Korean Journal of Sport Biomechanics
Vol. 20, No. 1, March 2010, 49-55

ISSN 1226-2226 Print
DOI: 10.5103/KJSB.2010.20.1.049
http://www.kssb.or.kr

농구 3득점 점프슛 동작의 운동역학적 분석

이동진[1] · 정익수[1]
[1]충남대학교 대학원 체육학과

Kinetic Analysis of Three-Point Jump Shot in Basketball

Dong-Jin Lee[1] · Ik-Su Jeong[1]
[1]*Department of Physical Education, Graduate School of Chungnam National University, Daejeon, Korea*

Received 31 January 2010; Received in revised form 16 February 2010; Accepted 24 March 2010

ABSTRACT

The purpose of the study was to analyze kinetic factors required to the three-point jump shot of the basketball games through 3-D analysis and ground reaction force(GRF) analysis. Six university male players participated in this study. The results of the study were showed that (1) resultant velocity in the center of mass(COM) was 0.84±0.27 m/s since a player didn't shot a ball in the highest peak and shot ball at the moment of going up forward and vertical movement. Therefore, it is necessary to find a proper timing to shot a ball; (2) the angular velocity was largely increased in upper arm and fore arm out of the upper-limb segments and the hands had the largest angular velocity since the body is in a fixed situation and angular speed is rapidly increased by the wrist' snap with the rapid movement of upper arm and forearm at the time of release a ball; (3) it is judged that a player can shot a ball at the accurate and high release point when the player collects power vertically to the maximum by keeping GRF to the right and the rear in a proper way and by keeping the body's balance so that a large power may not be dispersed.

Keywords : Jump Shot, Kinetic Analysis, Ground Reaction Force, Basketball

Ⅰ. 서 론

농구는 여러 가지 기본기술(패스, 드리블, 가딩, 슈팅등)이 복합적으로 결합되어, 주어진 짧은 시간 안에 슈팅의 득실로 승패를 가르게 되는데, 이러한 기본기술 중 슈팅(shooting)동작은 득점과 직접 연결이 되는 가장 중요한 기술이다(최지영, 1992). 또한, 슈팅은 경기의 승패를 좌우하는 최상의 공격목표이며, 최종적 목적이기 때문에 관심을 가지고 연구하고 있다(방열, 1995). 농구경기에서 3점슛의 성공으로 인하여 경기의 주도권과 나아가 승패를 결정짓는 경우가 많아 3점슛에 대한 중요성이 대두되고 있다. 박제영(2007)은 제15회 아시아경기대회 남자 농구 경기의 승, 패 요인 분석결과 수비 리바운드가 가장 중요도가 높은 요인으로 나타났으며 다음으로 3점슛 성공률, 가로채기, 개인 반칙의 순으로 나타났다고 보고하였다. 또한 김세형, 강상조, 박재현, 및 김혜진(2008)은 2006-2007 시즌 한국 프로농구 경기기록 분석에 의한 승패 결정요인을 분석한 결과 한국 프로농구 경기기록 12개의 변인들 중에서 수비 리바운드, 3점슛 성공률, 2점슛 성공률, 스틸이 통계적으로 승리를 위한 중요한 요인이라고 제시하였다.

점프슛 동작은 릴리스시 볼의 투사위치가 높고, 점프시 농구공을 조절할 수 있는 시간요인이 부여됨으로 슈팅의 타이밍을 방어자가 예측하기 힘들기 때문에 득점의 효과가 높아 가장 빈번하게 행하여지는 슛 동작이다. 반면, 점프 슛은 중장거리에서 많이 실시되는 슈팅 동작으로 거리요인에 의하여 훅슛이나 레이업 슛(lay-up shoot)과 비교하여 정확성이 떨어진다

Corresponding Author : Dong-Jin Lee
Department of Physical Education, Chungnam National University,
97 Daehangno, Yuseong-gu, Daejeon, Korea
Tel. : +82-42-821-6441 / Fax : +82-42-823-8897
e-mail : dignehdwls@yahoo.co.kr

는 단점을 가지고 있다. 더구나, 한국 농구선수는 세계적 농구 강국의 선수들에 비하여 신장과 체력이 외소하기 때문에, 국제대회에서 이를 극복하기 위한 방편으로써 득점의 대부분을 중장거리 슈팅에 의존하고 있는 실정이다(김홍백, 1983).

점프슛은 이러한 국내 농구 선수들에게 효과적인 득점원이 되도록 심리적 및 전략적 측면에서 개발이 이루어져 왔듯이, 역학적인 측면에서 슈팅의 성공률을 높이기 위한 슛 동작의 분석이 포괄적으로 이루어져야 한다. 점프슛 동작은 유리한 투사 높이의 확보와 수평거리 요인으로 인하여 부가적인 운동량을 필요로 하기 때문에 과학적인 방법에 따른 정확한 운동수행을 위한 변인간의 상호관계를 정확히 규명하는 연구가 필요하다.

농구의 슈팅에 대한 최근의 선행연구들을 살펴보면, 자유투와 관련해서는 영상분석뿐만 아니라 상지의 EMG 분석이나 지면반력에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(구형모, 채원식, 강년주, 윤창진, 장재익, 2009; 박성현, 2008; 이창우, 이중숙, 2006). 반면 농구경기에서 많이 사용되며 승패에 중요한 요인인 점프슛 동작에 대한 선행연구를 살펴보면 주명덕(1989)은 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 농구의 프리드로우와 3점 필드슈팅에 관한 연구를 김영태(1991)는 농구 점프슛의 운동학적 분석을 최지영(1992)은 투사거리에 따른 농구 점프슛의 운동학적 분석을 이병원과 정의권(1995)은 원핸드 점프슛에서 슛거리와 신장이 동작의 역학적 변인에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 이동진(1999)은 농구 3점슛 동작의 운동학적 분석을 김형수(2000)는 농구 원핸드 점프슛의 3차원 영상분석을 그리고 백승국(2000)은 농구 3점슛에 대한 성공과 실패동작의 비교분석을 실시하였는데 선행연구들 대부분은 신체분절의 속도, 각도, 볼의 투사와 관련된 운동학적 변인들에 대한 영상분석의 연구로 국한되어 있다. 이러한 연구범위의 한계로 인하여 점프슛의 성공에 기여하는 동작의 요인을 설명하는데 어려움이 있어왔다. 즉, 점프를 위한 힘의 발휘와 이에 대한 적절한 투사 타이밍, 점프시 안정된 자세 등이 중요한 내용들인데도 불구하고 이와 같은 중요한 내용들에 대한 연구들이 결여되어 있는 것으로 나타났다.

특히 실제 농구경기 상황에서는 수비자의 블로킹(blocking)을 피해 슛을 해야 하기 때문에 점프슛이 필요하며 또한 많이 사용되는 슛 기술이다. 점프슛을 수행함에 있어 3득점 점프슛은 거리요인에 의해 적절한 힘의 전달이 필요하며, 이를 위한 효과적인 운동 수행 방법은 투사 높이의 확보와 투사시 손을 통해 농구공에 운동량을 정확이 전달하는 것이 중요하다 판단된다. 따라서 농구 3득점 점프슛은 우선적으로 바닥을 차고 수직방향으로 점프하는 지면반력을 이용해야 하는데 농구 점프슛에 관한 운동역학적 연구에서 지면반력에 관한 연구는 다소 미흡한 실정이다. 이에 본 연구는 농구 경기의 승패에 큰 영향을 미치는 3점슛 동작에 대한 운동학적 분석과 더불어 점프 슛에 필요한 지면반력을 분석하여 효과적인 3득점 점프슛 동작을 규명하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 C대학에 재학 중인 농구선수 6명으로 선정하였다. 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Individual characteristics of subjects

Subject	Age(yr)	Height(cm)	Body mass(kg)	Career(yr)
1	22	187	75	12
2	21	178	74	8
3	21	192	96	8
4	21	196	80	4
5	20	184	79	8
6	20	184	72	8
M±SD	20.8±0.75	186.8±6.4	79.3±8.71	8±2.53

2. 실험 및 분석 도구

3차원 영상분석을 위해 본 실험에 사용된 카메라는 고속카메라 2대를 같이 사용하였고 3차원 공간좌표를 설정하기 위하여 (주)비솔에서 제작한 가변형 통제점틀을 슛 동작을 포함하도록 높이 3 m, 길이 2 m, 폭 1 m의 직육면체로 조립하여 지면에 수직으로 설치하였다. 또한, 영상분석과 지면반력기의 동조를 위해 (주)비솔의 동조용 LED를 지면반력기 근처에 카메라에 잘 보일 수 있도록 설치하였다. 그리고 촬영된 영상의 분석을 위해 동영상 편집 및 디지타이징, 원자료 및 변인 산출을 위해 (주)비솔의 영상분석 프로그램(Kwon3D 3.1)을 이용하였다.

지면반력 측정을 위한 지면반력기는 미국 AMTI(OR6-7)사의 지면반력기와 증폭기를 사용하였으며, 두발을 동시에 디딜 수 있게 하였다. 또한, 측정된 지면반력 자료의 처리 및 분석을 위해 지면반력 프로그램(KwonGRF 2.0)을 이용하였고 지면반력기의 안정 및 피험자들의 슛 동작에 방해가 되지 않도록 하기 위하여 지면반력기와 동일한 높이의 보조판 6개를 사용하였다.

3. 실험 절차

실험 장소는 실내정규 농구코트에서 실시하였고 동작의 원

활한 수행을 위해 20분간 준비운동을 실시하였다. 완전한 준비를 마친 후 농구 림(rim)의 정면 3점라인 밖에서 이때 점프슛의 동작은 정면의 골밑에서 패스되는 볼을 받아 연결동작으로 점프슛을 실시하였다. 점프슛의 1회 시도 사이에 10초간의 휴식을 가지며 림을 직접 통과한 클린슛으로 성공한 슈팅 중 연구자와 참가자의 의견 합의 후에 선정된 1회 동작에 대하여 분석하였다. 2대의 카메라는 점프슛 동작을 포함하는 통제점 틀이 완전히 상에 잡히도록 하여 약 10 m의 거리에 설치하였다. 카메라의 높이는 지면으로부터 1.5 m 높이로 지면과 수직으로 설치하였다. 실험시 카메라의 개각도는 45°, 노출시간은 1/1000, 촬영속도는 60 frame/s로 하였으며, 동조용 LED가 카메라 상안에 포함되도록 설치하였다. 촬영은 실제 동작을 촬영하기 전에 통제점 틀을 약 10초간 촬영하고 제거한 후에 점프슛 동작을 촬영하였다. 피험자는 정확한 인체 관절점을 디지타이징하기 위해 검정색 반바지 타이즈만을 착용하고 인체 관절점에는 랜드마크(landmarks)를 붙여서 실험하였다. 지면반력기는 지면과 수평을 유지하여 림 정면의 3점 라인 밖에 설치하고 그 주위에 보조판을 설치하였다. 지면반력기에서 얻은 자료는 A/D 변환기를 통해 디지털 자료화 하여 지면반력 분석 프로그램(KwonGRF 2.0)을 이용하였다.

4. 자료 처리

통제점 틀의 좌표화는 높이 3 m, 길이 2 m, 폭 1 m의 통제점 틀에 표시되어 있는 총 62개의 통제점을 정해진 순서대로 5번씩 좌표화한 후 파일로 저장하였고, 볼의 진행 방향을 Y축, 지면과 수직 방향을 Z축, Y축과 Z축의 벡터의 외적을 X축으로 설정하였다. 인체 관절점의 좌표화는 인체를 21개의 관절점에 의해 연결된 강체로 정의하며, 농구공의 중심점 1개를 설정하여 총 22개의 포인트를 좌표화하였다. 이때 인체분절자료(Body segment parameters)와 통제점 좌표화, 인체 관절 중심점의 좌표화, 동조, DLT 방법에 의한 3차원 좌표 계산과 자료의 스무딩을 위해 Kwon3D(ver. 3.1) 프로그램을 사용하였다. 영상 좌표화 과정에서 나타나는 노이즈를 최소화하기 위해 저대역통과필터(butterworth low-pass digital filter)가 사용되고 차단주파수는 6 Hz로 설정하였다. 영상자료와 지면반력 자료의 동조를 위해 동조용 발광다이오드(LED)를 사용하였고, A/D 변환기의 7개 채널은 지면반력기의 6채널을 점유할 수 있도록 하고, 나머지 1개 채널은 특정 이벤트를 설정할 수 있는 동조용 스위치를 연결하였다.

5. 자료 분석

1) 이벤트 및 구간 설정

주요 이벤트는 무릎각이 최소각을 이루는 순간(E1, knee joint minimum; KM), 발끝이 마루면에서 떨어지는 순간(E2, foot takeoff; FT), 농구공이 투사되는 순간(E3, ball release; BR), 발끝이 마루면과 접촉하는 순간(E4, foot landing; FL)으로 설정하였고, 주요 구간은 점프슛을 실시하기 위하여 무릎관절이 최소각을 이루는 순간부터 발끝이 마루면에서 떨어지기 직전까지를 준비구간(preparatory phase; PP), 발끝이 마루면에서 떨어진 순간부터 농구공이 투사되기 직전까지를 슈팅구간(shooting phase; SP), 농구공이 투사된 직후부터 발끝이 마루면과 접촉하는 순간까지를 착지구간(landing phase; LP)으로 설정하였다.

2) 운동학적 변인 및 지면반력 분석

농구 3점슛 동작에 대한 운동학적 변인은 3차원 영상분석을 통해 인체 무게중심의 변위와 속도, 상지분절의 각속도를 분석하였고 지면반력 변인은 준비구간에서 최대 수직힘과 이때의 좌우, 전후 방향에 대한 힘에 대해 분석하였다.

6. 용어의 정의

(1) 어깨 각 : 엉덩이관절과 팔꿈치관절이 어깨관절과 이루는 상대각
(2) 팔꿈치 각 : 어깨관절과 손목관절이 팔꿈치관절과 이루는 상대각
(3) 손목 각 : 팔꿈치관절과 손끝이 손목관절과 이루는 상대각

7. 통계처리

본 연구 과정을 통해 얻은 3득점 점프슛 동작에 대한 운동학적, 운동역학적 변인들을 분석하기 위해 SPSS 12.0 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 구간별 인체중심의 이동변위

농구 3득점 점프슛 동작 시 축에 대한 인체 무게중심의 구간별 이동 변위 결과는 <Table 2>와 같다.

X축은 각 구간별 -0.17±1.69 cm, -1.27±1.08 cm, -2.13±2.26 cm로 매우 작은 값을 나타냈다. 또한 X축의 값이 음의 값(-)이 나타나 것은 선수 마다 약간의 차이는 있지만 대체적으로 점프순간부터 인체 무게중심이 좌측으로 이동한 것을 나타낸다. Y축은 각 구간별 7.73±3.05 cm, 6.02±2.94 cm, 9.84±6.33 cm로 나타나 인체 무게중심이 점프 순간부터 착지까지 점진적으로

Table 2. The results of COM displacement (unit: cm)

Item	PP(1st phase)	SP(2nd phase)	LP(3rd phase)
X axis	-0.17±1.69	-1.27± 1.08	-2.13± 2.26
Y axis	7.73±3.05	6.02±2.94	9.84±6.33
Z axis	35.63±4.26	19.83±8.51	-23.53±7.25

Note. COM, center of mass. PP, Preparatory Phase; SP, Shooting Phase; LP, Landing Phase.

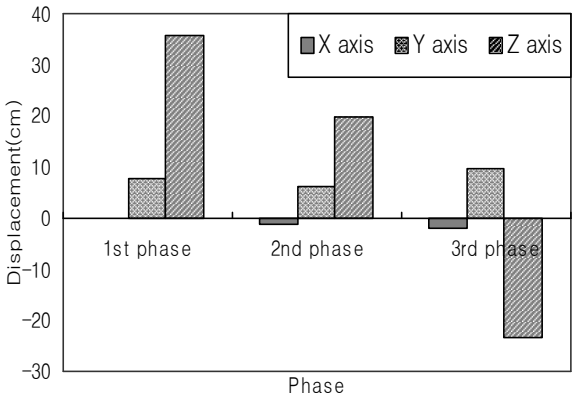

Figure 1. COM displacement in phase 1, 2, 3. 1st phase, Preparatory Phase; 2nd phase, Shooting Phase; 3rd phase, Landing phase

전방 이동이 이루어진 것을 알 수 있다. 그리고 Z축은 각 구간별로 35.63±4.26 cm, 19.83±8.51 cm, -23.53±7.25 cm로 매우 큰 인체 중심의 이동 변위를 나타냈다. 또한 준비구간과 슈팅구간의 변위 값과 착지구간의 변위 값의 부호가 다른 것은 투사 순간까지는 수직상방으로, 투사 이후 수직 하방으로의 이동이 이루어진 것을 나타낸다. 한편, 착지구간의 변위 값이 더 큰 것은 착지 시 충격을 완화하기 위해 무릎을 구부리며 양팔을 내리는 동작으로 착지하였기 때문인 것으로 사료된다(Figure 1).

2. 이벤트별 인체 무게중심의 합성속도

농구 3득점 점프슛에 대한 인체 무게중심의 합성속도는 각 이벤트별로 0.64±0.24 m/s, 2.12±0.49 m/s, 0.84±0.27 m/s, 1.89±0.63 m/s로 나타났다(Table 3).

Table 3. The result of COM resultant velocity (unit: m/s)

Item	E1(KM)	E2(FT)	E3(BR)	E4(FL)
COM	0.64±0.24	2.12±0.49	0.84±0.27	1.89±0.63

Note. COM; center of mass, KM, knee joint minimum; FT, foot takeoff; BR, ball release; FL, foot landing

점프슛 동작 수행 중 점프하는 순간인 E2에서의 인체 무게중심 속도가 가장 빠르게 나타났는데 이는 점프슛을 위해 신체를 수직 상방으로 이륙시키기 위한 결과임을 알 수 있다. 한편, 투사 순간인 E3에서의 인체 중심 속도의 값이 작지만 양의 값을 나타난 것으로 보아 선수들이 평균적으로 순간적인 정점에서 농구공을 투사하기 못하고 전방이동과 더불어 수직 상승 중에 농구공을 투사한 것으로 판단된다.

3. 이벤트별 상지분절의 각속도

농구 3득점 점프슛 동작 시 상지분절에 대한 주요 이벤트별 각속도를 분석한 결과, 상완은 E1이 479.9±36.7 deg/s, E2가 96.9±97.7 deg/s, E3가 288.2±133.4 deg/s, 그리고 E4가 113.3±67.1 deg/s로 나타나 점프를 위해 무릎을 굴곡시켜 무릎각이 최소가 되는 순간인 E1에서 가장 빠른 각속도를 나타냈다. 또한 점프 순간인 E2가 가장 낮은 각속도 값을 나타냈으며 이후 투사 순간 급격한 각속도의 증가가 발생되었음을 알 수 있다.

Table 4. The result of resultant angular velocity of upper segment (unit: deg/s)

Item	E 1	E 2	E 3	E 4
Upper arm	479.9±36.7	96.9±97.7	-288.2±133.4	-113.3±67.1
Fore arm	450.1±93.4	158.1±226.5	-306.57±58.3	-145.2±66.6
Hand	639.4±171.2	229.7±301.6	-995.1±211.58	-324.6±189.8

Note. Upper arm indicates flexion(+) and extension(-).
Fore arm indicates flexion(+) and extension(-).
Hand indicates flexion(-) and extension(+).

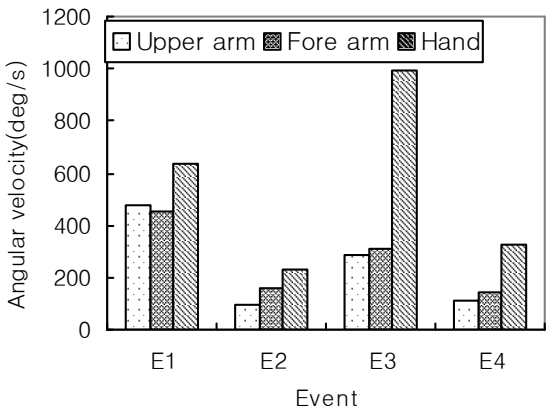

Figure 2. Resultant angular velocity of upper segment. E1(KM, knee joint minimum); E2(FT, foot takeoff); E3(BR, ball release); E4(FL, foot landing)

전완의 각속도 결과를 살펴보면, 점프슛을 수행하는 동안에 무릎각이 최소가 되는 순간인 E1에서 450.1±93.4 deg/s로 가장 빠른 각속도 값을 보였으며, 투사 순간인 E3에서도 306.57±58.3 deg/s로

높은 각속도 값을 나타냈다. 또한 상완과 마찬가지로 점프 순간인 E2에서 낮은 각속도 값을 나타낸 후 투사순간인 E3에서 다시 높은 각속도 값을 나타내었다. 그리고 농구공에 직접적인 접촉을 통해 투사 동작을 수행하는 손분절의 각속도 결과를 살펴보면 투사 순간인 E3에서 각속도 값이 995.1±211.58 deg/s로 가장 크게 나타났으며, 점프 순간인 E2에서 229.7±301.6 deg/s로 가장 낮은 각속도 값을 나타냈다(Table 4).

농구 3득점 점프슛 수행 동안 볼을 투사하는 오른 팔의 분절에 대한 각속도 결과, 투사순간 분절의 각속도는 손, 전완, 상완의 순으로 빠르게 나타났다. 즉, 근위 분절에서 원위 분절로 진행하면서 각속도가 빠르게 나타난 것을 알 수 있다. 한편, 상지 분절의 각속도 값이 가장 큰 순간을 살펴보면 상완과 전완의 각속도는 E1에서, 손의 각속도 E3에서 발생되어 변화 패턴에 약간의 차이가 있는 것을 알 수 있다(Figure 2).

4. 지면반력

농구 3득점 점프슛 동작 수행 시 지면반력의 수직값이 최대(Fz max.)인 순간을 살펴보는 것은 점프 슛을 수행하기 위해 신체를 공중으로 투사시킬 때의 상황을 판단하는데 도움을 줄 수 있다. 3득점 점프슛의 동작을 수행하는데 있어 수직힘이 최대로 발휘된 순간의 최대수직값(Fz max.)과 이때의 좌우축(X축), 전후축(Y축) 값을 살펴보면 다음과 같다(Table 5).

3득점 점프슛을 수행하는 동안 최대 수직힘은 평균 2.32 BW이었으며, 그때 X축에서는 평균 -0.05 BW으로 나타났고, Y축에서는 평균 0.15 BW로 나타났다.

X축에서의 (-)값은 왼쪽방향으로의 지면반력을 나타내는 것으로 모두 오른손잡이인 연구대상자들이 오른발로 마지막 스텝을 밟으며 오른쪽으로 힘을 가한 것을 나타낸다. Y축에서 (+)값은 전방으로의 지면반력을 나타내는 것으로 신체가 후방으로 힘이 발휘하는 것을 나타내는 것이고, Z축에서의 지면반력 값은 수직 상방으로의 지면반력을 나타내는 것으로 점프슛을 수행하기 위해 수직하방으로 많은 힘이 발휘된 것을 나타낸다.

Table 5. Values of Fz max, Fx, and Fy (unit: BW)

Item	X	Y	Z
Ground reaction force	-0.05±0.07	0.15±0.14	2.32±0.26

Note: BW: body weight.

Ⅳ. 논 의

본 연구의 결과에서 인체 무게중심의 이동 변위를 살펴보면 X축에서의 이동변위는 슈팅구간과 착지구간을 합쳐 평균 3.5 cm로 매우 작은 값으로 좌측 방향으로 신체가 이동하였다. 오정환(2001)은 원핸드 점프슛을 분석한 결과(좌측으로 평균 12.1cm)와 방향은 일치하지만 결과 값은 보다 작게 나타났으며, Wilkes(1982)가 보고한 점프슛은 위로 점프하여 균형을 유지한 상태에서 슈팅이 이루어진 거의 유사한 위치에 착지해야 한다는 주장을 지지하는 결과로 볼 수 있다. 이는 본 연구의 실험방법과 함께 오른손잡이의 특성에 의한 것으로 판단된다. Brancazio(1984)와 Matin(1981)이 주장하는 신체의 무게중심이 최고 정점에 이르렀을 때 농구공이 투사되는 것이 가장 이상적인 슈팅이라는 주장에 근거해 보다 정확한 점프슛을 수행하기 위해서는 좌우방향에서의 인체 무게중심 이동 변위를 최소화하는 것이 바람직한 것으로 사료된다. 전후 방향의 인체 무게중심 이동 변위는 점프 순간부터 착지까지 일정하게 전방으로 평균 23.5 cm 이동한 것으로 나타나 신체 무게중심의 전방이동이 46 cm라는 연구(오정환, 2001)와 48 cm라고 보고(최지영, 1992)된 것보다는 적게 나타났으나 이동 방향은 일치하였다. 이는 먼 수평거리 요인에 의한 슛의 부정확성을 극복하기 위해 수직상방으로의 점프와 함께 전방으로의 점프를 가미한 것으로 판단되나 선행연구보다 적게 이동한 것은 실험 방법에 있어 패스된 볼을 받아 점프슛을 수행하는 과정에 의한 것으로 사료된다. 수직방향으로의 인체 무게중심 이동 변위는 방향 요소 중 가장 크게 나타났다. Cooper, Adrian와 Glassow(1982)는 점프슛은 무릎관절이 굴곡한 후 발로 마루면을 미는 힘에 의해 성취되며, 대부분의 숙련자는 최소의 시간에 최대의 힘을 적용하여 점프를 수행한다고 보고하였다. 따라서 선행연구와 본 연구의 내용을 토대로 실제 경기 상황에서 성공률 높은 점프슛을 실시하기 위해서는 좌우, 전후 방향으로의 이동을 최소화하고 수직상방으로의 점프를 할 수 있도록 노력하여 안정된 자세에서 점프슛이 수행되어야 할 것으로 사료된다.

주요 이벤트별 인체 무게중심의 속도는 점프하는 순간인 E2에서 평균 2.12 m/s로 가장 빠르게 나타났으며, 투사 순간인 E3에서는 평균 0.84 m/s로 매우 작은 값을 보였지만 인체 무게중심이 이동하는 과정에서 볼의 투사가 이루어진 것으로 판단된다. 이는 점프슛 특성상 중력을 거슬러 신체를 이륙시켜야 하므로 E2에서 가장 크게 나타난 것으로 판단된다. 김용운과 은선덕(2009)은 몸통운동의 제약에 따른 최대 수직점프 동작에 대한 연구에서 이지시 무게중심의 수직속도가 비제약인 경우 2.45 m/s, 몸통 제약시 2.26 m/s로 나타났다고 보고하였는데, 본 연구의 점프슛 동작의 지면에서 이륙하는 순간의 인체 무게중심 속도가 최대 수직점프를 수행하는 과정보다는 작게 나타난 것은 농구의 특성상 정확하게 볼에 운동량을 전이시키기 위해 적절한 점프 수행을 조절한 것으로 사료된다. 한편, 볼의 투사와 관련하여 Brancazio(1984)와 Martin(1981)은 점프

가 정점에 이르렀을 때 상승하려고 하는 운동량과 지구의 중력이 상쇄되므로 운동 수행을 조절하기가 용이하기 때문에 신체의 무게중심이 최고 정점에 이르렀을 때 볼이 투사되는 것이 가장 이상적인 슈팅이라고 하였으며, Szymancki(1967)와 이동진(1999), 손승과 이중숙(2006)은 실험을 통한 점프슛 동작을 분석한 결과 모든 경우의 점프슛의 투사는 점프가 정점에 이르기 전에 발생한다고 하였다. 이와 같이 점프슛의 타이밍과 관련해서 이론과 실제의 차이를 얼마나 극복하느냐가 중요한 내용으로 다양한 트레이닝을 통해 최고 정점에서 볼을 투사하도록 노력해야 할 것으로 사료된다.

이벤트별 상지분절의 각속도 결과를 살펴보면, 점프슛에서 중요한 시점인 투사순간에 각속도는 손, 전완, 상완의 순으로 빠르게 나타났는데 이는 운동 수행에 기본적으로 적용되는 운동사슬(kinetic chain)의 원리에 충실한 것으로 판단된다. 특히, 투사 시 손 분절의 빠른 각속도는 Cooper et al.(1982), Holt와 Yates(1983)가 보고한 손의 각속도는 농구공에 작용하는 회전량과 투사각도를 결정짓는 요인으로 성공적인 슈팅을 위해서는 농구공에 작용하는 회전력이 커야 하며 이를 위해서는 손의 각속도가 커야 한다는 주장과 일치하는 것으로 판단된다. 또한 점프 슛 동작시 농구공에 적용되는 속도요인은 강한 손목 스냅을 이용한 투사순간에 결정되는 것으로 사료된다. 한편, 상지 분절 중 상완과 전완은 무릎각이 최소가 되는 순간에 가장 빠른 각속도를 나타냈는데 이는 점프 이전에 농구공을 빠르게 머리위로 가져가 투사높이를 확보하기 위한 동작을 수행함과 동시에 수직점프를 위한 예비 동작으로 충격량을 전이시키기 위한 효율적인 동작으로 사료된다. 한편, 투사순간보다 더 빠르게 나타난 것은 위에 기술한 것처럼 투사시 상완이나 전완의 신전보다는 손목의 강한 굴곡을 통한 스냅을 이용한 슛을 수행한 것으로 판단된다.

농구 3득점 점프슛 수행 시 지면반력은 좌측, 전방, 수직 상방으로 발휘되었다. 구형모 등(2009)은 농구 자유투 동작시 지면반력 연구에서 릴리즈 시점에서 숙련자는 미숙련자에 비해 좌우와 전후방향에서 큰 값을 나타내고 수직방향에서는 작은 값을 나타냈다고 보고하여 수직방향으로의 지면반력 값이 매우 크게 나타난 본 연구와는 상이한 결과를 나타냈는데, 이는 자유투와 점프슛의 슛 형태에 따른 차이로 판단된다. 한편, 김용운과 은선덕(2009)은 성인 남성을 대상으로 최대 수직점프를 분석한 결과, 몸통운동의 비제약 점프 시 최대 지면반력은 평균 1624 N(2.24 BW), 통제 점프 시 평균 1612 N(2.22 BW)라고 보고하였는데, 본 연구는 평균 1804 N(2.3 BW)로 최대 수직점프 동작보다 크게 나타났다. 선행연구의 이지시 수직속도와 최대 지면반력 값의 결과를 바탕으로 본 연구를 살펴보면, 위와 같은 결과는 무릎 굴곡과 신전을 통한 인체 무게중심의 속도 요인에 의한 최대 점프 수행과는 달리 볼에 적절한 운동량 전이를 위한 인체 무게중심 속도의 조절과 함께 점프슛의 특성상 높은 투사높이 확보를 위해 지면반력을 효율적으로 이용한 것으로 사료된다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 농구경기에서 많이 사용되는 고도의 기술인 3득점 점프슛 동작을 3차원 영상 분석과 지면반력 분석을 통하여 슛의 성공률을 높이는데 기여하는 운동학적 요인과 운동역학적 요인을 규명하고자 동작 수행에 대한 인체 무게중심의 이동변위, 이벤트별 무게중심의 속도, 이벤트별 상지분절의 각속도, 지면반력을 분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 농구 3득점 점프슛 동작 시 인체 무게중심의 이동변위는 좌우방향의 이동변위는 최소화하여 안정된 자세를 유지해야 하고, 인체 무게중심도 분절의 움직임에 따라 자연스럽게 앞으로 나아가야 하는 것이 중요한 것으로 나타났다.

둘째, 이벤트별 무게중심의 속도는 이륙순간이 E2에서 가장 크게 나타났으며 투사순간인 E3에서도 0.84±0.27 m/s로 나타났는데, 그 이유는 최고 정점에 다다랐을 때 투사하지 못하고 움직이는 과정 즉, 전방과 상방으로 이동하면서 투사되고 있는 것으로 판단되며 적절한 투사타이밍을 찾는 것이 필요할 것으로 사료된다.

셋째, 점프슛 동작 시 상지분절 중 무릎각이 최소가 되는 순간 상완과 전완의 각속도 크게 나타났으며, 손은 투사순간 가장 큰 각속도를 보였는데 이는 안정된 투사높이의 확보와 수직점프를 위한 효율적인 충격량의 이용, 그리고 볼에 적절한 운동량 전이와 회전량 확보를 위한 손목의 스냅현상으로 판단된다.

넷째, 지면반력의 값은 좌우 방향의 힘을 최소화하여 힘이 분산되지 않도록 균형을 유지하면서 최대한 수직방향의 지면반력을 이용하는 것이 정확하고 높은 타이밍에서 슛을 할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 남자대학생 6명의 선수를 대상으로 점프슛에 대한 운동역학적 분석을 실시하였으나 분석대상을 확대하고, 근전도 실험을 함께 병행하여 점프슛 시 근 활동에 대해 규명하는 등 다양한 상황에서의 분석을 수행하면 슛 동작에 관한 이해의 폭을 넓힘과 동시에 경기력 향상에 더욱 기여할 것으로 사료된다.

참고문헌

구형모, 채원식, 강년주, 윤창진, 장재익(2009). 농구 자유투 동작 시 숙련자와 미숙련자의 근전도 및 지면 반력

분석. **한국운동역학회지**, 19(2), 347-357.

김세형, 강상조, 박재현, 김혜진(2008). 한국프로농구 경기기록 분석에 의한 승패결정요인. **한국체육측정평가학회지**, 10(1), 1-12.

김영태(1991). **농구 점프 슛 동작의 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문. 연세대학교 교육대학원.

김용운, 은선덕(2009). 몸통 운동의 제약이 최대 수직점프의 수행에 미치는 영향. **한국운동역학회지**, 19(1), 27-36.

김형수(2000). 농구 원 핸드 점프 슛의 3차원 운동학적 영상분석. **한국체육학회지**, 39(4), 698-705.

김홍백(1983). 남여농구선수들의 슛팅 형태에 관한 비교조사연구. **한국체육학회지**, 22(1), 1097-1104.

박성현(2008). 농구 자유투 슈팅시 성공여부에 따른 상지 근전도 분석. **한국사회체육학회지**, 34, 1119-1126.

박제영(2007). 제15회 아시아경기대회 남자농구경기의 승패요인 분석. **한국사회체육학회지**, 30, 941-950.

방열(1995). 농구에서 슛 지점에 따른 리바운드볼의 낙하 지역 및 거리분석. **한국체육학회지**, 34(1), 207-217.

백승국(2000). 농구의 3점슛에 대한 성공과 실패동작의 비교분석. **한국스포츠리서치**, 11(4), 163-172.

손승, 이중숙(2006). 농구 점프슛 동작 시 숙련자와 미숙련자 간의 운동학적 비교분석. **한국스포츠리서치**, 17(6), 153-162.

오정환(2001). 농구 원핸드 점프슛 동작의 운동학적 분석. **한국체육교육학회지**, 5(2), 231-241.

이동진(1999). **농구 3점슛 동작에 대한 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문. 충남대학교 대학원.

이병원, 정의권(1995). **농구 원핸드 점프슛 동작의 영상분석.** 제33회 한국체육학회 학술 발표회 논문집, 503-510.

이창우, 이중숙(2006). 남자 대학생의 농구 자유투 시 숙련도에 따른 슈팅팔의 EMG 분석. **한국스포츠리서치**, 17(6), 107-112.

주명덕(1989). Computer Simulation을 통한 농구의 프리드로우 슛팅과 3점 피일드 슛팅시 최적 투사각도와 투사속도에 관한 연구. **한국체육학회지**, 28(1), 1313-1320.

최지영(1992). **투사거리에 따른 농구 점프 슛 동작의 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문. 연세대학교 대학원.

Brancazoi, P. J.(1984). *The Science of Basketball Shooting.* Sport Science. : Physical Laws and Optimum Performance. A Division of Simon and Schuster, Inc., 306-314.

Cooper, J. M., Adrian, M. J., & Glassow, R. B.(1982). Basketball shooting. *Kinesiology, 5th* Mosby Company.

Holt, L. E., & Yates, G.(1983). The development of multiple linear regression equation to predict accuracy in basketball jump shooting. *Biomechanics in Sports. Research for Center for Sports.* 103-109.

Kwon, Y. H.(2002). *KWON3D Motion Analysis Package version 3.1 User's Reference Manual.*