한국운동역학회지, 2002, 제12권 2호, pp. 51-63
Korean Journal of Sport Biomechanics
2002, Vol. 12, No. 2, pp. 51-63

육상 200m 경기의 곡선주로에서 직선주로 진입 시 운동학적 특성분석

오 세 진

국 문 요 약

본 연구는 200m 경기의 곡선주로에서 직선주로 진입 시 나타나는 운동학적 특성을 파악하기 위해 실시하였다. 이를 위해 단거리 육상선수 4명을 대상으로 실시하였으며 곡선주로에서 직선주로로 연결되는 구간 10m를 설정하여 비디오 카메라로 촬영하였다. 공간의 좌표를 이미알고 있는 통제점 틀을 사용하여 분석구간을 모두 포함할수있도록 설치하였으며 대상자 별로 5번씩 실시하여 이중 가장 좋은 기록을 보인 동작을 실제 분석하였다. 10m 구간에서 대상자들은 평균 4.5±0.41번의 보폭을 보이는 것으로 나타났으며, 소요시간은 1.42±0.04sec.를 보였다. 평균보폭의 신장비는 1.25±0.20%를 보였으며, 평균속도는 7.06±0.19m/s를 보였다. 곡선주로에서 직선주로로 연결되는 구간에서 인체중심변위는 곡선의 안쪽 코스를 따라 이동하고 있었으며 외측(오른쪽)에 위치하는 다리의 변위가 내측(왼쪽)에 위치하는 다리의 변위보다 크게 나타났다. 좌우측 손분절 속도에서 내측에 위치하는 왼손의 속도보다는 외측에 위치하는 오른손의 속도가 다소 빠르게 나타났는데, 곡선주로에서는 외측에 위치하는 팔의 속도를 크게하여 질주방향으로 나아가는 것으로 나타났다. 어깨관절 각도는 상완이 전측에 위치할 때 보다는 후측에 위치할 때가 보다 큰 각도를 보이고 있었으며 몸통측면각도는 곡선주로의 외측에 위치하는 오른발이 이지할 때 보다는 내측에 위치하는 왼발이 이지할 때 더 작은 값을 보이고 있었으며 직선주로에 근접할수록 몸통 측면각도가 작아지는 것으로 나타났다. 몸통회전각은 외측에 위치하는 오른발이 지지할 때 몸통을 전방으로 회전시켜 앞으로 나아가는 것으로 나타났다.

주제어 : 육상, 곡선주로, 직선주로, 육상 200m

2002년 11월 4일(월) 접수
* Corresponding author, 이사, 경기도 포천군 내촌면 소학리 295 베어스타운 스포츠사업단
연락처 : 011-9911-4625, 031) 540-5136~8

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

육상경기에서 개인경기인 단거리 경기는 100m, 200m, 400m로 구성되어 있다. 100m 경기는 직선주로만 달리는 경기이며 200m경기는 곡선주로에서 출발하여 직선주로에서 경기가 끝난다. 그리고 400m 경기는 곡선주로에서 출발하여 직선주로를 완주한 다음 다시 곡선주로를 거쳐 직선주로에서 경기를 마치게 된다. 이처럼 200m 이상의 경기에서는 반드시 곡선주로를 경험하게 된다. 200m 경기는 곡선주로에서 출발하여 직선주로로 진입하기 때문에 곡선주로에서는 안쪽에 근접하여 비교적 짧은 보폭과 충분한 구심력을 얻어 직선주로에 진입해야 속도를 계속해서 이어갈 수 있다.

직선주로에서 곡선주로로 변화시킬때는 인체 중심의 진행방향이 직선운동에서 곡선운동으로 전환되기 때문에 보폭의 크기를 축소하면서 스트라이드 율을 증가시키면서 인체의 중심이 안쪽으로 기울어지게 된다. 그러나, 곡선주로에서 직선주로로 변화시킬때는 인체의 중심을 곡선운동에서 직선운동으로 변화시켜야 하기 때문에 인체의 중심을 세우면서 보폭의 크기를 증가시키게된다. 200m 단거리 경기의 경우 곡선주로에서 스타팅하여 직선수로에서 경기가 끝나기 때문에 곡선주로에서 직선주로의 전환은 기록을 단축시키는데 중요한 구간이 된다.

그 동안의 단거리 경기에 대한 연구를 살펴보면 100m 질주자세와 스타팅자세에 대한 연구가 주를 이루어왔다. 오용희(1987)는 100m 경주 출발 제일보의 위치에 따른 지면반력에 관한 연구에서 출발이후 처음 지지하는 발의 위치에 따라 지면반력의 크기를 조사하였으며, 강관희(1989)는 단거리 출발동작의 생체역학적 분석을 통해 출발자세에서 나타나는 운동학적 요인과 운동역학적 요인을 설명하였다. 이후 김동하(1994)는 달리기 동작의 운동역학적 분석을 시도하였으며 이종훈(1996)은 100m 달리기의 기록에 영향을 미치는 운동역학적 요인에 관한 연구에서 출발구간과 가속구간, 피니쉬구간으로 나누어 각각의 운동역학적 요인을 분석하여 제시하였다. 또한, 오세진(1997)은 100m 크라우칭 스타트 시 블록 각도가 출발동작에 미치는 영향에서 출발동작을 세가지 동작으로 나누어 블록각도에 따라 나타나는 반력의 크기와 운동학적 요인을 제시하였다. Hamill 등(1987)은 400m 달리기의 곡선주법에 관해 지면반력을 중심으로 하지의 운동학적 변인을 분석하였는데, 주행속도에 따라 지면접촉 각도와 최대 회내각, 그리고 발이 접촉하때 지면반력간에 유의한 차이가 있는 것으로 보고하였다.

위에서 살펴본 보와 같이 단거리경기의 대부분은 100m의 출발동작과 질주구간을 중심으로 이루어져 왔다. 그러나 단거리 선수들은 100m와 200m를 자주 뛰기 때문에 200m에 대한 연구는 꾸준히 지속되어야 한다. 특히, 100m에서 경험할 수 없는 200m의 곡선주로는 단거리선수에게 기술적 응용이 많이 요구되고 곡선주로에서 직선주로로 빠져나가는 속력이 클수록 기록에 좋은 영향을 미칠 수

있다. 200m 한국 최고기록은 20.41초로 85년도에 작성되었으며 아시아기록은 20.16초로 98년도에, 세계기록은 19.32로 96년도에 작성되었다. 1990년대와 2001년 후반기까지 한국기록은 21.30초에 머물고 있어 점점 퇴보를 거듭하고 있다. 이에 본 연구는 200m 경기에서 기술적 내용이 많이 요구되는 곡선주로와 직선주로의 연결구간에 대해 운동학적 특성을 파악하고자 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 2002년 현재 대학상비군에 포함되어 있는 200m 단거리 경기 선수 4명을 대상으로 실시하였다. 이들의 신체적 특성은 다음과 같다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성

성분 / 대상자	체중 (kg)	신장 (cm)	하지장 (cm)
S1	70	175	85.2
S2	74	175	84
S3	76	180	86.2
S4	74	180	85.2
M	73.5	177.5	85.2
SD	2.52	2.89	0.90

2. 실험절차

곡선주로에서 직선주로의 전환을 살펴보기위해 400m 트랙에서 실험을 실시하였다. 트랙의 곡선주로에서 직선주로로 이어지는 15m구간을 측정하여 표시하였으며 공간의 좌표를 산출하기위해 이미 알고 있는 통제점이 표시되어있는 통제점 틀을 설치하였다. 진행방향(Y축)을 설정한 다음 삼각대를 고정하여 디지털 카메라를 전방좌우측에 2대, 후방좌우측에 2대, 총 4대의 카메라를 설치하였다. 통제점 틀을 약 5분간 촬영한 다음 제거하였다. 연구대상자는 상의를 탈의하게 하였으며 하의는 타이즈를 착용하게 하였다. 연구대상자의 주행속력을 경기 시와 동일하도록 하기위해 200m 출발지점 근

처에서 스탠딩 자세로 출발하여 곡선주로의 속력을 이어 전속력으로 직선주로에 진입할 수 있도록 하였다. 연구대상자별로 1회씩 주행하여 출발지점으로 돌아가면서 충분히 휴식을 취한 후 다시 출발하였다. 이와 같은 방법으로 연구대상자 별로 총 5회씩 주행하였다. 실험환경은 <그림 1>과 같다.

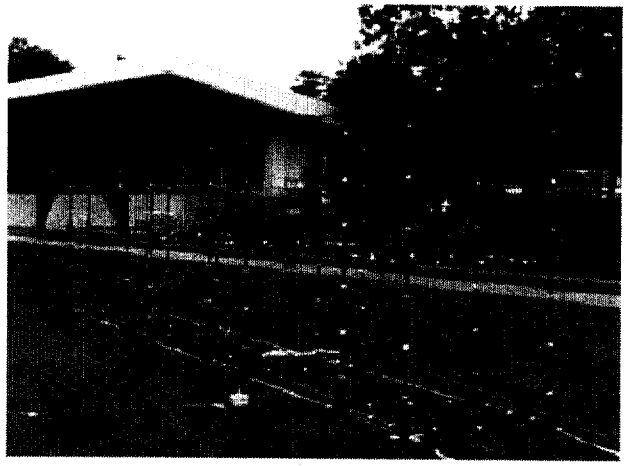

그림 1. 실험환경

3. 자료처리과정

디지타이징 후 얻어진 2차원 좌표값을 이용하여 3차원 좌표를 얻기 위해 공간의 자료를 이미 알고 있는 통제점(control point)을 활용하였다. 이들 통제점의 계수와 동조된 3차원 좌표로부터 인체 관절점의 3차원 좌표값을 계산하는 방식인 DLT 방법(Abdel-Aziz & Karara, 1971)이 사용되었다. 3차원 공간좌표 설정은 전후방향을 Y축, 좌우방향을 X축, 상하방향을 Z축으로 설정하였다. 4대의 비디오 카메라는 그 속도가 60fields/s이고 이로부터 얻은 정보를 3차 스플라인 함수(cubic spline function)를 이용하여, 0.01초 간격으로 보간(interpolation)하여 동조(synchronization)를 실시하였다. 3차원 좌표에 포함되는 디지타이징 오차와 기자재 자체에 의해 발생할 수 있는 노이즈를 제거하기 위해 Butterworth의 2차 저역통과필터(low-pass filter)를 사용하여 7.0Hz로 스무딩(smoothing)하였다. 이러한 자료처리에 Kwon3d 2.1 프로그램(Kwon, 1994)을 활용하였다.

4. 분석구간 및 변인

본 연구에서 분석구간은 곡선주로에서 직선주로로 연결되는 10m 구간이며 분석변인은 1) 10m 구간에서 보폭수와 소요시간 2)인체중심변위 3)좌우손분절 속도 4)좌우어깨관절 각도 5)몸통측면각 6)

몸통회전각을 구하였다. 변위요인은 식 ①을, 속도요인은 식 ②를, 각도요인은 식 ③을 이용하였다.

① 변위요인

두 점사이의 위치벡터가 **A**(Ax, Ay, Az)와 **B**(Bx, By, Bz)라 하면 이들의 산출방법은 다음과 같다.

$$d=\sqrt{(A_x-B_x)^2+(A_y-B_y)^2+(A_z-B_z)^2}$$

② 속도요인

속도요인은 유한차방법(finite difference)을 이용하였다.

$$V_i=\frac{P_{i+1}-P_{i-1}}{2\Delta t}$$

단, Pi+1: i+1번째 프레임의 위치
Pi-1: i-1번째 프레임의 위치
Δt : 프레임 사이의 시간 간격

③ 각도요인

각도요인은 몸통측면각도와 회전각도를 구하였으며 다음과 같은 공식을 이용하여 산출하였다.

$$\theta=\arccos\left(\frac{A_x B_x+A_y B_y+A_z B_z}{\sqrt{A_{x^2}+A_{y^2}+A_{z^2}}\sqrt{B_{x^2}+B_{y^2}+B_{z^2}}}\right)$$

III. 연구결과 및 논의

1. 10m 구간의 보폭수와 평균보폭, 소요시간, 평균속도

200m 경기는 곡선주로를 출발하여 직선주로에서 끝나는 경기이다. 곡선주로에서 직선주로를 이어주는 10m 구간의 보폭수, 소요시간, 평균보폭, 평균속도를 <표 2>에 제시하였다.

표 2. 10m 구간에서 운동학적 요인

성분 / 대상자	보폭수	소요시간	평균보폭(보폭/신장)	평균속도
S1	5.0	1.41	2.00(1.14)	7.14
S2	4.5	1.47	2.22(1.26)	6.80
S3	4.5	1.42	2.22(1.23)	7.04
S4	4.0	1.38	2.50(1.38)	7.24
M	4.5	1.42	2.24(1.25)	7.06
SD	0.41	0.04	0.20(0.10)	0.19

<표 2>의 결과에서 선수들은 평균 4.5±0.41번의 보폭을 보이는 것으로 나타났으며, 10m 구간의 소요시간은 1.42±0.04sec.를 보였다. 그리고 평균보폭은 2.24±0.20m를 보였으며 신장에 대한 비율은 1.25±0.20%를 평균속도는 7.06±0.19m/s를 보였다. Chow(1986)는 10m 직선주로에서 평균 보폭은 약 3~3.5보를 보인다고 보고하였으나 곡선주로인 본 연구에서는 이보다 다소 많은 보수를 보이고 있다. 그리고 이종훈(1996)의 연구에 의하면 직선주로에서 보폭은 신체의 약 1.83~1.96%정도의 값을 보인다고 하였으나 곡선주로인 본 연구에서는 1.25의 값을 보여 직선주로와는 다른 값을 보이고 있다. 또한, 100m의 최대 평균속도는 9.70m/s, 마지막 구간의 평균속도는 약 8.73m/s인 것으로 보고하였으나 본 연구에서는 이보다 작은 약 7.06m/s를 보여 직선주로와는 다소차이가 있는 것으로 나타났다.

2. 인체중심변위

곡선주로에서 직선주로로 연결되는 10m 구간에서 4보에 대한 인체중심변위는 <표 3>과 같다.

표 3. 인체 중심 변화 (단위 : cm)

성분 / 대상자	1보			2보			3보			4보		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
S1	21.9	217.1	-0.52	8.8	219.2	0.38	-2.1	218.5	2.30	-12.2	218.4	0.63
S2	12.5	180.2	-2.86	7.4	226.1	2.44	-3.1	191.5	-2.06	-11.2	228.2	3.28
S3	21.6	215.5	0.30	13.7	216.5	-1.11	0.5	228.2	2.19	-5.4	210.7	0.26
S4	19.4	210.9	0.77	7.4	234.3	0.52	-1.8	223.7	-0.33	-14.0	226.5	0.67
M	18.8	205.9	-0.58	9.3	224.0	0.55	-1.63	215.5	0.52	-10.7	220.9	1.21
SD	4.38	17.35	1.61	2.99	7.95	1.46	1.52	16.47	2.11	3.72	8.06	1.39

<표 3>의 결과에서 x(좌 · 우) 변위는 1보에서 18.8±4.38cm, 2보에서 9.3±2.99cm, 3보에서 -1.63±1.52cm, 4보에서 -10.7±3.72cm를 보였다. y(전 · 후) 변위는 1보에서 205.9±17.35cm, 2보에서 224.0±7.95cm, 3보에서 215.5±16.47cm, 4보에서 220.9±8.06cm를 보였으며, z(상 · 하) 변위는 -0.58±1.61cm, 2보에서 0.55±1.46cm, 3보에서 0.52±2.11cm, 4보에서 1.21±1.39cm를 보였다. x 변위는 1보와 2보에서 외측으로 증가하였다가 3보와 4보에서는 내측으로 증가하는 형태를 보였는데 이는 외측으로 벗어나려른 인체중심을 내측으로 전환하는 형태로 곧 곡선주로의 안쪽을 따라 달리기 때문에 나타나는 형태로 보여진다. y 변위의 경우 1보 보다는 2보에서 보다 큰 값을 보이고 있으며 3보보다는 4보에서 더 큰 값을 보이고 있는데 이는 외측(오른쪽)에 위치하는 다리의 변위가 내측(왼쪽)에 위치하는 다리의 변위보다 큰 것을 의미하는 것으로 내측의 변위가 크게 되면 안쪽곡선에서 멀어지게 되어 거리상 다소 불리해지기 때문에 이를 제어하는 형태를 보이는 것으로 판단된다. z 변위는 각 보수별로 큰 차이를 보이지 않으면서 일정한 팬턴을 유지하고 있는 것으로 나타났다. 인체중심의 상하변위가 크게되면 체공시간이 길어지기 때문에 곡선주로에서는 다소 불리할것으로 판단된다.

3. 좌우 손분절의 최대속도

손분절의 속도는 이지하는 발의 킥을 강하게 해주며 곡선주로에서 보폭의 변화를 빠르게 할 수 있는 요인이된다. 10m 구간의 4보에서 좌우 손분절 최대속도에 대한 결과는 <표 4>와 같다.

표 4. 보폭별 손분절의 최대합성속도 (단위 : m/s)

성분 / 대상자	1보		2보		3보		4보	
	R	L	R	L	R	L	R	L
S1	17.4	11.5	9.8	14.4	17.0	11.6	10.1	15.3
S2	16.4	14.8	16.8	14.7	16.3	15.3	14.0	11.3
S3	16.1	12.1	10.6	16.1	16.0	11.1	16.4	12.9
S4	11.0	15.9	15.8	11.9	10.9	16.7	15.9	11.7
M±SD	15.2	13.5	13.3	14.3	15.1	13.6	14.1	12.8
	2.87	2.11	3.56	1.75	2.80	2.75	2.86	1.80

<표 4>의 결과에서 코스의 외측에 위치하는 오른쪽 손의 경우 1보에서는 15.2±2.87m/s, 2보에서 13.3±3.56m/s, 3보에서 15.1±2.80m/s, 4보에서 14.1±2.86m/s를 보였다. 코스의 내측에 위치하는 왼쪽 손의 경우 1보에서는 13.5±2.11m/s, 2보에서 14.3±1.75m/s, 3보에서 13.6±2.75m/s, 4보에서 12.8±1.80m/s를 보였다. 전체적으로 내측에 위치하는 왼손의 속도보다는 외측에 위치하는 오른손의 속도가 다소 빠르게 나타났다. 이는 내측에 위치하는 왼손의 속도가 오른손의 속도와 같아지게 되면 직선주로와 비슷하게 되어 곡선주로를 달리기에는 적합하지 않게 된다(Hamill at al, 1987). 따라서

곡선주로에서는 외측에 위치하는 팔의 속도를 크게하여 인체중심의 전진방향을 전방으로 향하게 하면서 내측으로 몸통을 유지시켜주는 것으로 보여진다.

4. 좌우 어깨관절 각도

10m 구간에서 이지 시 어깨관절각도에 대한 결과는 <표 5>와 같다.

표 5. 이지 시 어깨관절 각도 (단위 : deg.)

대상자 \ 성분	LTO1		RTO1		LTO2		RTO2		LTO3	
	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
S1	71.2	36.1	-42.2	-62.6	67.9	42.3	-42.9	-63.2	60.9	39.4
S2			-16.7	-59.2	65.1	26.4	-25.5	-55.4	64.0	28.3
S3			-31.9	-60.8	62.5	24.1	-39.5	-64.9	63.7	24.7
S4			-33.6	-60.5	72.3	23.6	-39.5	-59.2	70.8	28.5
M	71.2	36.1	-31.1	-60.8	66.9	29.1	-36.8	-60.7	64.8	30.2
SD			10.61	1.40	4.19	8.88	7.73	4.25	4.21	6.36

좌우 어깨관절각도는 대퇴의 상승을 이끌어 보폭의 크기를 증가시킬 수 있는 요인이다. 본 연구에서 어깨관절각도는 상완과 몸통이 이루는 사이각도를 X축에 투영시켜 산출하였다. 처음 이지 시에는 (+)값을 보이며 상완이 몸통을 교차하는 시점에서는 (-)값을 보이게 된다. <표 5>의 결과를 살펴보면 LTO1에서 오른쪽 어깨관절은 71.2deg. 왼쪽 어깨관절은 36.1deg.를 보였으며 RTO1에서 오른쪽은 -31.1±10.61deg., 왼쪽은 -60.8±1.40deg.를 보였다. LTO2에서 오른쪽은 66.9±4.19deg., 왼쪽은 29.1±8.88deg.의 값을 보였으며 RTO2에서 오른쪽은 -36.8±7.73deg., 왼쪽은 -60.7±4.25deg.를 보였으며 LTO3에서 오른쪽은 64.8±4.21deg., 왼쪽은 30.2±6.36deg.를 보였다. 전체적으로 상완이 전측에 위치할 때 보다는 후측에 위치할 때가 보다 큰 각도를 보이고 있다. 이는 곡선주로를 주행하는데 있어서 균형을 유지해주는 역할을 한다(윤희중, 2000). 따라서, 상완이 몸통보다 후측에 위치할때는 외측으로 손을 크게 저어야 원심력을 극복할 수 있다.

5. 좌우 고관절 각도

고관절각도는 대퇴와 몸통이 이루는 사이각도를 의미하며 각도가 작아지면 대퇴분절의 굴곡을 의

미하며 반대로 사이각도가 커지게 되면 대퇴분절의 신전을 의미한다. 이지 시 좌우고관절각도에 대한 결과는 <표 6>과 같다.

표 6. 이지시 고관절 각도 (단위 : deg.)

대상자 \ 성분	LTO1		RTO1		LTO2		RTO2		LTO3	
	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L
S1	120.3	198.9	201.2	102.8	117.9	201.9	201.4	103.3	115.1	195.2
S2			206.9	109.5	134.8	198.8	200.2	104.4	115.7	185.8
S3			191.6	108.9	105.7	204.3	189.5	110.8	106.5	206.3
S4			209.9	112.0	130.2	201.8	205.6	115.7	128.8	204.1
M	120.3	198.9	202.4	108.3	122.2	201.7	199.2	108.6	116.5	197.8
SD			8.05	3.90	13.08	2.25	6.85	5.80	9.20	9.36

<표 6>의 결과를 살펴보면 LTO1에서 오른쪽 고관절은 120.3deg. 왼쪽 고관절은 198.9deg.를 보였으며 RTO1에서 오른쪽은 202.4±8.05deg., 왼쪽은 108.3±3.90deg.를 보였다. LTO2에서 오른쪽은 122.2±13.08deg., 왼쪽은 201.7±2.25deg.의 값을 보였으며 RTO2에서 오른쪽은 199.2±6.85deg., 왼쪽은 108.6±5.80deg.를 보였으며 LTO3에서 오른쪽은 116.5±9.20deg., 왼쪽은 197.8±9.36deg.를 보였다. 오른쪽과 왼쪽 고관절의 각도가 교차적으로 굴곡과 신전운동을 하고 있다. 은선덕 등(1996)은 100m 최고속도구간의 고관절각이 착지시 111.2도, 착지시 141.5도를 보였으며 감속구간의 고관절각도는 이지시 119.3도, 착지시 140.7도를 보였다고 했는데 본 연구에서 지지하는 다리의 이지 시 각도가 상대적으로 크게 나타나고 있다. 고관절의 각도가 크게 나타난다는 것은 전방으로 밀어주는 힘을 강하게 해주고 선행발의 착지를 크게 유도할수있다는 점에서 긍정적으로 평가되어진다(김기영, 1988).

6. 몸통측면각

곡선주로에서 몸통측면각은 구심력에 의해 안쪽코스를 향해 기울어진다. 본 연구에서 몸통측면각은 몸통분절과 Z축이 이루는 사이각도를 의미한다. 10m 구간에서 이지 시 몸통 측면각도에 대한 결과는 <표 7>과같다.

표 7. 이지시 몸통 측면각 (단위 : deg.)

대상자 \ 성분	LTO1	RTO1	LTO2	RTO2	LTO3
S1	14.66	10.08	11.55	9.14	10.04
S2		13.62	17.64	11.20	11.14
S3		14.69	14.08	11.71	11.57
S4		10.80	13.30	10.38	10.83
M±SD	14.66	12.0	14.1	10.6	10.9
		2.57	2.56	1.12	0.14

<표 7>의 결과를 살펴보면 LTO1에서 몸통 측면각은 14.66deg.를 보였으며 RTO1에서는 12.0±2.57deg., LTO2에서는 14.1±2.56deg., RTO2에서는 10.6±1.12deg.를 보였다. 마지막으로 LTO3에서는 10.9±0.14deg를 보였다. 여기서 곡선주로의 외측에 위치한 오른발이 이지하는 RTO1과 RTO2에서의 각도가 내측에 위치하는 LTO1과 LTO2, LTO3의 각도보다 작게 나타나는 이유는 외측에서 내측으로 밀어주는 힘이 크기 때문으로 판단되며 지지하는 발을 축으로 하여 내측 경사를 유지하는 것으로 보여진다. 전반적으로 직선주로에 근접할수록 몸통 측면각도가 작아지는 것으로 나타나고 있다.

7. 몸통 회전각

몸통회전각은 곡선주로에서 직선주로를 진입할때 진행방향을 이끌어주는 역할을 한다. 본 연구에서 몸통측면각도는 왼쪽어깨에서 오른쪽 어깨로 향하는 벡터와 X축이이루는 사이각도를 의미한다. 이때 (-)각도는 왼쪽어깨가 오른쪽 어깨보다 앞쪽에 위치하는 형태이며 (+)각도는 오른쪽어깨가 왼쪽어깨보다 앞쪽에 위치하는 형태를 의미한다. 10m 구간에서 이지 시 몸통회전각도에 대한 결과는 <표 8>과 같다.

표 8. 이지시 몸통 회전각 (단위 : deg.)

대상자 \ 성분	LTO1	RTO1	LTO2	RTO2	LTO3
S1	-0.50	1.58	-6.25	4.58	-4.47
S2		6.89	-2.52	9.78	-4.57
S3		11.03	-3.41	16.12	-4.32
S4		16.80	-1.52	13.13	-3.40
M±SD	-0.50	9.1	-3.4	10.9	-4.19
		6.44	2.04	4.95	0.54

<표 8>의 결과를 살펴보면 LTO1에서 몸통 회전각은 -0.50deg.를 보였으며 RTO1에서는 9.1±6.44deg., LTO2에서는 -3.4±2.04deg., RTO2에서는 10.9±4.95deg.를 보였다. 마지막으로 LTO3에서는 -4.19±0.54deg를 보였다. 외측에 위치하는 오른발이 지지하는 RTO1과 RTO2에서 오른쪽 어깨가 왼쪽 어깨보다 앞쪽에 위치하고 있으며 LTO1과 LTO2, LTO3에서는 왼쪽어깨가 오른쪽 어깨보다 앞쪽에 위치하는 것으로 나타났다. 이는 지지하는 발 쪽의 팔이 전방으로 크게 올라가고 뒤쪽에 위치하는 팔이 어깨관절각도에서 큰 각도를 형성하기 때문으로 보여진다. 여기서 외측에 위치하는 오른발이 지지하는 RTO1과 RTO2에서 (+)값이 형성되는 것은 지지하는 발을 축으로하여 몸통을 회전시키는 효과를 보여주는 것으로 판단된다(Hinrich, 1987).

IV. 결 론

본 연구는 200m 경기의 곡선주로에서 직선주로 진입 시 나타나는 운동학적 특성을 파악하기 위해 실시하였다. 이를 위해 단거리 육상선수 4명을 대상으로 실시하였으며 곡선주로에서 직선주로로 연결되는 구간 10m를 설정하여 비디오 카메라로 촬영하였다. 공간의 좌표를 이미알고 있는 통제점틀을 사용하여 분석구간을 모두 포함할수있도록 설치하였으며 대상자 별로 5번씩 실시하여 이중 가장 좋은 기록을 보인 동작을 실제 분석하였다. 분석결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 10m 구간에서 대상자들은 평균 4.5±0.41번의 보폭을 보이는 것으로 나타났으며, 소요시간은 1.42±0.04sec.를 보였다. 평균보폭의 신장비는 1.25±0.20%를 보였으며, 평균속도는 7.06±0.19m/s를 보였다.
2. 곡선주로에서 직선주로로 연결되는 구간에서 인체중심변위는 곡선의 안쪽 코스를 따라 이동하고 있었으며 외측(오른쪽)에 위치하는 다리의 변위가 내측(왼쪽)에 위치하는 다리의 변위보다 크게 나타났다.
3. 좌우측 손분절 속도에서 내측에 위치하는 왼손의 속도보다는 외측에 위치하는 오른손의 속도가 다소 빠르게 나타났는데, 곡선주로에서는 외측에 위치하는 팔의 속도를 크게하여 질주방향으로 나아가는 것으로 나타났다.
4. 어깨관절각도는 상완이 전측에 위치할 때 보다는 후측에 위치할 때가 보다 큰 각도를 보이고 있었으며 몸통측면각도는 곡선주로의 외측에 위치하는 오른발이 이지할 때 보다는 내측에 위치하는 왼발이 이지할 때 더 작은 값을 보이고 있었으며 직선주로에 근접할수록 몸통 측면각도가 작아지는 것으로 나타났다. 몸통회전각은 외측에 위치하는 오른발이 지지할 때 몸통을 전방으로 회전시켜 앞으로 나아가는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

강관희(1989). 단거리 출발동작의 생체역학적 분석. 한양대학교 대학원 박사학위논문.

김기영(1988). 육상경기총론. 서울 : 보경문화사

김동하(1994). 달리기 동작의 운동역학적 분석. 강원대학교 체육과학연구논문집. 18, pp.257~273.

김용운, 정철수, 은선덕, 이영석(2000). 200m 달리기 시 곡선구간과 직선구간 동작의 운동학적 비교 분석. 한국운동역학회지, 제 10권 1호, pp.95~114.

오세진(1997). 100m 크라우칭 스타트 시 블록 각도가 출발동작에 미치는 영향. 단국대학교 대학원 박사학위논문.

오용회(1987). 100m 경주 출발 제일보의 위치에 따른 지면반력에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.

은선덕(1996). 100m 달리기시 최고 속도 구간과 감속구간의 동작 비교 연구. 서울대학교 교육대학원 석사학위 논문.

이종훈(1996). 100m 달리기시의 기록에 영향을 미치는 운동역학적 요인에 관한 연구. 성균관대학교 대학원 박사학위논문.

윤희중, 장영섭(2000). 육상 단거리 차렷 자세 동작에서 팔 넓이가 운동학적 요인에 미치는 영향. 한국운동역학회지 제 10권, 1호. pp.25~38.

Abdel-Aziz, Y.I., & Karara, H.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.

Cavanagh, P.R.(ed). (1990). Biomechanics of distance running. Champaign, U.S.A: *Human Kinetics.*

Chow, J.W.(1987). Maximum speed of female high school runners. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1987, 3, pp.110~127.

Hamill, J., Murphy, M., & Sussman, D.(1987). The effects of track turns on lower extremity function. International Journal of Sports Biomechanics, 1987, 3, pp.276~186.

Hinrichs, R. N.(1987). Upper extremity function in running. II: Angular momentum considerations. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1987, 3, pp.242~263

Kwon, Y.-H. (1994). *KWON3D Motion Analysis Package 2.1 User's Reference Manual.* Anyang, Korea: V-TEK Corporation.

Mann, R., & Herman, J.(1985). Kinematic analysis of Olympic sprint performance: Men's 200 meters. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1985, 1, pp.151~162.

Murase, Y., Hoshikawa, T., Yasuda, N., Ikegami, Y., & Matsui. H. (1978). Study on the comparision of the progressive speed during 100 & 200m running. In E. Asmussen. & K. Jorgensen(eds.), Biomechanics VI-B, Baltimore: University Park Press, pp. 86~96.

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

ABSTRACT

Analysis of the Kinematic Characteristics at Entrance to the Straight Course from the Curvilinear Course in the 200m-Track Game

Sei-Jin Oh

This study sought to identify the kinematic characteristics at entrance to the straight course from the curvilinear course in the 200m-track game. For this purpose, this study was conducted for 4 sprinters by setting the 10m-section combined from the curvilenear track to the straight course and shooting them with the camcorder. It was set up to include all the sections of analysis by using the framework of the control point knowing the coordinate of the space and actual analysis was conducted on the motion showing the best records by conducting it for each subject five times. As a result, the following conclusion was drawn:

It was found that the subjects showed the average stride of 4.5±0.41 times at the 10-meter section and the required time of 1.42±0.04sec. They showed the ratio of average stride to height of 1.25± 0.20% and the average speed of 7.06±0.19m/s. The displacement in the center of gravity of the human body at the section combined from the curvilinear course to the straight course was moving along the inward course of the curvilinear course, and the displacement of the leg located at the outward direction(right) was found to be larger than that of the leg located at the inward direction(left). In the speed of the left and right hand segments, it was found that the speed of the right hand located in the outward direction was faster than that of the left hand located at the inward, and it was found that the subjects progressed in the direction of running at full speed by making large the speed of the arms located at the outside in the curvilinear course. The subjects showed the larger angle of the shoulder joint when the upper arm was located in the forward direction than when the it was located in the backward direction. In the curvilinear course, they showed the lower value of the lateral angle of the trunk when the right foot located at the outward direction left the ground than when the left foot located at the inward direction left the ground. And it was found that the lateral angle of the trunk became lower with approaching the straight course.

key words : tack & field, 200m track

Received in final form 4 November 2002

* Corresponding author, Director Pocheon Gyeonggi province, Sports Division Bears Town inc.
Tel : 031) 540-5136~8, 011-9911-4625