



남자 5000M 경주 시 순위에 따른 랩 타임별 운동학적 변인 분석

Analysis of the Body Segment Kinematics by Lap Time during Men's 5,000m Racing

정남주* (호남대학교)

Chung, Nam-Ju* (Honam University)

ABSTRACT

N. J. CHUNG. Analysis of the body segment kinematics by lap time during men's 5,000m racing, Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 15, No. 2, pp. 197-207, 2005. The purpose of this study was to investigate the body segment kinematics by lap time during men's 5,000m racing. The subjects in this study were 4 male athletics who take part in the competition. The two dimension motion analysis with DLT(direct linear transformation) method was executed using digital video cameras. The following conclusion was that : It was shown that top ranking in a competition is continuous race pattern and the last Lap time is the most fast. It was shown that top ranking in a competition is continuous the stride length and it was the largest in the last Lap time. It was shown that according to the passing Lap time trunk frontal angle was decreasing and shoulder angle was continuous.

KEYWORDS: DLT, LAP TIME

I. 서론

1. 연구의 필요성

육상경기는 트랙경기, 필드경기, 투척경기로 나누어지면 세부종목은 남자 25종목, 여자 23종목으로 구성되어있다. 트랙경기는 단거리, 중거리, 장거리, 마라톤에 이르기까지 거리와 팀 구성, 장애물에 따라 여러 종목으로 나누어진다. 이중 마라톤은 육상종목 중 가장 긴 거리를 달리는 경기이다. 마라톤을 위한 신체조건은 마른 체형에 심폐지구력이 좋아야 하며 무엇보다도 정신력이 있어야 완주가

가능한 종목이다.

최근의 마라톤 경기는 지구력으로 뛰었던 시대와는 달리 스피드를 중심으로 변화되고 있다. 5,000m 경기는 마라톤에서 필요로 하는 스피드를 증가시키는데 매우 중요한 종목이기 때문에 대부분의 마라톤 선수들은 5,000m와 10,000m 종목을 거쳐가야 좋은 경기력을 보여줄 수 있다. 한국의 5,000m 기록은 현재 13분 50초 05인 반면 아시아 기록은 13분 13초 40이며 세계기록은 12분 39초 36이다. 아시아 기록과 세계기록은 1998년도 이후에 경신된 기록이지만 한국의 기록은 1987년 이후 한번도 기록경신이 이루어지지 않고 있다.

이러한 기록의 정체현상은 우수 선수의 조기발굴과 과학적인 훈련프로그램이 수반되지 못한 결과로 받아들여지고 있다(민창기 외 3인, 1985).

5,000m 경주는 트랙을 12와 1/2회를 돌아 순위를 결정하는 단순하면서도 인내력이 요구되는 경기종목이다. 이 경기는 한 바퀴마다의 스피드에 큰 변화가 없도록 속도의 균형을 유지하는 것이 중요하다. 또한 상대 선수를 견제하면서 때로는 빠르게, 때로는 늦추어주는 기술을 익혀 경기를 조율하는 노련미가 있어야 한다(Hay, 1985).

그 동안 5,000m 종목에 대한 선행연구를 살펴보면 오창석(1994)은 장거리 고교 육상경기 선수의 생리적 특성 및 단·중·장거리 기록과 5,000m 기록의 비교분석 연구를 통해 기록향상을 위해서는 지구성 훈련이 뒷받침된 상태에서 단거리, 중거리 기록이 좋아야 우수한 기록을 낼수있다는 결론을 내렸다. 인치일(1997)은 체격과 체력요인이 육상 장거리 선수들의 기록에 미치는 영향에서 체격과 체력요인은 장거리 선수들의 기록에 크게 영향을 미치지 못한다는 것과 장거리 경기의 기록은 체격과 체력요인 들간에 낮은 상관관계를 보인다고 하여 이전의 연구결과와는 다소 다른 의견을 제시하였다. 오창석(1998)은 장거리 육상 경기 선수에서 심박수 역치로부터 추정한 예상 주행기록과 실제 주행기록과의 상관관계를 통해 운동장에서 측정한 심박수 역치(heart rate deflection point)가 장거리 운동선수의 무산소 역치 추정에 유용한 방법이며, 그 심박수 역치에서의 주행속도는 실제 경기에서의 주행기록을 예측하는데 타당한 변수라는 보고를 제시하였다. 그러나, 이러한 방법으로는 고강도의 지구성운동을 매일 실시하는 장거리, 마라톤 선수들의 심박수 역치 향상을 위한 트레이닝 방법으로는 적합하지 못하다는 점과 무

산소성 역치를 이용해서 선수들의 실제기록이 향상될 수 있는냐는 견해가 있을 수 있어 다소 문제점을 가지고 있다. 고연심(2000)은 여자고등학교 선수를 대상으로 중·장거리선수의 Lap Time에 대한 고찰을 통해 구간별로 소요되는 시간변인을 비교 분석하여 스피드의 중요성을 강조하였지만 실제 경기상황에서 측정하지 못한 점이 아쉬움으로 남았다.

위에서 살펴본 바와 같이 장거리경기에서는 스피드를 가장 중요한 요인으로 취급하고 있다. 과거의 마라톤은 심폐지구력과 체력을 바탕으로 한 지구력 운동이었지만 현대 마라톤은 심폐지구력과 체력을 바탕으로 한 스피드 경기이다. 이처럼 마라톤 경기의 시대적 흐름에 비추어 보았을 때 스피드를 향상시키기 위한 단서는 5,000m 경기에서 찾을 수 있을 것으로 보여진다. 따라서 본 연구는 장거리 경기 중 하나인 5,000m 경주를 랩타임별로 분석하여 순위에 따라 운동학적 변인이 어떻게 변화하는지를 추적하여 장거리 달리기에서 요구되는 역학적 요인을 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 5,000m 남자 일반부 선수를 대상으로 하였으며 제 32회 전국종별육상경기 선수권대회에 최종 결승에 참가한 선수중 최종 1위, 2위, 3위, 4위를 대상으로 실시하였다. 이들의 연구대상자는 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 특성

최종순위	신장(cm)	체중(kg)	경기기록
1위	176	60	14'22''31
2위	174	60	14'22''87
3위	175	63	14'23''90
4위	164	53	14'33''23
M±SD	172.3±5.6	59.0±4.2	14'25''57±5''14

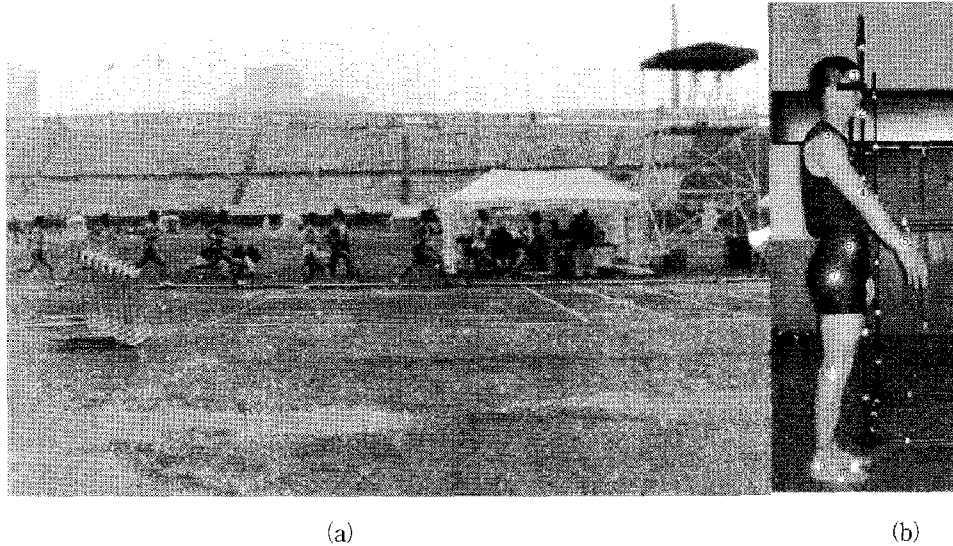


그림 1. 경기장면(a)과 인체관절중심점의 좌표화순서(b)

2. 실험장비 및 실험절차

본 연구에서는 경기내용을 직접 분석하였다. 경기시작 전 비디오카메라 3대를 경기주로의 전측면과 측면, 그리고 후측면에 설치하였다. 이중 전측면과 후측면에 설치한 카메라는 선수의 번호와 순위를 분별하는데 사용하였으며 주행동작의 분석에 이용된 영상은 측면에 설치한 카메라를 이용하였다. 비디오카메라 설치후 높이 2m, 길이 6m, 폭 1m의 통제점 틀을 설치한 후 경기시작 전 이를 제거하였다. 통제점 틀의 구성은 3차원 형태를 취하고 있으나 경기상황에서 촬영상의 어려움을 극복하지 못해 2차원분석법으로 실시하였다. 이 통제점 틀은 출발지점으로부터 200M지점이 되는 곳에 설치하였으며 이 지점은 직선주로에서 곡선주로 진입하기 바로 직전으로 5,000m 최종 끝인지점이다. 이렇게 하여 5000M 경기 시 Lap time 별로 이 구간을 지나갈 때마다 선수의 동작이 녹화되었다. 경기가 시작하여 끝나는 시간까지 모두 비디오테이프에 녹화하였으며 녹화시간은 약 20분 정도였다(그림 1(a)).

3. 자료처리방법

자료처리방법은 다음과 같다. 우선 비디오 테이프에 녹화된 영상을 검열한 후 분석할 동작을 선별하였

다. 분석할 동작을 선별한 후 이 동작을 Ulead Video studio Version 4.0을 활용하여 동영상(avi)으로 전환하였다. 3차원 좌표계산은 DLT(direct linear transformation) 방법(Abdel-Aziz & Karara, 1971)을 사용하였으며 자료산출을 위해 Kwon3D Version 3.0 프로그램을 사용하였다.

인체 모델은 신체분절을 서로 연결된 강체(rigid body)의 연결 시스템(linked system)으로 정의하고 모형 설계의 번호순으로 인체 관절점을 좌표화 하였다. 그리고 매 프레임마다 이 과정을 반복하며 한 프레임을 좌표화 할 때마다 컴퓨터에 파일로 저장하였으며, 본 연구에서의 인체 분절자료(Body Segment Parameters)는 Plagenhoef(1983)의 자료를 사용하였다. 인체관절중심점의 수는 총10개로 하였으며 실제경기상황에서는 마커를 부착하지 않은 상태에서 실시하였다(그림 1(b)).

4. 분석구간 및 변인

본 연구에서는 5000m 경기를 시작해서 1800M(Lap 5), 2600M(Lap 7), 3400M(Lap 9), 4200M(Lap 11), 5000M(Lap 13)구간을 지나가는 동작을 1위에서 4위까지 선정하여 분석하였다. 각 구간별로 오른발이 착지하여 이지한 다음

다시 착지하여 이지할 때까지 2번의 보폭과 1번의 활보장을 분석하였다. 본 연구에서의 분석변인은 주행시간, 활보장, 인체중심변위, 인체중심속도, 발분절 속도, 몸통전후각, 어깨관절각을 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. Lap time 별 순위변화

5000m 경기 시 Lap time 별 순위와 최종순위에 대한 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2>에 의하면 최종 1위의 경우 Lap 6까지는 3위를 유지하고 있다가 L7~L12까지는 2위를 기록하였고 L13에서는 1위로 올라서며 최종까지 1위를 유지하였다. 최종 2등의 경우 Lap 6까지는 4위를 유지하고 있었으며 L7~L12까지는 3위를, L13에서는 2위를 기록하였다. 최종 3등의 경우 Lap 6까지는 5위를 기록하였고 L7~L4위를 기록하였으며 L13에서는 3위를 기록하였다. 최종 4등의 경우는 L5~L12까지 계속하여 선두를 유지하다가 마지막 L13에서 4위로 밀려나는 결과를 보였다. 앞에서 제시한 연구대상자의 특성에서 기록을 살펴보면 1위의 결과가 14분22초31, 2위가 14분22초87, 3위가 14분23초90, 4위가 14분33초23의 결과를 보여 최종 1위에서 3위까지의 기록이 크게 차이를 보이지 않는 것으로 비추어보면 매우 치

열한 선두다툼과 머리싸움이 있었음을 알 수 있다. 이들 모두 이 경기에서 자신의 최고기록을 달성하는 경기를 펼쳐주었다. 이러한 결과를 내기 위해서는 여러 가지 생리적 요인이 요구되겠지만 무엇보다도 속도를 계속 유지하면서 페이스를 조절하는 능력과 마지막 스퍼트를 위한 체력적 안배가 고려되었기 때문으로 보여진다.

2. Lap time 별 주행시간 분석

주행시간(Running time)은 경기 시 오른발과 왼발이 교차적으로 반복한 다음 다시 오른발이 착지하는 한번의 활보장(stride)의 시간을 의미하는 것으로 선수의 안전한 페이스 조절을 판별하는 단서가 되기도 한다(오창석, 1994). Lap time 별 주행시간 변화에 대한 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3>에 의하면 최종 1위의 경우 Lap time 별로 큰 차이를 보이지 않으면서 L11까지는 0.60초 정도의 주행시간을 유지해 오다가 L12에서 이보다 다소 짧은 0.58초를 보였다. 마지막 L13에서 주행시간을 짧게하여 힘차게 대쉬하였음을 보여주었다. 최종 2위의 경우, L5에서 L11까지 주행시간이 약 0.63초정도를 보이며 계속 페이스를 조절해왔으나 마지막 L13에서는 0.65초를 보여 다소 체력이 떨어져 주행시간이 길어지는 형태를 보였다. 이는 마지막 스퍼트에서 1위에게 뒤쳐지는 결정적인

표 2. Lap time 별 순위와 최종순위

	최종순위	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13
순위	1위	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1
	2위	7	6	4	4	4	3*	3	3	3	3	3	2
	3위	6	7	5	5	5	4*	4	4	4	4	4	3
	4위	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4

* : 순위교차지점(최종 2위: 4 ▶ 3, 최종 3위: 5 ▶ 4)

표 3. Lap time 별 주행시간 변화

(단위 : 초)

	최종순위	L5	L7	L9	L11	L13	Mean
주행시간	1위	0.60	0.61	0.60	0.61	0.58	0.60
	2위	0.63	0.63*	0.63	0.63	0.65	0.63
	3위	0.63	0.58*	0.60	0.64	0.66	0.62
	4위	0.58	0.58	0.58	0.60	0.62	0.59

* : 순위교차지점(최종 2위: 4 ▶ 3, 최종 3위: 5 ▶ 4)

계기다 된 것으로 생각된다. 최종 3위의 경우는 Lap time 별로 일정한 주행시간을 보이지 못하고 있다. 즉, Lap time 별로 편차를 크게 보이고 있어 안정된 페이스가 유지되지 못했음을 보여주는 것으로 마지막 Lap 13에서는 체력적 소모가 커져 주행시간이 길어지는 결과를 보이고 있다. 최종 4등의 경우 L5에서 L9까지는 0.58로 가장 짧은 주행시간을 보였으나 L11에서는 0.60으로 다소 길어졌다가 L13에서 0.62로 더 길어지는 형태를 보이고 있다. 위의 결과를 종합하여 보면 최종순위가 좋은 선수일수록 주행시간을 일정하게 유지하며 최종 Lap time에서는 Lap time 중 짧은 주행시간을 보이는 것으로 나타났다.

3. Lap time 별 활보장 변화

활보장(stride 혹은 2-step)은 오른발에서 시작하여 왼발 다시 오른발이 지지하는 오른발과 오른발 사이의 수평거리를 의미한다. 5000m 경기 시 Lap time 별 활보장 크기에 대한 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4>의 결과에 의하면, 최종 1위의 활보장은 L5에서 L11까지 323~324cm를 유지하며 활보장의 변화가 일정함을 보여주었고 마지막 L13에서는 참가선수 중 가장 큰 407cm의 활보장을 보였다. 최종 2위의 활보장 역시 L7에서는 순위가 교차되

는 지점으로 활보장이 다소 커졌지만 L5에서 L9까지 일정한 활보장을 보이고 있다. L11에서는 활보장이 약 10정도 다소 커지면서 발란스가 무너지는 현상을 보였으며 이후 L12에서는 402cm의 활보장을 보이며 마지막 스피트를 하는 것으로 나타났다. 최종 3등의 경우 역시 순위가 교차하는 L7에서 활보장이 다소 커졌지만 L5에서 L9까지 일정한 활보장을 보이고 있다. L11에서 약 12cm 정도의 길어진 활보장을 보이면서 주행 발란스가 무너지는 형태를 보이다가 이후 L12에서는 속도의 크기를 크게 증가시키지 못해 활보장이 상대선수에 비해 다소 작게 나타남을 보여주고 있었다. 최종 4위의 경우 활보장의 변화가 Lap time 별로 다르게 나타나고 있으며 최종 L13에서는 활보장의 변화가 크게 형성되지 못하고 있다. 위의 결과를 종합해 보면 최종순위가 좋은 선수일수록 활보장 크기가 L11까지 일정하게 유지되고 있었으며 마지막 L13에서 가장 큰 활보장을 보이는 것으로 나타났다.

4. Lap time 별 인체중심변위

5,000m 경기에서 주행동작동안 인체중심의 상하와 전후 이동은 일정한 패턴을 가지게 된다. 한번의 활보장 시 Lap time 별 인체중심전후(H), 상하(V) 변위에 대한 결과는 <표 5>와 <그림 2>와 같다.

표 4. Lap time 별 활보장 크기 변화

(단위 : cm)

최종순위		L5	L7	L9	L11	L13	Mean
활보장	1위	323	324	323	324	407	340.2
	2위	334	360*	334	343	402	349.6
	3위	334	368*	334	346	389	354.2
	4위	324	327	332	325	346	330.8

* : 순위교차지점(최종 2위: 4 ▶ 3, 최종 3위: 5 ▶ 4)

표 5. Lap time 별 인체중심변위

(단위 : cm)

최종순위		L5		L7		L9		L11		L13		Mean	
		H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
인체 중심 변위	1위	335	7.1	360	7.4	337	7.6	339	6.8	406	6.4	350.8	7.1
	2위	347	7.2	372*	6.1*	332	7.7	350	6.8	422	8.2	364.6	7.2
	3위	344	6.6	369*	6.2*	335	6.7	354	7.9	399	8.5	360.2	7.2
	4위	323	6.3	332	7.3	323	6.5	333	6.3	343	8.0	330.8	6.9

* : 순위교차지점(최종 2위: 4 ▶ 3, 최종 3위: 5 ▶ 4)

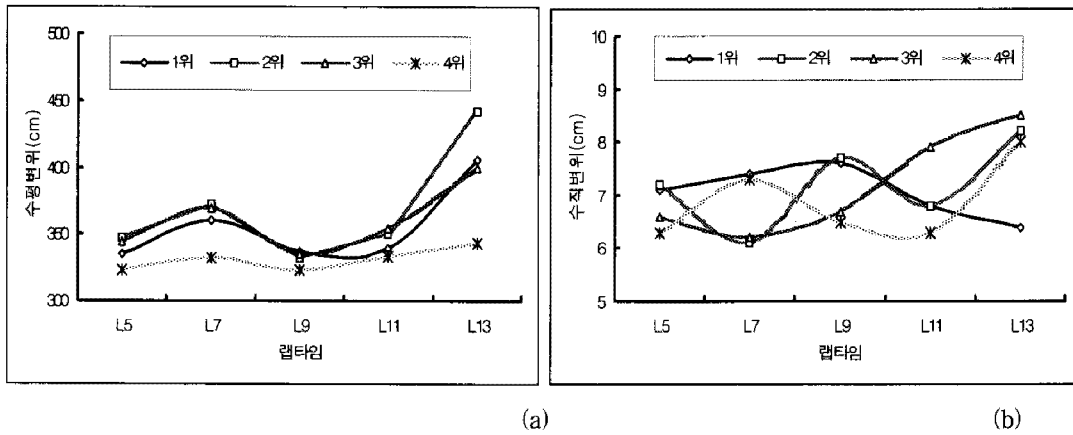


그림 3. 인체중심수평(a) 및 수직(b)변위

위의 결과에서 최종 1위의 인체중심수평변위를 살펴보면 L7을 제외하고 L5에서 L11까지 점진적인 증가를 보이고 있었으며 L13에서는 가장 큰 수평변위를 보였으며, 인체중심수직변위를 보게 되면 소수점이하에서 증가와 감소를 보였으며 이후 L13에서 다소 증가함을 보여주었으나 수직변위에서는 Lap time 별로 급격한 변화를 보이고 있지는 않았다. 최종 2위의 수평변위를 보게되면 순위가 교차되는 L7에서 다소 큰 수평변위를 보였으며 L9이 L5보다 다소 작은 변위를 보였다가 이후 L11에서 수평변위가 증가하였으며 L13에서 가장 큰 수평변위를 보였다. 인체중심수직변위는 Lap time 별로 약 1cm 이상의 차이를 보이고 있었다. 최종 3위의 경우 역시 순위가 교차되는 L7에서 다소 큰 수평변위를 보였으며 L9이 L5보다 다소 작은 변위를 보였다가 이후 L11에서 수평변위가 증가하였으며 L13에서 가장 큰 수평변위를 보였다. 인체중심수직변위는 L5에서 L9까지 소수점이하에서 일정하게 유지하고 있었으며 L11과 L13에서는 1cm

이상의 다소 증가한 값을 보였다. 최종 4위의 결과를 살펴보면 전체구간에서 증가했다(L7)가 다시 감소(L9)한 후 다시 증가(L11)하였으며 마지막 Lap13에서는 가장 많은 수평변위를 보였으나 다른 선수에 비해 상대적으로 적은 수평변위를 보여 순위에서 밀리는 결과를 초래하였다. 인체중심수직변위의 경우역시 L7의 경우를 제외하고는 다소 일정한 값을 보이고 있다. 위의 결과를 종합해보면 순위가 교차되는 지점에서 상대적으로 수평변위가 크게 나타나고 있으며 이는 다른 선수의 수평변위를 크게하는 요인으로 작용하고 있으나 가장 좋은 순위를 기록한 선수의 수평변위는 다른 선수에 비해 다소 일정한 패턴을 유지하고 있는 것으로 나타났다.

5. Lap time 별 인체중심속도

5000m 경기 시 Lap time 별 인체중심속도에 대한 결과는 <표 6>, <그림 3>과 같다.

표 6. Lap time 별 인체중심 합성속도

(단위 : m/s)

	최종순위	L5	L7	L9	L11	L13	Mean
인체 중심 속도	1위	5.42	5.79	5.60	5.62	6.97	5.86
	2위	5.50	5.90*	5.27	5.55	6.52	5.75
	3위	5.45	6.33*	5.52	5.59	6.01	5.78
	4위	5.83	5.71	5.56	5.57	5.59	5.65

* : 순위교차지점(최종 2위: 4 ▶ 3, 최종 3위: 5 ▶ 4)

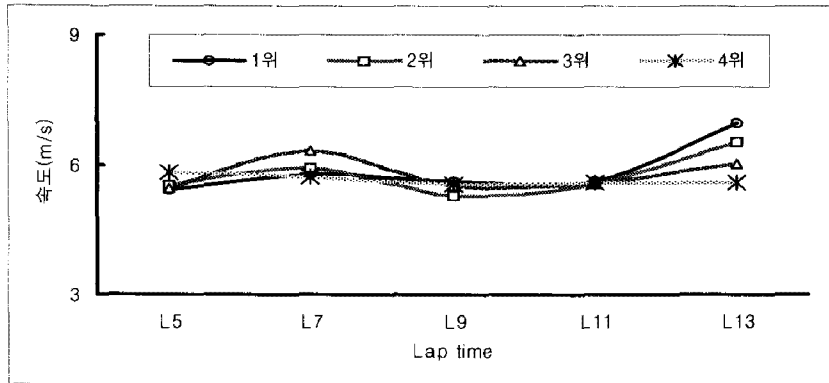


그림 4. Lap time 별 인체중심합성속도 변화

〈표 6〉에서 최종 1위에 대한 결과를 살펴보게 되면 다른 선수의 순위가 교차되는 L7에서 속도증가를 제외하고 L5에서 L13까지 전 구간에서 속도의 증가를 보이고 있다. 특히, L13에서는 약 1m/s이상의 속도증가를 보였고 상대선수들 중 가장 큰 속도를 보여주고 있어 최종순위에서 좋은 결과를 얻는데 긍정적인 결과가 된 것으로 보여진다. 최종 2위에 대한 결과를 보게되면 순위가 교차되는 L7에서 다소 큰 속도를 보이고 있었으며 L5보다 L9에서 가장 작은 속도를 보였으며 L13에서 가장 큰 속도를 보이고 있었다. 최종 3위의 경우 순위가 교차되는 시점인 L7에서 가장 큰 속도를 보이고 있었으며 L5에서 L13까지 점진적인 속도증가를 보여주고 있으나 L13의 속도가 크게 향상되지 못하고 있었다. 최종 4위에 대한 결과를 보게되면 전반적으로 Lap time이 진행되면서 속도가 감소하였다가 증가하였지만 증가폭이 둔화된 상태를 보이고 있었다. 그리고 다른 선수의 순위가 교차되는 시점에서는 1위로 달리고 있어 다른 선수의 순위교차와는 상관없는 페이스 조절을 하고 있는 것으로 나타났다.

다. 위의 결과를 종합해보면 가장 좋은 결과를 보인 선수의 경우 다른 선수의 순위가 교차되는 시점에서 다소 증가된 속도를 보이고 있으나 L5에서 L13까지 점진적인 증가를 보이고 있고 마지막 최종 L13에서는 1m/s이상의 속도 증가를 보이는 것으로 나타났다.

6. Lap time 별 체공기시 발분절 속도

체공기 때의 발분절 속도는 공중에서 소요되는 시간에 따라 주행속도를 단축시킬 수 있는 단서가 되기 때문에 중요한 요인이 될 수 있다(오세진, 2002). Lap time 별 체공기 때 오른발(R)과 왼발(L)의 평균속도에 대한 결과는 〈표 7〉, 〈그림 4〉와 같다.

〈표 7〉의 결과에서 최종 1위의 경우 L5에서 L13까지 전 구간에서 오른발과 왼발의 평균속도가 다소 차이를 보이고 있었으며 L13에서 오른발과 왼발 모두 상대적으로 가장 큰 속도를 보였다. 이러한 결과는 L5에서 L11까지 체력의 큰 소모 없이 적절한 안배를 통해 일정한 페이스를 유지하다

표 7. Lap time 별 체공기시 발분절 속도

		(m/s)											
		L5		L7		L9		L11		L13		Mean	
		R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
발 분절 속도	1등	6.3	5.9	6.4	6.7	5.9	6.9	5.6	6.0	8.4	7.7	6.5	6.6
	2등	6.3	6.3	6.9*	6.9*	5.7	5.7	6.1	6.0	8.3	7.5	6.6	6.5
	3등	6.2	6.5	7.6*	8.1*	6.2	7.0	6.5	7.2	7.2	6.9	6.7	7.1
	4등	6.2	6.5	6.4	6.5	6.1	6.3	6.1	6.3	5.5	5.9	6.0	6.3

* : 순위교차지점(최종 2위: 4 ▶ 3, 최종 3위: 5 ▶ 4)

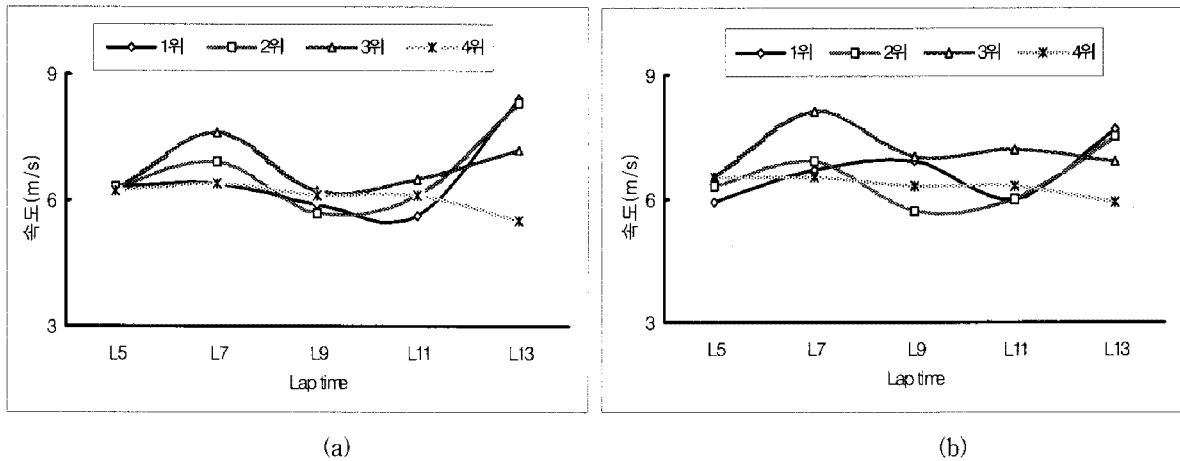


그림 5. Lap time 별 오른발(a)과 왼발의 속도변화

표 8. Lap time 별 몸통 전후각도

(단위 : deg.)

	최종순위	L5		L7		L9		L11		L13		Mean	
		후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전
몸통 전후각도	1등	2.1	-12.1	0.8	-11.9	0.7	-10.8	1.1	-10.9	6.3	-9.4	2.2	-11.0
	2등	1.7	-16.6	1.0*	-15.9*	0.3	-14.9	0.3	-17.6	4.5	-10.0	1.5	-15.0
	3등	5.1	-9.4	4.6*	-10.6*	2.9	-10.2	6.1	-10.9	12.1	-7.6	6.1	-9.7
	4등	4.5	-13.4	1.5	-16.1	2.3	-15.5	2.9	-15.3	6.2	-15.7	3.5	-15.2

* : 순위교차지점(최종 2위: 4 ▶ 3, 최종 3위: 5 ▶ 4)

가 L13에서 가장 큰 속도를 내면서 좋은 순위를 기록한 것으로 나타났다.

최종 2위의 경우를 보게되면 순위가 교차되는 L7에서 오른발과 왼발의 속도가 다소 크게 나타나고 있었으며 L5에서 L11까지 오른발과 왼발의 속도가 Lap time 별로 비슷하게 유지되고 있었으며 L13에서는 이보다 큰 속도를 보이고 있다. 또한, 최종 3위의 결과를 보게되면 역시 L7에서 오른발과 왼발의 속도가 다소 크게 나타났으며 L5에서 L11까지의 속도가 각기 다르게 나타났다. 또한, L13에서의 발분절 속도가 다른 구간에서의 속도보다 다소 크게 나타나고 있다. 최종 4위에 대한 속도를 살펴보게되면 오른발과 왼발의 편차가 소수점 이하에서 다소차이를 보일뿐 큰 차이는 보이지 않고 있었으며 L13에서는 가장 낮은 속도를 보이고 있어 체력소모가 큰 것으로 평가되어진다. 위의 결과를 살펴 보게되면 최종 2위를 제외하고 오른발과

왼발의 속도차이가 있는 것으로 나타나고 있으며 L13에서 가장 큰 속도를 보일수록 최종순위가 좋은 것으로 나타났다.

7. Lap time 별 몸통전후각도

몸통전후각도는 고관절에서 어깨관절로 향하는 몸통벡터와 수직축(Z축)이 이루는 사이각도를 의미하는 것으로 전측으로 기울었는지(-값) 혹은 후측으로 기울었는지(+값)를 평가할 수 있게 한다. Lap time 별 몸통 전후각도에 대한 결과는 <표 8>, <그림 5>와 같다.

위의 결과를 살펴보게 되면 최종 1위의 경우 L5에서 L13까지 후측으로 기울어진 경사보다는 전측으로 기울어진 경사가 더 큰 것으로 나타났다. 또한 Lap time이 진행되면서 전측으로 기울어진 경사각도가 작아지는 즉, 몸통이 직립상태에 근접하는 자세를 보여주고 있다.

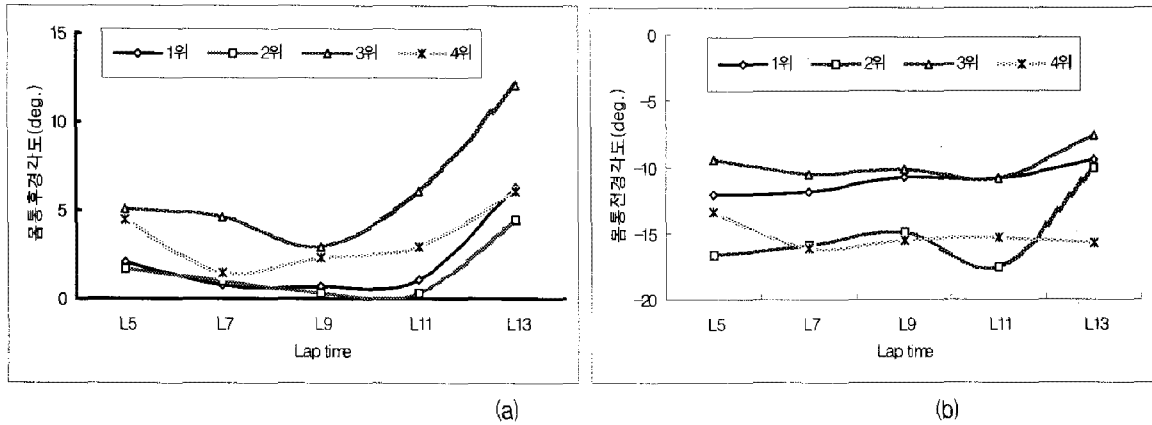


그림 6. Lap time 별 몸통후경각도 변화

최종 2위에 대한 결과를 보게되면 L5에서 L9까지 전측경사각이 단계적으로 다소 작아지는 자세를 보였다가 L11에서는 다시 전측경사각이 증가하였으며 L13에서 다소 감소하는 것으로 나타났다. 최종 3위에 대한 결과를 보게되면 순위가 교차되는 시점에서 다소 전측각도가 증가하였지만 L5에서 L11까지 전반적으로 전측각도가 증가하였지만 이후 L13에서 다소 감소하였으며 특히 후측 기울기가 크게 증가한 것으로 나타나 자세가 흐트러지는 결과를 보였다. 최종 4위에 대한 결과를 보게되면 L5에서 L13까지 일괄적으로 전측기울기가 두드러진 것으로 나타났다. 이러한 요인은 몸통이 전방으로 기울어지는 형태를 유지하기 때문에 속도를 증가시키기 위해서는 장점을 지나 장거리경기에서는 체력소모가 커지는 단점을 갖는다(장영섭, 1999). 따라서 최종 4위의 경우 L11까지 선두를 유지하는데는 다소 긍정적인 면으로 간주되지만 마지막 Lap에서 버티지 못하는 결과를 초래하였다. 위의 결과를 종합하여보면 Lap time이 진행되면

서 전측기울기가 다소 감소하는 것이 체력소모도 줄이면서 안정된 페이스를 유지하는데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

8. Lap time 별 어깨관절각도

어깨관절각도는 상완이 몸통의 뒤쪽에 위치하면 최대각도(+값)가 되며 앞쪽에 위치하면 최소각도(-값)가 된다. 적절한 어깨관절각도의 유지는 보폭과 활보장의 크기를 일정하게 유지하게하여 페이스 조절에 중요한 변인이 된다(박성길, 2000). Lap time 별 어깨관절각도에 대한 결과는 <표 9>와 같다.

<표 9>에 대한 결과를 보게되면 최종 1위의 경우 L5에서 L11까지 최대각도가 44~47도 사이의 결과를 보이고 있고 최소각도가 -10~-16도사이의 결과를 보이고 있어 어깨관절각도가 일정하게 유지되는 것으로 나타났다. 그러나 L13에서는 어깨관절각도가 57.6도를 보여 마지막 스퍼트를 강하게 하는 것으로 나타났다.

표 9. Lap time 별 어깨관절 각도

(단위 : deg.)

최종순위	L5		L7		L9		L11		L13		M(SD)		
	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	
1등	44.6	-13.4	47.3	-16.7	43.2	-10.9	44.5	-12.7	57.6	-11.3	47.4	-13.0	
어깨 관절 각도	2등	50.0	-16.2	56.1*	-20.1*	48.8	-20.3	51.1	-20.4	54.4	-23.2	52.1	-20.0
3등	46.9	-12.8	47.2*	-22.4*	53.1	-22.1	51.5	-22.7	52.4	-23.9	50.2	-20.8	
4등	58.8	-22.0	59.3	-19.4	59.9	-24.5	59.3	-23.7	52.8	-26.6	58.2	-23.2	

* : 순위교차지점(최종 2위: 4 ▶ 3, 최종 3위: 5 ▶ 4)

최종 2위에 대한 결과를 보게되면 순위가 교차되는 L7에서 어깨관절각도가 크게 나타면서 추진을 얻는 것으로 나타났다. L5에서 L11까지 어깨관절각도가 48~51도까지 약간의 차이를 보이고 있었으며 L13에서 54.4도를 보여 어깨관절각도가 다소 크게 형성되는 것으로 나타났다. 그리고 최소각도가 -16~-23도의 결과를 보이고 있으나 다소 편차가 크게 형성되고 있다. 최종 3위에서는 L5에서 L9까지 어깨관절각도가 증가하다 L11에서 다소 감하였으며 L13에서는 약간 증가하는 것으로 나타났다. 최종 3등은 L11과 L13의 어깨관절각도가 크게 변하지 않아 마지막 스퍼트에 힘이 약함을 보여주고 있다. 최종 4위의 어깨관절각도를 보게되면 L5에서 L11까지 어깨관절각도가 58~59도까지 어깨관절각도가 일정하게 유지되었지만 L13에서 오히려 어깨관절각도가 감소하는 형태를 보여 마지막 스퍼트가 약함을 볼수 있다. 위의 결과를 종합해보면 좋은 결과를 보인 선수일수록 L5에서 L11까지의 어깨관절의 최대각도가 40도 범위에서 일정하게 유지하며 최소각도는 -10도 범위에서 유지하다가 마지막 스퍼트에서는 50도 이상의 각도를 형성하면서 추진을 강하게하는 것으로 나타났다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 실제 경기가 진행되는 5,000m 경기 시 랩 Lap time 별로 나타나는 인체분절의 기능학적 요인을 분석하여 장거리 달리기 종목의 페이스 조절에 필요한 변인들을 설명하고 경기력을 높이는 데 도움을 주고자 실시하였다. 이를 위해 제 32회 전국종별 선수권대회 5000m 경기 최종결승에 출전한 남자 일반부선수를 대상으로 경기 내용을 녹화하였으며 이중 최종 1위에서 4위까지 선수들의 주행동작을 Lap time 별로 분석하였다. 분석결과 다음과 같은 결론과 제언에 도달하였다.

1. 결론

1) 최종순위가 좋은 선수일수록 주행시간을 일정

하게 유지하며 최종 Lap에서는 Lap time 중 짧은 주행시간을 보이는 것으로 나타났다.

- 2) 최종순위가 좋은 선수일수록 활보장 크기가 L11까지 일정하게 유지되고 있었으며 마지막 L13에서 가장 큰 활보장을 보이는 것으로 나타났다.
- 3) 순위가 교차되는 지점에서 상대적으로 수평변위가 크게 나타나고 있는데 이는 다른 선수들의 수평변위를 크게하는 요인으로 작용하고 있고 가장 좋은 순위를 기록한 선수의 수평변위는 이들 선수에 비해 다소 일정한 페턴을 유지하고 있는 것으로 나타났다.
- 4) 좋은 순위를 차지한 선수의 경우 다른 선수의 순위가 교차되는 시점에서 다소 증가된 속도를 보이고 있으나 L5에서 L13까지 점진적인 증가를 보이고 있고 마지막 최종 L13에서는 1m/s이상의 속도가 증가한 것으로 나타났다.
- 5) 최종 2등을 제외하고 오른발과 왼발의 채공기 속도에 차이가 있는 것으로 나타나고 있으며 L13에서 가장 큰 속도를 보일수록 최종순위가 좋은 것으로 나타났다.
- 6) Lap time이 진행되면서 전축기울기가 다소 감소하는 것이 체력소모도 줄이면서 안정된 페이스를 유지하는데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.
- 7) 좋은 결과를 보인 선수일수록 L5에서 L11까지의 어깨관절의 최대각도가 40도 범위에서 일정하게 유지되며 최소각도는 -10도 범위에서 유지하다가 마지막 스퍼트에서는 50도 이상의 각도를 형성하면서 추진을 강하게하는 것으로 나타났다.

2. 제언

위에서 살펴본 바와 같이 최종기록이 좋은 선수일수록 발속도와 전축기울기와 같은 인체기능학적 변인이 다른 선수에 비해 다소 유리한 것으로 나타나고 있다. 이처럼 경기내용은 분석은 선수들이 좋은 기록을 내기위해 혼신의 힘을 다하는 경기를 펼

침으로 실험장면에서는 얻을 수 없는 매우 의미 있는 자료를 수집할 수 있을 것으로 생각됨으로 이러한 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것으로 보여진다.

참 고 문 헌

고연심(2000). 중·장거리선수의 Lap Time에 대한 고찰. 건국대학교교육대학원 석사학위논문.

박성길(2000). 육상경기의 중거리와 장거리 달리기 선수의 체격 체조성 및 체력 특성. 경성대학교교육대학원 석사학논문.

민창기, 홍성표, 김동건, 전종귀(1985). 중·장거리 달리기 의 과학. 충남대학교체육과학연구소과학연구지. 제 3권 1호, 639-686.

오세진(2002). 육상 200m 경기의 곡선주로부터 직선주로 진입 시 운동학적 특성분석. 한국운동역학회지, 제12권 2호, 51-63.

오창석(1994). 장거리 고교 육상경기 선수의 생리적 특성 및 단·중·장거리 기록과 5000M 기록의 비교분석 연구. 고려대학교대학원 석사학위논문.

오창석(1998). 장거리 육상 경기 선수에서 심박수 역치로부터 추정된 예상 주행기록과 실제 주행기록과의 상관관계. 고려대학교대학원 박사학위논문.

인치일(1997). 체격과 체력요인이 육상 장거리 선수들의 기록에 미치는 영향. 공주대학교대학원 석사학위논문.

장영섭(1999). 육상 단거리 차렷동작의 고관절 높이와 출발

동작의 운동학적 요인과의 관계. 한국체육대학교대학원 석사학위논문.

Abdel-Aziz, Y.I. & Karara, H.M. (1971). Direct linear transformation from comparator coordinates in object-space coordinates in close range photo-grammetry. *Proceedings of the ASP Symposium of Close-Range Photogrammetry*. Urbana, IL.

Hay, J.G.(1985). *The Biomechanics of Sports Techniques* (3rd ed.). Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-hall.

King, H.A., & Black, D.G.(1984). Analysis of olympic and world records in track and field and swimming. *Med. Sport Sci.* 18. pp 212-230.

Plagenhoef, S.C., Evans, F.G., & Abdelnour, T.(1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly Exercise Sport*, 54. 2. 169-178.

Schot, P.K. & Knutzen, K.M.(1992). A biomechanical analysis of four sprint start positions. *Research Quarterly*, 63(2), pp. 137-147.

Slocum, D.B., & Bowerman, W.(1984). The biomechanics of running. *Clinical Orthopaedics*, No. 23.

투 고 일 : 04월 30일

심 사 일 : 05월 15일

심사완료일 : 05월 30일