

석사학위논문

남·여 축구선수의 중거리 인스텝 슈팅의  
운동학적 분석

지도교수 류 재 청



제주대학교 교육대학원

체육교육전공

김 세 민

2000년 8월

# 남·여 축구선수의 중거리 인스텝 슛팅의 운동학적 분석

지도교수 류 재 청

이 논문을 교육학 석사학위논문으로 제출함

2000년 6월 일

제주대학교 교육대학원 체육교육전공

 제주대학교 중앙도서관  
제출자 김 세 민

김세민의 교육학 석사학위논문을 인준함

2000년 7월 일

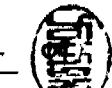
심사위원장

李昌俊



심사위원

南獅雄



심사위원

柳在靑



## <초록>

# 남·여 축구선수의 중거리 인스텝 슈팅의 운동학적 분석

김 세 민

제주대학교 교육대학원 체육교육전공

지도교수 류 계 정

축구 중거리 인스텝 슈팅 동작시 일어나는 운동학적 변인들을 비교 분석하였다.

따라서 본 연구는 남자 대학 축구선수 3명과 여자 대학 축구선수 3명을 대상으로 하여 축구 중거리 인스텝 슈팅 동작시 일어나는 운동학적 변인들을 비교 분석하여 보다 효과적인 인스텝 슈팅을 위한 운동학적 정보를 인선 지도자와 선수들에게 제공해 보려 과학적이고, 합리적인 훈련방법에 기초자료를 제공하는 데 목적이 있다. 따라서 변인들의 결과치를 비교, 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다

1. 시간변인 : 전체 소요시간 중 백 스윙하여 발 끝이 정상인 위치부터 하퇴가 수평에 이르는 순간까지의 국면은 비슷하게 나타났으나 그 외의 국면에서는 남자가 빠르게 나타났다.

2. 국면별 신체중심 변위 : 좌우방향의 신체중심 변위는 여자가 남자 보다 측면접근을 더 많이 한 것으로 나타나 여자가 높게 나타났으며, 전후방향의 신체 중심의 변위는 Top에서부터 Hor까지는 여자가, Kco국면부터 Fol까지는 남자가 높게, 상하방향인 경우 남자가 높게 나타났다.

### 3. 국면별 속도

1) 신체중심의 속도 : 좌우방향의 경우 Kco국면까지 여자가 빠르게 나타났는데 이는 남자 보다 측면 접근을 통해 빠르게 접근했기 때문이라 사료된다. 전후방향의 신체중심 속도의 경우 여자는 스윙이 진행되면서 서서히 감소하였으나 남자는 Fol국면에서 상승하였다. 이는 슈팅 동작시 상체를 앞으로 굽히기 때문이라고 사료되며, 상하방향의 경우 남·녀 모두 Hor국면을 지나면서 서서히 감소했는데 이는 임팩트하기 위해 신체 중심을 낮추며 볼을 정확히 임팩트하기 위함이라 사료된다.

2) 하지분절의 속도 : 하지분절의 속도는 대퇴분절의 큰 속도를 가지고 운동을 시작하여 하퇴, 발분절로 전이되는 특성을 가지고 있다. 임팩트 순간 원위분절인 발분절의 속도를 높이기 위해서는 근위에서 원위로 가속시키는 타이밍이 중요한 것으로 사료된다.

4. **국면별 각 변위** : 고관절의 경우 남자가 여자보다 작게 나타났다. 이는 강슛뿐만 아니라 볼이 공중으로 뜨는 것을 예방하기 위하여 고관절 각이 작아진 것으로 사료된다. 슬관절의 경우 Hor국면 이전에서부터 서서히 증가하여 Imp국면시 최대치를 보였다. 이는 슛 방법에 있어서 무릎 관절의 각을 작게하여 회전에 의한 힘을 증가시키면 임팩트 순간 운동량을 크게 할 것이라 사료된다. 족관절의 경우 여자는 Top국면에서 증가하여 Kco국면에서 최대치를 보인 반면, 남자는 Imp국면에서 최대치를 보였다. 이는 남자가 각을 크게 하여 여자보다 많은 운동량을 볼에 전달하여 볼의 속도에 영향을 미쳤다고 사료된다.

5. **국면별 각속도** : 국면별 각속도는 대퇴가 큰 각속도를 가지고 운동을 시작하여 스윙이 진행되면서 하퇴, 발순으로 진행되었으며, 전체적인 국면에서 남자가 여자보다 높게 나타났다. 따라서 여자 선수들의 경우 백스윙 시 고관절의 신전을 높여서 다운 스윙 시 대퇴의 높은 각속도를 하퇴로 전달하는 훈련이 필요한 것으로 사료된다.

6. **볼 속도에 미친 하지분절의 기여도** : 볼 속도에 대한 하지분절의 기여도는 Top국면에서 대퇴, 신체중심, 하퇴, 발 순으로 Hor국면에서 남자인 경우 대퇴, 하퇴, 신체중심, 발순으로, 여자인 경우 대퇴, 하퇴, 발, 중심속도 순으로 Kco국면에서는 하퇴, 발 대퇴, 신체중심 순으로, Imp국면에서는 발, 하퇴, 대퇴, 신체중심 순으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하면 중심 변위는 Y(전후방향) 축과 Z(상하방향)축으로의 이동을 유도하며, 볼 속도를 증가시키기 위해서는 임팩트 직전의 발 속도를 증가시키는 것이 중요하다. 또한 신체분절은 근위에서 원위분절로 이어지는 스윙 즉, 채찍과 같은 운동이 일어날 수 있도록 해야 하며, Imp직전 발목관절의 각을 크게 하는 게 중요하다. 아울러 발끝 속도를 증가시키기 위한 기여도인으로서 대퇴, 하퇴, 발, 신체중심의 속도를 증가 시켜줌으로서 강하고 정확한 슛을 행할 수 있을 것이라 사료된다.

# 목 차

I. 서 론 .....	1
1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구의 목적 .....	3
3. 연구의 제한점 .....	3
4. 용어의 정의 .....	4
II. 이론적 배경 .....	5
1. 축구 슈팅(Shooting)동작의 연구 .....	5
2. 킥킹(Kicking)동작의 일반적 유형 .....	6
III. 연구방법 .....	9
1. 연구대상 .....	9
2. 실험 및 분석장비 .....	10
1) 비디오 카메라 .....	10
2) 통제점 틀 및 기준점 .....	10
3) 축구공 .....	11
4) 비디오 디지털타이저 .....	11
5) 컴퓨터 .....	11
3. 실험절차 .....	11
4. 인체모델 및 신체분절자료(BSP) .....	13
5. 자료분석 .....	14
1) 디지털타이징 및 처리 .....	14
2) 분석국면 .....	15
3) 인체모델링 .....	16

4) 연구변인 산출 .....	18
<b>IV. 연구결과 .....</b>	<b>20</b>
1. 시간변인 .....	20
2. 신체중심 변위 .....	21
3. 속도변인 .....	25
1) 국면별 신체중심 속도 .....	25
2) 하지분절의 속도 .....	29
3) 볼 최대속도 .....	39
4. 하지관절의 국면별 각도 .....	40
5. 하지관절의 국면별 각속도 .....	43
6. 볼 속도에 미친 하지분절의 기여도 .....	47
1) Top동작시 신체분절의 기여도 .....	47
2) Hor동작시 신체분절의 기여도 .....	49
3) Kco동작시 신체분절의 기여도 .....	50
4) Imp동작시 신체분절의 기여도 .....	52
<b>V. 결 론 및 제언 .....</b>	<b>54</b>
1. 결 론 .....	54
1) 시간변인 .....	54
2) 국면별 신체중심 변위 .....	54
3) 국면별 속도 .....	54
4) 국면별 각 변위 .....	55
5) 국면별 각속도 .....	55
6) 볼 속도에 미친 하지분절의 기여도 .....	56
2. 제언 .....	56
 참 고 문 헌	

# 표 목 차

〈표-1〉 대상자의 특성 .....	9
〈표-2〉 관절점과 디지털 타이징 순서 .....	13
〈표-3〉 인체측정자료 (body segment parameter) .....	14
〈표-4〉 각 국면별 소요시간 .....	20
〈표-5〉 각 국면별 신체 중심변위 .....	22
〈표-6〉 국면별 신체중심 속도 .....	27
〈표-7〉 대퇴 분절의 국면별 속도 .....	30
〈표-8〉 하퇴 분절의 국면별 속도 .....	33
〈표-9〉 발 분절의 국면별 속도 .....	37
〈표-10〉 임팩트 직후 볼 최대속도 .....	39
〈표-11〉 하지관절의 각도 .....	40
〈표-12〉 하지관절의 국면별 각속도 .....	45
〈표-13〉 TOP동작시 신체분절의 기여도 .....	48
〈표-14〉 HOR동작시 신체분절의 기여도 .....	49
〈표-15〉 KCO동작시 신체분절의 기여도 .....	51
〈표-16〉 IMP동작시 신체분절의 기여도 .....	52

# 그림목차

〈그림-1〉 공간좌표 변환을 위한 통제점 틀 .....	10
〈그림-2〉 실험장면 .....	12
〈그림-3〉 인스텝 샷의 국면 구분 .....	15
〈그림-4〉 인체디지타이징 순서 .....	17
〈그림-5〉 여자의 국면별 신체중심 변위 .....	23
〈그림-6〉 남자의 국면별 신체중심 변위 .....	23
〈그림-7〉 여자의 국면별 신체중심 속도 .....	28
〈그림-8〉 남자의 국면별 신체중심 속도 .....	28
〈그림-9〉 대퇴 분절의 국면별 속도(여자) .....	31
〈그림-10〉 대퇴 분절의 국면별 속도(남자) .....	31
〈그림-11〉 하퇴 분절의 국면별 속도(여자) .....	34
〈그림-12〉 하퇴분절의 국면별 속도(남자) .....	34
〈그림-13〉 발 분절의 국면별 속도 .....	38
〈그림-14〉 발 분절의 국면별 속도 .....	38
〈그림-15〉 국면별 각도(여자) .....	42
〈그림-16〉 국면별 각도(남자) .....	43
〈그림-17〉 국면별 각속도(여자) .....	46
〈그림-18〉 국면별 각속도(남자) .....	46
〈그림-19〉 TOP동작시 신체분절의 기여도 .....	48
〈그림-20〉 HOR동작시 신체분절의 기여도 .....	50
〈그림-21〉 KCO동작시 신체분절의 기여도 .....	51
〈그림-22〉 IMP동작시 신체분절의 기여도 .....	53



# I. 서 론

## 1. 연구의 필요성

오늘날 축구는 전 세계 약 30억 인구가 즐기는 범세계적인 스포츠로서 고도의 기술과 창조력이 넘치는 전술로 게임에 임하는 선수들뿐만 아니라 스탠드에서 응원하는 관객들과 함께 하는 경기로서 국민적 공감대를 형성시켜 주는 스포츠로 각광을 받고 있다. 현재 우리 나라 축구는 80년대 프로 축구의 출범으로 아시아 정상을 달리고 있으며 월드컵 4회 연속 본선진출과 '96년 애틀랜타 올림픽에서의 1승, 그리고 2002년 월드컵을 유치하게 되면서 전국적인 관심이 대상이 되고 있다. 그러나 아직까지 월드컵에서 세계 정상급 선수들과 경쟁을 하여 1승도 올리지 못하고 있으며 남미나 유럽의 축구 강국들처럼 체계화되고 선진화된 축구교육을 받을 만한 여건이 되지 못할 뿐만 아니라 인조잔디에서 축구를 해야 하는 우리 나라 축구의 현실을 볼 때 축구 강국이라고 자부하는 나라로써 부끄러운 일이 아닐 수 없다.

한편, 여자축구는 '90년 북경 아시아 경기 대회와 '96년 애틀랜타 올림픽경기에서 정식종목으로 채택되었고 최근에 '99미국여자축구월드컵에서 보여준 여자축구의 인기를 볼 때 축구는 이제 더 이상 남자들만의 전유물이 아니다.

한국 여자축구는 짧은 역사와 I·M·F라는 국가 경제 사정으로 인하여 최근 많은 팀들이 해체되는 등 심각한 위기를 맞고 있다. 대한 축구협회에 등록된 여자팀은 초중고와 대학 및 실업팀을 모두 합쳐 32개팀, 등록된 선수는 581명에 불과하다. 이웃 일본의 1천 1백 38개팀, 2만 3천여명에 비해 40분의 1수준이며 팀이 있어도 참가할 대회가 턱없이 부족하다. 여자팀이 펼치는 대회는 한시즌 통틀어 8개정도로 그나마 중고대학 및 실업이 모두 참가하는 대회는 여왕기 중별축구대회와 도로공사배대회 뿐이다. 그러나 '99미국여자축구월드컵에서의 열기와 아시아 국가인 중국의 준우승과 북한의 선전으로 최근 여자축구에 대한 인식이 바뀌고 있다. 그리고 중국과 일본 등 아시아 각국에 비해 10년 이상 더 늦게 여자축구를 도입한 한국은 최근 걸음마 단계를 지나 도약의 단계로 접어들어 남자축구와 함께 여자축구 발전을 위

한 기술개발이 시급히 요청되고 있는 실정이다.

축구는 상대편 골문에 볼을 넣어 승패를 가리는 경기이다. 이 때 골을 얻는 수단으로 머리와 발, 몸 등이 이용되지만 발에 의한 슈팅이 대부분을 이루어지고 있다. 즉, 발에 의한 슈팅 동작은 축구경기에서 가장 빈번히 수행되는 기술로서 축구경기 기술의 핵심을 이루고 있으며, 슈팅 동작의 기교는 경기자 자신이나 팀의 전력에 결정적인 영향을 주고, 경기 내용 면에서도 흥미를 더해 주는 요소이다.

이와 같이 슈팅은 축구 경기에서 중요한 비중을 차지하므로 그 동작이 강하고 정확하게 이루어져야 하는데 슈팅 동작 기술은 차는 발의 부위에 따라 인사이드 슈팅, 인스텝 슈팅, 아웃사이드 슈팅, 인프런트 슈팅, 아웃프런트 슈팅, 토 슈팅, 힐 슈팅, 등으로 구분된다.(신동성.1990)

특히 최근에는 수비선수들의 능력이 현저하게 향상되었기 때문에 페널티 박스 안의 좁은 범위에 들어가게 되면 패스가 잘 통하지 않으므로 국제적인 선수들은 골키퍼의 허를 찌르는 예상치 못한 지역에서 혹은 예기치 않은 순간에 골 라인에서 20미터 정도 떨어진 부근에서 중거리 슈팅을 많이 시도하고 있다.

박일진(1984)은 축구 경기 슈팅과 득점력의 분석에 대한 조사 연구에서 총 4333회의 슈팅 중 인스텝슈팅이 2253(52%)회로 과반수 이상을 차지하였다고 하였으며, 또한 지역별 슈팅 조사에서는 페널티 에어리어 중앙 외곽 지역에서의 인스텝 슈팅 수가 1223(28.22%)회라 하였다.

앞의 보고에서 알 수 있듯이 인스텝 슈팅의 횟수가 비율면에서 크게 나타났음에도 불구하고 아직껏 중거리 인스텝 슈팅에 대한 분석이 미약하고, 지금까지의 연구에서는 남자선수들을 대상으로 연구한 것이 대부분이고 상대적으로 여자들의 자료는 매우 빈약한 상태이다. 여자선수들은 남자선수들에 비해 신체적·체력적 특징에서 많은 차이를 보이고 있다.

따라서 본 연구는 남·여 축구선수들의 인스텝 슈팅 동작에 영향을 미치는 제 요인을 3차원 공간에서 측정하여 분석함으로써 남자선수와 여자선수들의 가장 효율적인 중거리 인스텝 슈팅 동작 형태를 규명하고 그에 대한 정량적 자료를 산출하여 일선 지도자와 선수들에게 기술적 자료를 제공하는데 연구의 필요성이 있다.

## 2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 대중화된 축구경기를 보다 과학적인 입장에서 남·여 축구선수의 인스텝 슛 동작을 3차원 영상 분석하여 얻은 운동학적 변인들을 분석하여 효과적인 인스텝 슛을 수행하기 위한 운동학적 정보를 지도자와 선수들에게 제공해보고 과학적인 근거를 바탕으로 합리적 훈련방법에 도움을 주고자 하는데 그 목적이 있다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 세부 목표를 설정하였다.

- 1) 스윙 국면별 소요된 시간 변인을 산출하였다.
- 2) 스윙 국면별(Top back swing-Horizontal-Knee Coincident-impact-follow swing) 하지분절(고관절, 슬관절, 족관절)의 운동학적변인들을 산출하였다.
- 3) 하지분절의 인스텝 슛팅 동작시 볼에 대한 분절의 기여도를 산출하였다.



## 3. 연구의 제한점

- 1) 대상자는 선수경력 5년 이상의 제주도내의 H대학 여자축구선수 3명, C대학 축구선수 3명 (오른발잡이 선수)을 대상으로 하였다.
- 2) 좌표화(Digitizing)과정에서 보이지 않는 해부학적 경계점은 어느 정도의 오차를 포함할 수도 있다.
- 3) 동작분석을 하는데 정확성을 기하기 위하여 유니폼이 아닌 인체관절이 잘 보이는 옷을 입히고 촬영하였다.
- 4) 실험조건상 통제된 상황에서 실험하였기 때문에 실제 경기상황과 다르게 나타날 수 있다.
- 5) 인체측정자료(BSP)는 선행연구(Youngho-Kwon, 1994)의 결과를 이용하였다.

## 4. 용어의 정의

축구 중거리 인스텝 슛 동작을 분석하는 과정에서 사용되는 대표적인 용어들에 대한 정의는 다음과 같다.

- 1) 톱(Top) : 오른발이 백스윙 되어 발끝이 가장 높은 위치에 있을 때를 의미.
- 2) 수평(horizontal;HOR) : 오른발의 다운스윙이 시작되면서 하퇴(슬관절과 족관절로 연결된 하지의 한 분절)가 지면과 수평을 유지하는 시기.
- 3) 임팩트 (impact;IMP) : 슛하는 오른발이 볼과 접촉하는 순간
- 4) 무릎일치(knee coincident ; KCO) : 슛 방향을 Y축으로 보았을 경우, 다운스윙 국면에서 임팩트 전에 양 무릎이 일치하는 시기.
- 5) 팔로우스윙(follow swing:FOL) : 임팩트된 후 발의 최고정점까지 도달한 시기.
- 6) 지지발 : 슛 동작시 신체를 지면에 지지하는 신체분절(원발).
- 7) 기여도 : 볼과 임팩트시 발속도에 대한 신체분절의 기여도.
- 8) 하지(lower extremity) : 대퇴, 하퇴, 발의 링크시스템으로 구성된 신체의 일부.
- 9) 고관절(hip joint) : 골반과 대퇴골로 이루어진 관절.
- 10) 슬관절(knee joint) : 무릎관절로서 하지의 대퇴골의 원위 끝인 관절과 경골의 근위 끝 관절로 이루어진 하지의 관절
- 11) 족관절(ankle joint) : 발목관절로서 경골과 거골로 이루어진 하지의 관절.
- 12) 고관절 각(hip angle) : 몸통과 대퇴가 이루는 전방각.
- 13) 슬관절 각(knee angle) : 대퇴와 하퇴가 이루는 후방각.
- 14) 족관절 각(ankle angle) : 하퇴와 발이 이루는 전방각.

## II. 이론적 배경

### 1. 축구 슈팅(Shooting)동작의 연구

축구에서 최종적인 기술은 슈팅이다. 최근 백의 능력이 현저히 향상됐기 때문에 좁은 범위에 들어가게 되면 패스가 통하지 않으므로 국제적인 선수는 골 라인에서 20미터 부근에서 중거리슈팅을 할 수 있는 능력이 요구되며 한 경기에서 슈팅의 기회는 보통 10회를 전후한다. 그 기회를 잡을 수 있는가 하는 것은 슈팅의 잘잘못에 달려있다.

킵이나 헤딩을 잘하면 슈팅도 잘 할 수 있겠지만 완전히 일치한다고 말 할 수 없다. 슈팅을 잘 할 수 있는 사람은 키퍼의 움직임을 알아서 그 역을 찌르거나 타이밍을 어긋나게 하여 골을 넣든지 하는데 그러한 교묘함을 바라지 않더라도 상대방 수비의 방해나 손을 사용할 수 있는 키퍼의 활동을 피해서 득점하기란 그리 쉬운 일이 아니다. 슈팅하려고 할 때는 골의 위치나 골키퍼의 움직임을 볼 여유가 없는 것이 보통이기 때문에 자기의 현재의 위치에서 어느 방향에 또 어느 정도 거리에 골이 있는지를 감각적으로 체득하지 않으면 안 된다. 그러한 감각을 체득하기 위해서는 평소 연습 할 때 많은 시간을 투자하여야 할 것이다.

이렇게 비중이 큰 슈팅에 대하여 여러 학자들이 여러 분야로 연구하였다.

정광복(1980)은 인스텝 슈팅시 동작 분석에 관한 연구에서 12개의 표적을 만들어 14m와 11m에서 거리와 위치의 관계를 알아보려고 실시하였는데 특별한 차이점을 발견하지 못하였다. 진영완(1991)은 잔디와 맨땅에서 인스텝 슈팅시 운동학적인 비교분석을 하였는데, 축구의 슈팅에서도 골프, 테니스, 태권도 등에서 볼 수 있는 채택과 같은 현상이 나타났다고 밝혔고 임팩트시 지지다리의 무릎은 맨땅보다 잔디에서 약 6° 정도 더 구부리고, 발목은 맨땅보다 잔디에서 12° 정도 더 구부리고 슈팅한다고 밝혔다. 임팩트시 차는 다리의 고관절의 각도는 유사하게 나타났으며 무릎은 잔디보다 맨땅에서 6° 정도 더 구부렸으며 발목 각도는 맨땅에서 2° 정도 더 퍼

서 슈팅한 것으로 나타났다. 이것은 지지다리의 무릎과 발목이 더 구부린 상태에서 차는 다리의 발목을 더 굽혀서 슈팅하는 것은 공의 비행방향 각도에 큰 영향을 미친다고 설명하고 있다

김한환(1996)은 여자축구선수를 대상으로 인스텝 슈팅을 움직이는 상황에서 실시하게 하여 3차원으로 분석하였는데 정지된 공과 움직이는 공의 슈팅에서 무릎관절과 고관절의 각운동에서 차이를 보였고 토크(torque)또한 차이를 보였다고 발표하였다..

김준현(1996)은 축구장거리 킥과 인스텝 슈팅의 운동학적 비교에서 발끝의 선형속도요인(17.72m/sec, 17.07m/sec)과 무릎의 선형속도 요인(9.65m/sec, 8.93m/sec)에서는 두 동작에서 유의한 차이가 나타났고, 관절의 토크(torque)값은 대퇴관절의 최대 토크값과 무릎관절의 최대 토크값에서는 유의한 차이를 보이지 않았다고 밝히고, 인스텝 슈팅과 장거리 킥은 동작의 목표에 따라 선형적인 요소들을 조절하여 그 목표를 달성하지만 근본적인 동작형태를 나타내는 관절 토크에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다고 밝혔다.



## 2. 킥(Kicking)동작의 일반적 유형

공을 멈추는 것과 차는 것은 축구에서 가장 기본적인 동작이다. 킥에도 여러 가지 종류가 있지만 중요한 것은 목표를 향해서 정확하게 차는 것이다. 축구 경기에서 킥은 여러 가지 기본 기술가운데 가장 중요한 기술중의 하나로 승패를 결정짓는 슈팅의 방법으로서 전술적인 팀 플레이를 위한 패스의 기본기로 가치가 크다.

그러나 킥을 단순히 볼을 찬다는 의미로 해석하기 보다 용도에 따라 정확성과 강약, 시기, 그리고 볼의 성질들을 감안하여 유효 적절한 패스 내지는 슈팅으로 이루어지도록 계획적이고 의도적으로 킥을 하여야 한다.

이러한 킥의 동작은 힘을 발에 전달하기 위해 사용되는 치기 동작형태이며(Wickstrom, 1977) 다리를 앞으로 내미는 동작시 고관절의 굴곡(flexion)과 무릎관절의 신전(extension)후에 골반부의 회전이 발생한다는 점에서 뛰거나 걷기 동작의

변형된 동작으로 간주할 수 있다(Cooper, Adrian & Glassow, 1982). 박두균(1989)은 볼에 임팩트 되는 순간과 팔로우스로우 동작시 고관절의 각도는 숙련자와 미숙련자 사이에 유의한 차이가 있으며, 정확한 킥을 위해서는 발목 관절의 고정과 신전이 매우 중요하다고 하였다. 윤남식(1984)은 차기라고 하는 것은 발을 사용하여 다른 물체에 충격을 주는 운동이며, 일반적으로 숙련자일수록 허리를 앞으로 보내면서 발목을 살 펴서 충돌한다. 축구의 차기에서 공에 큰 충격력을 주고 공의 속도를 크게 하는 데는 발의 속도를 빠르게 하고 차는 순간에 킥하는 발을 움직이지 않고 고정시키는 일이 중요하며 에너지 소비량이 적고 공의 속도를 크게 내며 차기의 정확도가 높을 때 가장 효율적이라고 하였다. 김호곤(1991)은 잔디와 맨땅에서 장거리 킥을 할 때 킥 동작유형을 비교 분석하였는데 두 환경에서 임팩트 순간 신체 무게중심의 위치가 맨땅보다 잔디에서 2.2cm차는 방향으로 더 앞쪽에 위치하고 있다고 밝혔고, 차는 다리의 무릎관절 최대 굴곡시 지지다리의 발목관절 각도는 맨땅보다 잔디에서 평균 18° 정도 발등쪽 굴곡을 보여주고 있다고 밝혔다. Cooper, Adrian과 Glassow(1982)는 킥동작의 초기 국면에서 힘을 발휘하기 위해서는 힘의 동작이 매우 중요하며, 힘의 굴곡에 의해 대퇴가 앞으로 스윙될 때 대퇴에 의해 하퇴와 발의 스윙이 뒤따른다. 무릎의 신전은 킥동작의 최종 국면에서 힘을 발휘하는 데 가장 크게 기여한다. 그 이유는 차는 발의 속도는 힘의 굴곡시 무릎의 신전에 의해 결정되기 때문이다. 임팩트시 고관절의 회전하며 이러한 동작은 잘 훈련된 축구선수들에게 흔히 나타나며, 측면접근시 효과적으로 이용된다고 설명하였다. Adrian과 Cooper(1989)는 킥동작은 발로 힘을 전달해서 물체를 때리는 형태로서 사지 중 한발을 지지하고 스윙한다는 점에서 걷기나 달리기와 다르며 마지막 힘의 전달에서 중요한 것은 무릎의 신전에 있다. 비록 킥동작의 마지막 힘의 전달에서 고관절의 움직임이 거의 없지만 이것은 초기에 힘을 발생시키는데 중요한 역할을 한다. 고관절의 굴곡에 의해 대퇴가 앞으로 스윙되면 하퇴와 발도 같이 움직인다. 이 시기에 하퇴의 굴곡이 조금 일어나며 발을 뒤쪽으로 움직이게 한다. 발은 대퇴의 굴곡과 하퇴의 신전에 의하여 속도가 빨라진다. 임팩트시 대퇴의 굴곡이 없더라도 임팩트 후에 다시 굴곡하고 팔로우 스루에 의해 다리 전체는 위쪽으로 빠르게 움직인다. 그들은 또한 임팩트시에 작용할 수 있는 골반의 회전을 들고 있는데 이

러한 동작의 저항팔은 골반, 대퇴, 하퇴 그리고 발의 일부분이 된다. 그리고 임팩트 시 수평모멘트의 길이는 오른발로 찰 경우 왼쪽 슬관절을 통과하는 축과 수직이며 힘의 작용선과도 수직으로서 골반의 축과 거의 같다고 하였다. Jenson(1984)은 운동 수행에 있어서 킥은 어떤 일정한 거리에 있는 대상을 힘 주어 차는 과정에서 상체를 굴곡 시켰다가 신전 시킴으로써 이루어지며, 이러한 동작은 대퇴를 앞 위쪽으로 운동하게 하며 고관절의 굴곡을 유발한다. 따라서 킥하는 하지의 운동 형태가 채찍과 같은 운동을 한다고 하였다. Plagenhoef(1974)는 훌륭한 킥동작의 특징으로 킥다리의 대퇴는 완전히 후방으로 위치시킬 수 있도록 몸통을 충분히 회전하는 것과, 하퇴의 휘두름을 완전히 하기 위해 무릎관절을 충분히 굴곡 시키는 것을 주장하여 차기의 기계학적 원리를 제시하고 있다. 이와 함께 각각의 분절에서 가속과 감속을 적절히 조정(timing)하고 킥시 발을 단단하게(rigid)하는 것이 볼의 최대의 속도를 갖게 한다고 하여 킥동작에서 분절운동의 연관성을 설명하고 있다. Hewlett과 Bennet(1951)은 볼을 낮게 킥하기 위해서는 볼에 접근하는 순간 지지발이 볼중심 또는 볼 뒷부분과 나란한 위치에 발끝이 위치해야 하고, 볼을 높게 킥하기 위해서는 볼에 접근하는 순간 지지발은 볼에서 6내지 10인치 정도의 위치에 나란히 해야 한다고 했다. Burden(1955)은 킥 동작시 볼에 발의 접근과 관련된 연구에서 축구 인스텝 킥시 선수들은 볼 옆에 지지 발을 옮기기 전에 긴 보폭을 두는 것을 발견하였는데 이는 볼에 접촉하는 방향으로 차는 다리의 회전을 위해 지지발로 신체중심을 이동하기 위한 방법 때문이라고 하였다.



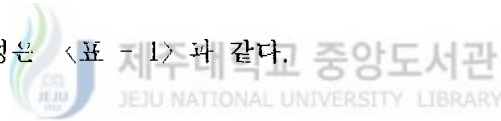
### Ⅲ. 연구방법

이 연구는 남·여 축구선수를 대상으로 인스텝 중거리 슛 동작을 3차원 영상분석을 하여 얻은 운동학적 변인을 분석하는 것이다. 이를 위한 연구방법으로서 연구대상 선정과 실험 및 분석장비, 실험 절차, 인체모델 및 신체분절자료, 자료분석 방법은 다음과 같다.

#### 1. 연구대상

본 연구의 연구 대상자는 대학교에 재학 중인 축구 선수들로서 오른발을 사용해서 슛을 구사하는 선수를 대상으로 남자 대학 축구선수 3명, 여자 대학 축구선수 3명을 선정하였다.

연구대상자의 특성은 <표-1>과 같다.



<표-1> 대상자의 특성

대상자	신장(cm)	체중(kg)	나이(세)	위 치	경력(년)
K.E.J(W1)	165	54	20	M.F	5
J.N.H(W2)	160	54	21	M.F	7
K.M.H(W3)	160	48	21	F.W	8
K.R.T(M1)	175	74	20	M.F	7
L.M.R.(M2)	173	75	20	F.W	8
M.T.B.(M3)	173	69	23	F.W	8

## 2. 실험 및 분석장비

### 1) 비디오 카메라

본 연구에서는 3차원 영상분석을 위하여 Panasonic 비디오 카메라 2대 사용하였으며, 필름은 고해상도로 촬영할 수 있는 S - VHS비디오 필름을 사용하였다.

### 2) 통제점 틀 및 기준점

3차원 영상분석에서 공간좌표를 얻기 위하여 제작된 <그림-1>과 같은 직사각형으로 된 통제점 틀을 이용하였으며 통제점 틀이 모두 비디오 카메라의 필드 안에 들어오도록 설치하였다.



<그림-1> 공간좌표 변환을 위한 통제점 틀

### 3) 축구공

인스텝 슛 동작시 볼 속도를 측정하기 위하여 사용된 볼은 국제적으로 공인된 볼로서 둘레 68 - 71cm, 무게 396 - 453g, 공기 압력 0.6 - 1.1b를 유지하도록 한 낫소(Nassau)볼을 사용하였다.

### 4) 비디오 디지털타이저

비디오 카메라로 촬영된 영상은 S - VHS(SANYO GVR - S955)와 14" S - VHS모니터 (Sony PVM - 1351Q), 비디오 분석 프로그램(KWON3D 2.1) 등을 이용하여 분석하였으며, 모니터(Sony PVM - 1351Q)는 S - VHS비디오 필름으로 촬영된 영상을 고해상도로 볼 수 있는 모니터를 이용하였다..

### 5) 컴퓨터

분석용 계산 프로그램은 3차원 좌표와 운동학적 변인의 계산을 위해 KWON3D 2.1프로그램이 장착된 대우사의 586컴퓨터를 이용하였다.

## 3. 실험절차

실험 장소는 축구 경기장으로 피험자의 인스텝 슛 동작이 일어나는 골 정면 20m 지점에 공간좌표 설정을 위해 통제점을 표시한 통제점 틀을 피험자의 인스텝 슛 동작을 완전히 포함할 수 있을 정도의 범위에 설치하였다. 통제점 틀이 모두 고속 카메라 필드 안에 들어오도록 줌렌즈가 부착된 2대의 S - VHS비디오 카메라를 피험자로부터 각각 우측으로 10m, 12m에 설치하고, 두 고속카메라의 거리는 11m 그리고 카메라의 높이는 각각 1m로 삼각대에 고정시켜 수평을 유지하였다.

카메라 셔터 개작은 수동으로 하였으며, 카메라 속도는 60frame/sec로 하여 카메라를 작동시켜 통제점 틀을 1분 동안 촬영한 다음 통제점 틀을 제거하였다.

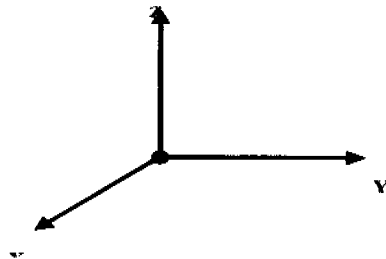
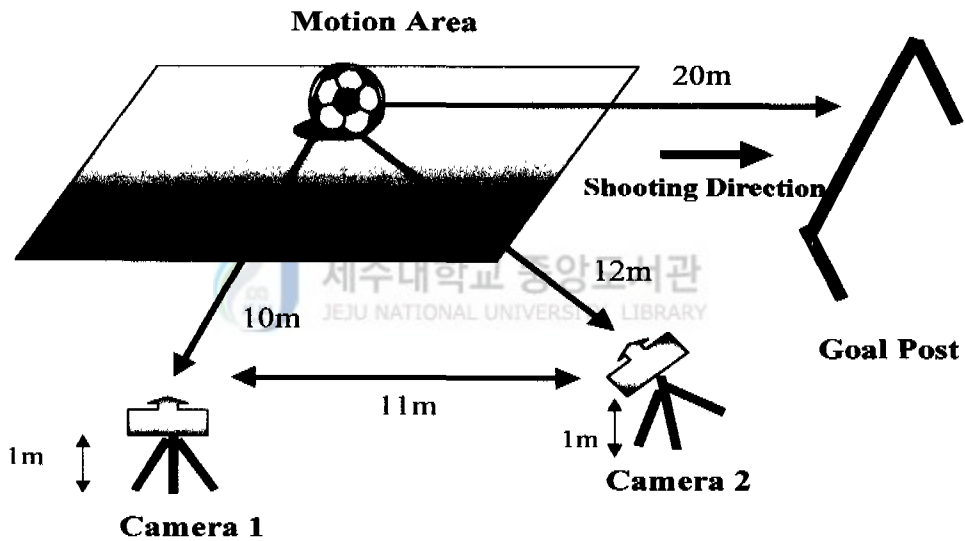
피험자들은 평소의 슈팅 동작을 충분히 수행할 수 있도록 촬영하기 전에 준비운동을 충분히 실시하였으며, 테이프에 수록된 동작을 분석할 때 각 분절각의 위치를

쉽게 알아보고, 오차를 최소화하기 위하여 피험자들에게 반바지를 착용토록 하여 각 관절에 표시(land mark)를 하였다.

피험자는 3 ~ 4번씩 슈팅을 하게 하여 이 중 골인 확률이 가장 높은 골포스트로부터 1.5m 이내로 들어간 것을 연구자료로 사용하였다.

볼을 차기 위해 볼에 접근하는 볼과의 거리는 3보로 정하였으며, 이외에는 슈팅 행하는데 있어서 피험자에게 그 어떤 제재 조건도 주지 않고, 본인 의지대로 인스텝 강슛을 시도하게 하여 실패에 따른 부담을 전혀 주지 않았다.

슛 동작시 공이 날아가는 방향을 Y방향으로 하고 피험자의 좌·우를 X방향으로 하며, Z방향은 XY축이 수직으로 만나는 점에 대해 수직하 방향으로 설정하였다.



<그림-2> 실험장면

#### 4. 인체모델 및 신체분절자료(BSP)

인체모델은 신체의 분절들이 21개 관절점에 의해 연결된 강체시스템(Rigid linked body system)으로 정의하고, 머리부분에서는 가상관절로서 코를 포함시켜 방향을 명확히 하는데 이용하였다. 모델의 관절점은 모두 21개이고 <표-2> 실제분절은 14개로 이루어졌다. 신체분절 무게 중심위치에 대한 인체분절자료는 (Youngho - Kwon, 1994)를 이용하고, 이들 신체 관절점의 기준점을 합하여 총 디지털링 포 인트는 한 프레임에 23개로 하였다. 매 프레임마다 디지털링의 순서와 관절점은 <표-2> 및 인체측정자료는 <표-3> 과 같다.

본 연구의 변인산출 과정에서 사용된 인체측정 자료는 (KWON3D, 1994)의 것을 이용하였다. 질량중심의 위치는 분절에 대해 근위단으로 부터의 중심을 의미한다.

<표-2> 관절점과 디지털링 순서

순서	관절점	순서	관절점
J1	Reference Point	J13	Right Knee
J2	Right Hand	J14	Right Hip
J3	Right Wrist	J15	Left Toe
J4	Right Elbow	J16	Left Heel
J5	Right Shoulder	J17	Left Ankle
J6	Left Hand	J18	Left Knee
J7	Left Wrist	J19	Left Hip
J8	Left Elbow	J20	Top of Head
J9	Left Shoulder	J10	Chin & Neck
J10	Right Toe	J22	Nose
J11	Right Heel	J23	Ball
J12	Right Ankel		

〈표-3〉 인체측정자료 (body segment parameter)

segment	CM(%)	Mass(%)
Upper body	0.00	63.71
Lower body	0.00	36.29
Whole body	0.00	100.00
Trunk	58.46	45.56
R. upperarm	47.76	2.79
R. forearm	43.14	1.77
R. hand	39.09	0.79
L. upperarm	47.76	2.79
L. forearm	43.14	1.77
L. hand	39.29	0.79
R Thigh	43.43	11.01
R shank	44.43	5.33
R Foot	41.91	1.80
L Thigh	43.43	11.01
L Shank	44.43	5.33
L Foot	41.91	1.80
Head	48.92	7.46

## 5. 자료분석

이 연구에서 3차원 영상분석을 위해 통제점 및 인체관절 중심점의 좌표화, DLT 방법에 의한 3차원 좌표 계산과 자료의 스무딩은 KWON3D(1991)이 개발한 프로그램을 이용하였다..

### 1) 디지털이정 및 처리

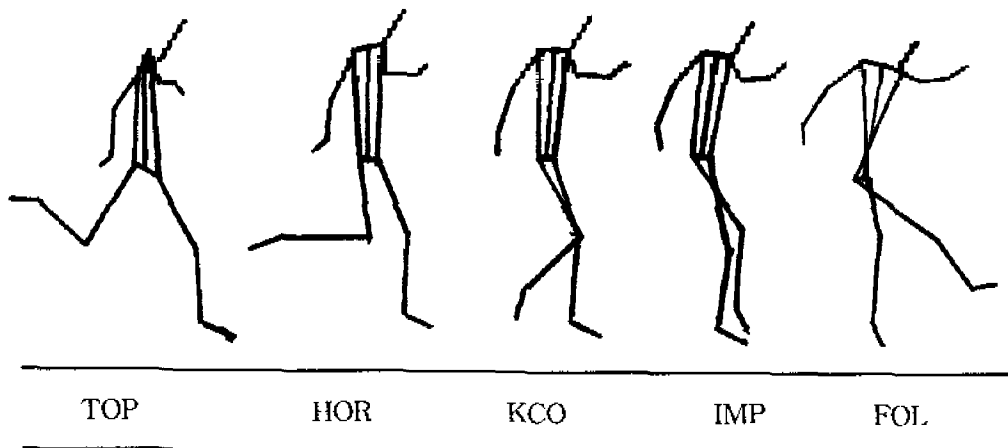
촬영된 비디오 필름을 비디오 분석기에서 먼저 Encoding을 한 다음 이를 KWON3D분석 시스템의 순서에 따라 Body modeling( BSP: Youngho - Kwon),

Master file (Data collection information, Event & Phase definition, Data processing, user angle), Subject file(BSP estimation), Trial file를 각각 작성해 디지털타이징시 분석을 시작하려는 국면을 찾아 초기화시킨 다음, 매 프레임마다 관절점의 순서에 따라서 디지털타이징을 하였다. 디지털타이징된 좌표는 매 관절점마다 X,Y,Z의 좌표로서 한 트라이얼의 디지털타이징이 완료되면 자동 파일로 저장되게 하였다.

디지털타이징이 완료된 후 인위적 및 기계적 오차를 줄이기 위해 매 프레임마다의 보간(interpolation)을 시킨 다음 본 연구의 분석에 필요한 운동학적 변인을 산출하였다.

## 2) 분석국면

축구 인스텝 킥 동작을 알아보기 위하여 국면분석은 5가지 국면으로 구분하였다. 제I국면은 백 스윙하여 발끝이 최고인 위치(TOP), 제II국면은 하퇴가 수평에 이른 지점(HOR)까지, 제III국면은 지지발의 무릎과 킥하는 발의 무릎이 일치하는 지점(KCO)까지, 제IV국면은 공을 임팩트하는 직전(IMP)까지, 제V국면은 임팩트 이후 팔로우 스윙을 하여 발끝이 정점에 위치했을 때 까지로 구분하여 분석하였다.



<그림-3> 인스텝 킥의 국면 구분

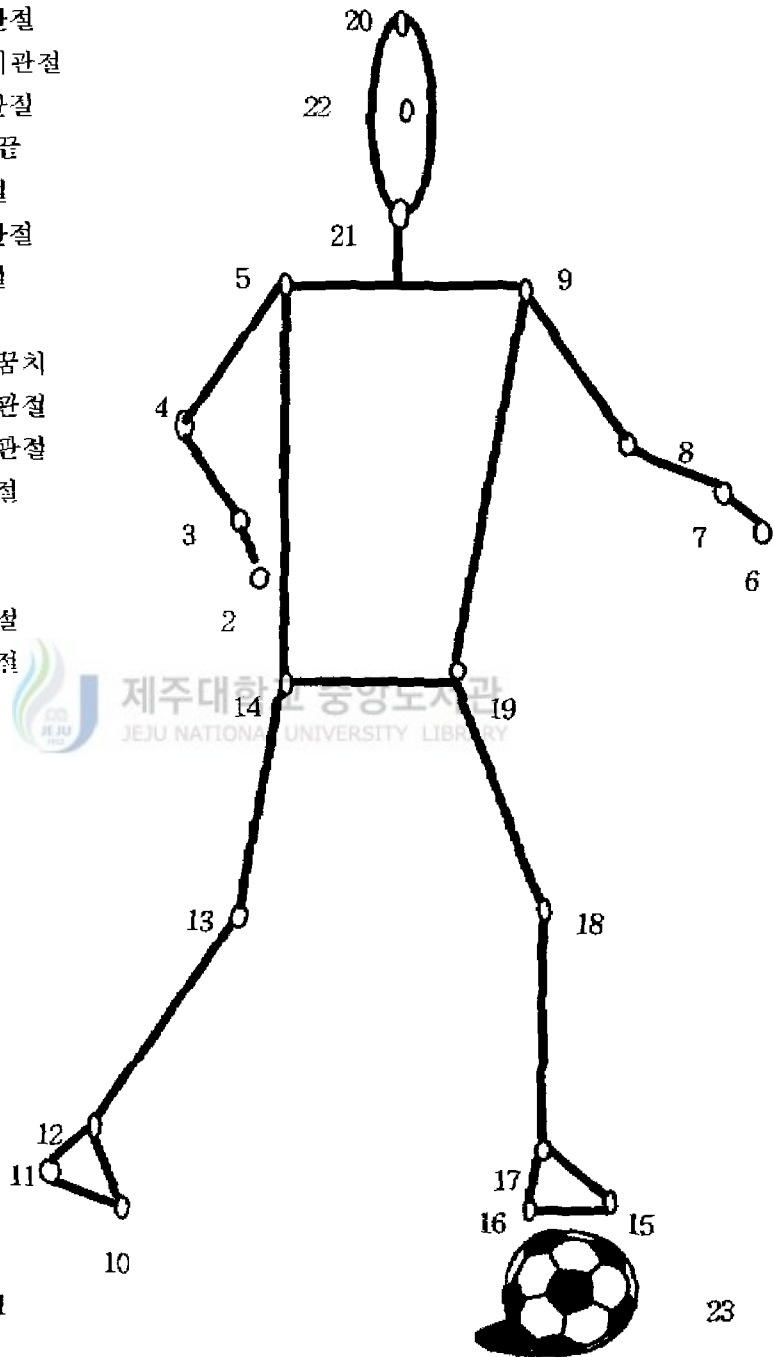
### 3) 인체모델링

분석모델과 디지털이징 순서 및 관절점은 <그림-4>와 같다. 즉 14개 분절에 대한 21개 관절점과 기준점을 매 프레임마다 디지털이징하고, 도중 잘못된 디지털이징이 있으면 다시 Redigitizing를하여 가능하면 오차를 감소시키고, 매 frame마다 이 과정을 반복하여 한 frame을 좌표화할 때마다 컴퓨터에 파일로 저장하였다.





1. 화면상의 고정된 기준점
2. 오른쪽 손가락 끝.
3. 오른쪽 손목관절
4. 오른쪽 팔꿈치관절
5. 오른쪽 어깨관절
6. 왼쪽 손가락 끝
7. 왼쪽 손목관절
8. 왼쪽 팔꿈치관절
9. 왼쪽 어깨관절
10. 오른쪽 발끝
11. 오른쪽 발뒤꿈치
12. 오른쪽 발목관절
13. 오른쪽 무릎관절
14. 오른쪽 고관절
15. 왼쪽 발끝
16. 왼쪽 발뒤꿈치
17. 왼쪽 발목관절
18. 왼쪽 무릎관절
19. 왼쪽 고관절
20. 머리 끝
21. 턱
22. 코
23. 볼



〈그림-4〉 인체디지털타이징 순서

#### 4) 연구변인 산출

본 연구는 피험자간의 구간별 시간이 일치하지 않기 때문에 모든 변인들의 비교를 위해 톱스윙(TOP)시부터 필로스윙(Fol)시까지를 100%로 보고 그 간격을 동일 프레임수로 나누는 표준화기법(normalization)을 사용한다. 사용된 표준화 기법은 n개의 점( $x_i, y_i = 0, 1, 2, \dots, n^{-1}$ )이 주어졌을 때 임의의 x에 대한 함수값  $y = f(x)$ 를 큐빅 스플라인(cubic spline)함수로 산출하였다.

##### (1) 스윙시간

스윙시간은 왼발이 지면에 닿는 순간부터 오른발이 볼에 임팩트 되는 순간까지의 시간을 말하며 T로 표시하며, 스윙시간을 산출하는 방정식은 다음과 같다.

$$T = (F_f - F_i) \times 0.0167$$

T = 스윙시간(단위 : 초)

F<sub>f</sub> : 왼발이 지면에 착지하는 순간의 프레임 수

F<sub>i</sub> : 오른발이 볼에 임팩트 되는 순간의 프레임 수

##### (2) 속도산출

신체 분절점 위치좌표 P<sub>i</sub>에 대한 속도(V<sub>i</sub>)는

$$V_i = (P_{i+1} - P_{i-1}) / 2 \Delta t$$

##### (3) 신체중심 위치, 속도산출

전신 무게중심의 위치 CG는

14

$$CG = \sum_{i=1} (cg_i \cdot m_i) / M$$

i=1

cg<sub>i</sub>는 i번째 분절의 무게중심 위치좌표

$m_i$ 는 전체질량의 백분율로 표시된  $i$ 번째 분절 질량

$M$ 은 백분율로 표시된 분절질량을 합한 전체질량

전신무게 중심의 속도 분절점의 속도 산출방법과 동일하게 산출하였다.

#### (4) 볼에 대한 분절의 기여도 산출

임팩트시 볼의 진행방향 초속도에 대한 하지분절, 발, 대퇴 기여도와 오차율을 백분율로 산출하였다.

#### (5) 각운동의 변인 산출

하지분절의 변화를 산출하기 위하여 이용한 좌표는 관성좌표(global coordinate)를 이용하였고, 2관절점에 대한 벡터각(vector angle)을 산출하였다.

산출한 분절 벡터각을 1차 미분한 결과 각속도 및 2차 미분한 결과 각속도를 각각 산출하였다.

즉, 각속도는  $\omega_B = \omega_{B/A} + \omega_A$

$\omega_{B/A}$  : 분절 A에 대한 분절 B의 상대 각속도의 크기

$\omega_A$  : 분절 A의 관성 각속도(절대각속도)의 크기

## IV. 연구결과

본 연구는 남·여 축구선수의 인스텝 슛팅 동작에 관한 운동학적 변인들을 알아보기 위해 남·여 축구선수 각 3명씩을 대상으로 다운스윙동작을 3차원 영상 분석한 결과는 다음과 같다.

### 1. 시간변인

본 연구에서 소요시간은 왼발이 닿는 순간부터 오른발이 팔로우 스윙을 하여 정점에 이른 스윙시간을 말한다. 즉 오른발을 백 스윙하여 발끝이 정상인 부분에서 하퇴가 수평에 이르는 순간(Top - Hor), 하퇴가 수평일 때부터 지지발의 무릎과 수평을 이르는 순간(Hor - Kco), 양무릎이 일치할 때부터 볼을 임팩트하는 순간(Kco - Imp), 볼을 임팩트하는 순간부터 팔로우 스윙을 하여 정점에 이르는 순간(Imp - Fol)까지로 구분하여 분석하였다.

각 피험자별 소요시간에 대한 결과는 <표-4> 와 같다.

<표-4> 각 국면별 소요시간

(단위 : 초)

Phase subject	Top - Hor (%)	Hor - Kco (%)	Kco - Imp (%)	Imp - Fol (%)	Total(%)
<b>W1</b>	<b>0.050(16.72)</b>	<b>0.033(11.04)</b>	<b>0.033(11.04)</b>	<b>0.183(61.20)</b>	<b>0.299(100)</b>
<b>W2</b>	<b>0.067(23.59)</b>	<b>0.017(5.99)</b>	<b>0.033(11.62)</b>	<b>0.167(58.80)</b>	<b>0.284(100)</b>
<b>W3</b>	<b>0.067(23.59)</b>	<b>0.033(11.62)</b>	<b>0.017(5.99)</b>	<b>0.167(58.80)</b>	<b>0.284(100)</b>
<b>Mean ± S</b>	<b>0.061 ± 0.01</b>	<b>0.028 ± 0.009</b>	<b>0.028 ± 0.009</b>	<b>0.172 ± 0.009</b>	<b>0.289 ± 0.009</b>
<b>D</b>	(21.3)	(9.55)	(9.55)	(59.6)	(100)
<b>M1</b>	<b>0.067(26.69)</b>	<b>0.017(6.77)</b>	<b>0.017(6.77)</b>	<b>0.150(59.77)</b>	<b>0.251(100)</b>
<b>M2</b>	<b>0.067(23.59)</b>	<b>0.017(5.99)</b>	<b>0.033(11.62)</b>	<b>0.167(58.80)</b>	<b>0.284(100)</b>
<b>M3</b>	<b>0.050(18.73)</b>	<b>0.033(12.36)</b>	<b>0.017(6.37)</b>	<b>0.167(62.54)</b>	<b>0.267(100)</b>
<b>Mean ± S</b>	<b>0.061 ± 0.01</b>	<b>0.022 ± 0.009</b>	<b>0.022 ± 0.009</b>	<b>0.161 ± 0.01</b>	<b>0.267 ± 0.017</b>
<b>D</b>	(23)	(8.38)	(8.25)	(60.37)	(100)

〈표-4〉에서 보는 바와 같이 여자피험자인 W1,W2,W3의 경우 백 스윙하여 발끝이 정상인 위치부터 하퇴가 수평에 이르는 순간까지  $0.061 \pm 0.01(21.3\%)$ , 하퇴가 수평일 때부터 지지발의 무릎과 수평을 이르는 순간까지  $0.028 \pm 0.009(9.55\%)$ , 양무릎이 일치할 때부터 볼을 임팩트하는 순간까지  $0.028 \pm 0.009(9.55\%)$ , 볼을 임팩트하는 순간부터 팔로우 스윙을 하여 정점에 이르는 순간까지  $0.172(59.6\%)$ 로 나타났으며, 전체 소요시간은  $0.289 \pm 0.009$ 로 나타났다.

남자피험자인 M1,M2,M3의 경우 백 스윙하여 발끝이 정상인 위치부터 하퇴가 수평에 이르는 순간까지  $0.061 \pm 0.01(23\%)$ , 하퇴가 수평일 때부터 지지발의 무릎과 수평을 이르는 순간까지  $0.022 \pm 0.009(8.38\%)$ , 양무릎이 일치할 때부터 볼을 임팩트하는 순간까지  $0.022 \pm 0.009(8.25\%)$ , 볼을 임팩트하는 순간부터 팔로우스윙을 하여 정점에 이르는 순간까지  $0.161(60.37\%)$ 로 나타났으며 전체 소요시간은  $0.267 \pm 0.017$ 로 나타났다.

전체 소요시간 중 백스윙하여 발끝이 정상인 위치부터 하퇴가 수평에 이르는 순간까지는 비슷하게 나타났으나 그 외에서는 남자가 조금 빠르게 나타났다.

남·녀 두 피험자간의 가장 많은 소요시간을 보인 국면은 볼을 임팩트하는 순간부터 팔로우 스윙을 하여 정점에 이르는 순간까지의 국면으로서 여자가 59.6%, 남자는 60.37%를 나타났으며, 그 다음으로 백 스윙하여 발끝이 정상인 위치부터 하퇴가 수평에 이르는 순간까지의 국면이 여자가 21.3%, 남자가 23%를 나타났으며, 그 외의 국면은 비슷하게 나타났다.

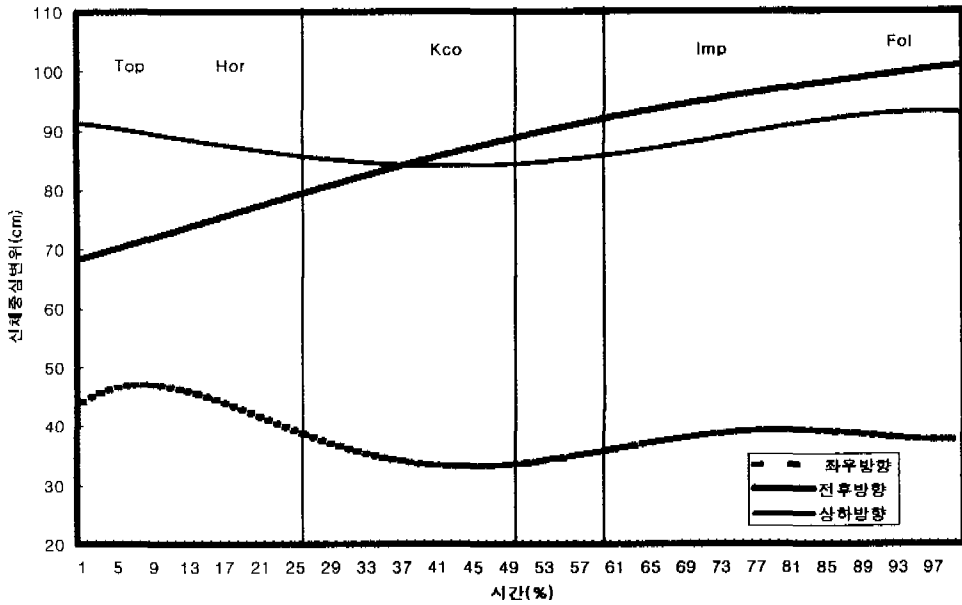
## 2. 신체중심 변위

톱스윙(Top)에서 하퇴의 수평(Hor) 및 무릎일치(Kco) 임팩트(Imp) 그리고 팔로우스윙(Fol)의 신체중심의 X(좌우방향), Y(전후방향), Z(상하방향)변위는 〈표-5〉와 같다.

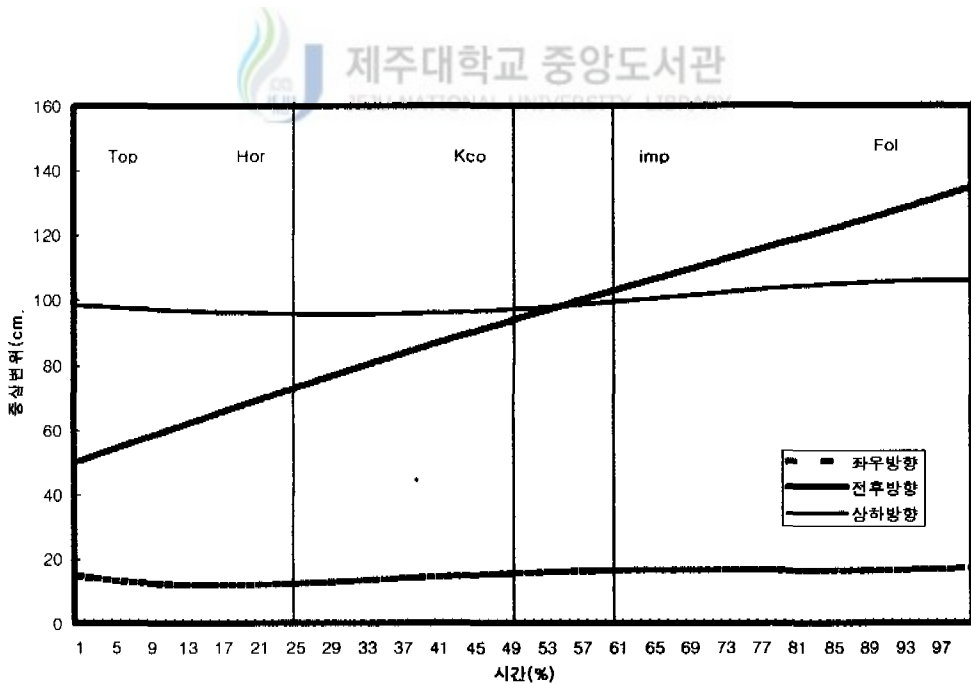
〈표-5〉 신체 중심변위

(단위:m)

Subj	Phase	Top	Hor	Kco	Imp	Fol
W1	X	0.45	0.50	0.20	0.48	0.43
	Y	0.65	0.80	0.91	0.95	1.09
	Z	0.94	0.90	0.89	0.90	0.99
W2	X	0.48	0.59	0.50	0.40	0.51
	Y	0.66	0.73	0.80	0.81	0.85
	Z	0.90	0.85	0.81	0.82	0.89
W3	X	0.47	0.40	0.35	0.30	0.37
	Y	0.76	0.85	0.94	0.99	1.07
	Z	0.90	0.84	0.83	0.84	0.87
Mean ±SD	X	0.47±0.02	0.40±0.01	0.29±0.08	0.35±0.11	0.38±0.41
	Y	0.69±0.06	0.79±0.60	0.88±0.07	0.92±0.09	1.00±0.13
	Z	0.91±0.02	0.86±0.032	0.84±0.04	0.85±0.04	0.92±0.06
M1	X	0.05	0.02	0.04	0.04	0.02
	Y	0.75	0.85	1.18	1.29	1.66
	Z	0.96	0.95	0.93	0.98	1.02
M2	X	0.17	0.15	0.17	0.17	0.24
	Y	0.30	0.55	0.69	0.73	1.21
	Z	0.96	0.94	0.93	0.95	1.09
M3	X	0.17	0.17	0.26	0.27	0.25
	Y	0.45	0.70	0.87	0.90	1.18
	Z	1.00	0.99	0.98	1.04	1.07
Mean ±SD	X	0.13±0.07	0.11±0.08	0.16±0.11	0.16±0.11	0.17±0.13
	Y	0.50±0.23	0.70±0.15	0.91±0.25	0.97±0.29	1.35±0.27
	Z	0.97±0.02	0.96±0.03	0.95±0.03	0.99±0.05	1.06±0.04



〈그림-5〉 국면별 여자의 신체중심 변위



〈그림-6〉 국면별 남자의 신체중심 변위

여자피험자 W1,W2,W3의 경우를 분석하면 먼저 X(좌우방향)의 무게중심의 변위는 Top국면에서 평균과 표준편차는  $0.47 \pm 0.02$  Hor국면에서는  $0.40 \pm 0.01$  Kco국면에서는  $0.29 \pm 0.08$  Imp국면에서는  $0.35 \pm 0.11$  Fol국면에서는  $0.38 \pm 0.41$ , Y(전후방향)의 무게중심의 변위는 Top국면에서 평균과 표준편차는  $0.69 \pm 0.06$  Hor국면에서는  $0.79 \pm 0.60$  Kco국면에서는  $0.88 \pm 0.07$  Imp국면에서는  $0.92 \pm 0.09$  Fol국면에서는  $1.00 \pm 0.13$ , Z(상하방향)의 무게중심의 변위는 Top 국면에서 평균과 표준편차는  $0.91 \pm 0.02$  Hor국면에서는  $0.86 \pm 0.03$  Kco국면에서는  $0.84 \pm 0.04$  Imp국면에서는  $0.85 \pm 0.04$  Fol구간에서는  $0.92 \pm 0.06$ 으로 나타났다.

남자피험자 M1,M2,M3의 경우 X(좌우방향)의 무게중심의 변위는 Top국면에서 평균과 표준편차는  $0.13 \pm 0.07$  Hor국면에서는  $0.11 \pm 0.08$  Kco국면에서는  $0.16 \pm 0.11$  Imp국면에서는  $0.16 \pm 0.11$  Fol국면에서는  $0.17 \pm 0.13$ , Y(전후방향)의 무게중심의 변위는 Top국면에서 평균과 표준편차는  $0.50 \pm 0.23$  Hor국면에서는  $0.70 \pm 0.15$  Kco국면에서는  $0.91 \pm 0.25$  Imp국면에서는  $0.97 \pm 0.29$  Fol국면에서는  $1.35 \pm 0.27$ , Z(상하방향)의 무게중심의 변위는 Top구간에서 평균과 표준편차는  $0.97 \pm 0.02$  Hor국면에서는  $0.96 \pm 0.03$  Kco국면에서는  $0.95 \pm 0.03$  Imp국면에서는  $0.99 \pm 0.05$  Fol국면에서는  $1.06 \pm 0.04$ 로 나타났다.

<그림-5> <그림-6> 에서 보는 바와 같이 남·여간의 무게중심의 변위 중 X(좌우방향)의 변위를 보면 여자의 경우 Top국면에서 Fol국면까지 전반적으로 여자가 남자보다 빠르게 나타났다. 이는 여자가 남자 보다 측면 접근을 보다 많이 하여 킁을 수행함으로써 인해 동체가 회전하면서 나타난 결과로 사료되며, Y(진행방향)의 변위는 Kco국면 이후 여자보다 남자가 빠르게 나타났는데 이는 백스윙에 의해 생긴 발끝의 운동량을 볼에 전달하기 위해 보다 빠르게 움직였기 때문이라 사료된다.

반면, Z(상하방향)의 변위의 경우 여자가 0.92m, 남자가 1.06m로 남자가 여자보다 더 높게 나타났는데 이는 남녀간의 신장에서 오는 신체적인 차이로 사료된다. 특히 <그림-5> 와 <그림-6> 에서 보듯이 Z의 변위는 남·녀 모두 Top에서부터 Kco까지 점진적으로 감소하다가 Kco이후 Imp부분에서 점진적으로 증가하는 경향



을 보였다. 이처럼 슛팅을 하기 위하여 지지발을 지면에 지지하는 순간 무게 중심이 낮아지다가 볼을 임팩트하기 전에 서서히 무게 중심의 변위가 증가하는 것은 첫째 볼과 임팩트하는 순간 신체가 전방으로 향하기 때문이라고 사료되며, 둘째 이러한 동작이 슛팅의 강도 및 타이밍과 정확도를 높이는 결과를 가져오는 것으로 사료된다.

### 3. 속도변인

#### 1) 국면별 신체중심 속도

Top국면에서부터 Fol국면까지의 다섯 국면의 국면별 신체중심 속도는 <표-6>, <그림-7> <그림-8> 과 같다.

<표-6> 에서 보는 바와 같이 여자피험자 W1,W2,W3의 경우를 분석하면 먼저 X(좌우방향)의 신체중심의 속도의 평균과 표준편차는 Top국면에서  $0.04 \pm 1.20$ , Hor국면에서  $-0.07 \pm 0.75$ , Kco국면에서  $0.27 \pm 0.18$ , Imp국면에서  $-0.32 \pm 0.18$ , Fol국면에서  $-0.45 \pm 0.57$ , Y(전후방향)의 신체중심의 속도는 Top국면에서 평균과 표준편차  $2.20 \pm 0.05$ , Hor국면에서  $2.59 \pm 0.27$ , Kco국면에서  $1.48 \pm 0.46$ , Imp국면에서  $1.31 \pm 0.42$ , Fol국면에서  $1.16 \pm 0.17$ , Z(상하방향)의 신체중심의 속도는 Top국면에서  $0.51 \pm 0.16$ , Hor국면에서  $2.16 \pm 0.22$ , Kco국면에서  $1.54 \pm 0.14$ , Imp국면에서  $0.56 \pm 0.11$ , Fol국면에서  $1.06 \pm 0.24$ 로 나타났다. <표-6> 에서 보는 바와 같이 신체중심의 X(좌우방향)의 가장 빠른 속도를 보인 국면은 Kco, Top, Hor, Imp, Fol순으로, Y(전후방향)의 가장 빠른 속도를 보인 국면은 Hor, Top, Kco, Imp, Fol 순으로, Z(상하방향)의 가장 큰 속도를 보인 국면은 Hor, Kco, Fol, Imp, Top, 순으로 나타났다.

남자피험자 M1,M2,M3의 경우는 X(좌우방향)의 신체중심의 속도의 평균과 표준편차는 Top국면에서  $-0.61 \pm 1.44$ , Hor국면에서  $-0.69 \pm 0.49$ , Kco국면에서  $-0.02 \pm 0.58$ , Imp국면에서  $0.06 \pm 0.64$ , Fol국면에서  $0.25 \pm 0.79$ , Y(전후방향)의 신체중심의 속도는 Top국면에서 평균과 표준편차는  $2.41 \pm 0.30$ , Hor국면에서  $2.75 \pm 0.27$ , Kco

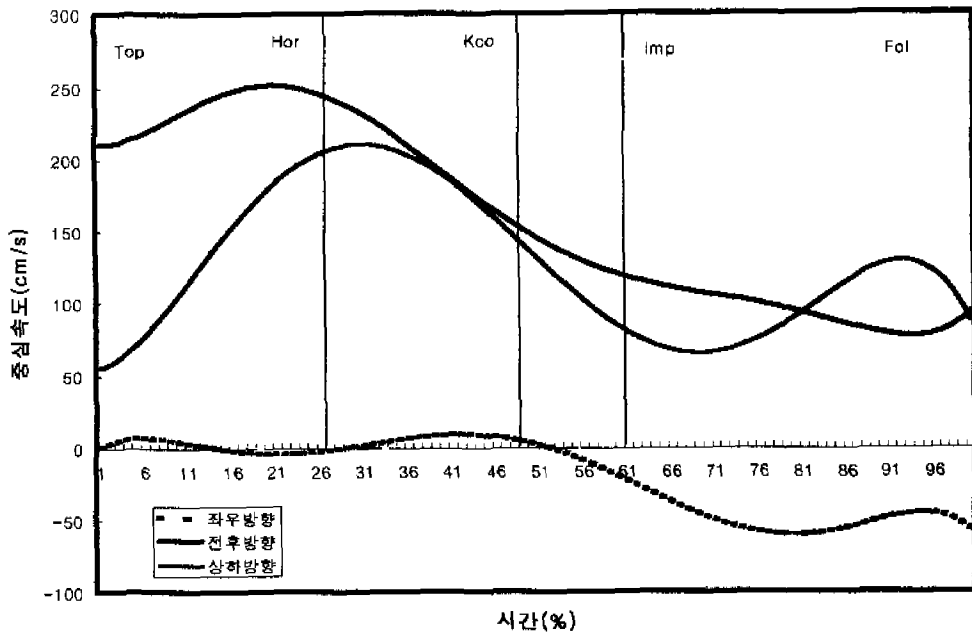
국면에서  $1.74 \pm 0.18$ , Imp국면에서  $1.47 \pm 0.17$ , Fol국면에서  $1.52 \pm 0.13$ , Z(상하방향)의 신체중심의 속도는 Top국면에서 평균과 표준편차는  $0.47 \pm 0.24$ , Hor국면에서  $2.35 \pm 0.17$ , Kco국면에서는  $1.71 \pm 0.15$ , Imp국면에서는  $0.77 \pm 0.14$ , Fol국면에서는  $1.46 \pm 0.16$ 으로 나타났다. 신체중심의 X(좌우방향)의 가장 큰 속도를 보인 국면은 Fol, Imp, Kco, Top, Hor순으로, Y(전후방향)의 가장 큰 속도를 보인 국면은 Hor, Imp, Kco, Fol, Imp, 순으로, Z(상하방향)의 가장 큰 속도를 보인 국면은 Hor, Kco, Fol, Imp, Top, 순으로 나타났다.

이상 남·여의 중심속도 성분을 비교하여 분석하면 <그림-8>, <그림-9>에서 보는 바와 같이 X(좌우방향)의 경우 여자는 Kco국면을 지나면서 감소하는 현상을 나타냈으며, 남자인 경우는 Imp국면을 지나면서 상승하는 현상을 나타냈다. Y(전후방향)의 경우 남·여 모두 다운스윙이 시작된 이후 Hor국면을 지나면서 점차 감소하는 현상이 나타났는데 이는 볼을 정확히 임팩트하기 위해 볼에 접근하는 순간이기 때문이라고 사료되며, 임팩트 후 W3,M1,M3의 중심속도가 증가한 것은 임팩트하는 순간에 상체를 앞으로 굽히는 데서 오는 때문인 것으로 사료된다. Z(상하방향)의 경우 남·여 모두 Top국면에서 서서히 증가하다가 Hor를 지나 모두 감소, 다시 Imp국면을 지나면서 모두 증가 현상을 나타냈는데 이는 볼에 접근하기 위해 Imp국면까지는 다리의 신전을 보이며 많은 운동량을 가지고 볼을 정확히 임팩트하기 위해서 신체중심을 낮췄기 때문이라고 사료된다. 전반적으로 여자선수들에 비해 남자선수들이 빠르게 나타났으며, 조규권(1992)의 연구에서 나타난 임팩트시 속도  $1.63\text{m/s}$ 보다 낮은 결과임을 알 수 있다. 이와 같이 선속도가 적게 나타난 원인은 도움닫기 거리를 3보로 통제했기 때문이며, 골포스트 1.5m안에 슛을 정확히 하기 위해서 슛팅 전후 선속도가 감속하는 결과를 나타낸 것으로 사료된다.

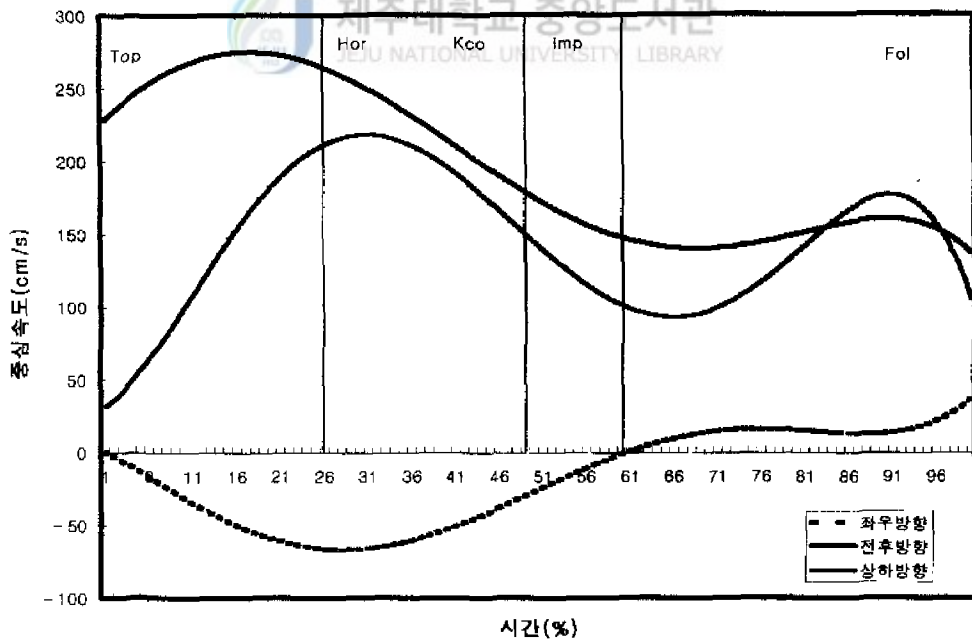
〈표-6〉 국면별 신체중심 속도

(단위:m/s)

Subj	Phase	Top	Hor	Kco	Imp	Fol
	W1	X	0.62	0.16	-0.44	-0.52
Y		2.15	2.30	1.98	1.76	0.97
Z		0.40	1.92	1.39	0.59	1.20
W2	X	0.84	0.54	-0.08	-0.23	-1.10
	Y	2.20	2.65	1.06	0.92	0.85
	Z	0.44	2.36	1.57	0.60	0.79
W3	X	-1.34	-0.90	-0.28	-0.20	-0.03
	Y	2.25	2.83	1.41	1.26	1.30
	Z	0.70	2.19	1.67	0.78	1.21
Mean ±SD	X	0.04±1.20	-0.07±0.75	0.27±0.18	-0.32±0.18	-0.45±0.57
	Y	2.20±0.05	2.59±0.27	1.48±0.46	1.31±0.42	1.16±0.17
	Z	0.51±0.16	2.16±0.22	1.54±0.14	0.56±0.11	1.06±0.24
M1	X	-1.93	-0.83	-0.07	0.08	0.48
	Y	2.20	2.84	1.63	1.30	1.45
	Z	0.73	2.20	1.88	0.92	1.29
M2	X	0.92	-0.15	-0.58	-0.59	-0.64
	Y	2.75	2.45	1.95	1.64	1.43
	Z	0.44	2.30	1.58	0.64	1.51
M3	X	-0.82	-1.09	-1.15	-0.81	0.90
	Y	2.25	2.97	1.65	1.47	1.67
	Z	0.30	2.54	1.68	0.76	1.59
Mean ±SD	X	-0.61±1.44	-0.69±0.49	-0.02±0.58	0.06±0.64	0.25±0.79
	Y	2.41±0.30	2.75±0.27	1.74±0.18	1.47±0.17	1.52±0.13
	Z	0.47±0.24	2.35±0.17	1.71±0.15	0.77±0.14	1.46±0.16



〈그림-7〉 여자의 국면별 신체중심 속도



〈그림-8〉 남자의 국면별 신체중심 속도

## 2) 하지분절의 속도

킵하는 하지의 대퇴, 하퇴, 발에 대한 속도는 Top, Hor, Kco, Imp, Fol, 다섯 국면으로 분석을 하였다.

### (1) 대퇴 분절의 국면별 속도

대퇴분절의 국면별 속도는, <표-7> <그림-9> <그림-10> 과 같다.

<표-7> 에서 보는 바와 같이 여자 피험자 W1,W2,W3의 경우를 분석하면 먼저 X(좌우방향)의 대퇴분절의 속도의 평균과 표준편차는 Top국면에서  $1.56 \pm 0.91$ , Hor국면에서  $0.55 \pm 0.4$ , Kco국면에서  $-2.31 \pm 1.74$ , Imp국면에서  $-3.46 \pm 2.49$ , Fol국면에서  $-1.60 \pm 0.79$ , Y(전후방향)의 대퇴분절의 속도는 Top국면에서  $2.58 \pm 0.12$ , Hor국면에서  $3.66 \pm 0.11$ , Kco국면에서  $2.29 \pm 0.29$ , Imp국면에서  $2.02 \pm 0.20$ , Fol국면에서  $2.59 \pm 0.33$ , Z(상하방향)의 대퇴분절의 속도는 Top국면에서  $1.41 \pm 0.37$ , Hor국면에서  $2.37 \pm 0.27$ , Kco국면에서  $1.24 \pm 0.10$ , Imp국면에서  $0.45 \pm 0.36$ , Fol국면에서  $1.34 \pm 0.21$ 으로 나타났다.

남자피험자 M1,M2,M3의 경우 X(좌우방향)의 대퇴분절의 속도는 Top국면에서  $2.21 \pm 0.50$ , Hor국면에서  $0.29 \pm 0.34$ , Kco국면에서  $-1.36 \pm 0.54$ , Imp국면에서  $-1.46 \pm 0.35$ , Fol국면에서  $-1.28 \pm 0.83$ , Y(전후방향)의 대퇴분절의 속도는 Top국면에서  $3.83 \pm 1.12$ , Hor국면에서  $4.71 \pm 0.37$ , Kco국면에서  $3.25 \pm 1.11$ , Imp국면에서  $2.51 \pm 1.19$ , Fol국면에서  $2.70 \pm 1.13$  Z(상하방향)의 대퇴분절의 속도는 Top국면에서  $1.27 \pm 0.29$ , Hor국면에서  $2.39 \pm 0.18$ , Kco국면에서  $1.49 \pm 0.22$ , Imp국면에서  $0.59 \pm 0.10$ , Fol국면에서  $2.13 \pm 0.88$ 로 나타났다.

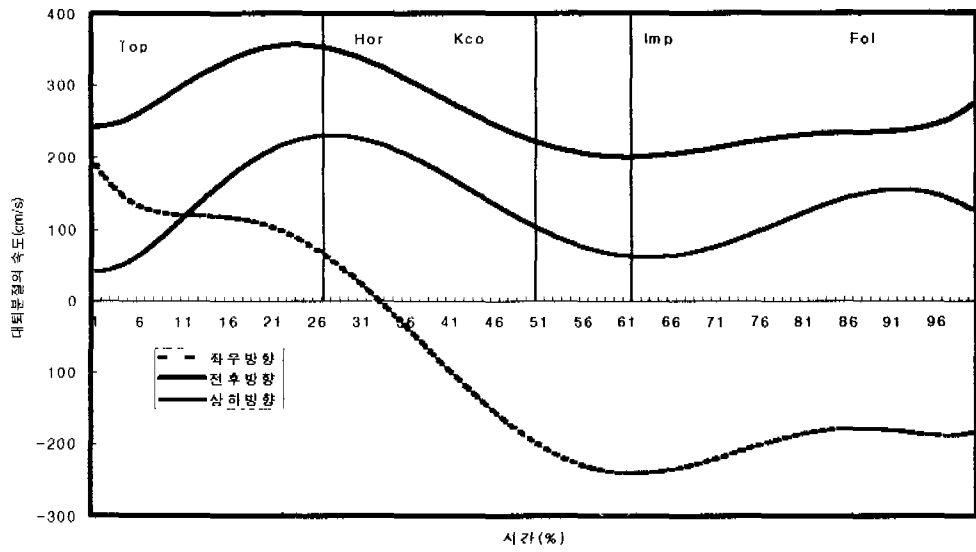
이상과 같이 남·여의 대퇴분절의 속도를 비교 분석하면 <그림-9> <그림-10> 에서 보는 바와 같이 X(좌우방향)의 경우는 Top에서부터 서서히 감소하는 현상을 나타냈으며, Hor국면을 제외하고는 남자 피험자에 비해 여자 피험자들이 느리게 나타났다. Y(전후방향)의 경우 남·여 모두 Top국면에서 서서히 증가하다가 Hor국면을 지나면서 서서히 감소하는 현상을 보이다가 다시 Imp국면 이후 증가하는 현상을 나타냈는데 이러한 현상은 볼을 보다 강하게 슛을 할 수 있게 하는 것으로 사료되며, 또한 다운스윙의 초기에 근위 분절인 대퇴가 큰 속도를 가지고 운동을 시작하였기 때문이라고 사료된다. 특히 M3가 가장 빠르게 나타난 반면 M2는 Top 국면에서 가장 빠르게 나타났으나 그 이후 국면에서는 느리게 나타나는 것으로 볼 때 전반부의 운동량을 운동의 후반부로 제대로 전달하지 못하는 것으로 사료된다. Z(상하방향)의 경우도 남·여 모두 Top국면에서 서서히 증가하다가 Hor국면을 지나면서 감소, 다시 Imp국면을 지나면서 서서히 증가하는 현상을 나타냈다. 특히 W2

는 Top 국면에서 가장 빠르게 나타났으나 그 이후 국면에서는 느리게 나타나는 것으로 볼 때 전반부의 운동량을 운동의 후반부로 제대로 전달하지 못하는 것으로 사료된다.

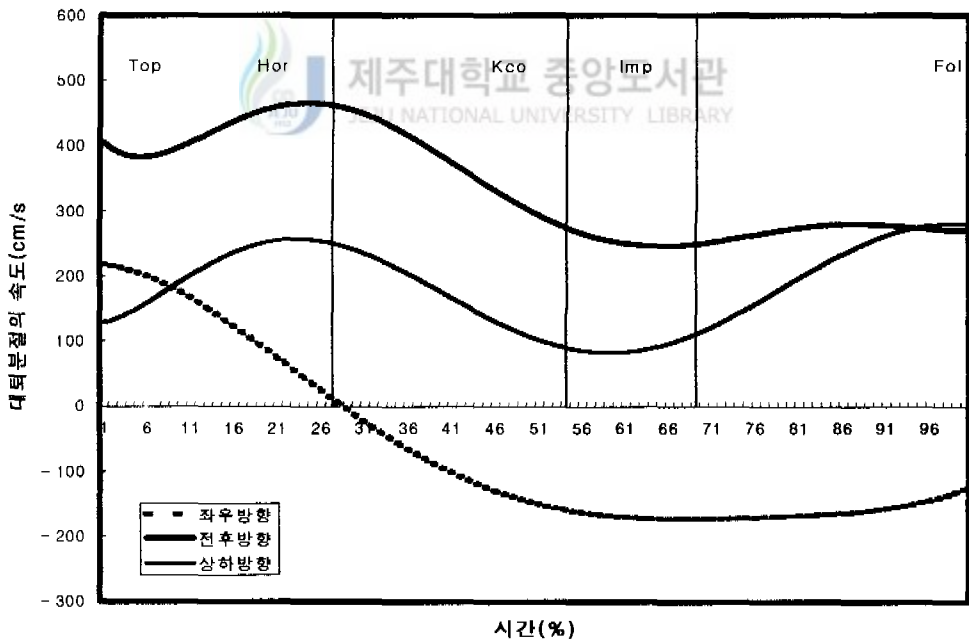
〈표-7〉 대퇴 분절의 국면별 속도

(단위 : m/s)

Subj	Phase						
		Top	Hor	Kco	Imp	Fol	
W1	Thigh	X	0.76	0.19	-1.79	-2.22	-1.12
		Y	2.45	3.53	2.56	1.99	2.74
		Z	1.04	2.13	1.32	0.83	1.15
W2	Thigh	X	1.33	0.47	-4.25	-6.33	-2.52
		Y	2.69	3.75	2.33	2.23	2.82
		Z	1.78	2.33	1.13	0.12	1.30
W3	Thigh	X	2.57	0.98	-0.90	-1.83	-1.71
		Y	2.59	3.69	1.99	1.83	2.21
		Z	1.40	2.66	1.28	0.41	1.57
Mean ±SD	Thigh	X	1.56±0.91	0.55±0.4	-2.31±1.74	-3.46±2.49	-1.60±0.79
		Y	2.58±0.12	3.66±0.11	2.29±0.29	2.02±0.20	2.59±0.33
		Z	1.41±0.37	2.37±0.27	1.24±0.10	0.45±0.36	1.34±0.21
M1	Thigh	X	2.42	-0.07	-1.96	-1.79	-0.58
		Y	3.48	4.31	2.87	1.77	2.00
		Z	1.06	2.31	1.33	0.54	1.40
M2	Thigh	X	1.64	0.34	-0.93	-1.10	-1.07
		Y	4.08	4.78	2.37	1.88	2.10
		Z	1.60	0.59	1.74	0.71	1.69
M3	Thigh	X	2.56	2.60	-1.18	-1.48	4.20
		Y	3.92	5.03	4.50	3.88	4.00
		Z	1.14	2.26	1.39	0.53	1.88
Mean ±SD	Thigh	X	2.21±0.50	0.29±0.34	-1.36±0.54	-1.46±0.35	-1.28±0.83
		Y	3.83±0.31	4.71±0.37	3.25±1.11	2.51±1.19	2.70±1.13
		Z	1.27±0.29	2.39±0.18	1.49±0.22	0.59±0.10	2.13±0.88



〈그림-9〉 대퇴 분절의 국면별 속도(여자)



〈그림-10〉 대퇴 분절의 국면별 속도(남자)

## (2) 하퇴 분절의 국면별 속도

하퇴 분절의 속도는 <표-8> <그림-11> <그림-12> 와 같다.

<표-8> 에서 보는 바와 같이 여자 피험자 W1,W2,W3의 경우를 분석하면 먼저 X(좌우방향)의 하퇴 분절의 속도의 평균과 표준편차는 Top국면에서  $1.62 \pm 0.69$ , Hor국면에서  $4.08 \pm 0.41$ , Kco국면에서  $2.53 \pm 0.17$ , Imp국면에서  $1.44 \pm 0.04$ , Fol국면에서  $-2.42 \pm 0.64$ , Y(전후방향)의 하퇴 분절의 속도는 Top국면에서  $2.15 \pm 0.13$ , Hor국면에서  $2.68 \pm 0.34$ , Kco국면에서  $4.56 \pm 0.34$ , Imp국면에서  $3.48 \pm 0.45$ , Fol국면에서  $0.26 \pm 0.22$ , Z(상하방향)의 하퇴 분절의 속도는 Top국면에서  $1.09 \pm 0.06$ , Hor국면에서  $3.19 \pm 0.06$ , Kco국면에서  $2.32 \pm 0.14$ , Imp국면에서  $0.88 \pm 0.08$ , Fol국면에서  $1.51 \pm 0.15$ 으로 나타났다.

남자피험자 M1,M2,M3의 경우 X(좌우방향)의 하퇴 분절의 속도는 Top국면에서  $1.48 \pm 2.30$ , Hor국면에서  $4.03 \pm 2.79$ , Kco국면에서  $2.38 \pm 2.44$ , Imp국면에서  $0.62 \pm 1.82$ , Fol국면에서  $-1.05 \pm 1.26$ , Y(전후방향)의 하퇴 분절의 속도는 Top국면에서  $2.39 \pm 0.14$ , Hor국면에서  $4.19 \pm 0.17$ , Kco국면에서  $5.85 \pm 1.36$ , Imp국면에서  $4.82 \pm 1.24$ , Fol국면에서  $1.93 \pm 1.13$ , Z(상하방향)의 하퇴 분절의 속도는 Top국면에서  $0.96 \pm 0.28$ , Hor국면에서  $3.39 \pm 0.23$ , Kco국면에서  $2.38 \pm 0.07$ , Imp국면에서  $0.80 \pm 0.17$ , Fol국면에서  $1.63 \pm 0.25$ 로 나타났다.

이상과 같이 남·여 하퇴 분절의 속도를 비교 분석하면 <그림-11> <그림-12> 에서 보는 바와 같이 X(좌우방향)의 경우 대퇴분절에서는 Top에서부터 서서히 감소하는 현상을 나타냈으나, 하지분절인 경우 남·여 모두 Top국면에서부터 서서히 증가하다가 Hor를 지나면서 서서히 감소, 다시 Fol시 증가하는 현상을 보였는데 이는 측면접근에 의해 불을 임팩트 한 후 하퇴 회전에서 오는 현상으로 사료된다. 전체적으로 여자에 비해 남자 피험자들이 느리게 나타났다. Y(전후방향)의 경우 대퇴분절에서는 Hor국면 전에 가장 크게 나타났으나, 하지분절인 경우 대퇴분절의 감소하기 시작한 시점에서 남·여 모두 Hor국면 이후부터 서서히 증가 다가 Kco국면 이전에서 최대치를 보이면서 서서히 감소하였으며, 전체적인 속도에서 남자피험자에 비해 여자 피험자들이 느리게 나타났다. Z(상하방향)의 경우 Top국면에서 서서히 증가하다가, Hor국면에서 최대치를 보이며 감소, 다시 Imp국면을 지나면서 증가하는 현상을 나타냈다. Top국면과 Imp국면에서 여자들이 빠르게 나타났으며, 그 외 국면에서는 남자가 빠르게 나타났다. 특히 W2는 대퇴에서와 같이 전반부에서는 빠르게 나타났으나 후반부에서는 국면에서는 느리게 나타나는 것으로 볼 때 전반부

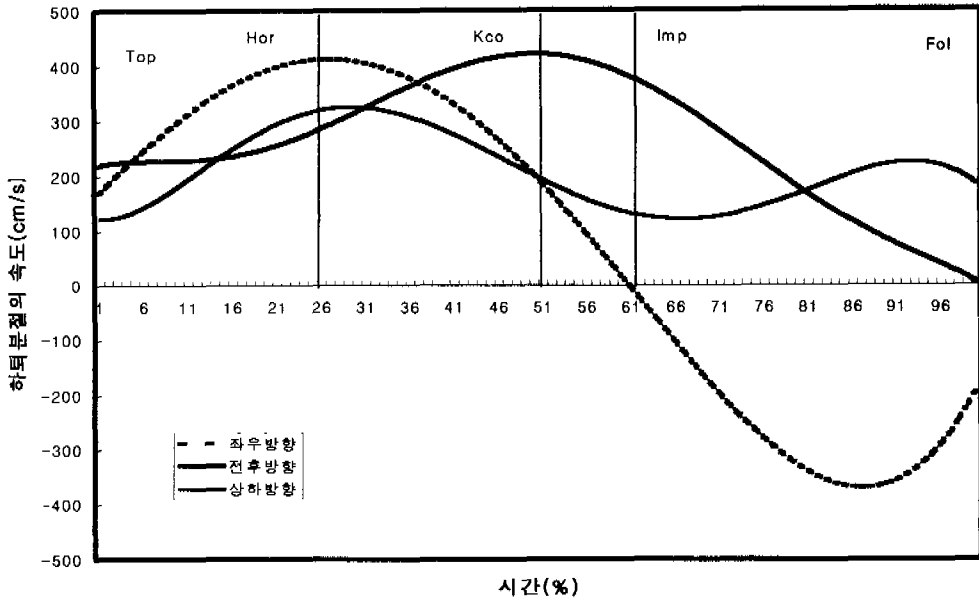


의 운동량을 운동의 후반부로 제대로 전달하지 못하는 것으로 사료된다.

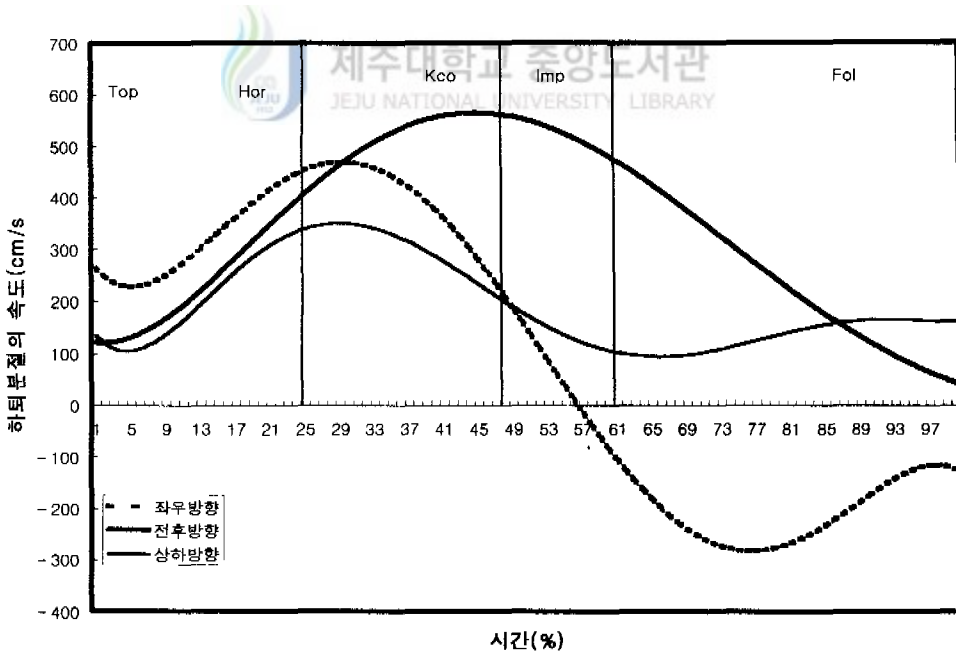
〈표-8〉 하퇴 분절의 국면별 속도

(단위 : m/s)

Phase		Top	Hor	Kco	Imp	Fol	
Subj							
W1	Shank	X	0.97	3.62	2.34	0.98	-1.88
		Y	2.04	3.00	4.95	4.00	0.45
		Z	0.74	3.18	2.19	0.81	1.34
W2	Shank	X	2.34	4.40	2.66	1.60	-3.13
		Y	2.29	2.70	4.34	3.24	0.31
		Z	1.13	3.25	2.31	0.87	1.58
W3	Shank	X	1.55	4.21	2.58	1.73	-2.24
		Y	2.12	2.33	4.38	3.20	0.02
		Z	0.99	3.13	2.47	0.96	1.61
Mean ±SD	Shank	X	1.62±0.69	4.08±0.41	2.53±0.17	1.44±0.40	-2.42±0.64
		Y	2.15±0.13	2.68±0.34	4.56±0.34	3.48±0.45	0.26±0.22
		Z	1.09±0.06	3.19±0.06	2.32±0.14	0.88±0.08	1.51±0.15
M1	Shank	X	-0.55	4.02	4.39	1.77	0.31
		Y	2.23	4.00	6.81	5.71	0.37
		Z	0.75	3.26	2.37	0.61	1.39
M2	Shank	X	3.97	1.25	3.08	1.57	-1.29
		Y	2.49	4.27	6.45	5.35	1.19
		Z	0.64	3.65	2.32	0.89	1.82
M3	Shank	X	1.01	6.82	-0.34	-1.48	-2.18
		Y	2.45	4.31	4.30	3.40	3.23
		Z	1.12	3.26	2.46	0.91	1.88
Mean ±SD	Shank	X	1.48±2.30	4.03±2.79	2.38±2.44	0.62±1.82	-1.05±1.26
		Y	2.39±0.14	4.19±0.17	5.85±1.36	4.82±1.24	1.93±1.13
		Z	0.96±0.28	3.39±0.23	2.38±0.07	0.80±0.17	1.63±0.25



<그림-11> 하퇴 분절의 국면별 속도(여자)



<그림-12> 하퇴분절의 국면별 속도(남자)

### (3) 발 분절의 국면별 속도

발 분절의 국면별 속도는 <표-9> <그림-13> <그림-14> 와 같다.

<표-9> 에서 보는 바와 같이 여자 피험자 W1,W2,W3의 경우를 분석하면 먼저 X(좌우방향)의 발 분절의 속도의 평균과 표준편차는 Top국면에서  $0.23 \pm 3.01$ , Hor국면에서  $1.83 \pm 0.68$ , Kco국면에서  $0.97 \pm 3.05$ , Imp국면에서  $0.14 \pm 3.49$ , Fol국면에서  $-1.12 \pm 0.57$ , Y(전후방향)의 발 분절의 속도의 평균과 표준편차는 Top국면에서  $1.46 \pm 0.03$ , Hor국면에서  $2.27 \pm 0.32$ , Kco국면에서  $4.20 \pm 0.13$ , Imp국면에서  $5.45 \pm 1.29$ , Fol국면에서  $2.92 \pm 0.63$ , Z(상하방향)의 발 분절의 속도의 평균과 표준편차는 Top국면에서  $0.92 \pm 1.36$ , Hor국면에서  $1.40 \pm 0.23$ , Kco국면에서  $3.08 \pm 0.13$ , Imp국면에서  $0.71 \pm 0.12$ , Fol국면에서  $1.37 \pm 0.19$ 로 나타났다.

남자 피험자 M1,M2,M3의 경우 X(좌우방향)의 발 분절의 속도의 평균과 표준편차는 Top국면에서  $0.52 \pm 0.32$ , Hor국면에서  $2.00 \pm 3.01$ , Kco국면에서  $-1.04 \pm 1.40$ , Imp국면에서  $-1.67 \pm 1.42$ , Fol 국면에서  $-1.11 \pm 1.44$ , Y(전후방향)의 발 분절의 속도의 평균과 표준편차는 Top국면에서  $2.26 \pm 0.17$ , Hor국면에서  $3.77 \pm 0.80$ , Kco국면에서  $4.96 \pm 0.66$ , Imp국면에서  $6.76 \pm 1.46$ , Fol국면에서  $-3.26 \pm 0.27$ , Z(상하방향)의 발 분절의 속도의 평균과 표준편차는 Top국면에서  $0.60 \pm 0.24$ , Hor국면에서  $1.43 \pm 0.12$ , Kco국면에서  $3.03 \pm 0.16$ , Imp국면에서  $0.80 \pm 0.13$ , Fol국면에서  $1.52 \pm 0.17$ 으로 나타났다.

이상과 같이 남·여 발 분절의 속도를 비교 분석하면 <그림-13> <그림-14> 에서 보는 바와 같이 X(좌우방향)의 경우 발 분절에서는 하퇴 분절에서와 같이 Top에서부터 서서히 증가하는 현상을 나타내며 Hor국면 이후로 감소, 다시 Fol시 증가하는 현상을 보였다. Y(전후방향)의 경우 Top 이후 서서히 증가하다가 하퇴 분절의 감소하기 시작한 이후 Imp국면에서 최대치를 보인 후 서서히 감소하기 시작했다. 진행방향 전 국면에서 남자가 여자보다 빠르게 나타났는데, 이는 남·여의 신체적 차이 외에 남자에 비해 여자들이 불과 자신과의 거리를 정확히 환산하지 못하여 불과 자기 자신과의 거리를 맞추기 위하여 보폭을 작게 함으로써 속도의 감소를 가져온 것이라 사료된다. 특히 W3의 경우 Hor국면까지는 느리게 나타났으나, 그 이후 국면에서 빠르게 나타난 것으로 볼 때 Imp국면이후 기여도가 높은 것으로

사료된다. Z(상하방향)의 경우 하퇴 분절과 같이 Top국면에서 Kco국면이전까지 서서히 증가하다가 감소하여, 다시 Imp국면 이후에서 다시 증가하는 현상을 나타냈으며, Top국면과 Kco국면에서는 여자가 빠르고, 그 외 국면에서는 남자가 빠르게 나타났으며, W2인 경우 대퇴, 하퇴에서와 같이 전반부에서는 빠르게 나타났으나 후반부에서는 국면에서는 느리게 나타나는 것으로 볼 때 전반부의 운동량을 운동의 후반부로 제대로 전달하지 못하는 것으로 사료된다.

전체적인 하지분절의 속도를 비교 분석하면 남자 피험자들이 여자피험자들에 비해 높게 나타났으며, 대부분의 피험자의 하지분절의 속도에 있어서 다운 스윙의 전반부인 Hor국면 이전에는 대퇴분절이 최대속도를 보였고 스윙이 진행되면서 하퇴, 발 분절의 순서로 최대속도를 형성하는 패턴을 나타냈다.

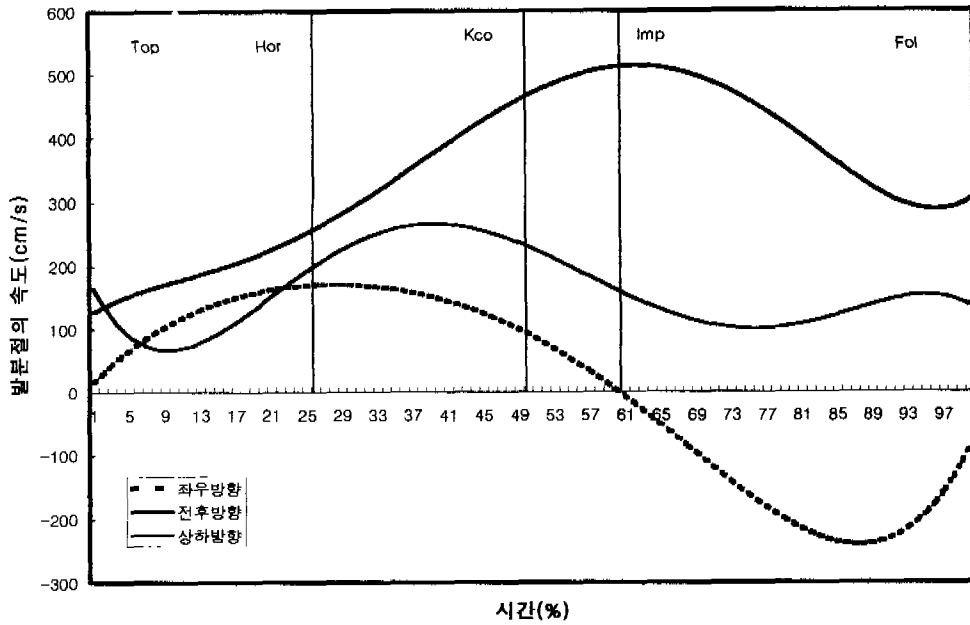
이와 같은 현상은 근위 분절인 대퇴가 큰 속도를 가지고 운동을 시작하여 운동의 종말에서는 원위 분절인 하퇴가 큰 속도를 갖는 형태의 체적이론과 같은 양상을 보인다고 할 수 있다.

Putnam(1983)은 분절간의 상호작용 차원에서 킥 동작의 초기 국면 동안 대퇴의 회전이 상당히 감소하면서 하지의 회전을 증가시키는 패턴이 나타난다고 주장하였으며 이러한 속도의 변화양상이 본 결과에서도 나타나고 있다.

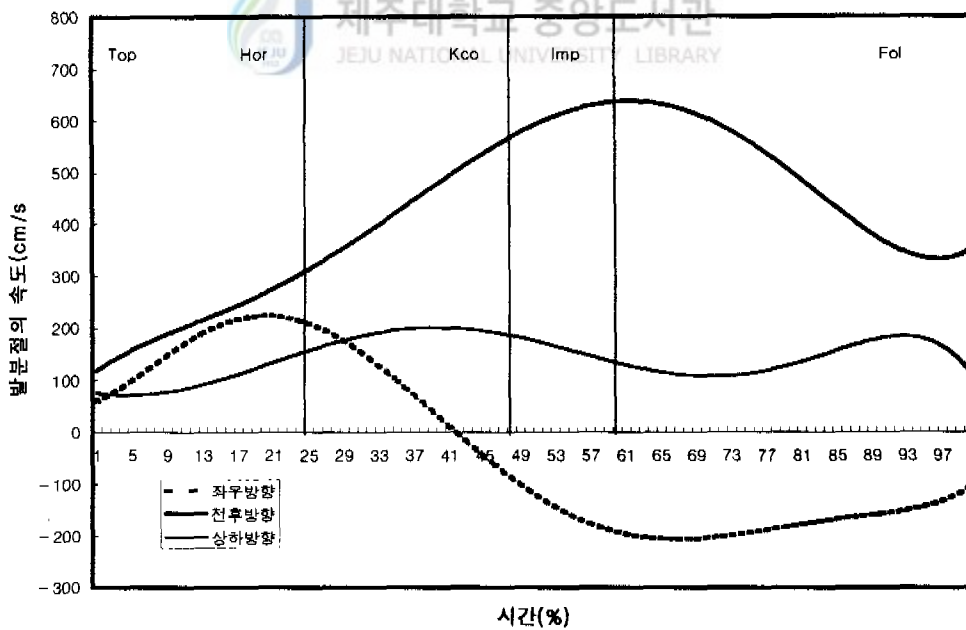
〈표-9〉 발 분절의 국면별 속도

(단위:m/s)

Subj	Phase		Top	Hor	Kco	Imp	Fol
W1	Ankle	X	-0.2	2.32	4.35	3.86	-0.48
		Y	1.42	2.32	4.14	4.31	2.48
		Z	0.64	1.20	3.04	0.62	1.30
W2	Ankle	X	-2.54	1.05	0.11	-0.36	-1.29
		Y	1.47	2.55	4.12	5.19	2.64
		Z	0.86	1.34	2.99	0.67	1.59
W3	Ankle	X	3.44	2.11	-1.56	-3.07	-0.58
		Y	1.48	1.95	4.35	6.86	3.64
		Z	0.54	1.65	3.23	0.84	1.59
Mean ±SD	Ankle	X	0.23±3.01	1.83±0.68	0.97±3.05	0.14±3.49	-1.12±0.57
		Y	1.46±0.03	2.77±0.32	4.20±0.13	5.45±1.29	2.92±0.63
		Z	0.92±1.36	1.40±0.23	3.08±0.13	0.71±0.12	1.37±0.19
M1	Ankle	X	0.49	0.63	0.57	-0.13	-0.47
		Y	2.17	3.26	5.69	7.52	3.51
		Z	0.33	1.30	3.03	0.65	1.61
M2	Ankle	X	0.21	-0.07	-1.69	-1.94	-0.11
		Y	2.46	4.69	4.77	7.31	3.31
		Z	0.76	1.54	2.87	0.91	1.33
M3	Ankle	X	0.85	5.45	-2.01	-2.94	-2.76
		Y	2.15	3.35	4.41	5.44	2.97
		Z	0.73	1.46	3.18	0.84	1.63
Mean ±SD	Ankle	X	0.52±0.32	2.00±3.01	-1.04±1.40	-1.67±1.42	-1.11±1.44
		Y	2.26±0.17	3.77±0.80	4.96±0.66	6.76±1.46	3.26±0.27
		Z	0.60±0.24	1.43±0.12	3.03±0.16	0.80±0.13	1.52±0.17



〈그림-13〉 발 분질의 국면별 속도



〈그림-14〉 발 분질의 국면별 속도

### 3) 볼 최대속도

볼 최대속도는 임팩트 후 최대속도를 말하며, 임팩트 후 발에서 볼이 떠난 후 5프레임 구간에 나타나는 볼 속도 중 최대값을 산출하였다.

〈표-10〉 임팩트 직후 볼 최대속도 (단위:m/s)

Subject	Ball Velocity
W1	20.73
W2	22.42
W3	23.72
Mean±SD	22.13±1.28
M1	24.36
M2	24.81
M3	25.39
Mean±SD	24.85±0.52

〈표-10〉에서 보는 바와 같이 여자 피험자 W1,W2,W3의 볼 최대속도에 대한 평균과 표준편차는  $22.13 \pm 1.28$ , 남자 피험자 M1,M2,M3의 평균과 표준편차는  $24.85 \pm 0.52$ 로 남자 피험자가 여자 피험자에 비해 빠르게 나타났다. 이러한 결과는 Plagenhoef(1971)의 28.9 m/s보다 느리게 나타났는데 이는 본 실험상황에서 의미로 설정한 3보의 스텝에서 출발하여 킥하도록 설계하였기에 신체중심의 선속도를 최대화 할 수 없었기 때문이라고 사료된다.

피험자 중 가장 빠르게 나타난 S5는 25.39m/s로 나타났으며, 가장 느리게 나타난 S는 20.73m/s로 나타났다.

#### 4. 하지관절의 국면별 각도

하지관절의 국면별 각도분석 국면은 Top, Hor, Kco, Imp, Fol국면으로 구분하여 각도를 분석하였다. 고관절각은 몸통과 대퇴가 이루는 전방 각을, 슬관절각은 대퇴와 하퇴가 이루는 후방각을 족관절각은 하퇴와 발이 이루는 전방 각을 측정하였다. 고관절각, 슬관절각, 족관절각은 <표-11> <그림-15> <그림-16> 과 같다.

<표-11> 하지관절의 각도

(단위:degree)

Phase		Top	Hor	Kco	Imp	Fol
W1	R.Hip	146.3	144.2	140.4	138	121.4
	Knee	75.1	96.5	133.4	146.9	176.1
	Ankle	124.4	161.9	158	150.3	140.7
W2	R.Hip	147.5	142.2	135.4	131.4	101.9
	Knee	87.8	117.8	159.8	164.9	175.6
	Ankle	142.9	157.6	163.6	156.3	130.8
W3	R.Hip	150.5	146.3	139.2	127.5	102.2
	Knee	56.0	100.7	171.2	175.5	163.5
	Ankle	136.8	143.3	158.2	154.7	139.1
Mean ±SD	R.Hip	148.1±2.16	144.03±2.97	138.33±2.61	132.3±5.0	108.5±11.17
	Knee	72.97±16.00	105±11.28	154.8±19.39	162.43±14.46	171.73±7.13
	Ankle	134.7±9.43	154.27±9.74	159.93±3.18	155.77±6.07	136.87±5.31
M1	Thigh	146.1	145.1	141.2	134.1	113
	Shank	80.1	85.2	120.2	147.8	172.7
	Ankle	148.5	149.5	154.3	158.9	138.1
M2	R.Hip	144.4	140.4	138.5	136.1	89.7
	Knee	70.50	97.8	131.3	139.9	160.9
	Ankle	132.4	150.1	151.7	151.3	148.2
M3	R.Hip	140.9	140	129.9	126.9	111.5
	Knee	70.20	88	134.6	140.2	157
	Ankel	137.40	140.7	143	153.8	140
Mean +SD	R.Hip	140.03±5.96	143.5±3.15	136.53±5.90	132.37±4.84	104.7±11.17
	Knee	73.60±5.63	90.33±6.62	128.7±7.54	142.63±4.48	163.53±8.17
	Ankle	139.43±8.24	146.77±5.26	149.67±5.92	154.67±7.06	142.1±5.37



〈표-11〉에서 보는 바와 같이 여자 피험자인 W1,W2,W3의 경우를 분석하면 고관절의 경우 Top국면에서  $148.1 \pm 2.16$ , Hor국면에서  $144.03 \pm 2.97$ , Kco국면에서  $138.33 \pm 2.61$ , Imp국면에서  $132.3 \pm 5.00$ , Fol국면에서  $108.50 \pm 11.17$ , 슬관절의 경우 Top국면에서  $72.97 \pm 16.00$ , Hor국면에서  $105 \pm 11.28$ , Kco국면에서  $154.8 \pm 19.39$ , Imp국면에서  $162.43 \pm 14.46$ , Fol국면에서  $171.73 \pm 7.13$ , 족관절의 경우 Top국면에서  $134.7 \pm 9.43$ , Hor국면에서  $154.27 \pm 9.74$ , Kco국면에서  $159.93 \pm 3.18$ , Imp국면에서  $153.77 \pm 6.07$ , Fol국면에서  $136.87 \pm 5.31$ 로 나타났다.

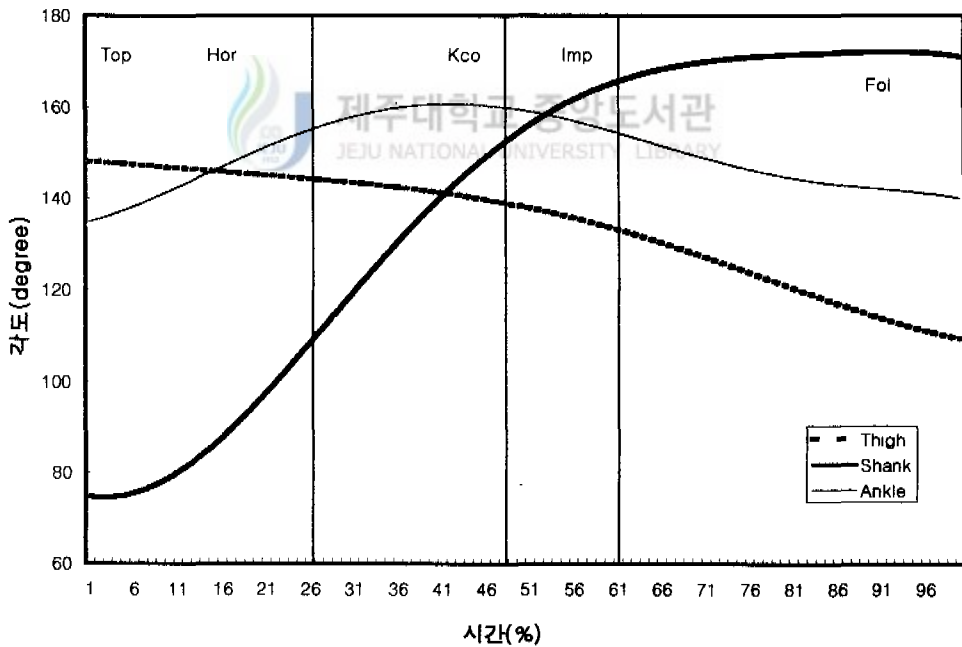
남자 피험자인 경우 M1,M2,M3를 분석하면 고관절의 경우 Top국면에서  $140.03 \pm 5.96$ , Hor국면에서  $143.50 \pm 3.15$ , Kco국면에서  $136.53 \pm 5.90$ , Imp국면에서  $132.37 \pm 4.84$ , Fol국면에서  $104.70 \pm 11.17$  슬관절의 경우 Top국면에서  $73.60 \pm 5.63$ , Hor국면에서  $90.33 \pm 6.62$ , Kco국면에서  $128.70 \pm 7.54$ , Imp국면에서  $142.63 \pm 4.48$ , Fol국면에서  $163.53 \pm 8.17$ , 족관절의 경우 Top국면에서  $139.43 \pm 8.24$ , Hor국면에서  $146.77 \pm 5.26$ , Kco국면에서  $149.67 \pm 5.92$ , Imp국면에서  $154.67 \pm 7.06$ , Fol국면에서  $142.1 \pm 5.37$ 로 나타났다.

이상과 같이 남·여 하지관절의 각도를 비교 분석하면 〈그림-15〉 〈그림-16〉에서 보는 바와 같이 고관절의 경우 남·여 모두 스윙이 진행되면서 고관절 각이 서서히 작아지는 현상을 볼 수 있다. 남·여 피험자의 고관절 각에서 남자 피험자가 여자 피험자보다 임팩트 직전에 고관절 각이 더 적게 나타났는데 이러한 결과는 남자 피험자가 상체를 반시계 방향으로 회전하면서 더 굽혔기 때문인 것으로 사료된다. 특히 M2인 경우 고관절 각이 적게 나타났는데 이러한 동작이 이루어질 때 슈팅동작 후 볼이 수직방향으로 뜨는 것을 방지할 수 있을 것이다. 또한 조규권(1992)이 대퇴관절의 각도가 좁을수록 파워 있는 슈팅 동작이 이루어진다고 했듯이 슈팅 동작시 대퇴관절의 각을 좁혀줌으로써 타이밍과 정확도 및 각운동량의 증가를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서 임팩트 순간에 나타난 고관절각은 김성배(1996)가 보고한 인스텝 슛 동작시 나타난  $132.45^\circ$  보다 크게 나타났다.

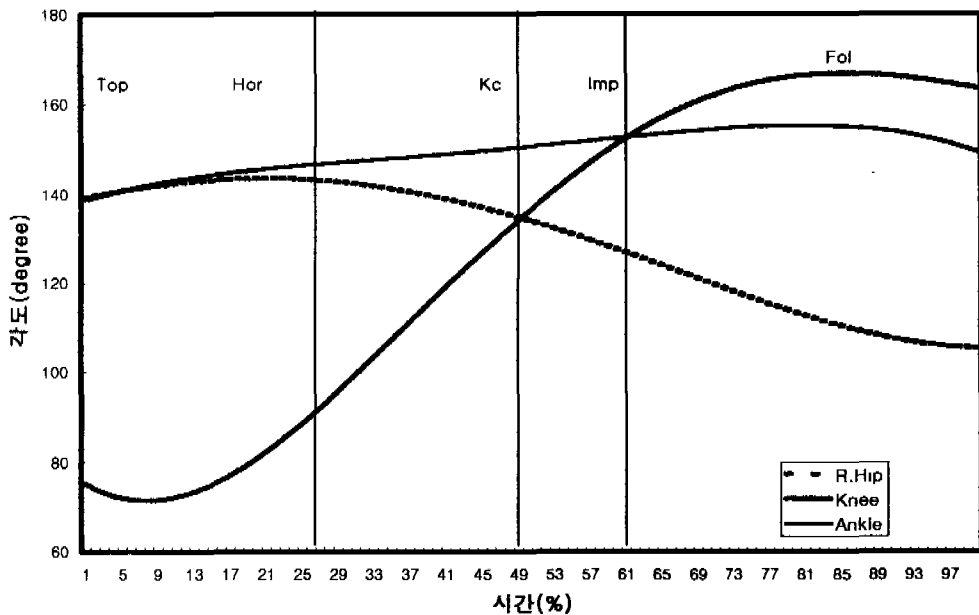
슬관절의 경우 남·녀 모두 고관절의 신전이 작아지는 Hor국면 이전에서부터 서서히 증가하다가 Imp국면에서 최대치를 보였다. 박두균(1989)의 연구에 의하면 빠르고 강력한 슈팅을 하기 위해서는 무릎 관절의 각을 작게하고 회전에 의한 힘을

증가시키면 보다 큰 운동량을 얻을 수 있다라고 했듯이 Top국면을 제외한 전체 국면에서 여자가 남자보다 크게 나타났다. 본 연구의 임팩트 순간에 나타난 무릎관절 각은 김성배(1996)가 보고한 인스텝 슛 동작시의 임팩트 순간에 나타난 128.93°보다 크게 나타났다. 이는 중거리 인스텝 슛을 할 때 볼을 정확하게 멀리 보내려고 하는 데서 오는 것으로 사료된다.

족관절의 경우 여자는 족관절각이 Top국면에서부터 점점 커지다 Kco국면에서 최대치를 보였으나, 남자는 Top국면에서부터 점점 커지다 Imp 국면에서 최대치를 보였다. <표-11> 에서 보는 바와 같이 남자가 볼의 최대속도가 여자보다 더 빠른 것으로 볼 때 Imp국면에서 남자가 족관절 각을 크게 하여 운동량이 여자보다 많아 볼의 속도를 높다고 사료된다.



<그림-15> 국면별 각도(여자)



제주대학교 중앙도서관  
 <그림-16> 국면별 각도(남자)

## 5. 하지관절의 국면별 각속도

하지관절의 국면별 각속도 분석 국면은 Top, Hor, Kco, Imp, Fol국면으로 구분하여 각속도를 분석하였다. 각 국면별 각속도는 <표-12> <그림-17> <그림-18> 과 같다.

<표-12> 에서 보는 바와 같이 여자 피험자인 W1,W2,W3의 경우를 분석하면 고관절의 각속도는 Top국면에서  $233.43 \pm 41.22$ , Hor국면에서  $265 \pm 38.59$ , Kco국면에서  $177.67 \pm 17.60$ , Imp국면에서  $42.47 \pm 11.94$ , Fol국면에서  $99.27 \pm 8.56$ , 슬관절의 각속도는 Top국면에서  $45 \pm 4.36$ , Hor국면에서  $402.37 \pm 62.11$ , Kco국면에서  $600.36 \pm 26.05$ ,

Imp국면에서  $384.87 \pm 54.50$ , Fol국면에서  $122.03 \pm 17.91$ , 족관절의 각속도는 Top국면에서  $-34.73 \pm 5.07$ , Hor국면에서  $364.03 \pm 54.89$ , Kco국면에서  $572.37 \pm 72.19$ , Imp국면에서  $760.17 \pm 54.50$ , Fol국면에서  $130.07 \pm 10.20$ 로 나타났다.

남자 피험자인 M1, M2, M3를 분석하면 고관절의 각속도는 Top국면에서  $249.8 \pm 25.51$ , Hor국면에서  $286.2 \pm 23.65$ , Kco국면에서  $192.53 \pm 25.46$ , Imp국면에서  $63.53 \pm 14.52$ , Fol국면에서  $111.43 \pm 3.39$ , 슬관절의 각속도는 Top국면에서  $-33.67 \pm 12.34$ , Hor국면에서  $524.1 \pm 6.05$ , Kco국면에서  $632 \pm 2.52$ , Imp국면에서  $467.63 \pm 24.34$ , Fol국면에서  $194.37 \pm 12.40$ , 족관절의 각속도는 Top국면에서  $-42 \pm 7.00$ , Hor국면에서  $437.6 \pm 15.82$ , Kco국면에서  $592.33 \pm 4.20$ , Imp국면에서  $788.43 \pm 1.70$ , Fol국면에서  $240.5 \pm 2.71$ 로 나타났다.

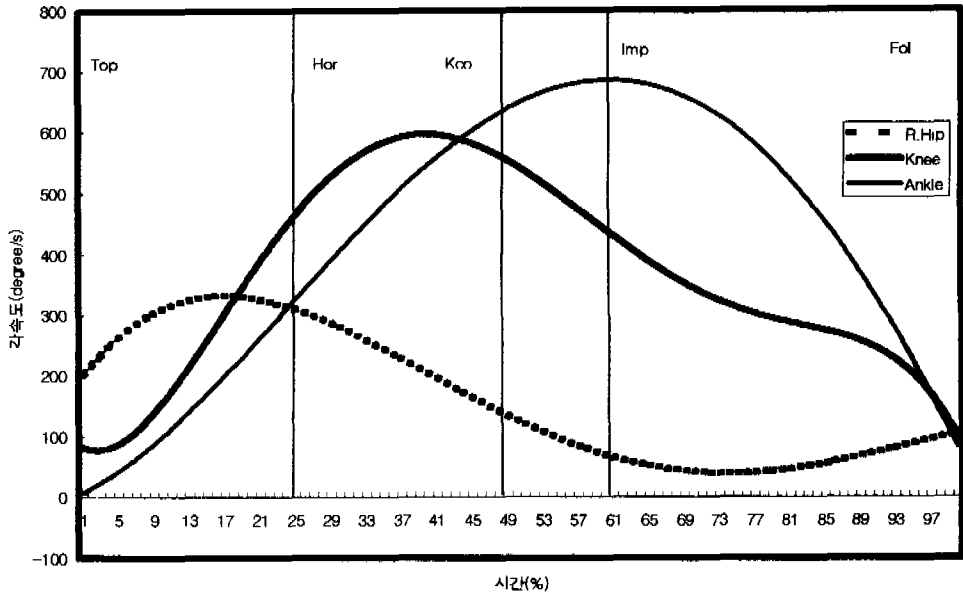
이상과 같이 남·여 하지 관절의 각속도를 비교 분석하면 고관절, 슬관절, 족관절 모두 Knee와 Ankle의 Top국면을 제외한 전체적인 국면에서 남자가 여자보다 빠르게 나타났으며, 볼 속도에서 빠르게 나타난 남자 피험자인 경우 볼 속도가 느리게 나타난 여자들보다 대퇴관절의 각속도에 대한 최대값이 높게 나타났다. W2인 경우 대퇴의 각속도가 빠르게 나타난 반면 볼의 속도가 느리게 나타난 이유는 스윙의 전반부에 대퇴와 하퇴가 높은 각속도를 내면서 진행되었으나 스윙의 종말인 임팩트 직전에 원위 분절인 발로 원활하게 전달되지 못한 결과이거나 다른 요인이 영향을 미쳤기 때문인 것으로 사료된다.

〈그림-17〉 〈그림-18〉에서 보는 바와 같이 남·여 모두 전반적으로 대퇴의 신전에 의해 진행된 백스윙 후 다운 스윙이 진행되면서 Hor국면 이전까지는 고관절의 각속도가 최대값을 나타냈으며, Kco국면 이전까지는 슬관절의 각속도가, Imp국면에서 발관절의 각속도가 최대값을 나타내면서 원만하게 감소하는 경향을 나타냈다. 본 연구에서 나타난 이러한 결과는 Vogelsinger(1973)가 보고한 우수한 슛이란 처음에는 차는 다리의 대퇴 신전을 돕는 몸통회전과 다음으로 하퇴의 완전한 스윙이 가능하도록 슬관절을 충분히 굴곡 하였다가 임팩트시 신전 시킴으로써 충분한 각속도를 얻는다고 하는 이론과 동일하게 나타난 것으로 사료된다.

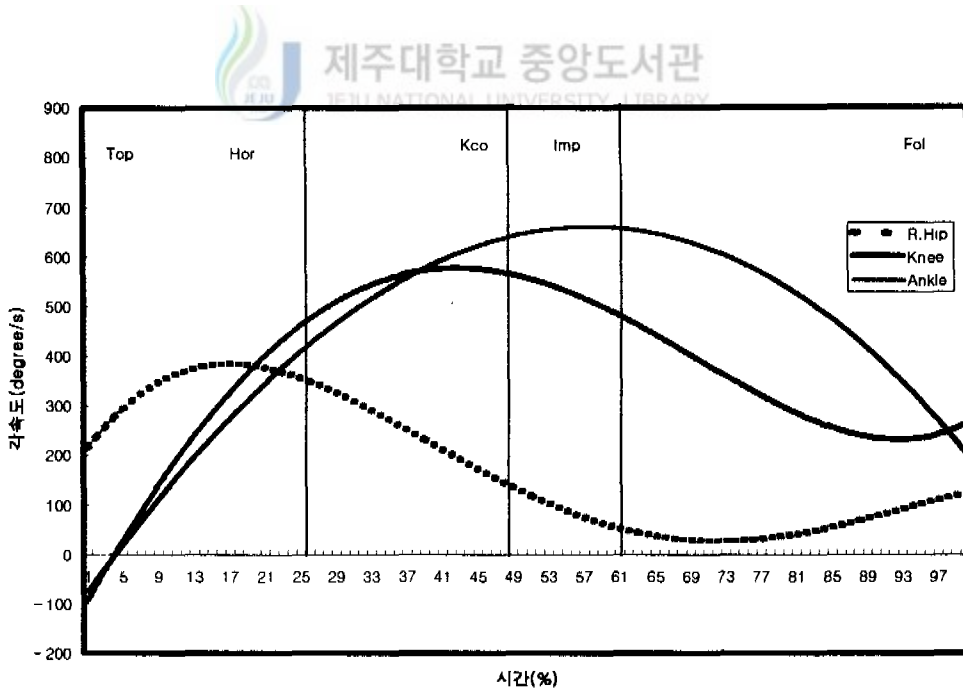
〈표-12〉 하지관절의 국면별 각속도

(단위:degree/s)

Phase	Top	Hor	Kco	Imp	Fol	
<b>Subj</b>						
<b>W1</b>	R.Hip	176.4	220.7	158.3	28.8	91
	Knee	40	330.7	574.4	330.4	105
	Ankle	-31	300.9	490.4	740.5	120
<b>W2</b>	R.Hip	253.3	290.9	192.7	47.7	98.7
	Knee	48	440.8	600.2	384.8	120.4
	Ankle	-32.7	390.7	560.2	753.3	129.8
<b>W3</b>	R.Hip	240.6	283.6	182	50.9	108.1
	Knee	47	435.6	626.5	439.4	140.7
	Ankle	-40.5	400.5	590.4	786.7	240.3
<b>Mean ± SD</b>	R.Hip	223.43±41.22	265±38.59	177.67±17.60	42.47±11.94	99.27±8.56
	Knee	45±4.36	402.37±62.11	600.36±26.05	384.87±54.50	122.03±17.91
	Ankle	-34.73±5.07	364.03±54.89	572.37±72.19	760.17±23.85	130.07±10.20
<b>M1</b>	R.Hip	239.8	262.8	170.7	55.6	110
	Knee	-44	522.8	633.2	447.8	191
	Ankle	-50	430.7	594.4	790.1	240.7
<b>M2</b>	R.Hip	230.8	285.7	186.4	54.7	109.1
	Knee	-37	518.5	630.1	460.3	184
	Ankle	-53.4	426.4	587.5	788.3	237.7
<b>M3</b>	R.Hip	278.8	310.1	220.5	80.3	115.3
	Knee	-39	530.7	601.9	494.8	208.1
	Ankle	-57.6	455.7	595.1	790.2	243.2
<b>Mean ± SD</b>	R.Hip	249.8±25.51	286.2±23.65	192.53±25.46	63.53±14.52	111.43±3.39
	Knee	-33.67±12.34	524.1±6.05	632±2.52	467.63±24.34	194.37±12.40
	Ankle	-42±7	437.6±15.82	592.33±4.20	788.43±1.70	240.5±2.71



〈그림-17〉 국면별 각속도(여자)



〈그림-18〉 국면별 각속도(남자)

## 6. 볼 속도에 미친 하지분절의 기여도

임팩트 직후의 볼속도는 임팩트 직전의 발속도와 깊은 관련이 있다. 따라서 이 연구에서는 대퇴, 하퇴, 오른발의 톱스윙에서 임팩트까지 나타나는 신체분절의 기여도를 보기 위해 이 연구에서는 속도의 변인을 가지고 각 피험자별로 분석한 결과 <표-14> <표-15> <표-16> <표-17> 과 같으며, 각 국면별 기여도를 백분율로 나타낸 결과는 <그림-19> <그림-20> <그림-21> <그림-22> 과 같다.

### 1) TOP동작시 신체분절의 기여도

TOP동작시 신체분절의 기여도는 <표-13> <그림-19> 과 같다.

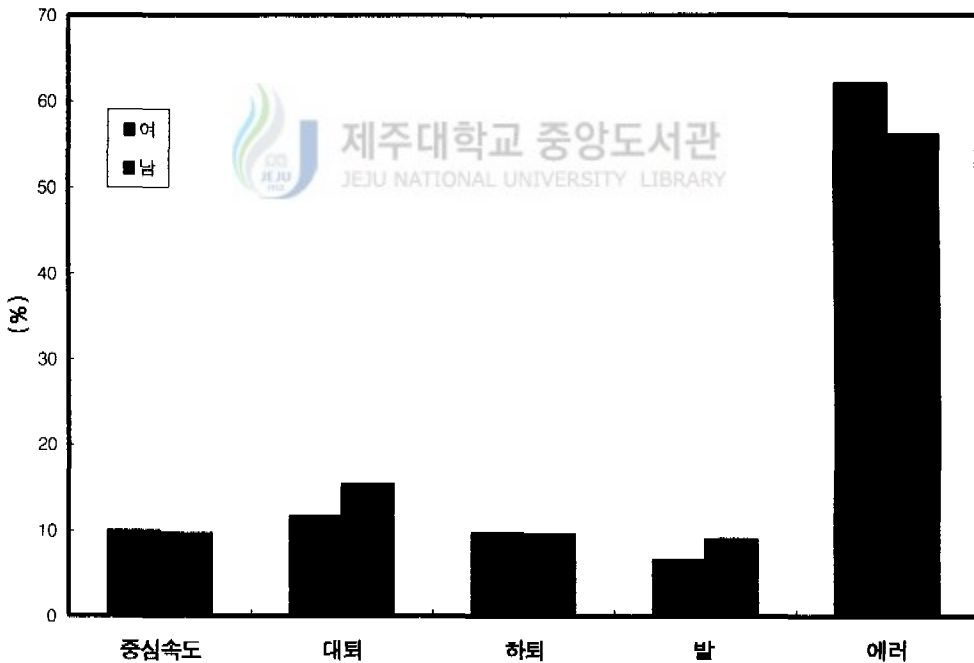
<표-13> 에서 보는 바와 같이 여자인 경우 중심속도  $2.20 \pm 0.05$ , 대퇴  $2.58 \pm 0.12$ , 하퇴  $2.15 \pm 0.13$ , 발  $1.46 \pm 0.03$  에러  $13.74 \pm 1.09$ 로 나타났으며, 남자인 경우 중심속도  $2.41 \pm 0.30$ , 대퇴  $3.83 \pm 0.18$  하퇴  $2.39 \pm 0.17$  발  $2.26 \pm 0.14$ , 에러  $13.93 \pm 1.84$ 로 나타났다.

슛 동작에서 TOP 시점은 고관절의 신전과 슬관절의 굴곡으로 백스윙이 정점에 이르는 시점으로 대퇴의 활동에 의한 다운스윙이 이루어지기 직전의 시기이다. 따라서 하퇴나 발보다 높게 나타났으며, 가장 크게 기여를 한 분절은 남·여 모두 대퇴, 중심속도, 하퇴, 발 순으로 나타났다. 전반적으로 남자가 여자보다 높게 나타났다.

〈표-13〉 TOP동작시 신체분절의 기여도

(단위:m/s)

Phase	중심속도	대퇴	하퇴	발	에러	블속도
Sbject	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
W1	2.15(10.37)	2.45(11.82)	2.04(9.84)	1.42(6.85)	12.67(61.12)	20.73(100)
W2	2.20(9.81)	2.69(12.00)	2.29(10.21)	1.47(6.56)	13.77(61.42)	22.42(100)
W3	2.25(9.68)	2.59(11.15)	2.12(9.13)	1.48(6.37)	14.79(63.67)	23.23(100)
Mean	2.20±0.05	2.58±0.12	2.15±0.13	1.46±0.03	13.74±1.09	22.13±1.28
±SD	(9.94)	(11.66)	(9.72)	(6.60)	(62.08)	(100)
M1	2.20(9.03)	3.48(14.29)	2.23(9.15)	2.17(8.91)	14.28(58.62)	24.36(100)
M2	2.75(11.08)	4.08(16.44)	2.49(10.04)	2.46(10.24)	13.03(52.52)	24.81(100)
M3	2.25(8.86)	3.92(15.44)	2.45(9.65)	2.15(8.47)	14.62(57.58)	25.39(100)
Mean	2.41±0.30	3.83±0.18	2.39±0.17	2.26±0.14	13.93±1.84	24.85±0.52
±SD	(9.70)	(15.41)	(9.62)	(9.09)	(56.18)	(100)



〈그림-19〉 TOP동작시 신체분절의 기여도



## 2) HOR동작시 신체분절의 기여도

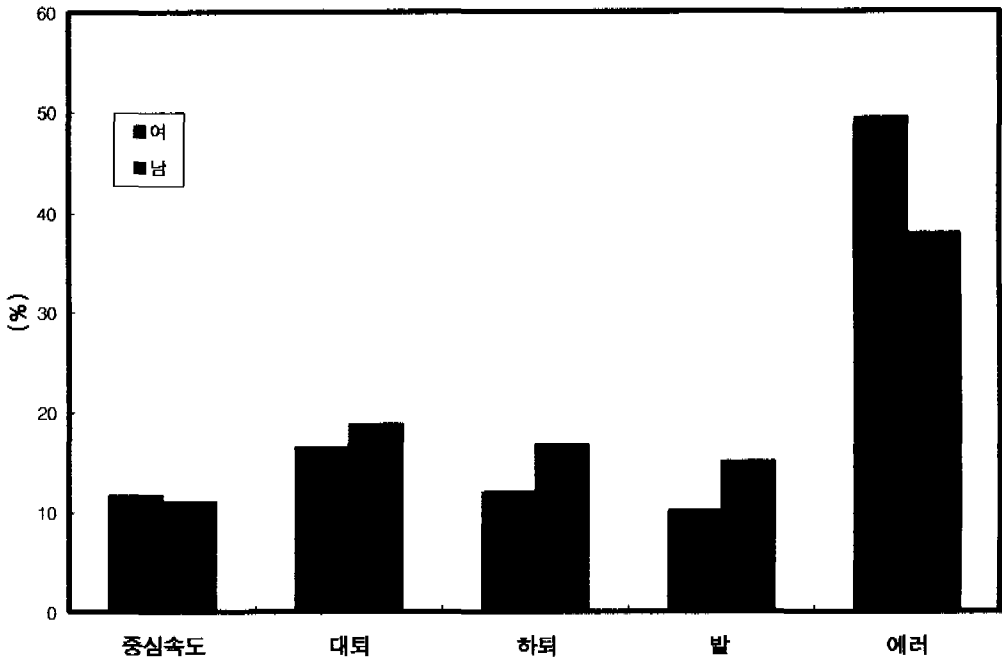
HOR동작시 신체분절의 기여도는 <표-14> <그림-20> 과 같다.

<표-14> 에서 보는 바와 같이 여자인 경우 중심속도  $2.59 \pm 0.37$ , 대퇴  $3.66 \pm 0.11$ , 하퇴  $2.68 \pm 0.34$ , 발  $2.27 \pm 2.30$  에러  $10.93 \pm 1.43$ 으로 나타났으며, 남자인 경우 중심속도  $2.75 \pm 0.24$ , 대퇴  $4.70 \pm 0.37$  하퇴  $4.19 \pm 0.17$  발  $3.77 \pm 0.80$  에러  $9.44 \pm 0.72$ 으로 나타났다.

숫 동작에서 다운스윙이 진행되면서 HOR시점인 하퇴가 수평에 이르는 시기에 고관절의 활동이 최고값을 형성하면서 크게 기여하며, 고관절의 활동이 슬관절의 활동으로 전이되는 과정으로 고관절의 활동이 크게 나타났다. 여자인 경우 가장 크게 기여를 한 분절은 대퇴, 하퇴, 중심속도, 발, 순으로 나타났으나, 남자인 경우 대퇴, 하퇴, 발, 중심속도 순으로 나타났다. 족관절의 기여가 슬관절에 비해 크게 나타난 M2는 슬관절의 활동이 족관절로 빨리 전이되었다고 사료된다. 이는 김성배(1996)가 보고한 연구결과와 일치함을 보여주고 있다.

<표-14> HOR동작시 신체분절의 기여도 (단위:m/s)

Phase	중심속도	대퇴	하퇴	발	에러	발속도
Subject	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
S	2.30(11.10)	3.53(17.03)	3.00(14.47)	2.32(11.19)	9.58(46.21)	20.73(100)
S1	2.65(11.82)	3.75(16.73)	2.70(12.04)	2.55(11.37)	10.77(48.04)	22.42(100)
S2	2.83(12.18)	3.69(15.88)	2.33(10.03)	1.95(8.39)	12.43(53.51)	23.23(100)
Mean	$2.59 \pm 0.37$	$3.66 \pm 0.11$	$2.68 \pm 0.34$	$2.27 \pm 0.30$	$10.93 \pm 1.43$	$22.13 \pm 1.28$
±SD	(11.70)	(16.54)	(12.11)	(10.26)	(49.39)	(100)
S3	2.84(11.66)	4.31(17.70)	4.00(16.42)	3.26(13.38)	9.95(40.84)	24.36(100)
S4	2.45(9.88)	4.78(19.27)	4.27(17.21)	4.69(18.90)	8.76(35.31)	24.81(100)
S5	2.97(11.70)	5.03(19.81)	4.31(16.98)	3.35(13.19)	9.73(38.32)	25.39(100)
Mean	$2.75 \pm 0.27$	$4.70 \pm 0.37$	$4.19 \pm 0.17$	$3.77 \pm 0.80$	$9.44 \pm 0.72$	$24.85 \pm 0.52$
±SD	(11.07)	(18.91)	(16.86)	(15.17)	(37.98)	(100)




 <그림-20> HQR동작시 신체분절의 기여도  
 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

### 3) KCO동작시 신체분절의 기여도

KCO동작시 신체분절의 기여도는 <표-16> <그림-21> 과 같다.

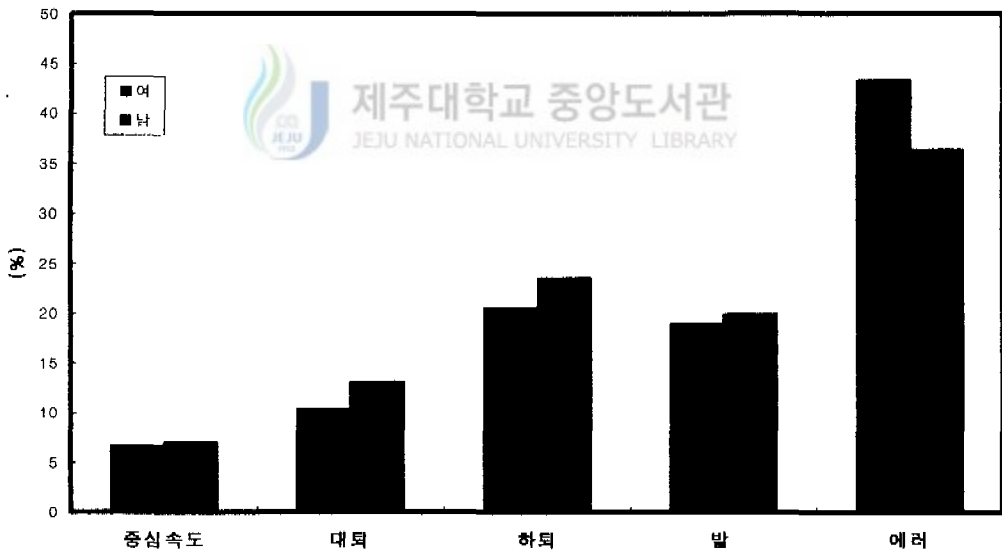
<표-15> 에서 보는 바와 같이 여자인 경우 중심속도  $1.48 \pm 0.46$ , 대퇴  $2.30 \pm 0.29$ , 하퇴  $4.56 \pm 0.34$ , 발  $4.20 \pm 0.13$  에러  $9.59 \pm 2.77$ 로 나타났으며, 남자인 경우 중심속도  $1.74 \pm 0.18$ , 대퇴  $3.25 \pm 1.11$ , 하퇴  $5.85 \pm 1.36$ , 발  $4.96 \pm 0.66$  에러  $9.05 \pm 1.90$ 로 나타났다.

KCO시점은 양무릎이 일치하는 시점으로 고관절의 활동이 슬관절로 전이되어 슬관절이 크게 기여를 하였다. 이는 김성배(1996)가 보고한 연구결과와 일치함을 보여주고 있으며, 가장 크게 기여를 한 분절은 하퇴, 발, 대퇴, 중심속도 순으로 나타났다.

〈표-15〉 KCO동작시 신체분절의 기여도

(단위:m/s)

Phase	중심속도	대퇴	하퇴	발	에러	볼속도
Shbject	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
S	1.98(9.55)	2.56(12.35)	4.95(23.88)	4.14(19.97)	7.10(34.25)	20.73(100)
S1	1.06(9.71)	2.33(10.39)	4.34(19.36)	4.12(18.38)	10.57(47.14)	22.42(100)
S2	1.41(6.07)	1.99(8.57)	4.38(18.85)	4.35(18.73)	11.10(47.78)	23.23(100)
Mean	1.48±0.46	2.3±0.29	4.56±0.34	4.20±0.13	9.59±2.77	22.13±1.28
±SD	(6.69)	(10.39)	(20.61)	(18.98)	(43.33)	(100)
S3	1.63(6.69)	2.87(11.78)	6.81(27.96)	5.69(23.36)	7.36(30.21)	24.36(100)
S4	1.95(7.86)	2.37(9.55)	6.45(26.00)	4.77(19.23)	9.27(37.36)	24.81(100)
S5	1.65(6.50)	4.50(17.72)	4.30(16.94)	4.41(17.37)	10.53(41.47)	25.39(100)
Mean	1.74±0.18	3.25±1.11	5.85±1.36	4.96±0.66	9.05±1.90	24.85±0.52
±SD	(7.00)	(13.08)	(23.54)	(19.96)	(36.42)	(100)



〈그림-21〉 KCO동작시 신체분절의 기여도

#### 4) IMP동작시 신체분절의 기여도

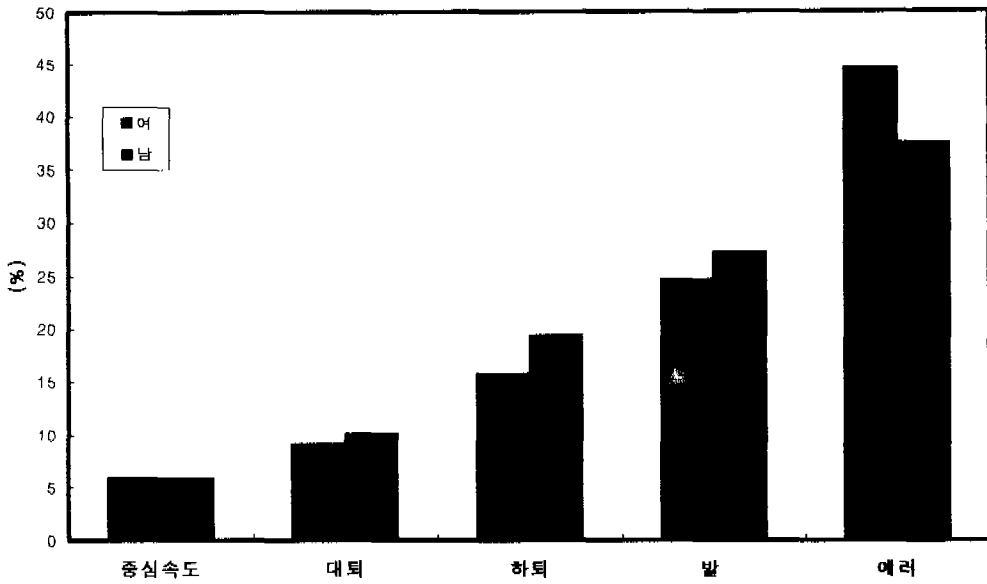
IMP동작시 신체분절의 기여도는 <표-16> <그림-22> 과 같다.

<표-16> 에서 보는 바와 같이 여자인 경우 중심속도  $1.31 \pm 0.42$ , 대퇴  $2.02 \pm 0.20$ , 하퇴  $3.48 \pm 0.45$ , 발  $5.46 \pm 1.29$  에러  $9.86 \pm 1.40$ 로 나타났으며, 남자인 경우 중심속도  $1.47 \pm 0.17$ , 대퇴  $2.51 \pm 1.19$ , 하퇴  $4.82 \pm 1.24$ , 발  $6.76 \pm 1.46$  에러  $9.29 \pm 1.67$ 로 나타났다.

M3를 제외한 남·녀 모두 가장 크게 기여를 한 분절은 발, 하퇴, 대퇴, 중심속도 순으로 나타났다. M3는 지지발을 깊게 디딤으로 인해서 임팩트 시에 고관절의 기여가 큰 반면 슬관절의 기여가 낮게 나타났다.

<표-16> IMP동작시 신체분절의 기여도 (단위:m/s)

Phase	중심속도	대퇴	하퇴	발	에러	볼속도
Subject	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
S	1.76(8.49)	1.99(9.60)	4.00(19.30)	4.31(20.79)	8.67(41.82)	20.73(100)
S1	0.92(4.10)	2.23(9.95)	3.24(14.45)	5.19(23.15)	10.84(48.35)	22.42(100)
S2	1.26(5.42)	1.83(7.88)	3.20(13.78)	6.86(29.53)	10.08(43.39)	23.23(100)
Mean ±	$1.31 \pm 0.42$	$2.02 \pm 0.20$	$3.48 \pm 0.45$	$5.46 \pm 1.29$	$9.86 \pm 1.40$	$22.13 \pm 1.28$
SD	(5.92)	(9.13)	(15.73)	(24.67)	(44.55)	(100)
S3	1.30(5.34)	1.77(7.27)	5.71(23.44)	7.52(30.87)	8.06(33.08)	24.36(100)
S4	1.64(6.61)	1.88(7.58)	5.35(21.56)	7.31(29.47)	8.63(34.78)	24.81(100)
S5	1.47(5.79)	3.88(15.28)	3.40(13.39)	5.44(21.43)	11.2(44.11)	25.39(100)
Mean ±	$1.47 \pm 0.17$	$2.51 \pm 1.19$	$4.82 \pm 1.24$	$6.76 \pm 1.46$	$9.29 \pm 1.67$	$24.85 \pm 0.52$
SD	(5.92)	(10.10)	(19.40)	(27.20)	(37.38)	(100)



〈그림-22〉 IMP동작시 신체분절의 기여도



# V. 결론 및 제언

## 1. 결론

본 연구는 축구 중거리 인스텝 슛 동작시 일어나는 하지분절의 운동학적 변인들을 비교 분석하여 보다 효과적인 인스텝 슛을 위한 운동학적 정보를 일선 지도자와 선수들에게 제공해 보다 과학적이고, 합리적인 훈련방법에 도움을 주고자 하는 데 있으며, 이를 위해 피험자는 남자 대학 축구선수 3명과 여자 대학 축구선수 3명이 참여하였다. 변인들의 결과치를 비교, 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

### 1) 시간변인

전체 소요시간 중 백 스윙하여 발 끝이 정상인 위치부터 하퇴가 수평에 이르는 순간까지의 국면은 비슷하게 나타났으나 그 외의 국면에서는 남자가 빠르게 나타났다.



### 2) 국면별 신체중심 변위

좌우방향의 신체중심 변위는 여자가 남자 보다 측면접근을 더 많이 한 것으로 나타나 여자가 높게 나타났으며, 전후방향의 신체 중심의 변위는 Top에서부터 Hor까지는 여자가, Kco국면부터 Fol까지는 남자가 높게, 상하방향인 경우 남자가 높게 나타났다.

### 3) 국면별 속도

#### (1) 신체중심의 속도

좌우방향의 경우 Kco국면까지 여자가 빠르게 나타났는데 이는 남자 보다 측면접근을 통해 빠르게 접근했기 때문이라 사료된다. 전후방향의 신체중심 속도의 경우

여자는 스윙이 진행되면서 서서히 감소하였으나 남자는 Fol국면에서 상승하였다. 이는 슛팅 동작시 상체를 앞으로 굽히기 때문이라고 사료되며, 상하방향의 경우 남·녀 모두 Hor국면을 지나면서 서서히 감소했는데 이는 임팩트하기 위해 신체 중심을 낮추며 볼을 정확히 임팩트하기 위함이라 사료된다.

#### (2) 하지분절의 속도

하지분절의 속도는 대퇴분절의 큰 속도를 가지고 운동을 시작하여 하퇴, 발분절로 전이되는 특성을 가지고 있다. 임팩트 순간 원위분절인 발분절의 속도를 높이기 위해서는 근위에서 원위로 가속시키는 타이밍이 중요한 것으로 사료된다.

### 4) 국면별 각 변위

고관절의 경우 남자가 여자보다 작게 나타났다. 이는 강슛뿐만 아니라 볼이 공중으로 뜨는 것을 예방하기 위하여 고관절 각이 작아진 것으로 사료된다. 슬관절의 경우 Hor국면 이전에서부터 서서히 증가하여 Imp국면시 최대치를 보였다. 이는 슛방법에 있어서 무릎 관절의 각을 작게하여 회전에 의한 힘을 증가시키면 임팩트 순간 운동량을 크게 할 것이라 사료된다. 족관절의 경우 여자는 Top국면에서 증가하여 Kco국면에서 최대치를 보인 반면, 남자는 Imp국면에서 최대치를 보였다. 이는 남자가 각을 크게 하여 여자보다 많은 운동량을 볼에 전달하여 볼의 속도에 영향을 미쳤다고 사료된다.

### 5) 국면별 각속도

국면별 각속도는 대퇴가 큰 각속도를 가지고 운동을 시작하여 스윙이 진행되면서 하퇴, 발순으로 진행되었으며, 전체적인 국면에서 남자가 여자보다 높게 나타났다. 따라서 여자 선수들의 경우 백스윙 시 고관절의 신전을 높여서 다운 스윙 시 대퇴의 높은 각속도를 하퇴로 전달하는 훈련이 필요한 것으로 사료된다.

## 6) 볼 속도에 미친 하지분절의 기여도

볼 속도에 대한 하지분절의 기여도는 Top국면에서 대퇴, 신체중심, 하퇴, 발 순으로 Hor국면에서 남자인 경우 대퇴, 하퇴, 신체중심, 발순으로, 여자인 경우 대퇴, 하퇴, 발, 중심속도 순으로 Kco국면에서는 하퇴, 발 대퇴, 신체중심 순으로, Imp국면에서는 발, 하퇴, 대퇴, 신체중심 순으로, Fol국면에서는 발, 하퇴, 대퇴, 신체중심 순으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하면 중심 변위는 Y(전후방향) 축과 Z(상하방향)축으로의 이동을 유도하며, 볼 속도를 증가시키기 위해서는 임팩트 직전의 발 속도를 증가시키는 것이 중요하다. 또한 신체분절은 근위에서 원위분절로 이어지는 스윙 족, 채찍과 같은 운동이 일어날 수 있도록 해야 하며, Imp직전 발목관절의 각을 크게 하는 게 중요하다. 아울러 발끝 속도를 증가시키기 위한 기여도인으로서 대퇴, 하퇴, 발, 신체중심의 속도를 증가 시켜줌으로서 강하고 정확한 샷을 행할 수 있을 것이라 사료된다.



## 2. 제언

이 연구에서는 남자선수 3명과 여자선수 3명으로 총 6명의 선수를 대상으로 하였으나 분석 대상을 확대하고 운동 역학적 변인들과 근 활동에 대한 실험을 동시에 실시하여 분석할 수 있다면 샷팅 동작에 관한 이해의 폭이 더 넓어질 수 있을 것이라 사료된다.



## 참 고 문 헌

- 김성배 (1996), “축구 인스텝 킥 동작 시 하지분절이 생체역학적 분석”, 박사학위 논문, 단국대학교 대학원.
- 김준현 (1996), “축구장거리 킥킹과 인스텝 슈팅의 운동학적 비교“, 석사학위논문, 연세대학교 교육대학원.
- 김한환 (1992), “여자축구 선수들의 슈팅에 관한 운동역학적 분석”, 석사학위논문, 연세대학교 교육대학원.
- 김호곤 (1991), “축구장거리 킥킹 동작의 운동학적 비교분석”, 석사학위논문, 연세대학교 교육대학원.
- 박두균 (1989). 축구 Instep Long Kick의 Kinematic적 분석. 경희대학교 교육대학원 석사학위 논문1.
- 박일진 (1984), “축구경기에서 있어서 슛과 득점력의 분석적 고찰”, 석사학위논문, 동아대학교 대학원.
- 박종진 (1997), “축구 중거리 인스텝 슛시 성공과 실패 동작의 운동역학적 분석”, 박사학위논문, 경성대학교 대학원.
- 신동성 (1990), 「과학적 축구」, 한국체육과학원.
- 왕선호 (1995), “축구 인스텝 슈팅동작의 운동학적 비교 분석”, 석사학위논문, 국민대학교 대학원.
- 윤남식의 2인 (1991), 「스포츠 바이오메카닉스 입문」, 학원연구사.
- 정광복 (1980), “축구경기에서 인스텝슛 동작 분석에 관한 연구”, 석사학위논문, 동아대학교 대학원.
- 조규권 (1992), “축구선수의 인스텝 슛 동작에 관한 생체역학적 분석”, 박사학위논문, 고려대학교 대학원.
- 진영환 (1991), “잔디와 맨땅에서 축구 인스텝 슈팅시 운동학적 비교 분석”, 석사학위논문, 연세대학교 대학원.
- 최갑중 (1997), “축구 인스텝 슛과 롱킥 동작시 운동학적 변인 분석”, 석사학위논문

문, 경성대학교 교육대학원.

- Adrian, M. J, & Cooper, J. M.(1989). "The biomechanics of human movement".  
Benchmark press. inc.
- Burden, P.(1955), 'A cinematographic analysis of three basic kicks used in  
soccer", Master's thesis, pennsylvania State University.
- Cooper, J. M. Adrian, M, & Glassow, R. B(1982). "Kinesiology (5th ed)."St.  
Louis :The C. V. Mosby Company.
- Hewlett, J. & Bennett, B.(1951), "Fundamental Kicking in soccer", The Athletic  
Juurnal, XXII, November.
- Jonson, C. R.(1984), "Applied Kinesiology and biomechanics", Mc Graw - Hill.
- Plagenhoef, S. C.(1971), "Pattern of human motion-a cinematographical  
analysis", Englewood cliffs: prentice - Hall, Inc.
- Putnam, C. A.(1983), Interaction Between Segment During a Kicking Motion, in  
Biomechanics VIII-B, ed. H. Matsui and K. Kobayashi  
(Campaign, 11.i: Human Kinetic Publishers),
- Wickstonrm, R. L.(1977), "Fundamental Motor patterns(2nd. ed)", Philadelphia :  
Lee & Fediger.

# Abstract

## The Kinematic analysis of instep-shooting of middle distance of football player in male & female

Kim, Sei-Min

Physical Education Major, Graduate School of Education, Cheju National University, Cheju-Do, Korea

Supervised by Professor Ryew, Che-Cheong, Ph.D

The aim of the study was to suggest the scientific & systemic training method in instep-shooting and to analysis Kinematic variables of instep-shooting of middle distance of football player in male & female. The subjects participated in the analysis university football player 6( male 3, female 3). The conclusions obtained from results were as follows;

### 1. Temporal variables

groups was shown similar elapsed time from top backswing of foot to horizontal position of shank by phases but shorter in male than female in all other phases

### 2. C.O.G. displacement by phases

female group in left-right displacement was more inward direction than male, and higher in vertical direction than man, and COG displacement in anterior-posterior direction was shown higher in female from top swing to horizontal, but higher in man group from KCO phase to follow swing.

### 3. Velocity by phases

1) COG velocity : Female group was shown faster in left-right direction from first phase to

---

※ A thesis submitted to the Committed of the Graduate school of Education, cheju national university in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education in August, 2000.

KCO phase and slower decrease in female but rapid increase in anterior-posterior direction in male group.

2) Velocity of leg segments : Transfer-absorption among leg segments was shown the order of thigh-shank-foot. It was considered to be very important for timing for transfer maximal velocity factors to football by foot from distal to proximal end point in impact.

#### 4. Angular displacement by phases

Hip joint was shown shorter in male than female group. Knee joint was shown slower increase tendency from before Horizontal phase to maximum in impact phase in all group and Ankle joint was shown maximum in KCO phase after increasing from top phase in female group but maximum in impact phase in male group.

#### 5. Angular velocity by phases

Angular velocity by phases was shown the order of transfer from thigh to shank to foot segment in all group and male group was shown higher than female group. in all phases.

#### 6. Segment contribution to ball velocity

Segments contribution to ball velocity was shown the order of thigh-whole body cog-shank-foot segment in top phase and the order of thigh-shank-whole body cog-foot in horizontal phase of male group, but the order of thigh-shank-foot-whole body cog segment KCO phase and the order of foot-shank-thigh-whole body cog in impact phase of female group.

When considering the above results, It is desirable increase of foot velocity just before impact phase for higher ball velocity in anterior-posterior & vertical direction and swing like kicking from proximal endpoint to distal endpoint, and larger ankle angular displacement in just before impact.

It was desirable for accuracy & blast kicking to increase wholebody cog velocity in order of thigh-shank-foot-wholebody cog for Segment contribution to ball velocity.