



준비동작의 형태 변화에 따른 신체 움직임의 운동역학적 분석

이 중 숙

국 문 요 약

본 연구의 목적은 현대 스포츠가 점점 스피디하고 격렬한 상황의 연출을 요구하고 있는 상황에서 순간적으로 신속 정확한 판단력과 그에 따른 재빠르고 민첩한 행동이 필요할 때가 많으므로 준비동작에 대한 운동역학적 메카니즘의 이해가 필요하다고 판단되어 연구를 실시하였다. 따라서 본 연구에서는 준비동작의 형태 변화(open stance & cross stance)에 따른 신체움직임을 운동역학적인 분석을 통하여 바람직한 준비동작의 모델을 제시하는데 있으며, 이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 연구대상자는 부산 B대학교 핸드볼 선수인 남학생 5명과 부산 S대학교 사격 선수인 여학생 5명을 선정하여 실험하였다. 준비자세에서의 좌·우·전방향으로 이동시의 동작을 2대의 고속 비디오 카메라와 2대의 지면반력기 그리고 전신반응측정 장비를 이용하여 자료를 수집하였고, 준비자세에서의 좌·우·전방향 이동시의 메카니즘을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 준비자세에서 좌·우·전방향 이동시 cross stance 자세가 open stance 자세보다 신체중심이동 속도가 빠른 것으로 분석되었으며, Take-off시 슬관절의 굴곡각은 약 175°의 각도를 유지하고, 고관절의 굴곡각은 약 172°의 각도를 유지하여 준비자세를 취하는 것이 바람직한 것으로 분석되었다. 둘째, 준비자세에서 좌·우·전방향으로 이동시 지지시간과 지면반력분석 결과를 종합해 보면 준비동작에서 왼쪽방향으로 이동시 가장 빠른 신체중심이동 속도를 나타냈다. 셋째, 준비자세에서 좌·우·전방향 이동시 지면반력 분석 결과에서도 cross stance 자세가 open stance 자세보다는 왼발과 오른발에 체중을 적절히 분산시켜 준비동작을 수행할 수 있도록 하여 상해를 예방할 수 있으므로 cross stance 준비자세가 바람직한 것으로 분석되었다. 따라서 준비자세의 역학적인 메카니즘은 cross stance 자세가 open stance 자세보다 보다 바람직한 준비자세라고 할 수 있으나 반드시 개인차도 고려되어야 할 것이다.

주제어 : 준비동작, 지지시간, 신체움직임, 운동역학, 지면반력

이 연구는 2002년도 신라대학교 연구비로 이루어졌음
2002년 11월 1일(금) 접수

* Corresponding author, 교수, 617-736 부산시 사상구 괘법동 산 1-1번지 신라대학교 자연과학대학 체육학부
연락처 : jslee@mail.silla.ac.kr, Tel : 011-864-8436

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

현대 스포츠는 점점 스피디하고 격렬한 상황의 연출을 요구하고 있다. 특히 축구, 야구, 배구, 농구, 핸드볼, 테니스 경기 등에서 순간적으로 신속 정확한 판단력과 그에 따른 재빠르고 민첩한 행동이 필요할 때가 많으므로 준비동작에 대한 운동역학적 메카니즘의 이해는 중요하다고 판단된다.

준비자세의 형태 변화에 따른 신체움직임의 운동역학적인 메카니즘에 관한 선행연구는 국내·외적으로 거의 없었으나 반응시간에 관한 선행연구는 상당수 있었는데, 국외적으로 반응시간에 관한 최초의 연구는 1850년에 독일의 생물학자인 Helmholtz에 의해 신경전달속도를 측정하기 위하여 처음으로 시도되었으며 지금까지 국내외의 많은 학자들에 의해 다각적으로 연구 발표되고 있다. 단순 반응시간의 발달에 관한 연구는 1894년 Gilbert와 1935년 Goodenough에 의해서 행해졌으며 1936년 Burpee와 Stroll은 성공적인 체육활동의 참가와 반응속도와의 연관성에 관해 연구하였다(Singer, 1980). 또한 Youger(1959)는 "A Comparision of Reaction and Movement Time & Women Athletes and Non-athletes"에 관해 연구하였다. 반응시간의 연구에 관해 선구적인 역할을 한 사람은 Colombia 대학교의 Cattell(1947) 박사이다.

국내의 연구동향으로는 황선명(1995)의 "씨름경기의 준비동작유형이 경기내용에 미치는 영향", 박선주(1988)의 "운동선수의 반응시간과 순발력과의 상관성에 관한 연구", 권명섭(1988)의 "육상경기 선수의 국소 및 전신반응에 관한 연구", 하영갑(1988)의 "Boxing 선수의 전신반응시간에 관한 연구", 강은기(1984)의 "승부 Kick 時 Ball 속도와 G.K Saving Time 및 반응시간에 관한 연구", 김창현(1979)의 "Hand Ball 선수의 운동 반응에 관한 연구", 차이상(1984)의 "배구선수의 Position 특성에 따른 전신반응시간에 관한 연구", 조인환(1987)의 "배구선수의 남·여 Position별 전신반응시간에 관한 연구", 조승제(1987)의 "운동부하에 따른 반응시간에 관한 연구" 등이 있다.

지면반력에 관한 국내 연구로는 김영철(1987)의 "오픈스파이크(Open Spike)시 지면반력 분석", 김태형(1996)의 "에어로빅스 하이킥시 운동화 중저의 경도에 따른 지면반력의 변화 및 발의 안정성에 관한 연구" 등이 있으며, 국외 연구로는 Bates et.al(1983)의 "Identification of Critical Variables Describing Ground Reaction Forces during Running", Cavanagh et.al(1980)의 "Ground Reaction Forces in Distance Running", Fenton(1984)의 "Race Walking Ground Reaction Forces" 등의 연구가 있으나 준비동작의 자세 변화에 관한 지면반력에 관련된 연구는 없었다.

본 연구의 목적은 일반적인 준비동작인 오픈 스탠스(open stance)와 크로스 스탠스(cross stance) 상태에서의 신체 움직임을 운동역학적으로 하는데 있으며 이러한 연구목적을 달성하기 위하여 동작 분석시스템을 이용하여 오픈 스탠스(open stance)와 크로스 스탠스(cross stance)상태에서의 하지관절

의 움직임과 신체중심이동 속도의 메카니즘을 분석하였으며, 전신반응측정기와 지면반력측정기를 이용하여 "Take-off"시의 지지시간과 지면반력을 분석하여 운동역학적으로 보다 효율적이고 바람직한 준비동작에 대한 기초자료를 제시하고자 하였다.

2. 용어의 정의

- 1) 오픈 스탠스(open stance) : 테니스의 기본 준비동작에서 라켓을 잡지 않고 두발을 어깨넓이 정도로 벌린 후 두발을 나란히 선 상태에서 신체이동을 용이하게 할 수 있는 자세.
- 2) 크로스 스탠스(cross stance) : 테니스의 기본 준비동작에서 라켓없이 두발을 어깨 넓이 정도로 벌린 후 왼발을 전방향으로 오른발을 후방향으로 왼발 뒷꿈치와 오른발 앞쪽끝 사이의 거리는 한족장으로 나란히 선 상태에서 신체 이동을 용이하게 할 수 있는 자세.

II. 연구 방법

1. 피험자 선정 및 피험자의 체격 특성

본 연구의 피험자는 부산 B대학교의 핸드볼 선수인 남학생 5명과 부산 S대학교의 사격선수인 여학생 5명을 선정하였으며 피험자들의 체격 특성은 Table 1과 같다. 본 실험에 있어서 피험자의 체격 측정은 平田(1976), Clarke(1976) 등의 방법에 의해서 측정하였으며, 신장과 하지장 등은 0.1cm 단위까지, 체중(weight)은 0.1kg 단위까지 측정하였다.

Table 1 Physical characteristics of subjects

items		age	weight	height	leg length	thigh length	lower leg length	arm length	foot length	foot arc	
		(yr)	(kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	
subjects	male	M	21.6	56.7	159.3	80.2	37.4	42.5	66.6	23.3	2.10
		SD	0.89	6.23	2.69	1.89	1.43	1.12	2.21	0.46	0.37
female		M	22.4	74.5	174.6	89.2	42.8	47.1	71.9	25.1	2.42
		SD	1.34	11.60	5.10	2.84	2.47	1.47	2.92	0.80	0.28
		\bar{x}	22.0	65.6	167.0	84.7	40.1	44.8	69.3	24.2	2.30
		SD	1.15	12.93	8.94	5.26	3.44	2.72	3.73	1.14	0.35

2. 실험기기

본 실험에 사용된 기자재는 Table 2와 같다.

Table 2 Experimental equipments

Equipments	Size type	Manufacturer	Nationality
High speed video camera	60fps/sec	Panasonic Co.	Japan
Force platform system	4060A	Bertec Co.	USA
Video cassette recorder	AG7350	Panasonic Co.	Japan
Trinitron video monitor	PVM-1351Q	Sony Co.	Japan
AMP	8-channel amp.	Bertec Co.	USA
Signal conditioner	SGA-6-3	Hitachi Co.	Japan
A/D converter	Pcl-818 board	Advantech Co.	Taiwan
Video monitor	CNR 842 K	Gold-star Co.	Korea

3. 실험내용 및 방법

1) 3차원 영상 촬영

- (1) 통제점 촬영 : 촬영을 실시하기 전 통제점막대(control bar)를 실제 동작이 일어날 공간에 위치시킨 후 두 대의 고속 비디오 카메라로 촬영을 한 후 제거하였다.
- (2) 실제 동작촬영 : 실내체육관에서 보조조명을 이용하여 촬영하였으며 준비자세를 취하게 한 후 좌·우·전방향으로 신체 중심을 30cm 이상 이동하게 하였으며, Take-off에서부터 Landing시까지의 동작을 동조시키기 위하여 동조 타이머를 작동시킨 상태에서 각각 2대의 고속비디오 카메라로 60fps 속도로 촬영하였다.
- (3) 전체 실험 장면 : 실험 동작을 측정하기 위하여 2대의 지면반력기의 전방 중앙을 기점으로 45° 각도의 연장 6.5m 지점에 2대의 High speed video camera와 동조 타이머를 90° 각도로 각각 피험자의 운동방향 좌우측 전방에 설치하였고, 피험자가 준비자세동작을 실시하는 실내체육관 바닥에 지면반력측정기를 세팅한 후 그 위에 전신반응측정기(WRM)를 설치하였다.

2) 지면반력 및 전신반응 측정

실내체육관 바닥에 지면반력기 2대를 준비자세에서 좌·우측 발의 기저면에 각각 1대씩 세팅한

후 그 위에 전신반응측정기(WRM)를 설치하고 그 위에서 오픈 스탠스(open stance)와 크로스 스탠스(cross stance) 준비 상태에서 빨간색 불이 켜지면 좌측방향으로, 노란색 불이 켜지면 우측방향으로, 파란색불이 켜지면 앞쪽방향으로 신체 중심을 30cm 이상 이동하게 하였으며, Take-off에서부터 Landing시까지의 동작을 3회 실시하게 한 수치를 평균하여 통계처리 자료로 하였다.

지면반력을 측정하기 위하여 압력판 위에서의 Take-off에서부터 Landing시까지의 지점을 수평으로 유지시켜 압력판의 코드(cord)를 증폭기(amplifier)에 연결하였다. 증폭기에 의해 아날로그화 시킨 자료를 6개의 용력측정장치(wheatstone bridge)를 이용하여 준비동작의 Take-off에서부터 Landing시 까지 F_x (좌우지면반력), F_y (전후지면반력), F_z (수직지면반력) 방향의 지면반력을 10초동안 1000Hz로 측정하였다.

- (1) 지면반력의 측정 단계는 감식단계, 시그널 조절단계, 기록단계의 3단계로 구분하여 측정하였다.
- (2) 캘리브레이션은 압력판위의 각각 다른 지점에 이미 알고 있는 부하를 올려 놓은 후 F_x , F_y , F_z 의 민감도를 캘리브레이션 한 후 측정하였다.

4. 자료처리

본 실험의 자료처리는 2대의 High speed video camera를 이용하여 얻은 Video tape 이용하여 인체 분절을 23개의 디지털링 포인트로 정의한 후 3-D motion analysis system의 프로그램을 이용하여 디지털화시켰으며 동작분석기에 연결된 P.C를 이용하여 자료를 분석하였다. 2대의 카메라로부터 얻은 데이터의 동기화는 3차 스플라인(cubic spline function)을 이용하여 보간을 실시하였으며 동기화된 좌표쌍으로부터 3차원 좌표계산은 Walton(1981)의 DLT기법을 사용하였다. 계산된 3차원 좌표공간에 내포된 우연오차를 제거하는데는 Butter worth low pass filtering을 이용하였으며 Cut of frequency는 6Hz로 하였다. 인체 분절의 측정학적 자료는 Chandler(1975)의 자료를 사용하였다.

지면반력측정기를 이용하여 얻은 지면반력의 변인은 Bertec Co.(1996)의 Force-Plus 프로그램을 이용하여 자료를 분석하였고 그 결과를 SAS 통계 프로그램으로 평균과 표준편차를 산출하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

준비자세에서의 전신반응동작을 동작분석기를 이용하여 오픈 스탠스(open stance)와 크로스 스탠스

스(cross stance)상태에서의 하지관절의 동작과 신체중심이동 속도의 메카니즘을 분석하였고, 준비동작 변화에 따른 지면반력측정기를 이용한 "Take-off"시의 지면반력을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 동작분석결과

Take-off시와 Landing시의 하지관절의 동작분석을 용이하게 하기 위하여 슬관절과 고관절의 각도를 Fig.1와 같이 규정하여 분석하였으며 신체중심이동 속도는 체공시의 최고 수평이동속도를 이용하여 분석하였다.

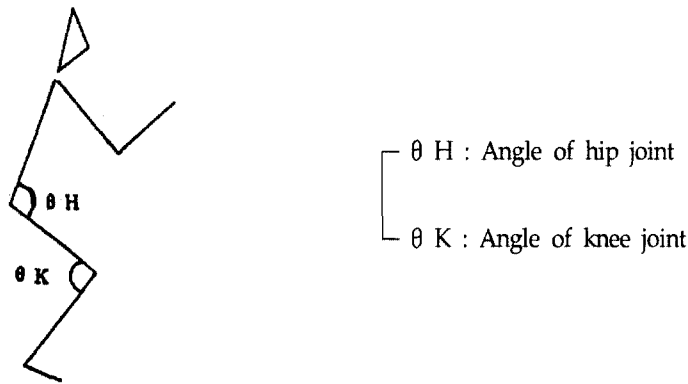


Fig. 1 Convention of each joint angle

1) 준비자세에서 왼쪽방향으로 이동시 동작분석 결과

준비자세에서 왼쪽방향으로 이동시 동작분석 결과는 Table 3에서와 같이 남성과 여성의 open stance와 cross stance의 슬관절의 각도 변화를 비교 분석해보면 여성이 남성보다 오른발과 왼발 모두 평균 약 10° 정도 더 굴곡시킨 상태로 Take-off와 Landing 동작을 수행하였으며 open stance보다 cross stance 자세에서 약간 더 굴곡된 상태로 Take-off와 Landing 동작을 수행한 것으로 분석되었다.

남성과 여성의 open stance와 cross stance의 고관절의 각도 변화를 비교 분석해보면 남성과 여성의 굴신동작은 유의한 차이 없이 Take-off와 Landing 동작을 수행한 것으로 분석되었으며, 체공시의 신체중심의 최고 수평이동속도는 남성의 cross stance시 $1.72 \pm 0.08 \text{m/sec}$ 로 가장 빨랐으며 여성의 open stance시 $1.59 \pm 0.13 \text{m/sec}$ 로 가장 늦은 이동 속도를 나타냈고, 이때 남성의 왼발과 오른발의 Take-off시 슬관절 평균 굴곡 각도는 각각 $175.0 \pm 4.40^\circ$ 와 $175.0 \pm 2.27^\circ$ 로 거의 동일한 각도를 나타냈으며, Landing시의 평균 각도는 각각 $169.8 \pm 8.43^\circ$ 와 $166.1 \pm 10.20^\circ$ 로 약 3° 정도 오른발을

더 굴곡시키는 것으로 나타났고, 왼발과 오른발의 Take-off시 고관절 평균 굴곡각도는 각각 $174.9 \pm 4.13^\circ$ 와 $170.1 \pm 9.75^\circ$ 로 약 5° 정도의 각도차를 나타냈으며, Landing시의 평균각도는 각각 $163.3 \pm 8.58^\circ$ 와 $166.1 \pm 10.20^\circ$ 로 약 3° 정도 고관절을 더 굴곡시키는 것으로 나타났다.

Table 3 Kinematic variances of motion to the left at the ready pose (unit : degree)

items		left leg angles				right leg angles				velocity of COG (m/s)	
		take-off		landing		take-off		landing			
		knee joint	hip joint	knee joint	hip joint	knee joint	hip joint	knee joint	hip joint		
ma l e	open stance	M	175.1	171.4	172.3	169.2	173.3	171.4	172.1	169.1	1.71
		SD	2.43	10.54	8.60	5.50	4.81	6.50	7.47	8.74	0.09
	cross stance	M	175.0	174.9	169.8	163.3	175.0	170.1	166.8	166.1	1.72
		SD	4.40	4.13	8.43	8.58	2.27	9.75	11.93	10.20	0.08
f e m a l e	open stance	M	163.2	169.7	169.4	172.3	166.9	171.8	150.1	171.6	1.59
		SD	4.38	7.88	3.55	2.83	12.01	6.15	13.36	6.29	0.13
	cross stance	M	166.1	166.4	159.5	157.9	164.7	168.0	156.3	167.2	1.66
		SD	13.86	10.73	10.08	15.03	10.58	8.62	12.00	11.19	0.13

이러한 결과는 남성과 여성 모두 cross stance가 open stance 보다 더 빠른 전신반응 동작을 수행할 수 있는 준비자세의 메카니즘이라고 분석되어지며 Take-off시 보다 Landing시 더 큰 각도로 굴곡동작을 수행하는 것은 Landing시 충격량을 줄이기 위한 동작으로 분석되어진다.

2) 준비자세에서 오른쪽 방향으로 이동시 동작분석 결과

준비자세에서 오른쪽방향으로 이동시 동작분석결과는 Table 4에서와 같이 남성과 여성의 open stance와 cross stance의 슬관절의 각도 변화를 비교 분석해보면 여성이 남성보다 왼발을 약 10° 정도 더 굴곡시킨 상태로 Take-off 동작을 수행하였으며, 오른발에 있어서는 굴신각의 차이 없이 Take-off 동작을 수행하였고, Landing시의 왼발의 경우 여성이 남성보다 약 20° 정도 더 굴곡시키는 것으로 나타났으며, 오른발의 경우는 유의한 차이 없이 Landing 동작을 수행한 것으로 분석되었다.

남성과 여성의 open stance와 cross stance의 고관절의 각도 변화를 비교 분석해보면 남성과 여성의 굴신동작은 유의한 차이 없이 Take-off와 Landing 동작을 수행한 것으로 분석되었으며, 체공시의 신체중심의 최고 수평이동속도는 남성의 cross stance시 $1.70 \pm 0.12\text{m/sec}$ 로 가장 빨랐으며 여성의 open stance시 $1.57 \pm 0.11\text{m/sec}$ 로 가장 늦은 이동 속도를 나타냈고, 이 때 남성의 왼발과 오른발의 Take-off시 슬관절 평균 굴곡 각도는 각각 $171.3 \pm 6.09^\circ$ 와 $169.5 \pm 2.91^\circ$ 로 거의 동일한 굴곡각도를 나타냈으며, Landing시의 평균 굴곡각도는 각각 $167.6 \pm 5.11^\circ$ 와 $172.8 \pm 0.27^\circ$ 로 약 5° 정도 왼발을 더 굴곡시키는 것으로 나타났고, 왼발과 오른발의 Take-off시 고관절 평균 굴곡각도는 각각

176.7 ± 2.88° 와 167.9 ± 13.18° 로 약 9° 의 각도차를 나타냈으며, Landing시의 평균각도는 각각 168.4 ± 7.92° 와 172.8 ± 0.27° 로 약 4° 정도 왼쪽 고관절을 더 굴곡시키는 것으로 나타났다.

Table 4 Kinematic variances of motion to the right at the ready pose (unit : degree)

items		left leg angles						right leg angles				velocity of COG (m/s)
		take-off		landing		take-off		landing				
		knee joint	hip joint	knee joint	hip joint	knee joint	hip joint	knee joint	hip joint			
male	open stance	M	175.0	175.1	170.7	172.9	173.9	173.2	175.7	174.1	1.61	
		SD	4.47	6.51	8.01	5.29	3.49	3.38	5.44	5.41	0.30	
	cross stance	M	171.3	176.7	167.6	168.4	169.5	167.9	172.8	168.1	1.70	
		SD	6.09	2.88	5.11	7.92	2.91	13.18	0.27	8.46	0.12	
female	open stance	M	166.6	170.9	152.6	163.8	172.4	167.0	170.9	170.7	1.57	
		SD	8.27	7.76	10.41	8.16	4.58	6.26	8.04	6.24	0.11	
	cross stance	M	161.8	163.8	146.1	152.1	170.8	170.3	175.4	170.7	1.59	
		SD	19.09	14.70	8.73	13.84	6.02	3.13	2.41	10.20	0.15	

이러한 결과는 남성과 여성에 있어서 왼쪽방향으로 이동시의 동작분석 결과와 거의 유사한 것으로 cross stance가 open stance 보다 더 빠른 전신반응 동작을 수행할 수 있는 준비자세의 메카니즘이라고 분석되어 진다.

3) 준비자세에서 앞쪽방향으로 이동시 동작분석 결과

준비자세에서 앞쪽방향으로 이동시 동작분석결과는 Table 5에서와 같이 남성과 여성의 open stance와 cross stance의 슬관절의 각도 변화를 비교 분석해보면 여성이 남성보다 오른쪽과 왼쪽 슬관절을 대체로 더 굴곡시킨 상태로 Take-off와 Landing 동작을 수행하였으며 open stance와 cross stance 자세에서의 유의한 각도차 없이 Take-off와 Landing 동작을 수행한 것으로 분석되었다.

남성과 여성의 open stance와 cross stance의 고관절의 각도 변화를 비교 분석해보면 여성이 남성보다 오른쪽과 왼쪽 고관절을 대체로 더 굴곡시킨 상태로 Take-off와 Landing 동작을 수행한 것으로 분석되었으며, 체공시의 신체중심의 최고 수평이동속도는 남성의 cross stance시 1.28 ± 0.18m/sec로 가장 빨랐으며 여성의 open stance시 1.21 ± 0.14m/sec로 가장 늦은 이동 속도를 나타냈고, 이 때 남성의 왼발과 오른발의 Take-off시 슬관절 평균 굴곡 각도는 각각 166.6 ± 4.58° 와 176.8 ± 0.50° 로 약 10° 정도의 각도차를 나타냈으며, Landing시의 평균 각도는 각각 167.7 ± 7.69° 와 174.7 ± 5.15° 로 약 7° 정도의 각도차를 나타냈고, 왼발과 오른발의 Take-off시 고관절 평균 굴곡 각도는 각각 170.1 ± 7.25° 와 167.1 ± 7.67° 로 약 3° 정도의 각도차를 나타냈으며, Landing시의 평균 각도는 각각 173.1 ± 1.89° 와 171.9 ± 7.48° 로 거의 각도차가 없는 것으로 나타났다.

Table 5 Kinematic variances of motion to the forward at the ready pose (unit : degree)

items		left leg angles					right leg angles				velocity of COG (m/s)
		take-off		landing		take-off		landing			
		knee joint	hip joint	knee joint	hip joint	knee joint	hip joint	knee joint	hip joint		
male	open stance	M	172.5	172.7	174.7	172.0	174.7	173.6	173.1	172.5	1.26
		SD	4.11	8.67	5.07	2.84	3.40	4.09	3.07	1.63	0.29
female	cross stance	M	166.6	170.1	167.7	173.1	176.8	167.1	174.7	171.9	1.28
		SD	4.58	7.25	7.69	1.89	0.50	7.67	5.15	7.48	0.18
male	open stance	M	160.8	170.3	157.2	165.7	167.8	169.6	155.7	167.9	1.21
		SD	8.54	11.42	11.48	11.67	7.49	5.88	9.44	8.53	0.14
female	cross stance	M	169.7	163.3	160.5	170.5	164.4	165.5	159.6	165.1	1.23
		SD	10.22	16.12	12.27	10.05	13.52	5.82	15.74	12.37	0.18

이러한 결과도 왼쪽방향과 오른쪽방향으로 이동시의 동작분석 결과와 거의 유사한 것으로 cross stance가 open stance 보다 더 빠른 전신반응 동작을 수행할 수 있는 준비자세의 메카니즘이라고 분석되어 진다. 특히 앞쪽방향으로 이동시의 신체중심 이동속도가 가장 느린 것은 준비자세의 Take-off시 고관절을 신전시킨 후 Landing시에 고관절을 굴곡시키지 못함으로써 신체 중심의 이동 속도를 느리게 한 것으로 분석된다.

4) 준비자세에서 좌·우·전방향으로 이동시 동작분석 결과

준비자세에서 좌·우·전방향으로 이동시 동작분석 결과는 Table 3~5에서와 같이 남성과 여성의 open stance와 cross stance의 슬관절의 각도 변화를 비교 분석해보면 여성이 남성보다 대체로 슬관절과 고관절을 더 굴곡시킨 상태로 Take-off와 Landing 동작을 수행하였으며 open stance보다 cross stance 자세에서 약간 더 굴곡된 상태로 Take-off와 Landing 동작을 수행한 것으로 분석되었다.

체공시 신체중심의 최고 수평이동속도는 왼쪽방향으로 이동시 가장 빨랐으며 그 다음이 오른쪽 방향으로 이동시가 빨랐고 앞쪽방향으로 이동시 가장 느린 이동 속도를 나타냈다. 특히 그 중에서도 왼쪽으로 이동시 남성의 cross stance 자세에서 $1.72 \pm 0.08m/sec$ 로 가장 빨랐으며, 앞쪽으로 이동시 여성의 open stance 자세에서 $1.21 \pm 0.14m/sec$ 로 가장 느린 이동 속도를 나타냈다.

가장 빠른 이동속도를 나타냈을 때의 왼발과 오른발의 Take-off시 슬관절의 평균 굴곡 각도는 각각 $175.0 \pm 4.40^\circ$ 와 $175.0 \pm 2.27^\circ$ 로 거의 동일한 각도를 나타냈으며, Landing시의 평균 각도는 각각 $169.8 \pm 8.43^\circ$ 와 $166.1 \pm 10.20^\circ$ 로 약 3° 정도 오른발을 더 굴곡시켰고, 왼발과 오른발의 Take-off시 고관절 평균 굴곡각도는 각각 $174.9 \pm 4.13^\circ$ 와 $170.1 \pm 9.75^\circ$ 로 약 5° 정도의 각도차를 나타냈으며, Landing시의 평균 각도는 각각 $163.3 \pm 8.58^\circ$ 와 $166.1 \pm 10.20^\circ$ 로 약 3° 정도 왼쪽 고관절을 더 굴곡시키는 것으로 분석되었다.

이러한 결과들을 종합해보면 cross stance 자세와 open stance 자세에서 Take-off시 슬관절의 굴곡 각은 약 175° 의 각도를 유지하고, 고관절의 굴곡각은 약 172° 의 각도를 유지하여 준비자세를 취하는 것이 바람직한 것으로 분석된다.

2. 지면반력 분석결과

1) 준비자세에서 왼쪽방향으로 이동시 지면반력분석 결과

준비동작에서 왼쪽방향으로 이동시 지면반력의 변화는 Table 6에서와 같이 남성의 open stance와 cross stance의 경우 왼발의 평균 지지시간(support time)은 각각 $0.18 \pm 0.07\text{sec}$ 와 $0.19 \pm 0.07\text{sec}$ 로 거의 동일한 지지시간을 나타냈으며, 오른발의 평균 지지시간은 각각 $0.19 \pm 0.05\text{sec}$ 와 $0.26 \pm 0.06\text{sec}$ 로 상당한 차이를 나타냈다. 여성의 open stance와 cross stance의 경우 왼발의 평균 지지시간은 각각 $0.17 \pm 0.04\text{sec}$ 와 $0.15 \pm 0.04\text{sec}$ 로 거의 비슷한 지지시간을 나타냈으며, 오른발의 평균 지지시간은 각각 $0.31 \pm 0.07\text{sec}$ 와 $0.28 \pm 0.03\text{sec}$ 로 상당한 차이를 나타냈다.

최대 평균 좌우지면반력(Fx)은 남성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각각 $-84.7 \pm 143.3\text{N}$ 과 $-206.2 \pm 198.8\text{N}$ 으로 지면반력의 차이가 약 3배 정도 오른발에서 크게 나타났다. 그러나 오른발의 경우 각각 $-610.0 \pm 124.1\text{N}$ 과 $-544.0 \pm 110.7\text{N}$ 으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 여성에 있어서 왼발의 경우 평균 지면반력은 각각 $-123.6 \pm 43.8\text{N}$ 과 $-108.6 \pm 76.5\text{N}$ 으로 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 오른발의 경우는 각각 $-214.6 \pm 311.8\text{N}$ 과 $-375.1 \pm 68.5\text{N}$ 으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났으나 편차에서 큰 차이를 나타냈다.

Table 6 GRF of "take-off" to the left at the ready pose

(unit : N)

subjects and styles		items	left foot					right foot				
			support time (sec)	weight	GRF peak force			support time (sec)	weight	GRF peak force		
					Fx	Fy	Fz			Fx	Fy	Fz
male	open stance	M	0.18	332.5	-84.7	49.8	457.4	0.19	402.9	-610.0	60.2	1553.9
		SD	0.07	58.5	143.3	58.3	203.4	0.05	50.7	124.1	151.9	255.5
	cross stance	M	0.19	378.9	-206.2	95.3	653.0	0.26	351.1	-544.0	-148.3	1354.9
		SD	0.07	77.1	198.8	50.5	308.9	0.06	41.6	110.7	74.5	376.6
female	open stance	M	0.17	275.9	-123.6	41.9	461.3	0.31	279.7	-214.6	81.0	888.8
		SD	0.04	35.1	43.8	29.7	168.4	0.07	33.7	311.8	21.3	144.8
	cross stance	M	0.15	290.5	-108.6	56.2	471.5	0.28	265.2	-375.1	-57.9	933.6
		SD	0.04	45.1	76.5	53.2	144.5	0.03	26.3	68.5	58.2	113.9

최대 평균 전후지면반력(Fy)은 남성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각각 $49.8 \pm 58.3\text{N}$ 과 $95.3 \pm 50.5\text{N}$ 으로 지면반력의 차이를 약 2배 정도 나타냈다. 그러나 오른발의 경우 각각 $60.2 \pm 151.9\text{N}$ 과 $-148.3 \pm 74.5\text{N}$ 으로 open stance 자세에서는 후방향으로 cross stance 자세에서는 전방향으로 힘을 가하는 것으로 나타났다. 여성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 평균 지면반력은 각각 $41.9 \pm 29.7\text{N}$ 과 $56.2 \pm 53.2\text{N}$ 으로 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 오른발의 경우는 각각 $81.0 \pm 21.3\text{N}$ 과 $-57.9 \pm 58.2\text{N}$ 으로 힘의 크기는 거의 차이가 없으나 힘의 방향이 반대로 나타났다.

최대 평균 수직지면반력(Fz)은 남성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각각 $457.4 \pm 203.4\text{N}$ 과 $653.0 \pm 308.9\text{N}$ 으로 지면반력의 차이가 약 1.5배정도 오른발에서 크게 나타났다. 그러나 오른발의 경우 각각 $1539.9 \pm 255.5\text{N}$ 과 $1354.9 \pm 376.6\text{N}$ 으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 여성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 평균 지면반력은 각각 $461.3 \pm 168.4\text{N}$ 과 $471.5 \pm 144.5\text{N}$ 으로 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 오른발의 경우는 각각 $888.8 \pm 144.8\text{N}$ 과 $933.6 \pm 113.9\text{N}$ 으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

이러한 결과들을 종합적으로 고찰해보면 지지시간에 있어서 남성의 경우 왼발에서는 차이가 없으나 오른발에서는 cross stance 자세에서 약 0.07초 가량 지체되는 것으로 나타났다. 그러나 최대 평균 수직반력에서는 open stance 자세에서 약 200N 정도의 힘을 더 발휘하고 있음으로 힘의 역적인 측면에서는 거의 유사한 양을 나타낸 것으로 분석된다. 지지시간에 있어서 여성의 경우 왼발에서는 거의 차이가 없으나 오른발에서는 남성과는 다르게 cross stance 자세에서 약 0.03초 가량 빠른 것으로 나타났다. 그러나 최대 평균 수직반력에서는 cross stance 자세에서 약 50N 정도의 힘을 더 발휘하고 있음으로 힘의 역적인 측면에서는 거의 유사한 양을 나타낸 것으로 분석된다. 이러한 결과를 남녀간의 지지시간에서 비교해보면 open stance 자세에서 약 0.11sec의 차이로 여성보다 남성이 좌측으로 이동시 빠른 전신반동작을 나타냈으며 최대 평균 수직지면반력에서는 약 2배 정도 남성이 큰 힘을 나타낸 것으로 분석되었다.

2) 준비자세에서 오른쪽방향으로 이동시 지면반력분석 결과

준비동작에서 오른쪽 방향으로 이동시 지면반력의 변화는 Table 7에서와 같이 남성의 open stance와 cross stance의 경우 왼발의 평균 지지시간은 각각 $0.28 \pm 0.05\text{sec}$ 와 $0.28 \pm 0.06\text{sec}$ 로 거의 동일한 지지시간을 나타냈으며, 오른발의 평균 지지시간은 각각 $0.17 \pm 0.09\text{sec}$ 와 $0.17 \pm 0.04\text{sec}$ 로 거의 동일한 지지시간을 나타냈으나 편차는 상당히 큰 것으로 나타났다. 여성의 open stance와 cross stance의 경우 왼발의 평균 지지시간은 각각 $0.29 \pm 0.07\text{sec}$ 와 $0.29 \pm 0.08\text{sec}$ 로 거의 비슷한 지지시간을 나타냈으며, 오른발의 평균 지지시간은 각각 $0.17 \pm 0.05\text{sec}$ 와 $0.21 \pm 0.03\text{sec}$ 로 상당한 차이를 나타냈다.

또한 최대 평균 좌우지면반력(Fx)은 남성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각

각 $-567.8 \pm 94.8\text{N}$ 과 $519.7 \pm 98.9\text{N}$ 으로 지면반력의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 오른발의 경우 각각 $70.4 \pm 138.3\text{N}$ 과 $120.8 \pm 190.0\text{N}$ 으로 거의 50N 정도의 차이가 있는 것으로 나타났다. 여성에 있어서 왼발의 경우 평균은 각각 $337.1 \pm 60.4\text{N}$ 과 $314.1 \pm 49.9\text{N}$ 으로 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 오른발의 경우는 각각 $82.8 \pm 6.7\text{N}$ 과 $118.7 \pm 23.8\text{N}$ 으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 7 GRF of "take-off" to the right at the ready pose (unit : N)

items		left foot						right foot				
		support time (sec)	weight	GRF peak force			support time (sec)	weight	GRF peak force			
				Fx	Fy	Fz			Fx	Fy	Fz	
m	open stance	M	0.28	348.0	567.8	153.2	1435.9	0.17	379.8	70.4	21.5	657.5
		SD	0.05	73.9	94.8	27.0	329.4	0.09	57.8	138.3	111.5	207.5
l	cross stance	M	0.28	381.0	519.7	202.2	1309.9	0.17	349.0	120.8	-74.5	665.2
		SD	0.06	63.3	98.9	98.7	345.8	0.04	84.6	190.0	59.8	347.8
f	open stance	M	0.29	288.0	337.1	89.1	886.5	0.17	267.7	82.8	-8.6	506.2
		SD	0.07	32.1	60.4	24.1	117.4	0.05	40.1	6.7	75.7	143.9
e	cross stance	M	0.29	253.6	314.1	103.3	779.8	0.21	302.0	118.7	-65.2	567.5
		SD	0.08	63.1	49.9	34.9	126.2	0.03	66.4	23.8	56.2	149.2

최대 평균 전후지면반력(Fy)은 남성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각각 $153.3 \pm 27.0\text{N}$ 과 $202.2 \pm 98.7\text{N}$ 으로 자세변화에 따른 지면반력의 차이가 약 50N 정도의 차이를 나타냈다. 그러나 오른발의 경우 각각 $21.5 \pm 111.5\text{N}$ 과 $-74.5 \pm 59.8\text{N}$ 으로 open stance 자세에서는 후방향으로 cross stance 자세에서는 전방향으로 힘을 가하는 것으로 나타났다. 여성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각각 $337.1 \pm 60.4\text{N}$ 과 $314.1 \pm 49.9\text{N}$ 으로 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 오른발의 경우는 각각 $-8.6 \pm 75.7\text{N}$ 과 $-65.2 \pm 56.2\text{N}$ 으로 상당한 차이를 나타냈다.

최대 평균 수직지면반력(Fz)은 남성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각각 $1435.9 \pm 329.4\text{N}$ 과 $1309.9 \pm 345.8\text{N}$ 으로 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 오른발의 경우 각각 $657.5 \pm 207.5\text{N}$ 과 $665.2 \pm 347.8\text{N}$ 으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 여성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 평균은 각각 $886.5 \pm 117.4\text{N}$ 과 $779.8 \pm 126.2\text{N}$ 으로 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 오른발의 경우는 각각 $506.2 \pm 143.9\text{N}$ 과 $567.5 \pm 149.2\text{N}$ 으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

이러한 결과들을 종합적으로 고찰해보면 open stance와 cross stance에 있어서 지지시간은 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 최대 평균 수직반력에서는 왼발이 오른발보다 open stance 자세일 때 약 2배 정도의 힘을 더 발휘한 것으로 분석되었다. 여성의 경우 지지시간에 있어서 왼발에서는 거의

차이가 없으나 오른발에서는 남성과는 다르게 cross stance 자세에서 약 0.04초 가량 더 느린 것으로 나타났다. 그러나 왼발에서의 최대 평균 수직반력에서는 open stance 자세에서 약 100N 정도의 힘을 더 발휘한 것으로 분석된다. 이러한 결과를 남녀간의 지지시간에서 비교해보면 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 거의 차이가 없으나 오른발의 경우 여성보다 남성이 좌측으로 이동시 빠른 전신반응동작을 나타냈으며 왼발의 최대 평균 수직지면반력에서도 약 2배 정도 남성이 큰 힘을 나타낸 것으로 분석되었다.

3) 준비자세에서 앞쪽방향으로 이동시 지면반력분석 결과

준비동작에서 앞쪽방향으로 이동시 지면반력의 변화는 Table 8에서와 같이 남성의 open stance와 cross stance의 경우 왼발의 평균 지지시간은 각각 $0.20 \pm 0.04\text{sec}$ 와 $0.20 \pm 0.07\text{sec}$ 로 거의 동일한 지지시간을 나타냈으며, 오른발의 평균 지지시간은 각각 $0.20 \pm 0.07\text{sec}$ 와 $0.18 \pm 0.06\text{sec}$ 로 약 0.02sec의 차이를 나타냈다. 여성의 open stance와 cross stance의 경우 왼발의 평균 지지시간은 각각 $0.20 \pm 0.06\text{sec}$ 와 $0.21 \pm 0.04\text{sec}$ 로 거의 비슷한 지지시간을 나타냈으며, 오른발의 평균 지지시간은 각각 $0.25 \pm 0.03\text{sec}$ 와 $0.23 \pm 0.05\text{sec}$ 로 약 0.02sec의 차이를 나타냈다.

또한 최대 평균 좌우지면반력(Fx)은 남성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각각 $86.9 \pm 24.7\text{N}$ 과 $92.1 \pm 57.6\text{N}$ 으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 오른발의 경우 각각 $-87.7 \pm 17.2\text{N}$ 과 $-116.7 \pm 39.6\text{N}$ 으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 여성에 있어서 왼발의 경우 평균은 각각 $-60.5 \pm 14.7\text{N}$ 과 $60.7 \pm 28.3\text{N}$ 으로 힘의 크기에는 차이가 거의 없었으나 힘의 방향은 서로 반대로 작용한 것으로 나타났다. 오른발의 경우는 각각 $-83.9 \pm 30.3\text{N}$ 과 $-134.9 \pm 58.1\text{N}$ 으로 약 50N의 차이를 나타냈다.

Table 8 GRF of "take-off" to the forward in the ready pose (unit : N)

subjects and styles		items		left foot					right foot				
				support time (sec)	weight	GRF peak force			support time (sec)	weight	GRF peak force		
		Fx	Fy			Fz	Fx	Fy			Fz		
male	open stance	M	0.20	337.9	86.9	-131.4	654.9	0.20	392.3	-87.7	-249.0	766.5	
		SD	0.04	53.3	24.7	131.5	119.7	0.07	52.8	17.2	92.8	126.7	
female	cross stance	M	0.20	384.9	92.1	-177.3	780.1	0.18	345.1	-116.7	-321.7	854.5	
		SD	0.07	53.8	57.6	50.1	371.9	0.06	84.2	39.6	70.4	114.8	
male	open stance	M	0.20	267.5	60.5	-116.6	439.5	0.25	288.4	-83.9	-122.1	515.6	
		SD	0.06	29.8	14.7	40.6	73.2	0.03	39.0	30.3	24.2	57.1	
female	cross stance	M	0.21	281.6	60.7	-61.5	512.3	0.23	274.0	-134.9	-222.1	621.4	
		SD	0.04	56.6	28.3	88.1	140.4	0.05	47.3	58.1	35.6	63.1	

· 최대 평균 전후지면반력(F_y)은 남성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각각 $-131.4 \pm 131.5\text{N}$ 과 $-177.3 \pm 50.1\text{N}$ 으로 힘의 크기는 약 45N의 차이를 나타냈고 오른발의 경우 각각 $-249.0 \pm 92.8\text{N}$ 과 $-321.7 \pm 70.4\text{N}$ 으로 약 70N의 차이를 나타냈다. 여성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각각 $-116.6 \pm 40.6\text{N}$ 과 $-61.5 \pm 88.1\text{N}$ 으로 약 50N의 차이가 있는 것으로 나타났다. 오른발의 경우는 각각 $-122.1 \pm 24.2\text{N}$ 과 $-222.1 \pm 35.6\text{N}$ 으로 약 100N의 차이가 있는 것으로 나타났다.

최대 평균 수직지면반력(F_z)은 남성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 각각 $654.9 \pm 119.7\text{N}$ 과 $780.1 \pm 371.9\text{N}$ 으로 지면반력의 차이가 약 130N정도 오른발에서 크게 나타났다. 그러나 오른발의 경우 각각 $766.5 \pm 126.7\text{N}$ 과 $854.5 \pm 114.8\text{N}$ 으로 약 100N정도 차이가 있는 것으로 나타났다. 여성의 open stance와 cross stance에 있어서 왼발의 경우 평균은 각각 $439.5 \pm 73.2\text{N}$ 과 $512.3 \pm 140.4\text{N}$ 으로 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 오른발의 경우는 각각 $515.6 \pm 57.1\text{N}$ 과 $621.4 \pm 63.1\text{N}$ 으로 약 100N의 차이가 있는 것으로 나타났다.

이러한 결과들을 종합적으로 고찰해보면 지지시간에 있어서 남성의 경우 왼발에서는 차이가 없으나 오른발에서는 cross stance 자세에서 약 0.02초 가량 더 빠른 것으로 나타났다. 그러나 최대 평균 수직반력에서는 open stance 자세에서 약 110N 정도의 힘을 더 발휘하고 있음으로 힘의 역적인 측면에서는 거의 유사한 양을 나타낸 것으로 분석된다. 여성의 경우 지지시간에 있어서 왼발에서는 거의 차이가 없으나 오른발에서는 cross stance 자세에서 약 0.02초 가량 더 빠른 것으로 나타났다. 그러나 최대 평균 수직반력에서는 cross stance 자세에서 약 110N 정도의 힘을 더 발휘하고 있음으로 힘의 역적인 측면에서는 거의 유사한 양을 나타낸 것으로 분석된다. 이러한 결과를 남녀간의 지지시간에서 비교해보면 왼발에서는 거의 차이가 없으나 오른발에서 open stance와 cross stance 자세에서 각각 약 0.05sec의 차이로 여성보다 남성이 앞쪽으로 이동시 빠른 전신반응동작을 나타낸 것으로 분석되었다.

IV. 결론

본 연구의 목적은 준비동작의 형태 변화(open stance & cross stance)에 따른 신체움직임을 운동역학적인 분석을 통하여 바람직한 준비동작의 모델을 제시하는데 있으며, 이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 연구대상자는 부산 B대학교의 핸드볼 선수인 남학생 5명과 부산 S대학교의 사격선수인 여학생 5명을 선정하였다. 준비자세에서의 좌·우·전방향으로 이동시의 동작을 2대의 고속 비디오 카메라와 2대의 지면반력기 그리고 전신반응측정 장비를 이용하여 자료를 수집하였고, 3차원 동작분석기와 GRF system 그리고 전신반응측정기 등을 이용하여 준비자세에서의 좌·우·전방향 이동시의 메카니즘을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 준비자세에서 좌·우·전방향 이동시 동작분석 결과 cross stance 자세가 open stance 자세 보다 신체중심이동 속도가 빠른 것으로 분석되었으며 Take-off시 슬관절의 굴곡각은 약 175°의 각도를 유지하고, 고관절의 굴곡각은 약 172°의 각도를 유지하여 준비자세를 취하는 것이 바람직한 것으로 분석되었다.
2. 준비자세에서 좌·우·전방향으로 이동시 지지시간과 지면반력분석 결과를 종합해 보면 준비동작에서 왼쪽방향으로 이동시 가장 빠른 신체중심이동 속도를 나타낸 남성의 cross stance의 경우 왼발의 평균 지지시간은 $0.19 \pm 0.07\text{sec}$, 오른발의 평균 지지시간은 $0.26 \pm 0.06\text{sec}$ 로 약 0.07sec 정도의 지지시간 차이를 나타냈다.
3. 준비자세에서 좌·우·전방향 이동시 지면반력 분석 결과 open stance 자세에서는 한쪽 발에 최대 1550N(Newton) 이상의 과부하를 순간적으로 주어 상해를 유발시킬 수 있는 동작으로 분석되었으나 cross stance 자세는 왼발과 오른발에 지면반력을 적절히 분산시켜 한쪽 발에 최대 1350N(Newton)의 부하를 주므로 open stance 자세보다는 cross stance 준비자세가 바람직한 것으로 분석되었다.

참 고 문 헌

- 강은기(1984), 승부 Kick 時 Ball 속도와 G.K Saving time 및 반응시간에 관한 연구 동아대학교 대학원 석사학위논문.
- 권명섭(1988), 육상경기선수의 국소 및 전신반응에 관한 연구, 세종대학교 대학원 석사학위논문.
- 김영철(1987), 오픈스파이크(Open Spike)時 지면반력 분석, 인하대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김창현(1979), Hand Ball 선수의 운동 반응에 관한 연구, 전남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김태형(1996), 에어로빅스 하이킥시 운동화 중저의 경도에 따른 지면반력의 변화 및 발의 안정성에 관한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 박선주(1988), 운동선수의 반응시간과 순발력과의 상관성에 관한 연구, 조선대학교 석사학위논문.
- 조승제(1987), 운동부하에 따른 반응시간에 관한 연구, 국민대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조인환(1987), 배구선수의 남·여 Position별 전신반응시간에 관한 연구, 경남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 차이상(1984), 배구선수의 Position 특성에 따른 전신반응시간에 관한 연구, 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 하영갑(1988), Boxing 선수의 전신반응시간에 관한 연구, 경상대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 황선명(1995), 씨름경기의 준비동작유형이 경기내용에 미치는 영향, 학교보건·체육연구소지, 제2권 제1호, pp. 191~204.
- 平田 欽逸(1976) : 體格體力測定法, 平田研究所(中京大學),pp. 4~6.
- Bates,B.T.(1983), L.R.Osternig, J.A.Sawhill, J.Hamill, Identification of Critical Variables Describing Ground Reaction Forces during Running. Biomechanics VIII-A.
- Cattell,J.M.(1947),The influence of the intensity of the stimulus on the length of the reaction time, Brain reprinted.
- Cavanagh,P.R.(1980), M.A.Lafortune, Ground Reaction Forces in Distance Running, J. of Biomechanics 13.
- Chandler,R.F.(1975), Clauser,C.E., McConville, J.T., Reynolds,H.M.,and Young,J.W., Investigation of inertial properties of the human body. DOT Hs-801 430, Wright-Patterson Air Force Base.
- Clarke, H.H.(1976), Application of Measurements to Health and Education(5th Ed), Prentice-Hall, Inc., pp.75~86.
- Fenton,R.M.(1984), Race Walking Ground Reaction Forces, Sport Biomechanics.
- Goodenough,F.L.(1935), The development of the reactive process from early childhood to nativity, Journal of Experimental Psychology. p. 431.
- Singer,R.N.(1980), Motor learning and human performance, Macmillan Publishing Co. p.209.
- Younger,L.A.(1959), Acomparision of Reaction and Movement time & Women Athletes and Non-athletes, Research Quart.
- Walton,J.S.(1981), Close-Range cinephotogrammetry, A generalized technique for quantfying gross human motion. Ph.D. Dissertation, the Pennsylvania state university.

ABSTRACT

Sports Biomechanical Analysis of Physical Movements on the Basis of the Patterns of the Ready Poses

Joong-Sook Lee

The purpose of this research is to provide a proper model by analyzing the sports biomechanical of physical movements on the basis of the two patterns(open-stance and cross-stance) at the ready-to-start pose. The subjects for this study are composed of five male handball players from P university and five female shooting players from S university. Three-way moving actions at start (right, left, and forward) are recorded with two high-speed video cameras and measured with two Force platforms and a EMG system. Three-dimensional action analyzer, GRF system, and Whole body reaction movement system are used to figure out the moving mechanisms at the start pose.

The analytic results of the moving mechanism at the start pose were as follows.

1. Through examining the three-way moving actions at start, I have found the cross-stance pose is better for the moving speed of body weight balance than the open-stance one. 175 degree of knee joint angle at "take-off" and 172 degree of hip joint angle were best for the start pose.
2. The Support time and GRF data shows that the quickest center of gravity shift was occurred when cross-stanced male subjects started to move toward his lefthand side. The quickest male's average supporting time of left and right foot is 0.19 ± 0.07 sec., 0.26 ± 0.06 sec. respectively. The supporting time difference between two feet is 0.07sec.
3. Through analyzing GRF of moving actions at start pose, I have concluded that more than 1550N are overloaded on one foot at the open-stance start, and the overloaded force may cause physical injury. However, at the cross-stance pose, The GRF are properly dispersed on both feet, and maximum 1350N are loaded on one foot.

key words : ready poses, support time, physical movements, Sports Biomechanics, ground reaction force

Received in final form 1 November 2002

* Corresponding author, Professor, Department of Physical Education College of Natural Science Silla University, San 1-1, Guaeobop-dong, Sasang-gu, Busan, 617-736, Korea
E-mail : jslee@mail.silla.ac.kr