



한국운동역학회지, 2003, 제13권 1호, pp. 139-153  
Korean Journal of Sport Biomechanics  
2003, Vol. 13, No. 1, pp. 139-153

## 미식축구의 필드골(Field Goal) 킥(Kick)에 대한 운동학적 분석

안찬규\* · 김기형\*\* · 최승방\*\* (고려대학교)

### ABSTRACT

#### A three-dimensional kinematic analysis of the field goal kicking motion in American football

Ahn, Chan-Gyu\* · Kim, Ky-Hyung\*\* · Choi, Seung-Bang\*\*  
(Korea University)

Ahn, C-G · Kim, K-H · Choi, S-B. A three-dimensional kinematic analysis of the field goal kicking motion in American football. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 1, pp. 139-153. The purpose of the study was to present technical guidance about the field goal kicking motion in American football for novices. For this purpose, kinematic analysis on the field goal kicking motion of two skilled players and two unskilled players was carried out. The following conclusions were made:

1. In comparison on the total elapsed time of the kicking, there were no significant differences between two groups. The progressing time from BP event to impact among experts group, however, took 0.141 second less than that of novices group.
2. The experts group showed right hip rotatier horizontally toward the targeted ball fixing left hip as the axis. On the other hand, the novices group didn't use the left hip as the axis in the kicking motion.
3. At the impact of kicking the ball, regarding with the distance of the ball and the supporting leg, the right and left distance of experts was 3.45cm longer than that of novices, the front and the rear distance of experts was 5.14cm shorter than novices.

\* Corresponding author, 136-701, 서울시 성북구 안암동 5가 1번지 고려대학교 일반대학원 체육학과  
연락처: websports@korea.ac.kr, Tel: 02-3290-1642

\*\* 교수, 136-701, 서울시 성북구 안암동 5가 1번지 고려대학교 사범대학 체육교육과

\*\* 대학원생, 136-701, 서울시 성북구 안암동 5가 1번지 고려대학교 교육대학원 체육교육과

4. At the impact, experts' initial velocity of the targeted ball was 5.27m/s faster than novices', besides experts' incidence angular displacement was 3.78° larger than novices'.
5. After BP event, experts showed a stable movement maintaining flexion and extension at left hip joint and knee joint. On the other hand, for novices, the angle of the left lower extremities became larger.
6. Experts showed the efficient flexion and extension of the hip joint and the knee joint during following procedure in the whole event of the kicking motion. At the BP event, the right knee joint angle of novices was 11.46° larger than that of experts.  
However, the duration of the impact event and FT event among, novices had less extension of knee joint than experts.
7. At the 2nd phase, for both of the groups, the angular velocity of the knee joint drastically increased as the angular velocity of hip joint decreased. However, only novices showed the largest negative angular velocity at the impact.

**Key words:** american football, field goal, kick

## I. 서 론

미식축구는 경기 방식에 있어 자기 팀과 상대 팀의 특성, 경기 상황을 고려하여 다양한 공격 방법과 이에 대응하는 수비 전략이 있으며, 주로 킥과 킥 리시빙으로 이루어지는 스페셜 플레이(special play)에 있어서도 여러 가지 전술이 있다. 공격팀, 수비팀, 스페셜팀 등이 한 팀 내에 구성되어 공격과 수비 플레이가 분업화·세분화되어 있고, 경기에서 승리하기 위해서는 각 포지션에서 요구되는 기초기능과 변화하는 경기상황에 적합한 공격 및 수비 전술을 적절하게 적용할 수 있는 개인 기능과 팀웍이 요구된다. 득점방식에는 터치다운(touchdown), 필드 골(field goal), 세이프티(safety), 트라이(try)에 의한 방식이 있다. 이 중 필드 골은 터치다운과 비교해 볼 때 상대적으로 작은 점수를 득점한다. 그러나 공격팀이 불리한 상황에서 무리한 공격 전개로 인한 공격권의 상실(turn over)을 최소화 시키며, 상대적으로 다른 공격에 비해 높은 성공률로 득점 할 수 있다는 장점이 있다. 필드골의 기록은 홀더가 볼을 세워 둔 위치에서 골포스트까지의 거리로서 표시하는데 미국대학의 경우 39야드 이내에서는 80%, 40~49야드의 범위에서는 50% 가량의 높은 성공률을 보인다. 개인기술 중의 하나인 '킥킹 기술'은 경기에 영향을 미치는 킥킹플레이(kicking play)의 성패를 좌우하는 중요한 기술이므로 킥킹 기술을 경기상황에 따라 적절하게 구사할 수 있는 구체적인 기술습득이 필수적이다. 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 뛰기와 걷기동작의 변형된 동작으로 생각할 수 있다(Cooper, Adrian & Glassow, 1982). 또한 킥킹 동작은 신체 각 분절들의

직선운동과 회전운동이 복합적으로 일어나는 복잡하고 연속적인 운동형태로 이루어진다. 킥킹 시 고관절을 중심으로 발, 하퇴 그리고 대퇴관절이 연결된 시스템으로 작용하여 동작을 수행하게 된다(진영완, 1998). 그러므로 킥 동작은 인간의 기본동작에서의 응용된 동작이며, 각 신체분절 간의 연속된 동작으로 이루어지고, 이러한 연속된 동작은 신체분절 간의 적절한 협응을 통해 효율적인 킥 동작을 수행하게 된다. 따라서 미식축구에서 직접 득점과 관련되어 사용되는 필드 골(field goal)킥의 정확성을 높이고, 운동 형태와 구조를 밝히기 위해서는 킥 동작을 역학적으로 분석할 필요가 있다. 하지만 축구나 럭비 등 유사한 형태의 경기 종목에 비해 지금까지 발표된 미식축구와 관련된 국내의 선행연구는 사회학적인 측면에서의 고찰이 이루어졌을 뿐 운동학적인 측면의 고찰이 부족한 상태이며, 미식축구 종목의 특성에 맞는 킥에 대한 구체적인 연구가 필요하다. 또한 미식축구라는 스포츠를 입문하는 비숙련자가 기본적인 필드골 킥 동작의 연습에 활용할 자료들이 부족하다. 따라서 본 연구의 목적은 미식축구 경기에 자주 사용되는 킥 중 기본이 되는 필드 골(field goal) 킥에 대한 3차원 영상분석을 통해 동작 구간을 나누어 숙련자와 비숙련자간의 동작에 대한 운동학적 변인들을 비교 분석하여 이를 토대로 필드 골(field goal)킥에 대해 비숙련자들이 좀더 효과적으로 기량을 향상 시킬 수 있는 기초적이고, 과학적인 자료를 제공하는데 있다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상들은 서울 소재 K대학교 미식축구 선수 중 10년 이상 경력의 숙련자 2명과 1년 이하 경력의 비숙련자 2명이다. 연구대상자들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자들의 신체적 특성

	연구대상	나이(yr)	신장(cm)	몸무게(kg)	경력(yr/month)	성
숙련자	sub 1	31	170	66	10/	m
	sub 2	32	180	72	10/	m
비숙련자	sub 3	21	185	78	/6	m
	sub 4	19	178	70	/6	m

## 2. 실험장비 및 절차

본 연구에서는 디지털 비디오 카메라(GR-DV2000KR, JVC코리아) 2대를 사용하였다. 카메라의 촬영 속도는 60 field/sec 속도로 설정하였고, 카메라 간 동조는 이벤트 동조를 사용하였다. 실험절차는 먼저 디지털 비디오카메라 2대를 각각 연구 대상자의 sagittal plane상에서 카메라 사이의 각이 약 90° 위치에 설치하였다. 이때 카메라 높이는 지면으로부터 1.4m로 설치하였고, 피험자와의 거리를 8.45m 되도록 하였다. 연구대상자들의 하지관절(고관절, 슬관절, 발목관절)에 marker를 부착하였고, 공간검증을 위해 3(m)×3(m)×2(m)로 된 직사면체의 공간인 calibration frame을 동작 수행지역에 설치하여 10초간 촬영한 후 제거하였다. 각각의 대상자들은 본 실험에 앞서 미식축구의 필드 골(field goal)킥의 정확한 수행을 통제하기 위해 킥의 목표물을 골포스트(goal post)로 설정하였고, 목표지점으로부터 가장 킥의 정확도와 성공률이 높게 나오는 지점인 18.15m에서 킥 동작을 10회 실시하여 정확하게 볼이 골포스트(goal post)의 H zone을 통과한 3번의 동작을 선택하여 그 자세를 자료 분석의 대상으로 하였다.

## 3. 동작 구간 설정

본 연구에서는 분석의 용이함을 위하여 다음과 같이 시점(event)을 설정하였다.

### 1) 시점(event)

- (1) RM(ready motion) : 차는 발이 지면에 닿아있고, 지지발이 take off 되는 시점.
- (2) BP(back position): 마지막 스텝 후 차는 다리의 무릎관절이 최소 각을 이루는 시점.
- (3) IP(impact): 차는 다리가 볼과 임팩트 되는 시점.
- (4) FT(follow-through): 임팩트 순간 이후 차는 다리가 폴로 스루가 끝나는 시점.

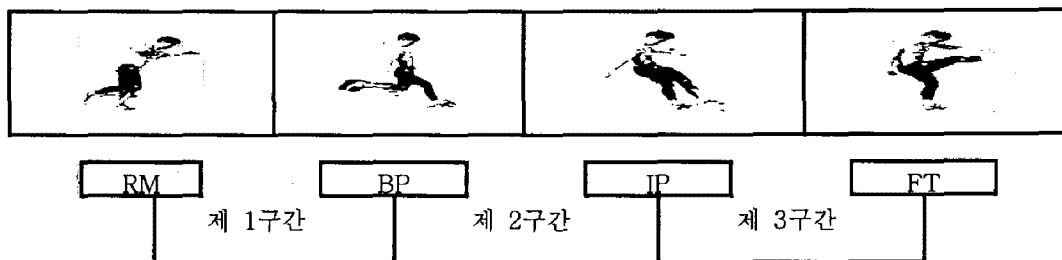


그림 1. 미식축구의 킥 동작에 따른 구간설정

4. 자료처리

본 연구에서는 디지털화하여 얻은 2차원 좌표로부터 인체관절점의 3차원 좌표를 얻기 위해 KWON3D(ver 3.0)를 이용하였으며, 인체관절 중심점의 좌표화는 피험자가 필드골 킥의 준비자세 전 2 frame에서부터 폴로 스루(follow-through)까지 하였다. 3차원 좌표에 포함되는 디지털화 오차와 기 자체 자체에 의해 생기는 노이즈(noise)를 제거하기 위해서 polynomial filtering을 사용하여 스무딩(smoothing)하였다. 구간별 소요 시간, 신체분절 변인, 볼의 초속도 및 투사각도, 지지발과 볼의 변인, 좌·우측 하지 관절에 대한 각도변인, 속도변인 등의 운동학적 변인들(각도, 각속도, 각가속도, 변위)의 계산을 위해 Matlab(ver 6.01)을 사용하였으며, 평균과 표준편차를 산출하였다.

또한 자료 처리 과정에서 피험자가 운동하는 방향을 Y축 방향으로 하였으며, 지면에 대하여 수직 방향을 Z축 방향으로 하였고, Z축에서 Y축의 외적을 X축으로 하였다.

III. 결과 및 논의

1. 킥 동작수행 시간

<표 2>에 의하면, RM시점에서 FT시점까지 동작수행에 대한 전체 평균소요시간은 숙련자가 0.517±0.017초, 비숙련자는 0.45±0.033초로 나타났다. IP시점 이후 FT시점까지 숙련자의 수행시간이 0.125초로 더 소요되었고, 비숙련자는 제 2구간에서 수행시간이 0.141초로 숙련자보다 긴 소요시간을 보였다.

표 2. 필드골킥의 각 시점별 동작수행시간

단위: sec

	RM	BP	IP	FT
숙련자	0.017	0.292±0.001	0.392±0.008	0.517±0.017
비숙련자	0.017	0.242±0.001	0.383±0.05	0.45±0.033

홍기호(1992)의 연구에서는 럭비의 플레이스킥 중 인스텝킥 동작 시 차는 다리의 발끝이 지면에 닿는 순간인 스텝구간부터 임팩트까지 평균소요시간이 0.35초로 나타났고, 백성균(2002)의 축구의 인스텝 킥 동작에 대한 연구에서는 준비에서 임팩트까지 전체소요시간은 숙련자 집단이 0.24±0.01초, 비숙련자 집단이 0.26±0.03초로 나타났다. 또한 디딤발이 지면에 착지하여 킥하는 발이 공을 임팩트하는 시점까지의 수행시간이 숙련자 집단이 0.10±0.02초, 비숙련자 집단이 0.13±0.01초로 나타났다. 결과에

따르면 킥하는 동작은 종목에 따라 각 수행시간이 비슷한 경향을 보이고 있고, 킥 동작을 준비하는 시점에서부터 임팩트, 폴로 스루까지 본 연구의 결과와 유사한 결과를 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 임팩트 이후 폴로 스루 동작이 길다는 것은 킥 동작을 수행하는 순간 하지분절의 힘을 볼에 끝까지 실어줌으로써 정확하게 한 지점으로 보낼 수 있고, 전체수행시간도 길어졌다고 생각한다.

## 2. 신체분절 변인

### 1) 힙(hip)의 변위

<표 3>과 <그림 2>는 전체 수행구간에 따른 시점별 힙의 변위를 나타낸 것이다. 킥 동작을 수행하는데 있어서 힙의 움직임은 시점별로 살펴본 결과는 다음과 같다.

표 4. 시점별 힙의 변위

단위: cm

	관절	축	RM	BP	IP	FT
숙련자	왼쪽힙	X	-17.89±3.76	18.89±3.35	33.13±1.59	39.01±3.4
		Y	74.76±5.23	144.51±3.92	174.52±2.08	189.27±0.97
		Z	75.74±2.39	75.02±6.8	71.73±4.69	82.08±7.04
	오른쪽힙	X	11.42±5.42	42.39±1.88	54.96±2.27	65.41±3.21
		Y	60.56±5.08	127.01±1.36	160.27±4.17	181.23±1.62
		Z	80.09±3.04	79.81±6.98	74.78±5.43	86.01±12.3
비숙련자	왼쪽힙	X	-22.19±34.78	2.55±42.55	31.88±17.28	37.62±13.79
		Y	58.28±10.94	110.02±22.35	161.02±12.87	172.83±9.19
		Z	74.24±1.01	75.49±1.34	74.03±3.34	82.03±8.63
	오른쪽힙	X	6.41±33.78	29.35±40.94	55.32±20.8	61.14±16.79
		Y	39.46±10.93	92.08±26.89	159.84±9.47	170.89±4.35
		Z	79.04±2.22	78.39±1.7	76.71±2.7	83.17±8.5

숙련자와 비숙련자 모두 좌·우 힙의 z축 수직변위는 유사한 경향을 나타내고 있다. 그러나 숙련자의 왼쪽 힙에 대한 y축 위치변위의 경향이 제2구간에서 임팩트 후까지 오른쪽 힙의 위치변위보다 전방에 위치하는 것에 비해 비숙련자는 좌·우 y축 위치변위가 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 숙련자의 경우 지지다리의 왼쪽 힙이 전방으로 향하게 하고 오른쪽 힙의 회전을 통해 효과적인 킥 동작을 수행하는 것으로 생각된다.

Jenson(1984)은 운동수행에 있어서 차기는 어떤 일정한 거리에 있는 대상을 힘을 주어 차는 과정에서 상체를 뒤로 젖힘으로서 이루어진다고 하였다(조규권, 1992, 재인용).

Zernicke(1978)는 차는 다리가 지면으로부터 올려진 직후 발은 전방으로 향하고, 전방과 외측으로

움직이는 것을 볼 수 있는데, 이는 지지분절의 대퇴골두 주위를 골반이 회전하는 것을 나타내는 것이라고 하였다. 또한 대부분의 축구선수들의 경우 원하는 동작의 속도와 효율성을 높이기 위해 동작의 범위를 증가시키려고 골반회전의 범위를 증가시킨다고 하였다. Fabian & Whittaker 연구에서는 지지발이 지면에 접촉할 때 지지다리는 힘이 앞으로 작용하는 것을 제어하게 되고, 반대 쪽의 힘이 불을 향하여 수평면으로 회전을 시작하면서 킥킹(kicking)다리의 대퇴가 앞으로 스윙을 시작한다고 하였다(진영완, 1998, 재인용). <그림 2>는 전체 킥 동작 과정을 수행할 때 상체 분절 점을 모두 연결하여 각 시점별로 나타낸 것으로 숙련자는 제2구간에서 상체를 뒤로 젖히는 형태를 보였고, 임팩트 시에는 상체가 점점 전방으로 향하여 효과적인 킥을 수행하는 것으로 나타났다. 또한 임팩트 시 좌측의 힙의 변위가 거의 변화가 없는 반면 우측의 힙은 전방과 내측으로 움직이는 것으로 나타나 힙의 회전이 일어났다고 생각된다. 비숙련자의 경우, 상체가 뒤로 젖혀지는 상태가 거의 임팩트 순간에서 이루어져 숙련자와 순간적인 상체의 움직임에서 차이가 있는 것으로 나타났다..

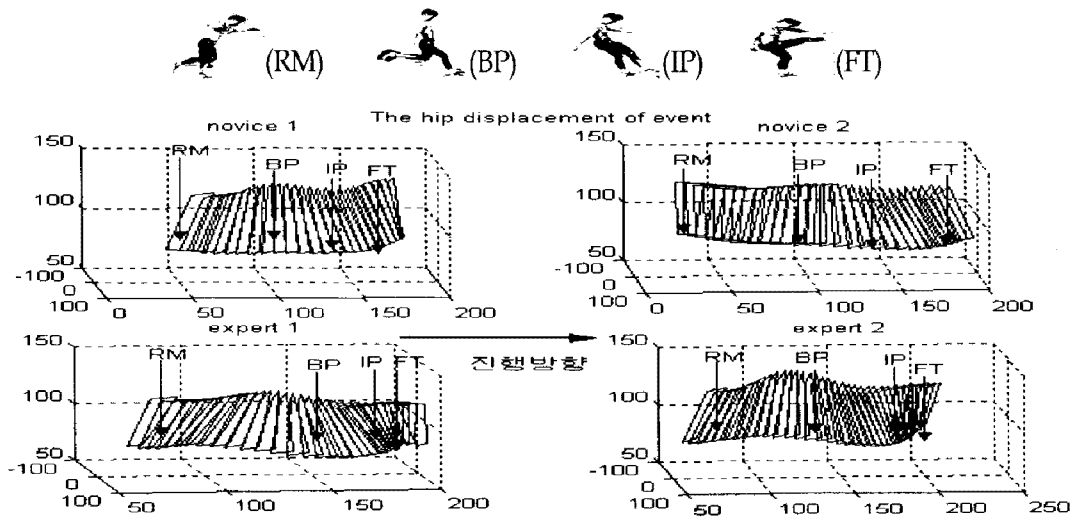


그림 2. 힙(hip)의 변위

2) 임팩트 시 불에 대한 지지발의 변위

임팩트 시 불에 대한 지지발의 위치는 불의 비행궤적에 중요한 요소이다. 표 4는 숙련자와 비숙련자간의 임팩트 시 불과 지지발과의 거리를 나타낸 것이다.

표 4. 임팩트 시 불에 대한 지지발의 변위

단위: cm

	좌·우측 거리(X)	전·후측 거리(Y)
숙련자	25.15±1.27	6.62±2.10
비숙련자	21.69±1.35	11.76±2.76

좌·우거리: 불의 하단부↔지지발과의 폭, 전·후거리: 불의 하단부↔지지발끝과의 거리

숙련자는 비숙련자보다 전·후축 거리가 5.14cm가 짧고, 좌·우축 거리가 3.46cm가 긴 것으로 나타났다. 백성균(2002)의 축구 인스텝 킥에 대한 운동학적 연구에서는 숙련자 집단의 경우 디딤발과 볼의 좌·우축 거리가  $34.61 \pm 3.26$ cm, 전·후축 거리가  $7.72 \pm 2.10$ cm를 보였으며, 비숙련자 집단은 각각  $21.72 \pm 4.35$ cm,  $11.34 \pm 3.05$ cm를 보였다. 김성배(1996)의 대학교 남자축구선수의 인스텝 킥에 대한 연구에서는 볼과 디딤발의 거리가  $15 \pm 11$ cm로 나타났다. 또한 홍기호(1992)는 럭비의 차기동작의 운동학적 분석에서는 임팩트 직전 지지다리 발끝의 위치는 볼의 하단부 보다 15.6cm 전방에, 31.8cm 좌측에 위치한다고 하였다. 볼을 낮게 킥하기 위해서는 볼에 접근하는 순간 디딤발이 볼 중심 혹은 볼의 뒷부분과 나란한 위치에 발끝이 위치해야 하며, 볼을 높게 킥하기 위해서는 볼에 접근하는 순간 디딤발이 볼에 못 미치는 위치에 디딤발을 나란히 해야 한다(김성배, 1996). 결과를 살펴보면, 종목의 따라 임팩트 시 볼에 대한 지지발의 변위를 다르게 나타나는 것을 알 수 있다. 필드골(field goal)킥의 특성상 볼이 H zone을 정확하게 통과하기 위해서는 높게 킥을 해야 하는데, 이를 위해서는 임팩트 순간 볼의 근접 위치에 지지발을 나란히 해야 하고, 볼과 지지발의 전·후 거리가 볼의 비행궤적 및 정확한 킥에 중요한 요인이라고 생각한다.

### 3. 볼의 변인

#### 1) 볼의 초속도 및 투사각도

<표 5>는 미식축구의 필드골(field goal)킥의 동작 수행 시 임팩트 후 볼의 초속도 및 투사 각도를 나타낸 것이다.

표 5. 임팩트 후 볼의 초속도 및 투사각도

단위: 속도=m/s, 각도=degree

	볼의 초속도	투사각도
숙련자	$13.26 \pm 3.61$	$26.42 \pm 0.24$
비숙련자	$7.99 \pm 1.02$	$22.64 \pm 2.71$

임팩트 후 볼의 투사각도는 숙련자가 비숙련자보다  $3.78^\circ$ 가 더 높게 나타났으며, 숙련자의 볼 속도가 5.27m/s 더 빠른 것으로 나타났다. 서정석(1993)의 연구에서 럭비의 하이 펀트 킥 투사각도는  $57.83 \pm 5.1^\circ$ , 롱 펀트 킥은  $48.60 \pm 3.2^\circ$ 로 나타나 하이 펀트 킥의 투사각도가 높은 것으로 나타났다. 진영완(1998)의 축구 인스텝킥의 연구에서 정지된 공의 평균 투사각도가  $4.98^\circ$ 를 보였으며, Phillips(1985)의 선수들에 대한 축구 킥킹 연구에서는 공의 투사각도가  $25.3 \pm 6.73^\circ$ 로 나타났다. 백성균(2002)의 축구 인스텝 킥에 대한 연구에서는 숙련자 집단의 볼 초기속도는  $17.57 \pm 0.95$  m/s, 비숙련자는  $15.40 \pm 1.65$ m/s로 나타나 필드골킥 보다 초기속도가 더 빠르게 나타났다. Phillips(1985)의 풋볼 플레이스 킥에 대한



연구에서 숙련자의 수평속도는  $23.8 \pm 0.84 \text{m/s}$ , 수직 속도는  $17.4 \pm 1.30 \text{m/s}$ , 절대속도는  $29.5 \pm 4.3 \text{m/s}$ 로 나타났고, 선수들의 평균 수평속도는  $27.7 \pm 4.36 \text{m/s}$ , 수직속도는  $13.0 \pm 1.77 \text{m/s}$ , 절대속도는  $30.7 \pm 3.13 \text{m/s}$ 로 나타났다. 윤재만(1997)의 축구 기술의 킥 동작에 관한 연구에서 볼의 최대속도는 인스텝킥은  $24.77 \pm 1.52 \text{m/s}$ , 인프런트킥의 경우  $24.08 \pm 1.56 \text{m/s}$ , 인사이드킥은  $24.94 \pm 1.34 \text{m/s}$ 로 인사이드킥의 볼 속도가 가장 큰 것으로 나타났다.

연구 결과를 보면, 공에 대한 투사각도는 공을 들고 차는 럭비의 펀트 킥 보다는 낮게 나타났고, 축구의 인스텝킥 보다는 조금 높은 경향을 나타내었다. 또한 임팩트 후 볼의 초속도는 다른 종목의 속도보다 낮게 나타났는데, 3m 높이의 골포스트(goal post)의 H zone을 정확하게 통과해야 되는 필드골킥의 특성상 본 연구와 차이가 있는 것으로 생각된다.

#### 4. 각도변인

##### 1) 하지 관절각의 각 변위

(1) 좌측 하지의 무릎관절각, 발목관절각의 각 변위

미식축구의 필드골 킥의 동작 시 숙련자와 비숙련자간의 좌측 하지의 무릎관절각과 발목관절각에 대한 시점별 각 변위 결과를 <표 6>과 <그림 3>에 나타내었다.

원발이 지지되는 IP시점에서 숙련자의 각 변위는  $150.75 \pm 5.73^\circ$ ,  $104.90 \pm 1.72^\circ$ 를 보였으며, 비숙련자는  $139.29 \pm 3.44^\circ$ ,  $100.88 \pm 0.57^\circ$ 를 나타내었다. 임팩트 후 FT시점에서 숙련자가  $147.31 \pm 18.34^\circ$ ,  $102.03 \pm 6.88^\circ$ 로 나타났으며, 비숙련자는  $134.70 \pm 4.59^\circ$ ,  $94.58 \pm 2.29^\circ$ 를 보였다.

표 6. 좌측 하지관절각의 시점별 각변위 분석 결과

단위: degree

	관절	RM	BP	IP	FT
숙련자	무릎	$110.63 \pm 9.74$	$151.32 \pm 5.73$	$150.75 \pm 5.73$	$147.31 \pm 18.34$
	발목	$124.70 \pm 6.31$	$102.60 \pm 5.16$	$104.90 \pm 1.72$	$102.03 \pm 6.88$
비숙련자	무릎	$105.47 \pm 32.01$	$130.69 \pm 21.78$	$139.29 \pm 3.44$	$134.70 \pm 4.59$
	발목	$111.77 \pm 0.57$	$89.99 \pm 5.16$	$100.88 \pm 0.57$	$94.58 \pm 2.29$

진영완(1998)의 축구 인스텝킥의 연구에서 임팩트 시 지지 다리의 무릎각도는  $131.30 \pm 8.9^\circ$ , 발목각도는  $82.30 \pm 4.0^\circ$ 로 나타났다. 숙련자는 킥의 동작이 진행되는 제 2구간에서 무릎관절과 발목관절의 각이 안정적으로 유지되는데 비해 비숙련자는 무릎관절각의 각변위 폭이  $8.60^\circ$ 로 증가하여 나타났다. 즉, 숙련자는 BP시점 이후 임팩트까지 지지기능을 하는 좌측하지가 안정적으로 유지되지만, 비숙련자의 경우 지지되는 좌측하지의 각이 커지는 것에 의해 킥의 자세가 불안정해진다고 생각한다.

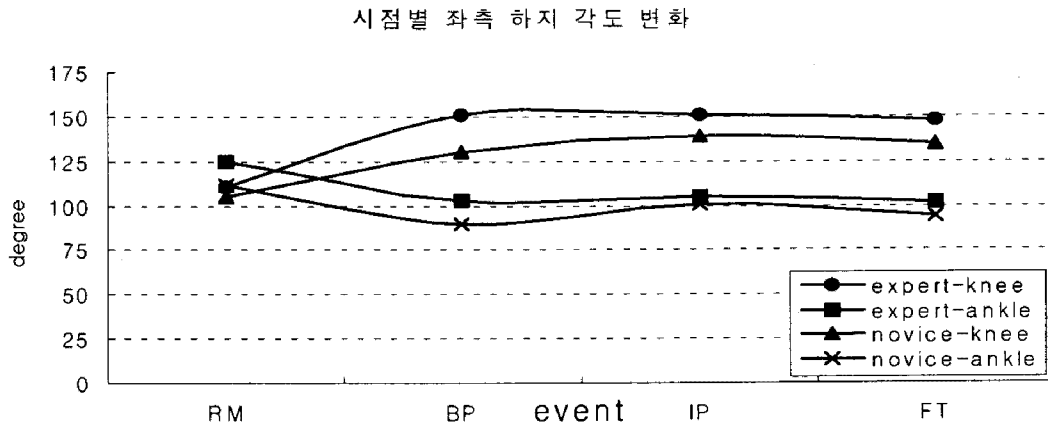


그림 3. 시점별 좌측 하지 각도변화

(2) 우측 하지관절각의 각 변위

숙련자와 비숙련자 간의 우측 하지의 관절각의 시점별 각 변위에 대한 분석 결과를 <표 7>과 <그림 4>에 나타내었다.

표 7. 우측 하지의 시점별 각변위 분석 결과

단위: degree

	관절	RM	BP	IP	FT
숙련자	hips	152.47±10.89	125.53±4.01	139.29±5.73	114.07±12.03
	wrists	128.97±0.57	110.63±2.87	122.09±4.01	173.68±7.45
	ankles	78.53±8.60	137.57±1.15	127.82±0.57	118.65±0.57
비숙련자	hips	131.84±0.57	136.99±1.15	146.17±8.60	141.58±0.57
	wrists	124.96±0.26	69.93±17.77	103.18±8.02	144.45±20.64
	ankles	96.30±19.49	121.52±29.81	136.42±0.57	117.51±0.57

고관절각의 시점별 각 변위는 RM시점에서 숙련자가 152.47±10.89°, 비숙련자가 131.84±0.57°로 비숙련자 보다 고관절이 20.64°가 더 신전되어 있는 것으로 나타났다. 숙련자는 BP시점에서 125.53±4.01°로 최대굴곡을 이룬 후 제2구간에서 신전되어져 임팩트 시에는 고관절 각도가 139.29±5.73°를 나타내었다. 또한, IP시점 이후 FT시점까지 고관절은 계속된 굴곡을 보였다. 비숙련자는 고관절각의 전체 각 변위 폭이 14.33°로 완만한 경향을 나타내었다. 홍기호(1992)는 럭비선수의 경우 준비스텝의 로딩구간 초기에 고관절을 최대로 신전시킨 후 서서히 굴곡 시키고, 축구선수는 임팩트 전 스윙구간 초기에 빠르게 굴곡 시킨다고 하였으며, 백성균(2002)은 스윙구간에서 차는 다리의 대퇴각도가 비숙련자에 비해 숙련자의 대퇴각도가 작게 나와 하퇴각도를 더욱 용이하고 크게 굴곡 시킬 수 있는 요인이라고 하였다. 무릎관절각에 대한 각 변위의 경우, 오른발이 지지되는 RM시점에서 숙련자는 128.97±0.57°, 비숙

련자가  $124.96 \pm 0.26^\circ$ 로 숙련자와 비숙련자 간 무릎각도의 각변위 폭이  $4.01^\circ$ 로 비슷한 각도의 경향을 보였다. 그림 4에 따르면, 비숙련자의 오른쪽 무릎관절은 킥을 위한 스윙이 진행되고 있는 제 2구간에서 최대 굴곡 각을 나타내었지만, 숙련자는 발의 스윙이 시작하기 전 BP시점에서 오른쪽 무릎관절이 최대굴곡을 보였다.

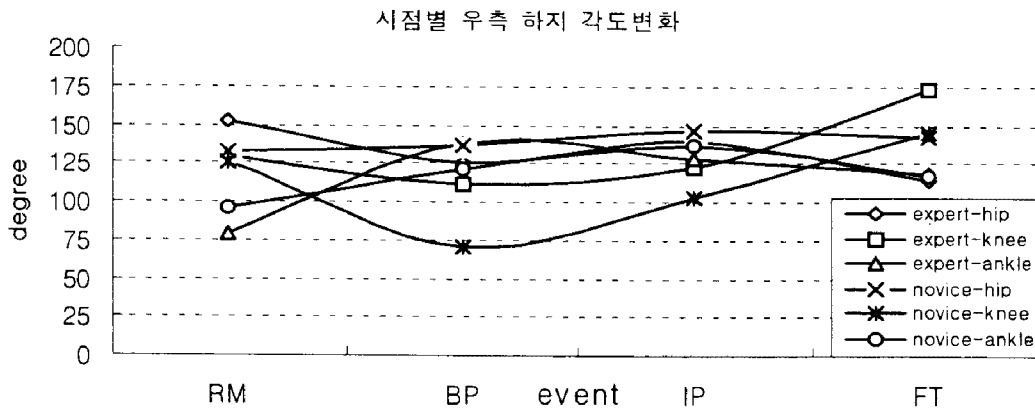


그림 4. 시점별 우측 하지 각도변화

진영완(1998)의 연구에서는 임팩트 시 차는 다리의 무릎각도는  $131.68 \pm 13.3^\circ$ , 발목각도는  $154.01 \pm 8.4^\circ$ 로 나타나 본 연구 결과와 차이를 보였다. Adrian(1989)은 마지막 힘의 전달에 있어서 중요한 원인은 무릎의 신전에 있으며, 고관절의 굴곡은 초기에 힘을 발생시키는데 중요한 역할을 한다고 하였다. 발목관절의 시점별 각 변위는 RM시점 이후 BP시점에서 비숙련자에 비해 숙련자의 발목관절각이  $16.05^\circ$ 가 더 신전된 것으로 나타났다. 하지만 IP시점에서는 비숙련자의 발목 각이 숙련자 보다  $8.60^\circ$ 가 더 신전되었고, 임팩트 이후 제 3구간에서 숙련자와 비숙련자 간의 각 변위는 비슷한 경향을 나타내었다. Levanon(1998)은 킥 동작 시 발목관절의 각도가 클수록 볼에 대한 회전력이 크게 나타난다고 하였으며, 오정환(1997)은 킥 동작의 성공과 실패에서 가장 원위분절인 발목관절의 위치와 각도에 영향을 받는다고 하였다(백성균, 2002, 재인용). 백성균(2002)의 연구에서 임팩트 시 숙련자의 발목관절각도가  $123 \pm 6.19^\circ$ , 비숙련자는  $114.97 \pm 2.79^\circ$ 로 나타나서 본 연구의 숙련자와 비슷한 경향을 보인 반면 비숙련자는 오히려 발목각도가 큰 것으로 나타났다. 숙련자는 BP시점에서 고관절과 무릎관절이 최대로 굴곡되고, 제 2구간에서의 급격한 신전 후 FT시점까지 고관절이 굴곡 되면서, 무릎관절의 지속적인 신전이 나타나 킥 동작을 효율적으로 이끌어 냈다고 생각한다.

5. 속도변인

1) 하지 관절각의 각속도

(1) 좌측하지의 무릎관절각과 발목관절각의 각속도

<표 8>과 <그림 5>는 숙련자와 비숙련자 간의 좌측하지의 무릎관절각과 발목관절각의 각속도를 나타낸 것이다. 숙련자와 비숙련자 모두 킥의 준비를 위한 제 1구간에서 무릎관절각과 발목관절각의 각속도가 증가하고, 제 2구간에서 감속되다가 임팩트 이후 증가하였다. 임팩트 시 각의 속도가 저하되는 것은 우측 하지를 통한 킥을 수행하기 위해서 좌측 하지가 지지하는 역할을 하는 것이다. 킥의 움직임 시 우측 하지 분절의 협응을 잘 이끌어낼 수 있도록 좌측 무릎관절각과 발목관절각의 각속도가 감속되는 것으로, 숙련자가 좀더 효과적인 감가속을 함으로써 킥의 동작 시 안정된 지지 동작을 유지했다고 생각을 한다.

표 8. 좌측하지의 시점별 각속도 분석결과

단위:rad/s

	관절	RM	BP	IP	FT
숙련자	무릎	-7.96±1.42	-0.14±1.19	-1.39±0.37	-3.95±3.1
	발목	-6.85±1.29	1.93±0.42	-1.63±0.87	4.96±4.21
비숙련자	무릎	-10.5±9.81	4.09±6.52	-1.68±0.65	2.22±2.24
	발목	-3.32±0.63	2.56±0.94	-3.43±0.70	2.61±1.60

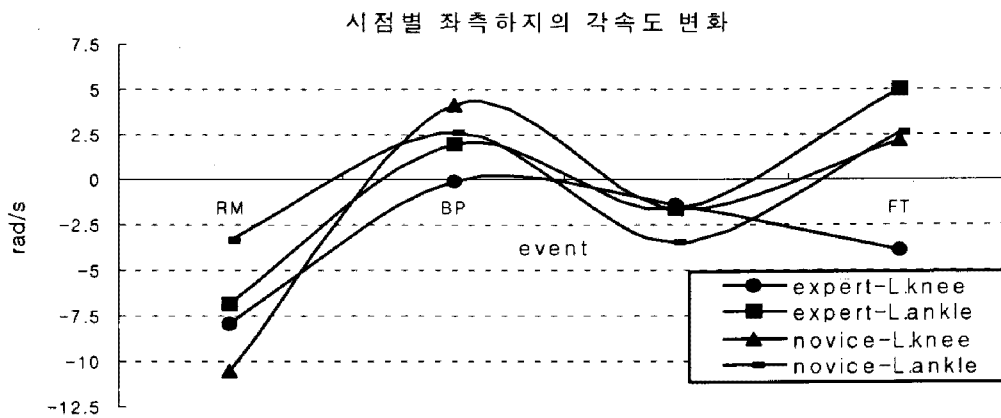


그림 5. 시점별 좌측 하지 각속도 변화

(2) 우측하지의 관절각의 각속도

<표 9>와 <그림 6>은 숙련자와 비숙련자 간의 우측 하지 관절각에 대한 시점별 각속도 분석 결과

를 나타낸 것이다. Plagenhoef(1971)와 Bunn(1972)의 분절순서이론에 의하면, 대퇴의 감속은 하퇴의 속도 증가를 돕고, 다시 하퇴의 감속은 최대의 발 속도 생성에 기여한다고 하였다. 숙련자는 분절의 운동순서에 따라 고관절의 각속도가 킥의 시작단계에서 최대각속도를 보였고, 제2구간에서 무릎관절의 각속도가 급격히 증가하여 임팩트 때에는 최대각속도를 나타내었다. 비숙련자의 경우, BP시점부터 고관절이 음(-)의 각속도를 보였고, 무릎관절의 각속도는 제 2구간에서는 숙련자와 비슷한 경향을 나타냈지만, 임팩트 후 폴로 스루(follow through)까지 감소의 폭이 작아서 발목관절의 각속도가 임팩트 때에 최대 음(-)의 각속도를 나타내었다. 그러므로 비숙련자는 숙련자에 비해 운동 시 분절 간의 속도 전이가 효과적으로 이루어지지 않아 킥의 효율성이 떨어진다고 생각한다. 진영완(1998)은 킥의 시작단계에서 대퇴 분절의 각속도가 증가하고, 일정한 시점에서 하퇴분절과 각속도가 같아지면서, 그 이후에는 대퇴 분절의 각속도가 줄어들고, 하퇴분절의 각속도는 급격히 증가하여 임팩트 직전에 최고로 도달하여 그 이후에 급격히 감소한다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

표 9. 우측 하지의 시점별 각속도 분석 결과

단위: rad/s

	관절	RM	BP	IP	FT
숙련자	hips	5.89±0.32	3.01±0.12	0.55±1.09	-9.98±3.26
	knees	-2.53±1.87	-5.71±0.42	15.63±1.58	-8.35±8.81
	ankles	-8.89±1.15	-0.72±0.44	-0.78±2.07	-4.21±3.31
비숙련자	hips	5.87±5.40	-0.47±6.01	-0.39±1.47	-6.14±7.30
	knees	-3.57±0.15	-2.19±5.56	13.17±2.49	4.05±0.89
	ankles	-8.31±5.09	1.62±4.97	-11.86±9.64	-0.97±7.82

시점별 우측 하지 각속도 변화

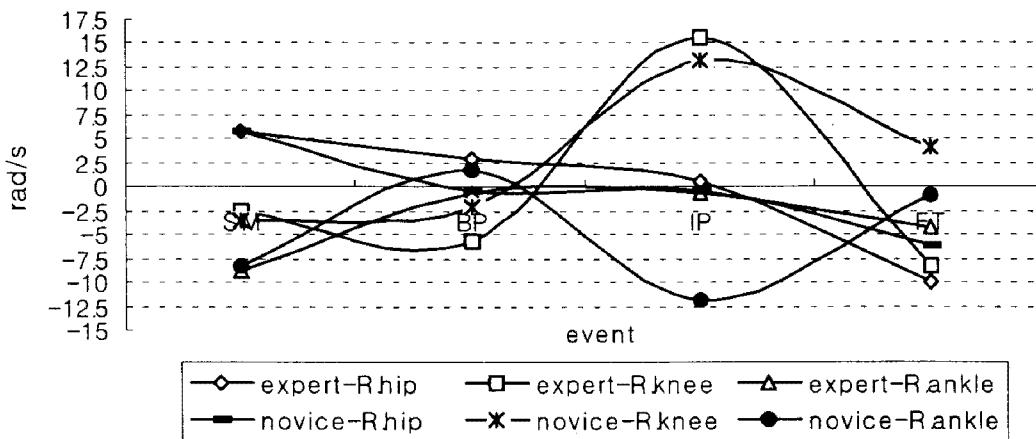


그림 6. 시점별 우측 하지 각속도 변화

## IV. 결 론

본 연구는 비숙련자들에게 미식축구의 필드골(field goal)킥 동작의 기술지도를 위한 기초자료 제공을 위하여 미식축구선수 2명과 비숙련자 2명을 대상으로 필드골(field goal)킥 동작을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 킥의 전체 소요 시간에 대한 숙련자와 비숙련자 간의 유의한 차이는 없었다. 그러나 숙련자가 BP시점에서 임팩트까지의 킥 동작시간은 0.141초가 더 짧은 것으로 나타났다.
- 2) 숙련자는 비숙련자에 비해 왼쪽 힙이 제어되면서, 오른쪽 힙이 볼을 향하여 수평면으로 회전하는 것으로 나타났다.
- 3) 임팩트 시 볼과 디딤발의 거리에서 숙련자는 좌·우거리가 비숙련자보다 3.46cm 길고, 전·후거리는 5.14cm가 더 짧은 것으로 나타났다.
- 4) 임팩트 후 볼의 초속도는 숙련자가 비숙련자보다 5.27m/s 더 빠르며, 투사각도는 3.78°가 더 높은 것으로 나타났다.
- 5) 숙련자는 BP시점 이후 좌측 하지의 고관절과 무릎관절의 굴곡을 유지하여 안정된 동작을 하는데 비해 비숙련자는 임팩트 시 좌측 하지의 각이 커지는 것으로 나타났다.
- 6) 전체 구간에서 숙련자는 순차적으로 효율적인 고관절과 무릎관절의 굴곡·신전을 보였다. BP시점에서 비숙련자의 우측 무릎관절각도가 11.46°가 더 크게 나타났지만, 임팩트 후 FT시점까지의 무릎관절의 신전은 숙련자보다 작게 나타났다.
- 7) 숙련자와 비숙련자 모두 제 2구간에서 고관절의 각속도가 감소되면서, 무릎관절의 각속도가 급격히 증가하였지만, 비숙련자는 임팩트 시 발목관절의 각속도가 최대 감속을 나타내었다.

## 참 고 문 헌

- 김성배(1996). 축구 인스텝 킥 동작 시 하지분절의 생체역학적 분석. 박사학위논문. 단국대학교.
- 백성균(2002). 축구 인스텝 킥 동작의 운동학적 분석. 석사학위논문. 전남대학교.
- 서정석(1993). 럭비 하이 펀트 킥과 롱 펀트 킥의 운동학적 변인 비교 연구. 석사학위논문. 서울대학교.
- 윤재만(1997). 축구 기술의 킥 동작에 관한 운동역학적 분석. 박사학위논문. 경북대학교.
- 조규권(1992). 축구선수의 In-step Shoot 동작에 관한 생체역학적 분석. 박사학위논문. 고려대학교.
- 진영완(1998). 축구 인스텝슈팅 동작의 운동역학적 분석. 박사학위논문. 연세대학교.

- 홍기호(1992). 럭비 차기동작의 운동학적 분석. 석사학위논문. 연세대학교.
- Adrian, M. J., & Cooper, J. M. (1989). *Biomechanics of human movement*. Indiana: Benchmark Press.
- Bunn, J. W. (1972). *Scientific principles of coaching*. Englewood, New Jersey: Prentice-Hall.
- Cooper, J. M., Adrian, M., & Glassow, R. B. (1982). *Kinesiology*. Saint Louis: The C.V. Mosby.
- Jenson, C. R., Schultz, G. W., & Bangerter, B. L. (1984). *Applied technical kinesiology*. Saint Louis: The C.V. Mosby.
- Levanon, J., & Dapena, J. (1998). Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, pp.917-927.
- Macmillan, M. B. (1975). Determinants of the flight of the kicked ball. *Research Quarterly*, 46, pp.48-57.
- Plagenhoef, S. (1971). *Patterns of Human Motion*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice - Hall.
- Phillips, S. J. (1985). *Invariance of elite kicking performance*. *Biomechanics IX-B*(pp.539-542). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Putnam, C. A. (1991). A segment interaction analysis of proximal-to distal sequential segment motion patterns. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 134.
- Robert, E. M., & Metcalfe. (1968). *Mechanical analysis of kicking*. In J. Wartenweiler., E. Jokl, & M. Hebbelinck(Eds.), *Biomechanics: Technique of Drawings of Movement and Movement Analysis*(pp. 315-319), Basel: Karger,
- Wickstrom, R. L. (1977). *Fundamental motor patterns*. Philadelphia : Lea & Febiger.
- Zernike, R. F., & Gregor, R. J. (1978). *Biomechanics of human movement*. Los Angeles: University of California.