sec), C(1.14m/sec)를 나타내 C유형이 가장 큰 신체 중심의 수평속도를 나타냈다. 왼발이 지면에서 이지되는 순간인 E5에서는 A(1.4m/sec), B(1.18m/sec), C(1.14m/sec)를 나타내 B유형이 가장 큰 신체 중심의 수평속도를 나타냈다.

구간별 신체 중심의 수평속도의 변화는 P1, P2, P4에서 B유형의 신체 중심의 수평속도의 상승변화가 가장 크게 나타났고, P3는 C유형이 신체 중심의 수평속도 상승변화가 가장 큰 것으로 나타났다. 신체 중심의 수평방향 속도증가는 달리는 진행방향에 대한 속도와 연관되기 때문에 출발 구간의 기록에 영향을 주는 요인이다(고석곤, 2004; 조필환, 2006; Aron et al, 2003). 가속능력이 뛰어난 숙련자와 비숙련자의 출발 동작의 비교연구에서도 신체 중심의 수평속도에 차이가 있는 것으로 나타났으며, 신체 중심의 수평속도 차이는 발의 지면 접촉시간, 출발 가속도에 영향을 주고 있다(Aron et al, 2003).

블록을 이지하는 순간 속도가 출발 동작의 기록과 관련된 변인을 결정지며, 우수한 단거리 선수들이 출발 시 신체 중심의 수평속도가 더욱 높다고 보고하였다(Aron et al, 2003; Harrison et al, 2004; Hunter et al, 2004). 본 연구에서는 신체 중심의 수평속도와 20m 출발 구간의 기록에 정적인 영향을 주고 있는 것으로 실험결과 나타났다.

2) 신체 중심의 수직속도

〈표 8〉은 스타팅 블록 유형에 따른 출발 동작에 대한 신체 중심의 수직속도를 나타낸 것이다. 국면별 변화를 살펴보면 E1에서는 A(0.17m/sec), B(0.15 m/sec), C(0.17m/sec)의 신체 중심의 수직속도를 나타내 A, C유형의 신체 중심의 수직속도가 가장 큰 상태에서 오른발이 블록에서 이지되는 것으로 나타났다. E2에서는 A(0.22m/sec), B(0.21m/sec), C(0.22m/sec)의 신체 중심의 수직속도를 보여 A, C유형의 신체 중심의 수직속도가 가장 큰 상태에서 왼발이 블록에서 이지되는 것으로 나타났다. 오른발이 지면에 착지되는 제 1보 착지 순간의 E3에서 신체 중심의 수직속도는 A(0.23 m/sec), B(0.21m/sec), C(0.24 m/sec)를 나타내 C유형의 신체 중심의 수직속도가 가장 큰 상태에서 제 1보 착지되는 것으로 나타났다.

왼발이 지면에 착지되는 E4의 신체 중심의 수직속도는 A(0.24m/sec), B(0.23m/sec), C(0.24m/sec)를 나타내 A유형의 신체 중심의 수직속도가 가장 큰 상태에서 2보 착지가 되는 것으로 나타났다. 왼발이 지면에서 이지되는 E5의 신체 중심의 수직 속도는 A(0.25m/sec), B(0.28m/sec), C(0.3m/sec)를 나타내 C유형의 신체 중심의 수직속도가 가장 큰 상태에서 왼발이 지면에서 이지되는 것으로 나타났다.

본 연구에서 분석한 스타팅 블록 유형에 따른 출발 구간의 신체 중심의 수직속도는 A(0.08m/sec), B(0.13m/sec), C(0.13m/sec)의 수직 상승된 변화를 보였다. 오른발이 블록에서 이지되는 순간부터 왼발이 블록에서 이지되는 출발 순간(P1)에서 신체 중심의 수직속도가 가장 크게 상승된 상태에서 출발이 이루어지는 것을 볼 수 있는데, 이는 블록을 강하게 차고 나갈 때 가장 큰 신체 중심의 수직속도를 나타낸 것이다. Aron

표 8. 신체 중심의 수직속도

Item		E1	E2	E3	E4	E5
A	M	0.17	0.22	0.23	0.24	0.25
	SD	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
B	M	0.15	0.21	0.21	0.23	0.28
	SD	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02
C	M	0.17	0.22	0.24	0.24	0.3
	SD	0.04	0.04	0.04	0.04	0.09
F - value		1.280	.711	1.274	.394	.741

et al.(2003)과 Harrison et al.(2004)에 의하면 신체 중심 수직속도의 지나친 상승 변화는 수평속도 증가에 부정적인 영향을 준다고 제시하였고, 가속기량이 뛰어난 선수들은 수평속도의 상승변화는 크며, 신체 중심의 수직속도 변화의 폭은 좁게 나타났다.

3) 발목 관절의 속도

〈표 9〉는 스타팅 블록 조건에 따른 출발 동작에 대한 발목 관절의 순간 속도를 나타낸 것이다.

국면별 변화를 살펴보면 E1에서 A(Left 0.05, Right 0.68m/sec), B(Left 0.07, Right 0.72m/sec), C(Left 0.06, Right 0.79m/sec)의 발목 관절 속도를 나타내 좌측은 B유형, 우측은 C유형의 발목 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

E2에서는 A(Left 0.63, 1.37m/sec), B(Left 0.71, Right 1.45m/sec), C(Left 0.63, Right 1.52m/sec)를 나타내 유의한 차이(F=4.237; p<.05)를 나타냈다. Scheffe의 사후분석 결과 B>C>A유형 순으로 발목 관절의 속도가 빠른 것으로 나타났다. 우측은 C유형의 발목 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

E3에서는 A(Left 1.71, Right 0.38m/sec), B(Left 1.62, Right 0.45m/sec), C(Left 1.79, Right 0.44m/sec)의 발목 관절의 속도를 나타내 좌측은 C유형, 우측은 B유형의 발목 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

E4에서는 A(Left 0.41, Right 1.87m/sec), B(Left 0.44,

표 9. 발목 관절의 속도

Item		E1	E2	E3	E4	E5	
A	R	M	0.68	1.37	0.38	1.87	2.35
		SD	0.06	0.11	0.05	0.21	0.1
	L	M	0.05	0.63	1.71	0.41	0.4
		SD	0.02	0.04	0.24	0.15	0.1
B	R	M	0.72	1.45	0.45	1.97	2.44
		SD	0.06	0.07	0.11	0.17	0.16
	L	M	0.07	0.71	1.62	0.44	0.36
		SD	0.04	0.06	0.23	0.07	0.09
C	R	M	0.79	1.52	0.44	2	2.43
		SD	0.16	0.13	0.08	0.21	0.15
	L	M	0.06	0.63	1.79	0.37	0.34
		SD	0.03	0.07	0.16	0.06	0.05
F - value	R	2.099	3.445	1.390	.798	.922	
	L	.459	4.237*	1.256	.837	.804	

Right 1.97m/sec), C(Left 0.37, Right 2m/sec)의 발목 관절의 속도를 나타내 좌측은 B유형, 우측은 C유형의 발목 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다. 왼발이 지면에서 이지되는 순간의 E5에서는 A(Left 0.4, Right 2.35 m/sec), B(Left 0.36, Right 2.44 m/sec), C(Left 0.34, Right 2.43 m/sec)의 속도를 나타내 좌측은 A유형, 우측은 B유형의 발목 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

본 연구 분석 결과 오른발이 블록에서 이지되는 E1의 우측 발목 관절의 속도는 B유형이 가장 빠른 속도를 보였고, 왼발이 블록에서 이지되는 E2의 좌측 발목 관절의 속도는 B유형이 가장 빠른 것으로 나타났다. 오른발이 지면에 착지되는 E3의 우측 발목 관절의 속도는 B유형이 가장 빠른 것으로 나타났다.

왼발이 지면에 착지되는 순간의 E4의 좌측 발목 관절의 속도는 B유형이 가장 빠른 것으로 나타났다. 왼발이 이지되는 순간의 E5의 좌측 발목 관절의 속도는 A유형이 가장 빠른 것으로 나타났다.

4) 무릎 관절의 속도

〈표 10〉은 스타팅 블록 유형에 따른 출발 동작에 대한 무릎관절의 순간 속도를 나타낸 것이다. 국면별 변화를 살펴보면 E1에서 A(Left 0.14, Right 0.76 m/sec), B(Left 0.16, Right 0.89 m/sec), C(Left 0.15, Right 0.91 m/sec)의 무릎관절의 속도를 나타내 좌측은 B유형이 가장 빠른 것으로 나타났다.

우측 무릎 관절의 속도는 유의한 차이(F=4.047; p <.05)를 나타냈다. Scheffe의 사후분석 결과는 C>B>A유형 순으로 무릎 관절의 속도가 빠른 것으로 나타났다. E2에서는 A(Left 0.67, 1.07m/sec), B(Left 0.76, Right 1.12m/sec), C(Left 0.68, Right 1.22m/sec)로 좌측은 B유형, 우측은 C유형의 무릎 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타나 앞서 E1, E2의 발목 관절 속도에서 제시한 Left(B유형)과 Right(C유형)이 가장 빠른 속도를 보여준 결과와 같은 것으로 나타났다.

E3에서는 A(Left 1.77, Right 0.38m/sec), B(Left 1.74, Right 0.45m/sec), C(Left 1.77, Right 0.44m/sec)의 무릎 관절의 속도를 나타내 좌측은 A와 C유형, 우측은 B유형의 무릎 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

E4에서는 A(Left 0.63, Right 1.95m/sec), B(Left

표 10. 무릎 관절의 속도

Item		E1	E2	E3	E4	E5	
A	R	M	0.76	1.07	0.38	1.95	1.93
		SD	0.13	0.23	0.09	0.2	0.26
	L	M	0.14	0.67	1.77	0.63	0.46
		SD	0.03	0.11	0.11	0.12	0.13
B	R	M	0.89	1.12	0.45	2.08	1.9
		SD	0.1	0.13	0.07	0.13	0.13
	L	M	0.16	0.76	1.74	0.61	0.5
		SD	0.06	0.11	0.19	0.08	0.11
C	R	M	0.91	1.22	0.44	2.04	1.86
		SD	0.1	0.12	0.06	0.14	0.38
	L	M	0.15	0.68	1.77	0.62	0.44
		SD	0.03	0.11	0.09	0.1	0.09
F - value	R	.584	1.575	1.936	1.23	.095	
	L	4.047*	1.403	.098	.090	.556	

0.61, Right 2.08m/sec), C(Left 0.62, Right 2.04m/sec)의 속도를 나타내 좌측은 A유형, 우측은 B유형의 무릎 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

E5에서는 A(Left 0.46, Right 1.93m/sec), B(Left 0.5, Right 1.9m/sec), C(Left 0.44, Right 1.86m/sec)의 무릎 관절의 속도를 나타내 좌측은 B유형, 우측은 A유형의 무릎 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

본 연구의 분석 결과 오른발이 블록에서 이지되는 E1의 우측 무릎 관절의 속도는 C유형이 가장 빠르고, 왼발이 블록에서 이지되는 E2의 좌측 무릎 관절의 속도는 B유형이 가장 빠른 것으로 나타났다. 오른발이 지면에 착지되는 E3의 우측 무릎 관절의 속도는 B유형이 가장 빠른 것으로 나타났다. 왼발이 지면에 착지되는 순간의 E4의 좌측 무릎 관절의 속도는 B유형이 가장 빠른 것으로 나타났다. 왼발이 이지되는 순간의 E5의 좌측 무릎 관절의 속도는 A유형이 가장 빠른 것으로 나타났다.

본 연구에 나타난 출발 구간에 대한 무릎 관절의 속도 변화는 발목 관절 속도와 유사한 것으로 나타났다. 이벤트별 좌측 무릎 관절의 속도는 E1, E2, E5에서 B유형의 속도가 빠른 것으로 나타났다. E3, E4에서는 A유형이 속도가 빠른 것으로 나타났다. 우측 무릎 관절의 속도는 E1, E2에서 C유형의 속도가 빠른 것으로 나타났다. E3, E4에서는 B유형의 속도가 빠른 것으로 나타났다. E5에서는 A유형이 빠른 속도를 나타냈다.

5) 힙 관절의 속도

〈표 11〉은 스타팅 블록 유형에 따른 출발 동작에 대한 힙 관절의 순간 속도를 나타낸 것이다. 국면별 변화를 살펴보면 E1에서 A(Left 0.39, Right 0.58m/sec), B(Left 0.39, Right 0.6m/sec), C(Left 0.44, Right 0.63m/sec)의 속도를 나타내 좌측은 A유형, 우측 힙 관절의 속도는 유의한 차이(F=5.316; p<.05)를 나타냈다. Scheffe의 사후분석 결과는 C>B>A유형 순으로 힙 관절의 속도가 빠른 것으로 나타났다. E2에서는 A(Left 0.73, Right 0.88m/sec), B(Left 0.77, Right 0.94m/sec), C(Left 0.71, Right 0.94m/sec)의 힙 관절의 속도를 나타냈다. 좌측은 B유형, 우측은 B, C유형의 힙 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

E3에서는 A(Left 1.19, Right 0.68m/sec), B(Left 1.27, Right 0.74m/sec), C(Left 1.19, Right 0.72m/sec)의 힙 관절의 속도를 나타내 좌측·우측 모두 B유형의 힙 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

E4에서는 A(Left 1.06, Right 1.35m/sec), B(Left 1.02, Right 1.37m/sec), C(Left 1.1, Right 1.38m/sec)의 힙 관절의 속도를 나타내 좌측·우측 모두 C유형의 힙 관절의 속도가 가장 빠른 것으로 나타났다.

왼발이 지면에서 이지되는 순간의 E5에서는 A(Left 0.89, Right 1.31m/s), B(Left 0.99, Right 1.31m/s), C(Left 0.86, Right 1.34m/s)의 힙 관절의 속도를 나타내 좌측은 B유형, 우측은 C유형의 힙 관절의 속도가

가장 빠른 것으로 나타났다. 오른발이 블록에서 이지되는 E1의 우측 힙 관절의 속도는 C유형이 가장 큰 속도를 보였고, 왼발이 블록에서 이지되는 E2의 좌측 힙 관절의 속도는 B유형이 가장 큰 것으로 나타났다. 오른발이 지면에 착지되는 E3의 우측 힙 관절의 속도는 B유형이 가장 큰 것으로 나타났다.

왼발이 지면에 착지되는 순간 E4의 좌측 힙 관절의 속도는 C유형이 가장 빠른 것으로 나타났다. 왼발이 이지되는 순간 E5의 좌측 힙 관절의 속도는 C유형이 가장 빠른 것으로 나타났다.

4. 각도 변인

1) 상체의 전경각

〈표 12〉는 스타팅 블록 조건에 따른 수직축에 대한 상체의 전경각을 나타낸 것이다. 국면별 변화를 살펴보면 ‘차려’ 자세에서 오른발이 블록에서 이지되는 순간의(E1) 상체 전경각의 변화는 A(70.4°), B(73.5°), C(71.2°)를 나타내 B유형이 상체의 전경각이 가장 큰 것으로 나타났다. 왼발이 블록에서 이지되는 순간(E2)에서는 A(55.1°), B(56.8°), C(57.7°)의 전경각을 나타내 C유형의 상체의 전경각이 가장 큰 것으로 나타났다.

E3, E4, E5에서는 각각 C(52.9°), C(45.4°), C(45.3°)로 상체의 전경각이 가장 큰 것으로 나타났다. 본 연구에 나타난 수직축에 대한 상체 전경각의 변화는 유형별 큰 차이는 없는 것으로 나타났으며 상체를 서서히 일으키는 적절한 출발 동작을 모든 유형에서 수행한 것으로 볼 수 있다.

출발 구간에서 상체의 움직임은 가속질주를 위해 급격히 세우는 것보다 서서히 세워야 가속력을 증가시킬

표 11. 힙 관절의 속도

Item		E1	E2	E3	E4	E5	
A	R	M	0.58	0.88	0.68	1.35	1.31
		SD	0.06	0.04	0.04	0.07	0.06
	L	M	0.39	0.73	1.19	1.06	0.89
		SD	0.05	0.08	0.09	0.13	0.18
B	R	M	0.67	0.94	0.74	1.37	1.31
		SD	0.04	0.06	0.09	0.04	0.05
	L	M	0.39	0.77	1.27	1.02	0.99
		SD	0.08	0.13	0.05	0.08	0.11
C	R	M	0.63	0.94	0.72	1.38	1.34
		SD	0.05	0.05	0.05	0.06	0.09
	L	M	0.44	0.71	1.19	1.1	0.86
		SD	0.04	0.11	0.11	0.15	0.09
F - value	R	1.416	2.999	1.828	.472	.242	
	L	1.230	.563	2.375	.642	1.951	

표 12. 상체의 전경각

Item		E1	E2	E3	E4	E5
A	M	70.4	55.1	50.5	44.1	43.3
	SD	6.2	4.5	5	4.6	5.3
B	M	73.5	56.8	52.7	44.8	44.1
	SD	6.3	3.3	4.2	4	3.9
C	M	71.2	57.7	52.9	45.4	45.3
	SD	7.6	5.3	5.9	4.6	6.1
F - value		.461	.672	.553	.177	.295

수 있다고 보고하였다(이강우, 강관희, 안병석 2000; Aron et al, 2003).

IV. 결론

본 연구는 육상 100m 출발 시 스타팅 블록 유형에 따른 운동학적 변인을 분석하기 위하여 남자 단거리 선수 8명을 대상으로 스타팅 블록간의 거리를 세 가지 (25cm, 40cm, 35cm) 유형으로 구분하여 분석한 연구 결과를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 20m 구간 소요시간의 분석 결과 스타팅 블록간의 거리 B유형이 가장 빠른 것으로 나타나 본 연구에 참여한 평균 신장 180cm의 선수들에게는 출발선과 앞 블록의 거리 45cm, 블록간의 거리 40cm의 출발 유형이 100m 기록 단축을 위해서 유리한 스타팅 블록의 조건이라 할 수 있다.

둘째, 신체 중심의 수평변위는 B(3.30m)유형이 가장 크게 전방으로 이동된 것으로 나타났고, 수직변위는 B(21cm), A(19cm), C(16cm)유형 순으로 크게 수직으로 이동된 것으로 나타났다. 수평변위의 크기는 수평속도 증가를 가져오면 지나친 수직변위의 증가는 수평속도를 감소시킨다.

셋째, 신체 중심의 수평속도는 E2, E3(p<.05), E5에서는 B유형, E1(p<.05), E4에서는 C유형이 빠른 것으로 나타났다. 신체 중심의 수직속도는 E1, E2, E3, E4국면에서 C, A유형, E5는 C유형이 빠른 것으로 나타났다.

넷째, 출발 동작에 대한 하지 관절의 속도 분석 결과 B>C>A유형 순으로 빠른 것으로 나타나 하지 관절 속도의 크기는 질주 시 다리의 회전 속도를 증가시킨다. 이러한 결과는 출발 구간에서 보수의 향상과 진행방향에 대한 수평속도를 증가시켜 100m 스피드를 효과적으로 향상시켜주는 작용을 한다.

참고문헌

- 권문석, 신성휴(2005). 크라우칭 스타트 시 뒤 블록 간도 변화에 따른 발목 관절의 기계적 에너지에 대한 연구. **한국운동역학회지**, 15(1), 19-28.
- 고석곤(2004). 육상 단거리 크라우칭 스타트 동작의 운동역학적 분석. 미간행 박사학위 논문, 성균관대학교 대학원.
- 교육인적자원부(2005). 육상. 서울:한국교육개발원.
- 김철수(2001). 단거리 달리기 출발 동작의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문, 전북대학교 대학원.
- 마영희(2004). 고등학교 선수들의 100m 출발 시 Bunch Start와 Medlum Start의 기록비교연구. 미간행 석사학위논문, 목포대학교 대학원.
- 백형훈, 권오성, 성봉주(2002). 크라우칭 스타트시 단거리 선수와 일반인의 근전도 비교. **한국체육학회지**, 41(4), 581-589.
- 신보삼, 오봉석(2002). 육상경기 크라우칭 스타트 종류별 제1보 보폭이 가속질주구간 기록에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 41(1), 417-428.
- 성봉주(2008). **스포츠 과학**. 101.
- 신성휴, 고석곤, 박기자, 김태완, 권문석, 최성희, 임영태(2004). 육상 단거리 크라우칭 스타트 동작의 운동역학적 분석. **한국체육학회지**, 43(5), 387-395.
- 이강우, 강관희, 안병석(2004). 100m 단거리 출발 구간에 대한 운동학적 분석. **한국스포츠리서치**, 15(6), 1067-1078.
- 원종세(2004). 육상경기 지도자의 이론과 실제. 서울:태근문화사.
- 윤희중, 장영섭(2000). 육상 단거리 차려 자세 동작에서 팔 넓이가 운동학적 요인에 미치는 영향. **한국운동역학회지**, 10(1), 25-37.
- 정동준(2003). 고등학교 단거리 육상선수와 일반학생의 스타트 유형별 50m 대시 기록 분석. 미간행 석사학위논문, 부산대학교 대학원.
- 정완식(1997). 여자 중고등학교 단거리 선수의 100m 보폭 및 구간별 질주속도 분석. 미간행 석사

- 학위논문, 창원대학교 대학원.
- 장재근, 이재구(2008). 100미터 세계적인 스프린터와 국내 스프린터간의 스타트 대쉬동작의 비교분석. **한국체육과학회지**, 17(2), 1095-1104.
- 장재근, 성봉주(2006). 엘리트 육상 단거리 선수들의 100m 달리기시 구간속도 비교. **한국스포츠리서치**, 17(1), 293-300.
- 조필환(2006). 단거리 스타트 동작시 신체분절의 각도와 각속도에 대한 숙련자와 미숙련자간의 운동학적 비교분석. **한국스포츠리서치**, 17(4), 143-148.
- 조필환, 김갑선(2000). 단거리 스타트 동작에 대한 숙련자와 미숙련자간의 운동학적 비교분석. **한국운동역학회지**, 9(2), 103-116.
- 최수남, 오정환(2007). 크라우칭 스타트 출발선과 starting block 위치 변화에 따른 운동학적 분석. **한국사회체육학회**, 30, 699-711.
- Aron, J. M., Robert, G. L., & Aaron, J. C.(2003). Kinematic determinanes of early acceleration on field sport athletes. *Journal of sports Science and Medicine*, 2(3), 144-150.
- Bret, C., Rahmani, A., Dufour, A. B., Messonnier, L. & Lacour, J. R.(2002). Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42. 274-281.
- Harrison, A. J., Keane, S. P., & Cogan, J.(2004). Force-velocity and stretch-shortening cycle function in sprint and endurance athletics. *J Strength Condres*, 18(3), 473-479.
- Hoskisson, J. L.(1992). Sprint start. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(11), 1257-1263.
- Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J.(2004). Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medsci Sports Exercises*, 36(2), 261-271.
- Peharec, S. & Bacic, P.(2007). The sprint: Biomechanical analysis of kinenatic, dynamic and eleromyographic parameters. *New studies in athletics*, 22, 322-338.
- Schroter, G.(2006) Basics of the sprint start. *Modern Athlete and Coach* 57, 23-27.
- Williams, K. R.(2000). The Dynamics of Runing, In Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and injury Prevention. *The IOC Encyclopaedia of Sports Medicine*, edited by Zatsiorsky(Oxford, UK: Blackwell Science), 9(3), 161-183.

투 고 일 : 7월 31일

심 사 일 : 8월 7일

심사완료일 : 9월 12일