



한국운동역학회지, 2003, 제13권 1호, pp. 155-171
Korean Journal of Sport Biomechanics
2003, Vol. 13, No. 1, pp. 155-171

축구 오버헤드 킥 동작의 운동학적 분석

김의환* · 이요열* · 김성섭*(용인대학교) · 권문석**(성균관대학교) · 김성호*** (대한축구협회)

ABSTRACT

The Kinematical Analysis of the Over Head Kick in Soccer

Kim, Eui-Hwan · Lee, Yo-Yeoul · Kim, Sung-Sup(Yong-In Univ.)

Kwon Mook-Seok(SungKyunKwan Univ.) · Kim, Sung-Ho(Korea Football Association)

Kim, E-H · Lee, Y-Y · Kim, S-S · Kwon, M-S · Kim, S-H. The kinematical Analysis of the Overhead Kick on Soccer. Korean Journal of Sport Biomechanics. Vol. 13, No. 1, pp. 155-171. The purpose of this study was to analyze the kinematic variables of over head kick(OHK) in soccer with three dimensional analysis technique and show the kinematic characteristics of it. The 7 subjects were university football player who have been playing football more than 7 years.

The OHK was filmed on 16mm video camera(30frame/sec.) kinematic variables were temporal, postures, and COG(center of gravity). The mean values and the standard deviation for each variables were obtained and used as basic factors for examining characteristics of OHK. The results of this analysis were as follows :

Temporal variables : The total time elapsed(TE) of OHK was 0.95~1.14sec, the 1st phase was 0.35sec., 2nd phase was 0.46sec., and 3rd phase was 0.22sec..

Posture variables : When subjects performed OHK at the impact event, the ankle and knee angle of kicking foot were more extend than supporting foot. but the hip angle of supporting foot were more extend than kicking foot.

2003년 3월 28일(금) 접수

* 교수, 449-714 경기도 용인시 삼가동 용인대학교 무도대학 유도학과

* 449-714 경기도 용인시 삼가동 용인대학교 무도대학 유도학과

* Corresponding author, 449-714 경기도 용인시 삼가동 용인대학교 무도대학 유도학과
연락처 : kss731219@hanmail.net, Tel : 019-510-5096

Moving distance of the center of mass of the both foot : When subject performed OHK at the impact event, the range of distance on mediolateral direction aspect into right · left shoulder line, anteroposterior direction aspect was 20.9 ± 10.5 cm, vertical direction aspect was 92.3 ± 19.9 cm.

Angular velocity : the faster angular velocity of knee · ankle on the kicking foot grew from jump position to landing position, the faster velocity of ball became.

C. O. G. variables : When subject performed OHK at the impact event, upper part of the body was getting lower, lower part of the body was getting higher.

Keywords : Kinematical, Soccer, Kick

I. 서 론

축구는 전 세계적으로 가장 많은 나라에서 남녀노소 누구 나가 스스로 즐기는 가장 인기 있는 스포츠이다. 1998년 8월 프랑스에서 개최됐던 월드컵 대회 시 국제축구연맹(Federation International de Football Association : FIFA)회원국은 203개국이었으며, 전 세계의 등록 선수는 무려 2억 5천만 명에 이르렀다.

축구는 단체 운동으로 한 팀이 11명으로 양 팀 모두 22명의 선수가 하나의 공을 일정한 규격의 양쪽의 지역을 가진 경기장에서 상대의 가로세로의 규격을 가진 골(goal)에 팔을 사용하지 않고 신체의 모든 부분을 사용하여 공을 넣어서 승패를 가리는 운동이다. 골키퍼의 골키퍼 기술 등과 같이 손을 사용하는 기술을 제외하면 선수들은 대부분 킥과 트래핑, 드리블 등의 기술을 이용하여 경기를 운영한다(윤재만, 1997).

축구에서의 킥(kick) 동작은 경기 과정의 연속성을 이어가는 수단이며, 경기를 결정짓는 슈팅(shooting)까지 매우 중요한 역할을 한다. 축구에서의 킥이나 슈팅동작은 신체 각 분절들의 직선운동과 회전운동이 복합적으로 일어나며 연속적인 운동형태로 이루어진다. 슈팅 시 고관절을 중심으로 발, 정강이 그리고 대퇴관절이 연결된 시스템으로 작용하여 동작을 수행하게 된다(진영완, 1997).

일반적인 킥동작의 대한 연구는 Cooper, Adrian & Glassow(1982)는 "킥 동작은 힘을 발에 전달하기 위해 사용하는 치기(striking)동작 형태이며(Wickstrom, 1977)다리를 앞으로 내미는 동작 시 고관절의 굴곡(flexion)과 무릎관절의 신전(extension)후에 골반부의 회전이 발생한다는 점에서 뛰거나 걷기 동작의 변형된 동작으로 간주 할 수 있다"라고 보고하였으며, Wickstrom(1977)은 킥 동작을 발로 힘을 공에 전달하기 위해 사용되는 치기 동작의 유일한 형태라고 정의하였다. 모든 형태의 킥 동작에서 기본동작 유형을 알아보기 위하여 많은 연구들이 실시되었다. 김호곤(1991)은 잔디와 맨땅에서 장거리 킥

킹을 할 때 킥 동작유형을 비교 분석하였는데, 두 환경에서 임팩트(impact) 순간 신체 무게중심의 위치가 맨땅보다 잔디에서 2.2cm 차는 방향으로 더 앞쪽에 위치하고 있다고 보고하였고, 차는 다리의 무릎관절 최대굴곡 시 지지다리의 발목관절 각도는 맨땅보다 잔디에서 평균 18° 정도 발등 쪽 굴곡(dorsal flexion)을 보여주고 있다고 밝혔다. Macmillan(1975)은 3가지 킥 형태로 미식축구 공을 찰 때 공의 투사 결정요인을 연구하였는데 공의 투사각은 공과 발이 닿는 순간의 발의 방향과 무릎관절의 각 속도에 의해 발생하는 발의 속도에 따라 결정된다고 밝혔다. Zernicke와 Roberts(1976)는 축구의 토크 킥(toe kick)할 때 차는 발의 운동학적 매개변수를 계량화하여 차는 다리의 각 분절이 다리의 합성속도에 미치는 영향을 분석함으로써 관절력(joint force)과 합성 관절력은 빠른 속도의 킥 동작 시 하지에서 최초 순관절력(net joint force)을 발생시킨다고 분석하였다. Ben-sira(1980)는 다리를 뻗치는 길이와 높이를 비교하였는데 숙련자는 상관관계수가 0.99cm이었고 비 숙련자는 0.91cm이었다. 숙련그룹에서 가장 뛰어난 선수는 발목을 더 효과적으로 사용하고 있었고 무게중심은 더 낮고 고관절은 더 뻗치고 있다고 보고하고 있다. Youm, Huang, Zernicke, Roberts(1973)는 킥 모션을 분석하는 방법을 발전시켰는데 양적인 방법으로서 고관절과 무릎관절의 운동학적 및 운동 역학적인 데이터를 얻는데 있어서 킥킹 모션 모델 링을 4개의 바(bar)를 연결시켜 사용하였다. 네 개의 바의 모델은 킥하는 다리의 대퇴, 정강이를 포함한 발, 지지다리, 킥발과 지지다리 발 뒤꿈치로 연결되어 있다고 가정하였다.

Asami, Togari, Kikuchi(1976)은 볼 킥킹 할 때 에너지 효율성(energy efficiency)에 대하여 숙련자 집단과 비 숙련자 집단을 대상으로 공속도, 기계적 효율성(mechanical efficiency), 에너지 소비(energy expenditure)를 분석하였는데, 에너지 소비는 두 집단 간에 약간의 차이는 있지만 공 속도가 증가함에 따라 에너지 소비가 증가하는 것으로 나타났다. 기계적 효율성에 있어서는 두 집단 역시 약간의 차이는 있지만 공 속도에 따라 종 모양(bell-shaped)의 커브곡선을 나타내 주는 것으로 나타났는데, 볼의 속도가 10m/sec.일 때 평균 효율성이 숙련자 집단에 1.38%(1.20~1.46)였고 비 숙련자 집단에서는 1.21%(1.00~1.39)로 나타났다.

공의 최대속도는 숙련자 집단에서는 평균 22.9m/sec.(21.8~24.6)였고 이때 효율성은 1.86%(1.58~2.65)로 나타났다. 비 숙련자 집단에서 공의 최대속도는 18.0m/sec.(17.1~19.8)였고, 이때 효율성은 1.16%(.77~1.38)으로 나타났다. Pudenda(1983, 1991, 1993)은 킥킹 하는 동안 하지분절들이 연결된 관절 시스템(linked segment system)으로 가정하여 관절들간의 상호작용에 대하여 모델링(modeling)으로 연구하였는데, striking, throwing 동작에서와 같이 킥에서도 분절의 끝점의 선형속도를 최대로 내기 위해서는 기시부에서 말초부로 연속적으로 동작이 일어나는 형태(proximal-to-distal sequential pattern)로 각 운동량이 전달 되 분절의 끝에서 최대 속도가 난다고 밝혔다.

축구 슈팅에 관한 연구에 있어서, 김한환(1996)은 축구경력 4, 5년된 여자고등학교 축구 선수 6명을 대상으로 슈팅에 관한 운동 역학적 분석 한 바 임팩트 순간 공의 투사각도 변인에서는 세 가지 슈팅 비교에서 정지된 공의 슈팅(13.09°±4.67°), 굴러가는 공 슈팅 (15.89°±4.39°), 공이 굴러오는 상태에서의 슈팅에서는(14.49°±5.27°)로서 공이 굴러가는 상태에서의 슈팅 시 투사각도가 가장 큰 것으로 보고했다.

임팩트 순간 공의 투사속도는 수평속도, 수직속도로 나누어 세 가지 슈팅을 비교해 보았는데, 수평속도와 수직속도에서는 세 가지 슈팅에서 효과적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 절대속도에서는 세 가지 슈팅에서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 보고했다. 임팩트 순간 발끝의 속도는 세 가지 슈팅 동작에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 임팩트 순간 공의 투사 속도와 비교해보면 공이 굴러오는 상태, 공이 정지된 상태, 공이 굴러가는 상태 순서대로 속도가 나타나는 것으로 보아 발끝의 힘을 공에 효과적으로 전달하고 있다고 판단된다.

오정환(1997)은 축구 중거리 인스텝 슛 시 성공과 실패 동작은 운동 역학적으로 분석하였는데, 성공적인 중거리 인스텝 슛하기 위해서는 첫째, 임팩트 시 상체 전·후 후경 각, 힙 회전각, 엉덩 각은 적게 힙 기울기각, 무릎 관절 각은 크게 하여야하고, 둘째, 신체 무게 중심은 근위에서 원위 분절로 이어지는 스윙 즉 채찍과 같은 운동이 일어 날 수 있도록 해야하며, 셋째, 발끝 속도를 증가시키기 위한 기어 요인으로서 대퇴회전, 하퇴회전, 상체회전, 신체중심의 속도를 증가 시켜줌으로서 강하고 정확한 슛을 행할 수 있는 것으로 사료된다.

진영환(1997)은 축구 인스텝 슈팅 동작의 운동 역학적 분석 연구에서, Y대학교 축구선수 중 연구 목적에 적합한 8명을 선정하여 연구한 결과, 공의 투사속도는 수평속도, 수직속도, 절대속도로 나누어 세 동작을 비교하였는데, 정지된 공과 굴러오는 공의 속도에서는 차이가 있는 것으로, 공의 투사각도 비교에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 임팩트 순간 공의 절대 투사속도 평균값의 비교에서 큰 순서대로 보면 공이 정지된 상태, 공이 굴러오는 상태, 공이 굴러가는 상태 순이었으며, 임팩트 순간 지지다리의 발목각도, 무릎각도, 차는 다리의 발목각도, 무릎각도는 통계적으로 유의도한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 평균값의 비교에서는 공의 투사속도에 영향을 미치는 변인으로, 차는 다리의 발목 각도는 굴러가는 공에서 작은 것으로 보아 임팩트 순간 다른 두 동작에서 보다 발등쪽 굴곡(dorsi flexion)을 보여 주고 있다고 보고하였다.

경기 중 슈팅은 수비수나, 골키퍼의 키를 넘기는 정확성을 필요로 하는 슈팅이 있는데, 이런 슈팅기회는 자주 있는 것이 아니다. 대부분의 슈팅은 빠르게 구사되어야 하는데, 득점의 성공여부는 슈팅한 공의 속도보다는 상대수비수와 골키퍼의 방해동작이 있기 전에 구사되는 것이 성공률이 높다고 볼 수 있다. 철저한 수비를 피해서 빠른 슈팅을 구사하여야 하는 현대 축구는 간혹 곡예같이 어려운 동작으로 슈팅을 구사되는 경우가 있다. 따라서 여러 가지 킥 중에서 골을 등지고 구사하는 오버헤드킥(over head kick)은 상대의 수비수와 골키퍼의 수비동작이 갖추어지기 전에 구사됨으로서 그 성공 확률이 높다고 볼 수 있으나, 골을 등지고 공중에 뜬 볼을 나의 머리 너머로 넘기는 킥으로 즉 높이 떠오른 공을 나의 몸을 뒤로 젖히면서, 머리 너머로 차서 넘기는 동작으로 킥을 하기 때문에 때로는 위험이 따르고 킥의 정확성도 떨어진다. 하지만 공중국면에서 발휘 데는 동작이기 때문에 상대의 골을 통과시킬 수 있어 정확성만 높아진다면 그 어떤 슈팅보다 효과적이라 할 수 있다.

결론적으로 축구 슈팅과 킥에 대한 운동역학적인 연구가 계속적으로 이루어지고 있으나 최근의 각종 국제경기에서 오버헤드 킥으로 인한 득점을 얻는 경우가 많아지고 있는 것에 반해 오버헤드 킥에

대한 역학적으로 연구된 것이 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 축구 킥 동작 중 오버헤드킥 동작 시 운동학적 변인인 시간과 볼 임팩트시 자세변인, 양발의 좌우, 전후, 상하 거리, 점프에서 착지구간까지의 최대 무릎 각속도, 최대 발목관절 속도, 볼 속도, 상하 중심 을 분석하여 초보자나 선수, 지도자에게 동작의 정확성을 효율적으로 습득, 지도할 수 있는 과학적인 기초자료를 제시하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 동원된 피험자는 남자 대학 축구선수 7명으로 하지의 상해가 없는 경력 7년 이상의 소유자로서 이들의 신체적 특징은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 신체적 특성

구분 피험자	신장(cm)	체중(Kg)	연령(age)	경력(year)	비고
L.D.Y(A)	174	72	21	8	현19세대표
L.J.H(B)	180	78	20	7	전19세대표
K.S.M(C)	172	68	21	8	
K.J.Y(D)	178	74	21	8	전19세대표
Y.T.H(E)	180	73	20	7	전16세대표
H.S.Y(F)	182	77	21	7	전16세대표
H.Y.M(G)	180	75	23	10	월드컵대표
M±SD	178±3.7	73.9±3.3	21±1	7.9±1.1	

2. 실험도구

본 연구에 사용된 실험 기자재는 촬영 및 분석용 기자재로 구분 할 수 있으며, 구체적인 기자재 명은 <표 2>와 같다.

표 2. 실험장비

구분	명칭	모델	제조회사
촬영장비	16mm비디오카메라	AG-195MP	Panasonic
	통계점틀	1m x 2m x 2m	V·TEK
	조도계	Spotmeter	Asahi Pentax
	동조타이머	SYNC-TIMEER	V·TEK
	비디오 테이프	S-VHS	SK video tape
	축구공	GEO VECTOR	Nike
영상 분석 및 자료 처리	컴퓨터	Pentium III	Samsung
	모니터	CDP-155	Samsung

3. 실험 방법

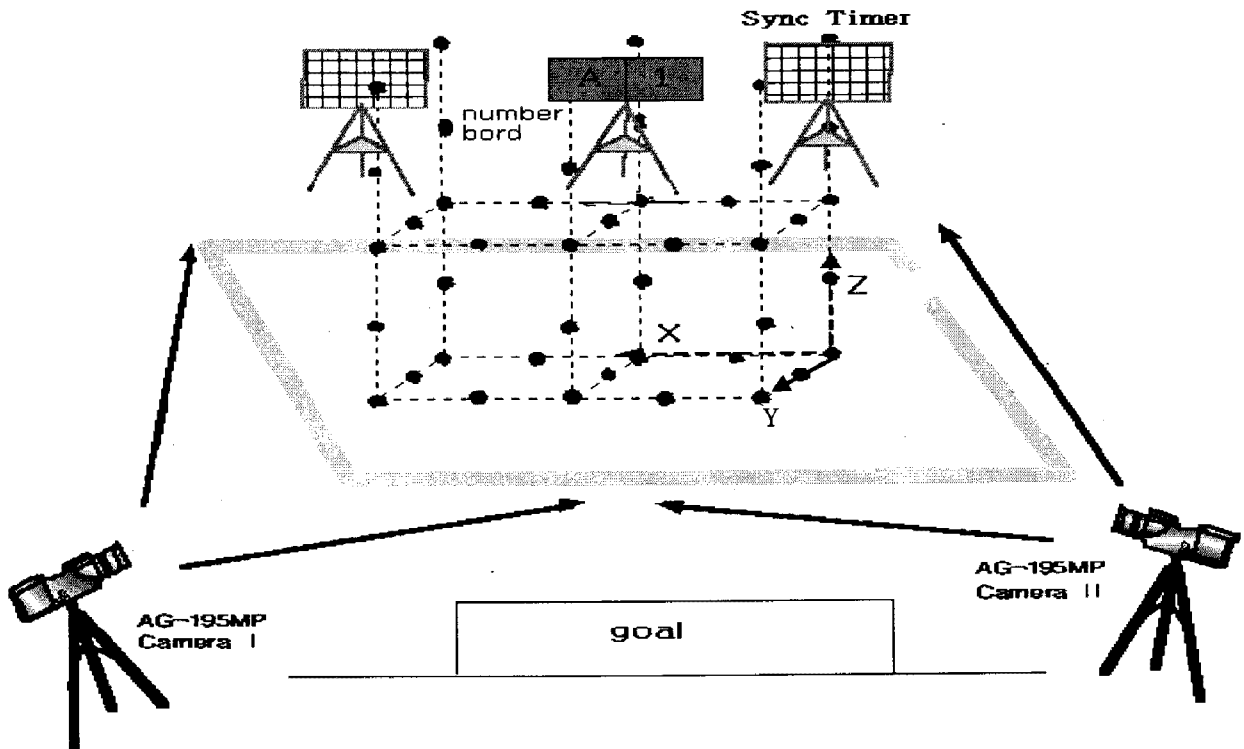


그림 1. 실험배치도

실험도구의 배치는 Y. 대학교 인조잔디구장 정규 축구경기장에서 <그림 1>과 같이 실험장비를 설

치한 후 피험자들의 인체분절에 랜드마크를 부착했으며, 상의는 벗고, 하의는 타이즈를 착용하였다. 또한 15분 정도의 준비운동과 오버헤드킥 연습을 피험자 안전을 위하여 매트 위에서 하였다.

피험자의 슈팅 동작을 할 때 범위를 결정해 주는 통제점 틀을 지면에 수직으로 설치하여 약 30초 촬영 후 제거하였다. 피험자는 골포스트를 등진 채 촬영위치에서 서서 피험자 본인이 직접 머리위로 던진 후 낙하지점을 찾아 킥하게 하였다. 이때의 공의 높이, 방향 등은 고려하지 않았다. 왜냐하면, 높이와 방향을 제한한다면 각 피험자가 킥을 수행할 시에 자기의 기술 즉, 좋은 킥을 할 수 없기 때문이다. 7명의 피험자가 각각 10회 이상 시도하였으며, 이때 공이 바운드 되지 않고 스트레이트방향으로 골인된 것 중에서 피험자가 오버헤드 킥 동작을 수행함에 있어서 본인 스스로 만족하고 본 연구자(전문가)가 인정한 킥을 성공한 킥으로 하였다. 이외의 모든 시도는 실패로 인정하여 분석의 대상에서 제외시켰다. 각각 오버헤드킥 하여 성공한 횟수가 5회 이상일 때 다른 피험자 순으로 하였으며, 각 개인의 킥 횟수간의 1분 정도의 충분한 휴식시간을 가졌다.

4. 이벤트 및 국면

오버헤드킥 동작에서 주요한 이벤트와 국면은 다음과 같다

1) 이벤트(event)

오버헤드킥 기술의 준비자세로부터 킥을 한 후 지면에 등이 착지하는 순간까지의 5개의 이벤트로 정의하였다.

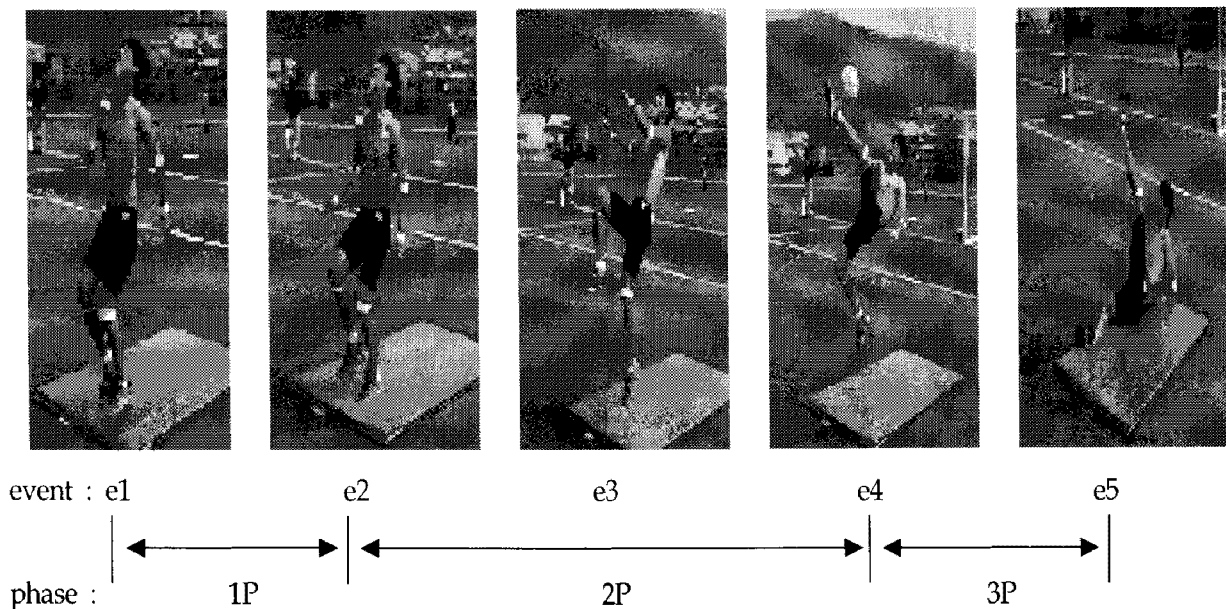


그림 2. 주요 이벤트 및 국면

- (1) 이벤트1 <준비자세 : e1> : 공중으로 투사된 공을 보고 낙하지점을 찾아 오버헤드킥을 구사 할 수 있는 자세
- (2) 이벤트2 <점프1 : e2> : 낙하하는 공을 머리 위에서 슈팅하기 위해서 점프하기 위한 점프준비자세
- (3) 이벤트3 <점프2 : e3> : 낙하하는 공을 임팩트하기 위하여 점프하는 자세
- (4) 이벤트4 <임팩트: e4> : 신체를 점프하여 몸을 뒤로 누우면서 낙하하는 공의 임팩트직전
- (5) 이벤트5 <착지자세 : e5> : 공을 임팩트 한 후 신체의 부분이 지면에 닿는 순간

2) 국면(phase)

오버헤드킥 동작을 다음의 3국면(phase)으로 구분하였다.

- (1) 1국면(1P) : e1 준비자세에서 한발이 떨어지는 e2 동작까지의 구간
- (2) 2국면(2P) : e2 한발이 지면에서 떨어지는 순간부터 임팩트인 e4 순간까지의 구간
- (3) 3국면(3P) : 임팩트 순간 e4 부터 착지 e5까지의 구간

5. 각도의 정의

- 발목각 : 발분절과 하퇴가 이루는 각도
- 무릎각 : 하퇴와 대퇴가 이루는 각도
- 엉덩각 : 대퇴와 동체가 이루는 각도

6. 자료처리 방법

통제점 틀은 2m×2m×1m 범위로 설치하였으며, 51개의 통제점을 5번 디지털화하여 평균값을 사용함으로써 오차를 최소화하였다. 이때 설정된 좌표계는 좌·우 방향을 X축, 전·후 방향을 Y축, 상·하 방향을 Z축으로 정의하였다. 또한 각 분절의 무게중심과 전신의 무게 중심의 위치를 구하기 위한 인체 분절 수치(bodysegment parameter)는 Plagenhof등(1983)의 자료를 이용하였다. 디지털화한 2차원 관절각의 3차원 좌표를 계산하기 위하여 DLT(Abdel-aziz & Kararh, 1971)방법을 사용하였다.

각 피험자별로 10번 이상 촬영한 실험에서 골 안으로 들어간 슈팅 중 전문가의 판정으로 각각 개인별 5회씩을 분석하였다.

본 연구에서의 자료 분석은 KWON3D 2.1(1994)프로그램을 사용하여 개인별 평균값과 집단별 평균값, 표준편차를 구하여 처리하였다.

III. 결과 및 논의

1. 시간변인

축구 오버헤드킥 동작시 시간변인의 결과는 <그림 3>과 같다.

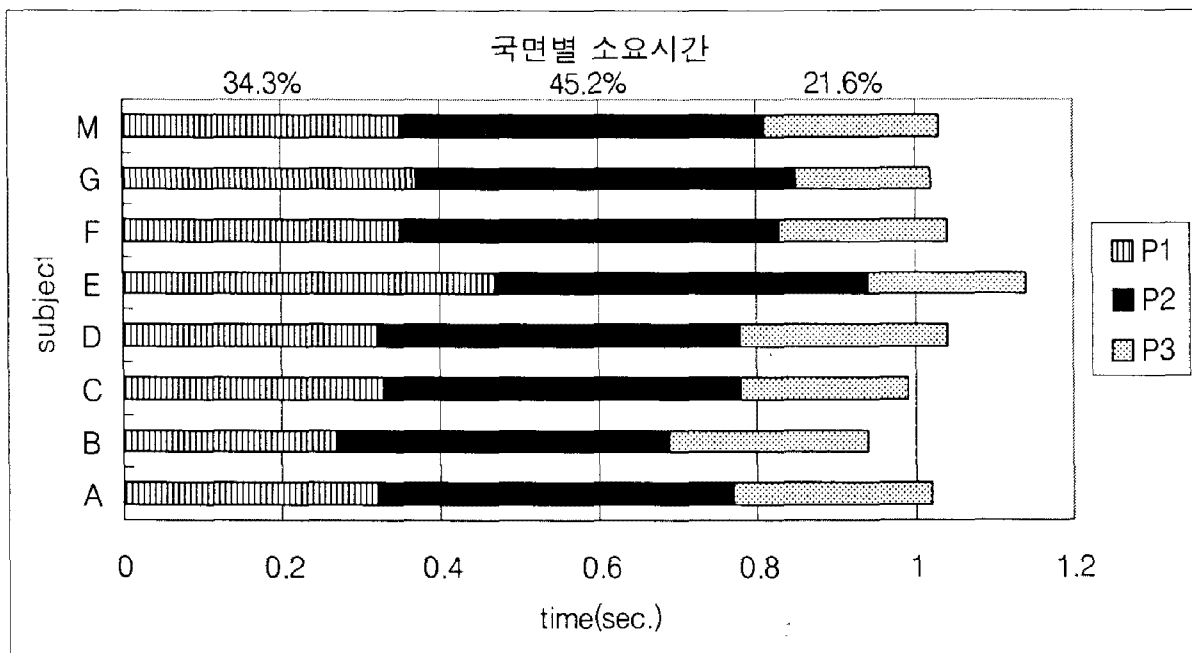


그림 3. 국면별 소요시간

오버헤드킥 동작 시 피험자 7명의 평균 소요시간은 1.02 ± 0.06 초이며, 국면별 소요시간은 <그림 3>과 같이 제2국면이 0.46 ± 0.02 초(45.1%)로 소요시간이 많았으며, 다음은 1국면 0.35 ± 0.06 (34.3%), 3국면 0.22 ± 0.03 (26.1%) 순이었다.

피험자 E는 다른 피험자에 비해 길게 소요되었는데 이는 제 1국면에서 볼을 높게 토스한 동작과 관련된다.

전반적으로 오버헤드킥 동작 시 국면별 소요시간에서 많은 시간을 소요한 2국면은 점프해서 볼을 뒤로 차기 위해 상체를 눕히면서 발로서 슈팅을 해야 하는 중요한 국면으로 길게 소요되었으며 따라서, 제 2국면에서 슈팅의 성공 여부에 큰 영향을 줄 것으로 사료된다.

2. 볼 임팩트시 자세 변인

오버헤드킥 동작에서 볼 임팩트시 자세 변인의 결과는 <표 3>과 같다.

표 3. 볼 임팩트시 자세 변인

(unit : degree)

variables sub.	발목	무릎		엉덩	
	우	좌	우	좌	우
A	131.3	105.3	159.2	142.7	107.9
B	137.4	73.7	166.1	158.1	124.5
C	139.8	105.4	163.8	148.2	130.6
D	140.8	154.3	161.3	161.3	128.6
E	139.9	88.0	164.2	140.3	94.3
F	142.4	90.8	163.0	157.1	125.7
G	138.7	68.0	172.3	144.2	129.0
M±SD	138.6±6.9	97.9±28.6	164.3±4.2	150.3±8.4	120.1±13.7

* 각 피험자의 값은 5회의 평균값

<표 3>에서 보는 바와 같이 발목각은 138.6. , 무릎각은 왼쪽이 97.9. , 오른쪽 164.3. 로 오른쪽이 크게 나타났다. 엉덩각은 왼쪽이 150.3. , 오른쪽 120.1. 로 왼쪽이 크게 나타났다.

임팩트시 발끝부위 또는 발목부위가 아닌 발등부위로 볼을 차게끔 해야함으로 발목각을 최대한 신전시켜 볼이 닿는 면적을 넓혀야 한다.

무릎과 엉덩각은 발목부위처럼 공이 직접 닿는 것은 아니지만 임팩트시에 좌우가 상당히 중요하게 작용된다.

전체적으로는 왼쪽 무릎은 굴곡, 오른 무릎은 신전시켰으며, 엉덩부위는 왼쪽이 오른쪽에 비해 더 신전된 상태로 임팩트 되었음을 알 수 있다. 그러나 엉덩각은 좌우의 차이가 크면 임팩트 이후 충분한 팔로스로우를 할 수 없기 때문에 좋지 않다.

피험자 D의 경우는 임팩트시 왼쪽 무릎각이 다른 피험자와는 달리 크게 나타났으며, 또 왼쪽 엉덩각도 크게 나타났다. 이는 임팩트시 무릎을 신전시킨 상태이므로 엉덩각도 크게 나타났다.

임비오(2001)에 의하면 패널트 킥 동작에서 임팩트시 오른 무릎각의 각도는 인사이드 왼쪽이 153.9. , 오른쪽은 151.4. , 인스텝 왼쪽이 155.7. , 오른쪽이 156.4. 로 나타났다고 보고하였다.

본 연구와 약간의 차이는 각각의 기술에 의한 것으로 사료되며, 임팩트시 완전히 신전시키지 않고 약간 굴곡된 상태로 볼을 차는 것을 알 수 있었다.

3. 임팩트시 양발의 좌·우, 전·후, 상·하 거리

오버헤드킥 동작에서 임팩트시 양발의 좌·우, 전·후, 상·하 거리에 대한 결과는 <표 4>와 같다.

표 4. 임팩트시 양발의 좌·우, 전·후, 상·하 거리 (unit : cm)

sub. \ variables	좌·우	전·후	상·하
A	26.4	26.7	90.0
B	18.9	-13.0	103.9
C	23.6	19.6	75.1
D	23.8	39.9	62.4
E	17.0	7.9	122.7
F	13.0	16.0	88.6
G	9.5	23.0	103.5
M±SD	18.9±6.2	20.9±10.5	92.3±19.9

* - : 오른발이 원위에 위치, 각 피험자의 값은 5회의 평균값

<표 4>에서 보는 바와 같이 임팩트시 양발의 좌우거리는 18.9±6.2cm, 전후거리는 20.9±10.5cm, 상하 거리는 92.3±19.9cm로 나타났다.

양발의 좌우거리의 결과는 피험자의 어깨범위를 벗어나지 않았으며, 전후거리는 두 가지 특성이 나타났는데 먼저, 왼발이 근위에 있는 경우는 임팩트시 왼쪽무릎을 많이 굴곡시켰거나 엉덩부위를 많이 신전시켜 볼을 찼으며, 오른발이 근위에 있는 경우는 임팩트시 무릎을 신전시키고 엉덩부위를 굴곡시켜 몸통쪽으로 가까이 위치하여 임팩트 하였다.

피험자 B의 경우 임팩트시 양발의 전후거리 차이가 다른 피험자와는 달리 오른발이 원위에 위치하여 임팩트를 하였는데 이는 왼쪽 엉덩부위를 신전, 무릎을 많이 굴곡 시켜 나타난 결과이며, 이와는 달리 피험자 D의 경우는 양발의 전후거리 차이가 많이 나타났는데 왼무릎과 엉덩부위를 많이 신전시켰기 때문에 나타난 결과라 사료된다.

양발의 상하거리가 멀면 충분한 팔로스로우를 할 수 없으므로 좁게 하여 임팩트 후 충분한 팔로스로우를 할 수 있도록 하여야 한다.

4. 점프에서 착지구간까지의 최대 무릎 각속도, 최대 발목관절 속도, 볼 속도

오버헤드킥 동작 중 점프에서 착지구간까지의 최대 무릎 각속도, 최대 발목관절 속도, 볼 속도 결과는 <표 5>와 같다.

표 5. 점프에서 착지구간까지의 최대 무릎 각속도, 최대 발목관절 속도, 최대 볼 속도

sub. \ variables	최대 무릎 각속도(° /s)	최대 발목 관절속도(m/s)	볼 속도(m/s)
A	857.1	8.1	17.2
B	906.5	8.6	17.5
C	778.6	8.9	19.1
D	948.4	9.3	21.3
E	838.2	9.0	17.8
F	753.4	7.9	17.0
G	661.1	8.6	16.6
M±SD	865.8±84.0	8.6±0.5	18.1±1.6

* 각 피험자의 값은 5회의 평균값

<표 5>에서 보는 바와 같이 최대무릎 각속도는 평균 865.8±84.0. /s, 최대 발목관절의 속도는 8.6±0.5 m/s, 임팩트후의 최대 볼속도는 18.1±1.6m/s로 나타났다.

피험자 D의 볼 속도가 21.3m/s로 가장 크게 나타났으며, 피험자 G는 16.6m/s로 가장 작게 나타났다. 이러한 결과를 통해 정리하면, 볼의 스피드에 많은 변인들이 영향을 받지만 무릎의 각속도와 발목관절의 속도가 빠르면 볼 속도는 높게 나타났음을 알 수 있었다.

임비오(2001)에 의하면 패널티 키시 최대 무릎 각속도는 인사이드 왼쪽이 724.3. /s, 오른쪽은 683.7. /s, 인스텝 왼쪽이 809.0. /s, 오른쪽은 745.9. /s로 나타났으며, 최대발목 관절속도는 인사이드 12.9m/s, 인스텝 13.0m/s 양쪽이 동일하게 나타났다고 보고하였다.

무릎 각속도는 오버헤드킥이, 발목 관절 속도에서는 패널트 키이 크게 나타났는데, 패널트 키의 경우는 디딤발을 딛고 차는 키이로서 강한 킥을 할 수 있으므로 크게 나타나는 것으로 사료되며, 무릎의 각속도는 공중에 떠서 상체를 높힌 상태에서 오른발을 킥하는 오버헤드킥이 패널트 키보다 관절의 가동범위가 크므로 나타난 결과라고 사료된다.

5. 상·하 중심 변위

오버헤드킥 동작에 대한 운동학적 분석에서 피험자 7명의 상·하 방향의 중심 변위에 대한 결과는 <표 6>과 같다.

표 6. 상·하 신체중심 변위

(unit : cm)

sub. \ event	e1	e2	e3	e4	e5
A	93.6	91.6	105.9	96.6	24.3
B	87.6	81.7	102.9	97.8	26.0
C	103.6	95.2	100.8	100.2	23.7
D	96.0	88.9	106.0	99.2	26.1
E	105.1	101.7	123.1	104.9	31.0
F	99.0	91.6	109.8	82.2	24.8
G	101.5	95.1	98.2	65.3	22.9
M±SD	98.1±6.1	92.3±6.2	106.7±8.2	92.3±13.8	25.5±2.7

* 각 피험자의 값은 5회의 평균값

오버헤드킥 동작에 대한 이벤트별 상·하 방향의 중심 변위에 대한 결과는 <표 6>과 같이 피험자 평균에서 서있는 준비자세인 e1에서 98.1cm, 점프1 동작인 e2에서 92.3cm, 점프2 동작인 e3에서 106.7cm, 임팩트인 e4에서 92.3cm, 착지자세인 e5에서는 25.5cm로 나타났다.

오버헤드킥 동작에 대한 운동학적 분석에서 피험자 7명의 상·하 방향의 중심 변위에 대한 결과는 <그림 4>와 같다.

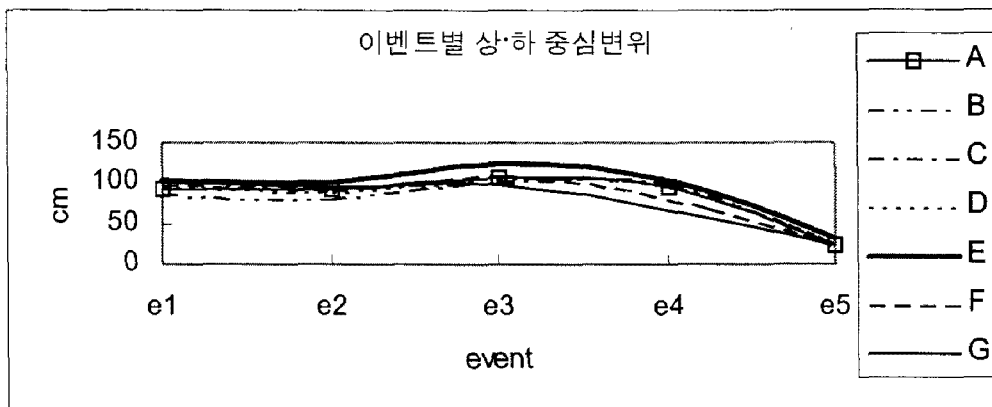
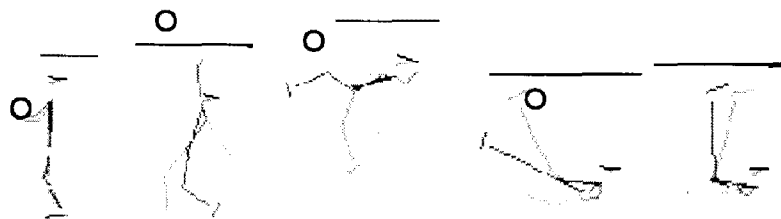


그림 4. 신체중심 변인 비교

이벤트별로 차지하는 상·하 방향 중심이동에 대해 피험자별로 비교해 보면 <그림 4>와 같이 e1의 차이는 신장의 차이에서 나타난 현상으로 보이며, e2에서 피험자 B가 81.7cm, D는 88.9cm로 높은 점프를 하기 위하여 중심을 낮추었고, 피험자 e가 101.7cm로 가장 중심이 높은 상태에서 점프를 한 것으로 보여진다. e3에서는 모든 피험자가 가장 높이 위로 이동을 나타냈으며, 실제 공중에서 떠있는 상태인 e4인 임팩트에서는 G 피험자가 65.3cm로 가장 낮았으며, E가 104.9cm로 가장 높은 위치를 보였다. e5에서 각 피험자들이 아래로 착지하여 중심이 낮아졌음을 알 수 있었다.

Ben-sira(1980)은 「숙련그룹에서 가장 뛰어난 선수는 발목을 더 효과적으로 사용하고 있었고 무게 중심은 더 낮고 고관절은 더 뻗치고 있다」고 보고하고 있다. 오버헤드킥에서도 높이 점프하여 동작을 크게 하는 것보다는 무게 중심을 낮게 한 후 빠르게 구사되어지는 것이 효과적이라 할 수 있다. 현대 축구의 흐름에서 빠르게 구사되어지는 킥의 동작은 골 성공에 결정적 역할을 하고있는 것으로 사료되어지며, 실제 경기에서도 한 박자 또는 반 박자 빠른 슈팅을 요구하고 있는 것으로 나타나고 있으며, 따라서 오버헤드킥은 무게 중심을 높이 하는 것보다 낮게 한 후 빠르게 시도되는 것이 골 성공에 효과적이라 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 7년 이상의 경력을 소유한 대학교 축구선수 7명을 대상으로 축구 오버헤드킥 동작 시 3차원 영상 분석법을 이용하여 운동학적 변인의 특성을 분석함으로써 축구 오버헤드킥 기술에 대한 역학적 기초 자료를 얻고자 하는데 그 목적이 있다. 축구 오버헤드킥 동작은 비디오카메라 2대를 사용하여 촬영(60field/sec.)하였으며, 분석을 위한 운동학적 변인들은 시간, 볼 임팩트시 자세변인, 임팩트시 양발의 좌우, 전후, 상하의 거리, 점프에서 착지까지 무릎의 최대 각속도, 발목관절의 속도, 볼 속도, 상·하 중심 변인 등이며, 각각 개인별 5회씩 실험 결과에 대한 분석과 논의를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 결 론

1) 시간변인

오버헤드킥 동작 시 피험자 7명의 평균 소요시간은 1.02 ± 0.06 초이며, 국면별 소요시간은 2국면이 0.46 ± 0.02 초(45.1%)로 소요시간이 많았으며, 다음은 1국면 0.35 ± 0.06 (34.3%)초, 3국면 0.22 ± 0.03 (26.1%)초 순이었다.

2) 볼 임팩트시 자세 변인

발목각은 임팩트시 138.6. 로 최대한 신전 시켜 발등부위가 볼이 닿는 면적을 넓혀야 정확하고 빠른 슛을 할 수 있다.

무릎각은 임팩트시 왼쪽이 97.9. , 오른쪽 164.3. 로 오른쪽이 크게 나타났으며, 엉덩각은 왼쪽이 150.3. , 오른쪽 120.1. 로 왼쪽이 크게 나타났다.

무릎부위는 임팩트시 오른쪽은 크게 신전된 상태였으며, 왼쪽 무릎은 굴곡된 상태였다. 엉덩부위는 왼쪽이 오른쪽에 비해 더 신전된 상태로 임팩트 되었으며, 엉덩각은 좌우 차이가 작아야 임팩트 이후 충분한 팔로스로우를 하는 것으로 보였다.

3) 임팩트시 양발의 좌우, 전후, 상하 거리

임팩트시 양발의 좌우거리는 $18.9 \pm 6.2\text{cm}$, 전후거리는 $20.9 \pm 10.5\text{cm}$, 상하거리는 $92.3 \pm 19.9\text{cm}$ 로 나타났다.

양발의 좌우거리의 결과는 피험자의 어깨범위를 벗어나지 않았으며, 전후거리는 오른발이 근위에 위치하여 임팩트시 무릎을 신전시키고 엉덩부위를 굴곡시켜 몸통쪽으로 가까이 위치하여 볼을 차는 것으로 나타났다.

양발의 상하거리가 멀면 충분한 팔로스로우를 할 수 없으므로 좁게 하여 임팩트 후 충분한 팔로스로우를 할 수 있도록 하여야 한다.

4) 점프에서 착지구간까지의 최대 무릎 각속도, 최대 발목관절 속도, 볼 속도

최대무릎 각속도는 평균 $865.8 \pm 84.0. /\text{s}$, 최대 발목관절의 속도는 $8.6 \pm 0.5 \text{ m/s}$, 임팩트 후 최대 볼 속도는 $18.1 \pm 1.6\text{m/s}$ 로 나타났다.

볼의 스피드에 많은 변인들이 영향을 받지만 무릎의 각속도와 발목관절의 속도가 빠르면 볼 속도는 높게 나타났음을 알 수 있었다.

5) 상하 중심 변위

오버헤드킥 동작에 대한 이벤트별 상·하 신체 중심 변위는 e1 $99.1^\circ \pm 6.1^\circ$, e2 $92.3^\circ \pm 6.2^\circ$, e3 $106.7^\circ \pm 8.2^\circ$, e4 $92.3^\circ \pm 13.8^\circ$, e5 $25.5^\circ \pm 2.7^\circ$ 로 점프 후 착지 자세를 제외한 부분이 유사한 높이로 나타났으며, 이것은 신체 중심의 상·하 변화보다는 킥을 하기 위하여 상체는 낮아지고 하체를 위로 올리며 킥을 구사하기 위한 현상으로 보여진다.

2. 제 언

오버헤드킥 동작을 3차원 영상분석법으로 분석하여 본 결과 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

- 첫째, 개인별 오버헤드킥에 대한 기술 트레이닝 전·후의 비교 분석이 이어져야 할 것이다
 둘째, 오버헤드킥에 대한 우수집단과 비우수집단의 비교분석이 이어져야 할 것이다.
 셋째, 오버헤드킥 시 발목각의 크기 변화와 공의 투사각의 분석이 필요할 것이다.
 넷째, 신장별 비교 분석이 이루어 져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김의수(1982) 축구, 서울, 동양문화사, 153.
 김성배(1996) 축구 인스텝킥 동작시 하지 분절의 생체역학적 분석, 미간행 박사학위 논문 단국대학교 대학원
 김성호(2002) 축구 오버헤드킥 동작의 운동학적 분석-pilot study-,2002년 용인대학교 생체역학회 세미나 논문집, 통권3호, 제1호
 김준현(1996) 축구장거리 킥킹과 인스텝 슈팅의 운동학적 비교, 미간행 석사학위 논문 연세대학교 교육대학원
 김한환(1996) 여자축구 선수들의 슈팅에 관한 운동역학적 분석, 미간행 석사학위 논문 연세대학교 교육대학원
 김 철(1993) 축구경기의 슬라이딩 태클 기술에 관한 조사연구, 미간행 석사학위 논문 건국대학교 교육대학원
 류지선(1990) 볼 킥킹 동작의 모델에 관한 연구, 미간행 박사학위 논문 한양대학교 대학원
 송광석(1992) 축구공을 이용한 인터벌 트레이닝 프로그램 개발, 한국체육과학연구원 1급 경기지도자 수료논문.
 윤재만(1997) 축구 기술의 킥 동작에 관한 운동역학적 분석, 미간행 박사학위 논문 경북대학교 대학원
 오정환(1997) 축구 중거리 인스텝 슈팅 성공과 실패 동작의 운동역학적 분석, 미간행 석사학위 논문 경성대학교 대학원
 이우현(1990) 초보자를 위한 축구교본, 일신서적공사.
 임비오(2001) 축구 페널티 킥의 운동학적 분석, 한국운동역학회지 제 11권 2호.
 정광복(1980) 축구경기에 있어서 Instep shoot 동작 분석에 관한 연구논문 (디딤발의 위치와 차는 발의 몸자세를 중심으로), 미간행 석사학위 동아대학교 대학원
 진영환(1997) 축구 인스텝슈팅 동작의 운동역학적 분석, 미간행 박사학위 논문 연세대학교 대학원
 진영환, 김상복(1999) 인스텝 슈팅시 하지관절의 각도 변화와 모멘트 변화의 분석, 한국체육학회지 제 38권 제 2호, PP. 564-575.

- 진영환, 최지영, 신제민(1999) 세가지 축구 슈팅 동작의 운동학적 비교, 한국체육학회지 제 38권 4호, PP. 537-547.
- 허정무(1994) 파워축구 교본, 삼호미디어.
- Abdel-Aziz, Y I., & Karara, H M.(1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object coordinates in close-range photogrammetry, Urbana, Illinois (pp 1-19). Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry
- Asami, T. & Nolte, V.(1983). Analysis of powerful ball kicking. Biomechanics VIII-B
- Ben-sira, D.(1980). A comparison of the mechanical characteristics of the instep kick between skilled soccer players and novices Unpublished doctoral dissertation. University of Minnesota.
- Cooper, J.M., Adrian, M., & Glassow, R. B.(1982). Kinesiology(5th ed). St. louis : The C.V.Mosby Company
- Macmillan, M.B.(1975). The determinations of the flight of the kicked foot-ball. Research Quarterly, 46(1):pp.48-57
- Plagenhoef, S.C.(1971). Pattern of Human Motion a cinematographical analysis. Englewood cliffs : Prentice-Hall. inc.
- Putnam, C.A.(1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills : Descriptions and explanations. J. Biomechanics Vol.26, suppl.1, pp:125-135.
- Wickstorm, R.L.(1977). Fundamental Motor Patterns(2nd ed.). Philadelphia : Lee & Febiger.